**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

# Молодые ученые: Современный взгляд на будущее АПК

*Сборник X международной научно-практической конференции*

15 апреля 2025 г.

р.п. Краснообск

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий
Российской академии наук
Новосибирский государственный аграрный университет

# МОЛОДЫЕ УЧЕНЫЕ: СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА БУДУЩЕЕ АПК

(электронное издание)

Сборник X международной научно-практической конференции

*15 апреля 2025 года, р.п. Краснообск, Россия*

АГРО НАУКА
ИЗДАТЕЛЬСТВО

2025

УДК 63:001.891:005.71(063)(571.1/5)
ББК 4е(253) я 431
М75

Молодые ученые: Современный взгляд на будущее в АПК: Сборник материалов X международной научно-практической конференции (15 апреля 2025 г., р.п. Краснообск) (электронное издание). // Под науч. ред. чл.-корр. РАО, проф. РАН, д-ра биол. наук Голохваста К.С., канд. техн. наук Шаповалова Д.В. / Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук – Новосибирск: Агронаука, 2025. – 459 с.

Председатель организационного комитета:
Голохваст К.С. – директор СФНЦА РАН, д.б.н., проф. РАН.
Заместители председателя:
Шаповалов Д.В. – зам. директора СФНЦА РАН по научно-организационной работе, к.т.н.
Гарафутдинова Л.В. – председатель совета молодых ученых, мл. науч. сотр.
Лисицин А.Е. – зам. пред. совета молодых ученых, мл. науч. сотр.

Члены организационного комитета:
Максимович К.Ю. – науч. сотр., к.б.н.
Шаталова Е.И. –ст. науч. сотр., к.б.н.
Нефедова Е.В. – ст. науч. сотр., к.в.н.
Подолец А.М. – мл. науч. сотр.
Кизимова Т.А. – мл. науч. сотр.
Сухопаров А.А. – вед. нау.ч. сотр., к.т.н.
Нициевская К.Н. – вед. науч. сотр., к.т.н., доцент.

ISBN 978-5-6054537-1-0

Сборник статей подготовлен на основе докладов X международной научно-практической конференции «Молодые ученые: Современный взгляд на будущее АПК», состоявшейся 15 апреля 2025 г. Были рассмотрены работы актуальным вызовам современной аграрной и управленческой науки. Издание предназначено для научных работников, а также руководителей и специалистов АПК.

Материалы, представленные в сборнике, изданы в авторской редакции.

© Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, 2025
©Новосибирский государственный аграрный университет, 2025
Входит в РИНЦ®: да

# *Биохимия и физиология растений*

УДК 614.876, 614.875, 58.02, 581.19

## СОДЕРЖАНИЕ КОМПОНЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ И ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩИХ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ЯЧМЕНЯ ПОСЛЕ γ-ОБЛУЧЕНИЯ

**Гусева О.А.**
Аспирант
*Научный руководитель Цыгвинцев П.Н., вед.н.с., к.б.н.*
Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Обнинск, Россия, gusevaoks65@yandex.ru

*Аннотация.* В статье рассматривается влияние двух факторов – однократного γ-облучения и хронического солнечного ультрафиолетового излучения на содержание биохимических и фотосинтезирующих пигментов в листьях ячменя ярового. В ходе двух вегетационных экспериментов было выявлено, что содержание флавоноидов, хлорофиллов и каротиноидов было значительно выше в листьях ячменя, в теплице с доступом солнечного света относительно тех растений, которые произрастали в теплице без доступа солнечного ультрафиолета. Содержание аминокислоты пролина в листьях растений из теплицы без покрытия также может свидетельствовать о влиянии хронического солнечного ультрафиолетового излучения на развитие растений. При этом, непосредственно после острого γ-облучения независимо от условий эксперимента изменений концентрации в растениях флавоноидов, хлорофиллов и каротиноидов выявлено не было. Влияние γ-излучения проявлялось в перекисном окислении липидов мембран, о чем свидетельствовало повышение содержания малонового диальдегида (МДА) в листьях ячменя как при совместном воздействии с солнечным ультрафиолетовым излучением, так и без него.

*Ключевые слова:* гамма-излучение, флавоноиды, пролин, МДА, хлорофиллы

Как известно, в процессах, происходящих в клетках растений с участием молекулярного кислорода, образуются реакционно-активные формы кислорода (АФК) [1]. Накопление АФК в больших количествах приводит к окислительному стрессу, что сопровождается денатурацией белков и нуклеиновых кислот, перекисным окислением липидов (ПОЛ) мембран, повреждением углеводов и т.д. [2]. Интенсивному образованию АФК способствуют разного рода стрессовые факторы, одними из которых являются ионизирующее и ультрафиолетовое (УФ) излучение. В растительном организме присутствуют разнообразные защитные соединения, роль которых заключается в нейтрализации АФК, и одними из основных изучаемых антиоксидантов являются фенольные соединения (флавоноиды, оксибензойная и оксикоричная кислоты, кумарины и др.), каротиноиды, токоферолы, аминокислота пролин и т.д. [3] Целью настоящей работы являлась оценка содержания компонентов антиоксидантной защиты и фотосинтезирующих пигментов в листьях ячменя ярового, выращенного в двух условиях вегетационного эксперимента – при полном солнечном освещении и в теплице с поликарбонатным покрытием, которое полностью не пропускает солнечный ультрафиолет. Дополнительным фактором воздействия являлось однократное γ-облучение вегетирующих растений на стадии удлинение стебля (2-ой узел кущения).

*Материалы и методы*. Объектом исследования являлся ячмень яровой (*Hordeum vulgare* L.) сорта «Владимир». Растения выращивали в пластиковых сосудах в двух вегетационных экспериментах: в первом опыте ячмень произрастал в экспериментальной теплице с поликарбонатным покрытием и с дополнительным искусственным освещением

лампами ДРЛФ 400-1 для компенсации неполного пропускания поликарбонатом солнечного освещения, во втором – в теплице без покрытия с доступом полного спектра солнечного освещения. Семена ячменя высевали в сосуды с дерново-подзолистой почвой по 30 штук на сосуд. Повторность каждого вегетационного эксперимента трехкратная.

По достижении растениями стадии развития удлинение побега (2-ой узел кущения, Z 31) [4] проводили однократное облучение на установке ГУР-120 с источниками γ-квантов $^{60}$Co, расположенной на территории НИЦ «Курчатовский институт» - ВНИИРАЭ. Дозы облучения составили 0, 15, 30 и 60 Гр при мощности дозы 16 Гр/ч.

На следующие сутки после облучения отбирали растительный материал (листовые пластины) и спектрофотометрическим методом определяли показатели с помощью спектрофотометра UNICO-1201 (производитель ООО «ЮНИКО-СИС», РФ, Санкт-Петербург): 1) флавоноиды по методике Tevini M. [5]; 2) пролин по методике Bates L.S. [6]; 3) перекисное окисление липидов по содержанию малонового диальдегида (МДА) по методике Heath R.L. и Packer L. [7]; 4) хлорофиллы *a*, хлорофиллы *b* и каротиноиды по методике Lichtenhaler H. K. And Wellburn A. R. [8] с выделением в 96%-ом этаноле.

Статистически значимые различия между группами по двум независимым факторам воздействия: γ-излучение/место произрастания оценивали с помощью двухфакторного дисперсионного анализа (ДА). Статистически значимое отличие исследуемых показателей относительно контрольной группы оценивали с помощью t-критерия Стьюдента.

*Результаты и обсуждение.*

*1. Содержание флавоноидов, пролина и МДА.* Как видно из табл.1, в листьях ячменя, выращенного в теплице с покрытием, при отсутствии хронического действия солнечного ультрафиолета, наблюдалось статистически значимое ($p<0,05$) увеличение содержания МДА на 78% после облучения в максимальной дозе 60 Гр относительно контроля. В то же время, статистически значимое увеличение ($p<0,05$) содержания МДА относительно контроля в среднем на 94% наблюдалось в листьях ячменя, выращенного в теплице без покрытия (при хроническом действии на растения солнечного ультрафиолета) уже после γ-облучения во всем диапазоне доз 15-60 Гр . Это может свидетельствовать о некотором напряжении системы перекисного окисления липидов при хроническом воздействии солнечного ультрафиолета, на фоне которого происходит резкое увеличение МДА даже при минимальном уровне воздействия радиации. Результаты дисперсионного анализа, представленные в табл. 2 подтверждают данное предположение.

Таблица 1. Содержание биохимических параметров в листьях ячменя на стадии развития удлинение стебля (Z 31) после γ-облучения (* – статистически значимое отличие от контроля, $p<0,05$).

| Доза γ-излучения, Гр | Исследуемый показатель | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Флавоноиды, мг/100 г | | МДА, нмоль/1г сырой массы | | Пролин, мкМ/г свежего веса | |
| | Теплица с покрытием | Теплица без покрытия | Теплица с покрытием | Теплица без покрытия | Теплица с покрытием | Теплица без покрытия |
| 0 | 1383±175 | 2353±173 | 268±15 | 189±9 | 0,32±0,02 | 0,22±0,04 |
| 15 | 923±54 | 2096±321 | 292±43 | **373±45*** | 0,50±0,16 | 0,19±0,01 |
| 30 | 968±22 | 1876±274 | 236±82 | **391±12*** | 0,38±0,06 | **0,10±0,01*** |
| 60 | 1011±101 | 1964±221 | **476±11*** | **337±47*** | 0,36±0,04 | 0,14±0,02 |

По содержанию флавоноидов и уровню пролина отмечено достоверное влияние фактора хронического солнечного ультрафиолета, при этом дополнительное γ-облучение не приводит к изменению данных параметров. Из табл. 1 видно, что в листьях ячменя, произрастающего в теплице без покрытия, наблюдалось значительное накопление (в среднем в 2 раза) такого вторичного метаболита, как флавоноиды, по сравнению с растениями в теплице с покрытием. Наши ранние работы показали, что дополнительное хроническое и

острое УФ-В излучение способствует увеличению содержания флавоноидов в листьях ячменя, произрастающего в теплице с поликарбонатным покрытием [9, 10]. В тоже время, более низкое содержания пролина при хроническом действии солнечного ультрафиолета может свидетельствовать о возникновении неблагоприятных условий для роста ячменя, по сравнению с тем растениями, которые произрастали в теплице с поликарбонатным покрытием.

Таблица 2. Результаты двухфакторного ДА по двум независимым факторам воздействия: γ-излучение/место произрастания для биохимических и фотосинтезирующих показателей (уровень значимости α<0,05)

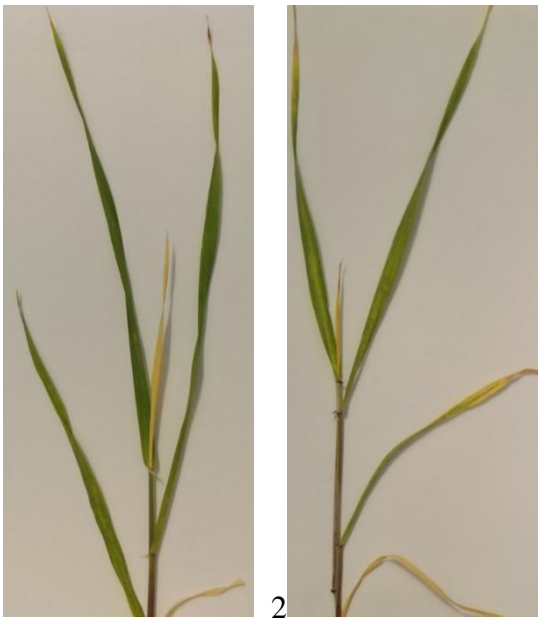
| Исследуемый параметр | Фактор | Степени свободы | F | p |
|---|---|---|---|---|
| Флавоноиды | γ-излучение | 3 | 2,15 | 0,13 |
| | Солнечный УФ | **1** | **53,31** | **0,000002** |
| | Совместное действие | 3 | 0,18 | 0,91 |
| Пролин | γ-излучение | 3 | 1,28 | 0,31 |
| | Солнечный УФ | **1** | **26,00** | **0,000107** |
| | Совместное действие | 3 | 1,20 | 0,34 |
| МДА | γ-излучение | **3** | **6,42** | **0,00** |
| | Солнечный УФ | 1 | 0,03 | 0,87 |
| | Совместное действие | **3** | **5,57** | **0,01** |
| Хлорофилл *a* | γ-излучение | 3 | 2,3 | 0,12 |
| | Солнечный УФ | **1** | **407,8** | **0,00** |
| | Совместное действие | 3 | 3,1 | 0,06 |
| Хлорофилл *b* | γ-излучение | 3 | 1,9 | 0,18 |
| | Солнечный УФ | **1** | **253,7** | **0,00** |
| | Совместное действие | 3 | 2,5 | 0,10 |
| Каротиноиды | γ-излучение | 3 | 0,8 | 0,51 |
| | Солнечный УФ | **1** | **381,1** | **0,00** |
| | Совместное действие | 3 | 1,8 | 0,19 |

*2. Содержание фотосинтезирующих пигментов*. содержание хлорофиллов *a* и *b*, а также каротиноидов в листьях ячменя после γ-облучения в каждом вегетационном эксперименте было на уровне контрольных значений (табл. 3). Однако в группе, где ячмень произрастал в теплице с доступом солнечного света, значения всех измеряемых фотосинтезирующих пигментов были в среднем в 3,2 раза выше, чем в листьях ячменя, произрастающего в теплице с покрытием из поликарбоната. Согласно данным двухфакторного ДА основное влияние в накоплении хлорофиллов *a* и *b* и каротиноидов оказал фактор освещения, несмотря на дополнительное освещение растений в теплице до энергетического уровня ФАР (табл. 2).

Несмотря на отсутствие реакции фотосинтезирующих пигментов в растениях сразу после γ-облучения, спустя несколько дней после облучения наблюдалась деградация пигментов хлорофилла в листьях главного стебля ячменя ярового при дозах 30 Гр (рис. 1.1) и 60 Гр (рис. 1.2), которая проявлялась в раннем пожелтении листовых пластин и остановке развития флагового листа, что свидетельствует о наличии лучевого поражения. Такое изменение в структуре листовых пластин ячменя наблюдалось в обоих условиях вегетационных экспериментов, независимо от способа освещения растений. Стоит отметить, что у растений, произрастающих в теплице с доступом солнечного света, деградация фотосинтезирующих пигментов в исследуемом диапазоне доз происходила медленнее (на 14-е сутки после γ-облучения), чем у растений из теплицы с поликарбонатным покрытием (на 5-е сутки после γ-облучения).

Таблица 3. Содержание фотосинтезирующих параметров в листьях ячменя на стадии развития удлинение стебля (Z 31) после однократного γ-облучения.

| Доза γ-излучения, Гр | Исследуемый показатель, мг/л | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Хлорофиллы *a* | | Хлорофиллы *b* | | Каротиноиды | |
| | Теплица с покрытием | Теплица без покрытия | Теплица с покрытием | Теплица без покрытия | Теплица с покрытием | Теплица без покрытия |
| 0 | 4,0±0,3 | 12,2±0,6 | 1,6±0,2 | 4,1±0,2 | 1,0±0,1 | 3,2±0,2 |
| 15 | 4,3±0,6 | 13,0±0,3 | 1,7±0,3 | 4,5±0,2 | 1,1±0,2 | 3,5±0,1 |
| 30 | 3,4±0,2 | 15,1±0,9 | 1,5±0,1 | 5,4±0,4 | 0,8±0,04 | 3,8±0,3 |
| 60 | 5,4±1,2 | 14,0±0,5 | 1,9±0,4 | 4,7±0,2 | 1,3±0,3 | 3,5±0,2 |



1 2

Рис. 1. Внешний вид листовых пластин главного стебля ячменя сорта «Владимир» спустя 14 дней после однократного γ-облучения на стадии удлинение стебля, где 1 – доза 30 Гр; 2 – доза 60 Гр. Растения произрастали в теплице без покрытия

Таким образом, видимые эффекты влияния острого γ-облучения на ячмень яровой сорта «Владимир» проявляются на 5-14-е сутки после облучения как нарушение фотосинтеза растений. Мы наблюдали повышенное содержание флавоноидов и фотосинтезирующих пигментов в листьях ячменя, выращенного в теплице с доступом солнечного света, однако влияния дополнительного γ-излучения спустя сутки после облучения растений выявлено не было. Накопление МДА и снижение содержания аминокислоты пролина в листьях ячменя, выращенного в теплице без покрытия, также свидетельствует о возможном влиянии солнечного ультрафиолетового излучения, поскольку в листьях ячменя из теплицы с поликарбонатом значения данных компонентов было на уровне контрольных значений. При этом, о защитных функциях солнечного ультрафиолета от дополнительного воздействия γ-излучения на растения ячменя могут служить только сроки наступления видимой деградации фотосинтезирующего аппарата растений. Причина может заключаться в разных механизмах влияния γ- и УФ-излучения на компоненты растительных тканей и клеток: γ-излучение обладает большей проникающей способностью и оказывает, как прямое, так и косвенное воздействие на растения посредством образования АФК, в то время как УФ-излучение в основном поглощается компонентами фотосинтетического аппарата, в частности разнообразными фоторецепторами.

**Список источников**

1. Gill S.S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants // Plant Physiology and Biochemistry. – 2010. – V. 48. – P. 909-930.

2. Sharma P., Jha A. B., Dubey R. Sh., Pessarakli M. Reactive oxygen species, oxidative damage and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions // J. of Botany. – 2012. – V. 1. – P. 1-26.

3. Gudkov S.V., Grinberg M.A., Sukhov Vl., Vodeneev Vl. Effect of ionizing radiation on physiological and molecular processes in plants // Journal of Environmental Radioactivity. – 2019. – V. 202. – P. 8–24

4. Ефремова Т.Т., Чуманова Е.В. Стадии роста и развития пшеницы и их значение в формировании элементов продуктивности // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2023. – Т.9. – №2. – С. 54-80.

5. Tevini M., Iwanzik W., Thoma U. Some effects of enhanced UV-B irradiation on the growth and composition of plants // Planta. – 1981. – V. 153. – №4. – P. 388–394.

6. Bates L.S., Waldren R.P. and Teare I.D. Rapid determination of free proline for water-stress studies // Plant Soil. – 1973. – V. 39. – P. 205–207.

7. Heath R.L., Packer L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation // Arch. Biochem. Biophys. – 1968. – V. 125. – № 1. P. 189-198.

8. Lichtenhaler H.K., Wellburn A.R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents // Biochemical Society of Transaction. – 1983. – V. 11. – P. 591–592.

9. Гусева О.А., Цыгвинцев П.Н., Павлов А.Н. Ответная реакция ячменя ярового на УФ- и γ-облучение // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2024. – Т. 64, № 6. – С. 633-644.

10. Гусева О.А., Цыгвинцев П.Н., Гончарова Л.И. Действие острого УФ излучения на продуктивность ячменя в разных условиях вегетации // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2022. – № 4. – С. 9-13.

## CONTENT OF ANTIOXIDANT PROTECTION COMPONENTS AND PHOTOSYNTHESISING PIGMENTS IN BARLEY LEAVES AFTER γ-IRRADIATION

**Guseva O.A.**

Postgraduate student, junior researcher

*Scientific supervisor Tsygvintsev P.N., leading researcher, PhD in Biological sciences*

Russian Institute of Radiology and Agroecology of National Research Centre «Kurchatov Institute»

Obninsk, Russia, gusevaoks65@yandex.ru

*Abstract*. The article examines the effect of two factors – acute γ-irradiation and chronic solar ultraviolet radiation on the content of biochemical and photosynthetic pigments in spring barley leaves. During two vegetation experiments, it was found that the content of flavonoids, chlorophylls and carotenoids was significantly higher in barley leaves in a greenhouse with access to sunlight relative to those plants that grew in a greenhouse without access to solar ultraviolet radiation. The content of the amino acid proline in the leaves of plants from an uncovered greenhouse may also indicate the effect of chronic solar ultraviolet radiation on plant development. The content of the amino acid proline in the leaves of plants from an uncovered greenhouse may also indicate the effect of chronic solar ultraviolet radiation on plant development. The effect of γ-radiation was manifested in the peroxidation of membrane lipids, as evidenced by an increase in the content of malonic dialdehyde (MDA) in barley leaves both with and without exposure to solar ultraviolet radiation.

*Key words*: gamma irradiation, flavonoids, proline, MDA, chlorophylls

УДК 581.1

# ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ *TRITICUM AESTIVUM (L.)*

**Дегтева Ю.В., Глущенков В.А., Роденко Н.А., Бледных О.В.**
Лаборант, старший научный сотрудник, научный сотрудник, научный сотрудник
Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Самара, Россия, helg1986.o@yandex.com

*Аннотация.* Исследовано влияние импульсного магнитного поля с диапазоном индукций B=(0,53÷5,21) Тл на количественное содержание фотосинтетических пигментов при обработке семян пшеницы мягкой *Triticum aestivum (L.)* сорта Тулайковская Надежда. Выявлено снижение количества хлорофилла *a* в проростках пшеницы на 14% ($p<0,05$) и суммы пигментов на 11% ($p<0,05$) после воздействия магнитного поля с индукцией B=5,21 Тл на семена пшеницы мягкой по сравнению с контролем, не подвергнутым магнитно-импульсному воздействию. Не обнаружено значимых изменений количества пигментов при обработке семян пшеницы с индукциями B=(0,53÷3,71) Тл.

*Ключевые слова:* импульсное магнитное поле, фотосинтетические пигменты, хлорофилл *a* и *b*, каротиноиды, пшеница мягкая.

*Постановка вопроса.* Влияние магнитных полей на растительные организмы привлекает внимание ученых, аграриев, селекционеров. Оценивалось влияние постоянных и переменных полей с разными параметрами [1,2]. В последние годы к проведенным исследованиям добавилось изучение влияния на растения импульсных магнитных полей (ИМП) высокой напряженности. Заинтересованность в исследовании таких полей на растения объясняется, во-первых, значительным расширением диапазона параметров энергетического воздействия, а во-вторых, сокращением длительности такого воздействия до микросекундного диапазона. В результате исследований по влиянию ИМП на биометрические показатели выявлен эффект их изменения [3]. Однако работ, посвященных изучению причин такого влияния, не обнаружено.

В данной работе сделана попытка экспериментально показать возможность изменений жизнедеятельности растений через влияние на фотосинтетический аппарат как на наиболее чувствительную к стрессовым воздействиям систему на примере ростков пшеницы мягкой *Triticum aestivum (L.)*.

*Методика экспериментальных исследований.* В качестве объекта исследования использовались семена пшеницы мягкой *Triticum aestivum (L.)* сорта Тулайковская Надежда, семена предварительно были отобраны одинакового размера, без наличия повреждений, симптомов заболеваний. Обработку сухих семян импульсным магнитным полем осуществляли в стеклянных пробирках на магнитно-импульсной установке МИУ-БИО-5 (СамНЦ РАН, Россия) [4] при параметрах индукции $B_1$=0,53 Тл, $B_2$=2,21 Тл, $B_3$=3,71 Тл, $B_4$=5,21 Тл и числом импульсов n=3. Обработанные и необработанные семена проращивались во влажных камерах. Оценка количества пигментов в выращенных растениях осуществлялась на спектрофотометре Альтаир КФК-300УФ (TAGLER, Россия) [5].

Для достоверности результатов эксперимента воздействию ИМП подвергалось 60 семян в одной пробирке, при каждом режиме обрабатывалось по три пробирки. Эксперимент проводился в трех биологических повторностях. Спектрофотометрический анализ проводился в трех аналитических повторах.

*Порядок реализации описанных методик.*

1. Обработанные и необработанные семена проращивались во влажных камерах на обильно смоченной дистиллированной водой фильтровальной бумаге. Сверху проращиваемые семена покрывались дисками из 3 слоев марли для имитации верхнего слоя субстрата.

2. На 5 сутки осуществлялось измерение количественного содержания фотосинтетических пигментов спектрофотометрическим методом. Пробоподготовка образцов проводилась с использованием ацетона и этанола. Из растительной навески массой 100 мг проводили экстракцию пигментов в 20 мл 80%-го ацетона и в 5 мл 95%-го этанола. Экстракты объединялись в общую вытяжку объемом 25 мл. Полученные вытяжки фильтровались через воронку Шотта №4 в колбу Бунзена при пониженном давлении. Разряжение в колбе создавалось с помощью водоструйного насоса.

3. Концентрацию пигментов определяли по измерению оптической плотности на спектрофотометре при длинах волн $\lambda_1$=470 нм; $\lambda_2$=646 нм; $\lambda_3$=663 нм [5]. Вытяжки помещались в стеклянные кюветы с длиной оптического пути 10 мм, объемом 3,5 мл. В качестве холостой пробы использовали смесь ацетона с этанолом в соотношении 4:1. Для каждой пробы проводили 5 измерений. Для определения количественного содержания пигментов в растениях использовали формулы (1-3) [5]:

$$C_a = 12.21D_{663} - 2.81D_{646}\,, \quad (1)$$

$$C_b = 20.13D_{646} - 5.03D_{663}\,, \quad (2)$$

$$C_{\text{кар}} = \frac{1000D_{470} - 3.27C_a - 100C_b}{229}\,, \quad (3)$$

где $D_{470}$, $D_{646}$, $D_{663}$ – оптическая плотность вытяжки при 470 нм, 646 нм и 663 нм соответственно, С – концентрация пигмента в вытяжке (мг/л).

Также определяли содержание пигментов в исследуемой ткани с учетом объема вытяжки и массы пробы (4) [5]:

$$F = \frac{V \cdot C}{P \cdot 10}\,, \quad (4)$$

где F – содержание пигмента в растительном материале (мг/г сырой массы), V – объем вытяжки (л), С – концентрация пигмента (мг/л), Р – навеска растительного материала (г).

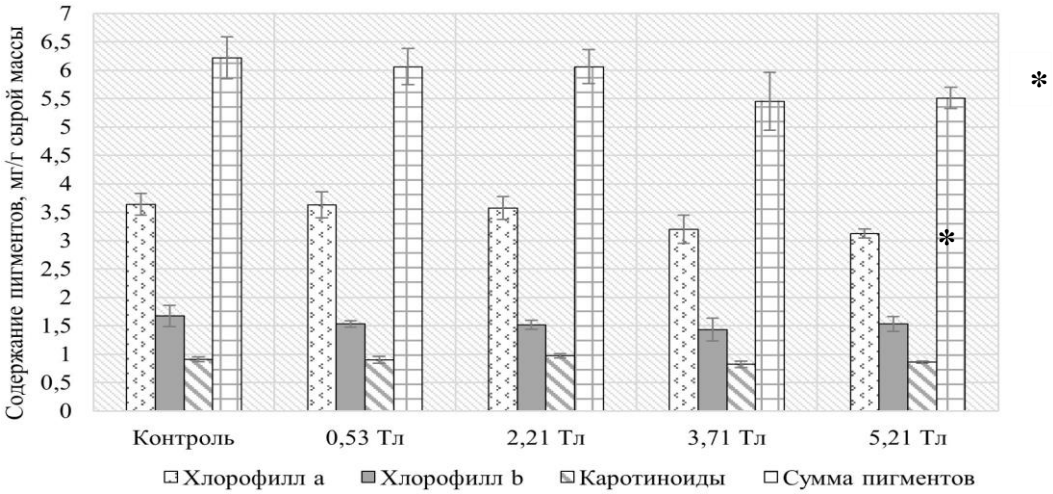



Рис. 1. Влияние ИМП на количественное содержание фотосинтетических пигментов в пятисуточных ростках пшеницы мягкой *Triticum aestivum (L.)*
* – отличия от контроля достоверны с уровнем значимости p<0,05

*Результаты и обсуждение*. Известно, что при фотосинтезе в процессе нециклического транспорта электронов в фотосистеме I (реакция Мелера), а также при переходе хлорофилла $P_{680}$ в триплетные состояния в реакционном центре фотосистемы II образуются активные формы кислорода (АФК) [6]. В нормальных условиях АФК преобразуются под действием антиоксидантной системы растений в менее реакционную форму — перекись водорода $H_2O_2$, однако в стрессовых условиях возможно нарушение процесса фотосинтеза и избыточное образование АФК. Одними из компонентов антиоксидантной системы растений являются каротиноиды, и содержание этих пигментов увеличивается при стрессовых воздействиях на растения [7]. Анализ данных, полученных

при оценке количественного содержания пигментов в пятисуточных ростках, показал, что после воздействия на семена ИМП с индукциями в диапазоне B=(0,53÷3,71) Тл содержание пигментов значительно не отличается от контрольного значения. Однако при обработке семян магнитным полем с индукцией B=5,21 Тл содержание хлорофилла *a* в растениях снижается на 14% ($p<0,05$); также отмечено снижение общего количества пигментов от контроля на 11% ($p<0,05$). Полученные нами результаты связаны с тем, что магнитное поле с высокими параметрами индукции B=5,21 Тл, вероятно, является стрессовым фактором для растений: наблюдается снижение количества хлорофилла *a*, при этом не происходит увеличение содержания каротиноидов и, следовательно, не активируются механизмы антиоксидантной системы защиты растений, связанные с каротиноидами. Остальные параметры магнитно-импульсной обработки B=(0,53÷3,71) Тл способствуют увеличению биометрических показателей растений, что показано в предыдущих исследованиях [3], однако не выявлено изменение суммарного количества пигментов при обработке магнитным полем с индукциями в диапазоне B=(0,53÷3,71) Тл, что говорит об отсутствии негативного действия ИМП в выбранном диапазоне индукций на фотосинтетическую систему растений.

*Выводы*. Импульсное магнитное поле с индукциями в диапазоне B=(0,53÷3,71) Тл не влияет на суммарное количественное содержание пигментов в проростках пшеницы *Triticum aestivum (L.)* при предпосевной обработке семян и не оказывает негативного воздействия на фотосинтетический аппарат растений. При обработке семян импульсным магнитным полем с индукцией B=5,21 Тл наблюдается снижение количества хлорофилла *a* в клетках растений на 14% ($p<0,05$) и суммы пигментов на 11% ($p<0,05$) относительно контроля. Вероятно, магнитное поле с высокими параметрами магнитной индукции, начиная с индукции B=5,21 То, является стрессовым фактором для растений, а более низкие параметры воздействия ИМП не вносят изменения в фотосинтетическую систему растений. Механизмы, провоцирующее негативное влияние магнитного поля с данным параметром индукции, требуют дальнейших исследований.

**Список источников**

1. Мшенская Н.С., Синицына Ю.В., Кальясова Е.А., Гринберг М.А., Ильнин Н.В. Влияние магнитного поля с частотой 14,3 Гц на физиологические и биохимические параметры растений пшеницы // X Съезд Общества физиологов растений России "Биология растений в эпоху глобальных изменений климата": сборник материалов / Всероссийская научная конференция с международным участием, Уфа, 18–23 сентября 2023 г. Уфа: Уфимский Федеральный исследовательский центр РАН, 2023. – С. 263.

2. Корниенко В.О., Авдеева К.А., Елизаров А.О. Биологические эффекты переменного магнитного поля промышленной частоты, на примере кукурузы сахарной // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: естественные науки. – 2023. – № 4. – С. 60–67.

3. Rodenko N.A., Blednykh O.V., Glushchenkov V.A., Degteva Yu.V. Change in the growth parameters of soft wheat *Triticum aestivum* (L.) after pretreatment of seeds with a pulsed magnetic field // BIO Web of Conferences. – 2024. – No. 139. – P. 01002.

4. Пат. № 213806 A61N2/04(Российская Федерация). Установка для магнитно-импульсной обработки медико-биологических объектов / Н.А. Роденко, Р.Ю. Юсупов, А.В. Милехин и др.; № 2021118051; заявл. 21.06.21; опубл. 29.09.22.

5. Афонина С.О., Комарова Л.Н., Рассказова М.М. Оценка радиобиологических эффектов γ-облучения семян ячменя обыкновенного Hordeum vulgare L. // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2024. − Т. 64, № 1. − С. 49–55.

6. Хелдт Г.-В. Биохимия растений / Ганс-Вальтер Хелдт ; пер. с англ. М. А. Брейгиной [и др.] ; под. ред. А. М. Носова, В. В. Чуба. — 2-е изд.— Москва : Бином. Лаб. знаний, 2014. — 471 с.

7. Sen A., Alikamanoglu S. Effects of static magnetic field pretreatment with and without PEG 6000 or NaCl exposure on wheatbiochemical parameters // Russian Journal of Plant Physiology. – 2014. – Vol. 161, No. 5. – P. 646–655.

## INFLUENCE OF PULSED MAGNETIC FIELD ON PHOTOSYNTHETIC APPARATUS OF *TRITICUM AESTIVUM (L.)*

**Degteva Yu.V., Glushchenkov V.A., Rodenko N.A., Blednykh O.V.**
Lab assistant, Researcher, Researcher, Researcher
Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Studencheskiy Pereulok 3A
Samara, Russia, helg1986.o@yandex.com

*Abstract.* The effect of a pulsed magnetic field with an induction range of B=(0,53÷5,21) T on the quantitative content of photosynthetic pigments in the treatment of wheat seeds of soft *Triticum aestivum (L.)* Tulaykovskaya Nadezhda variety was studied. A decrease in the amount of chlorophyll a in wheat seedlings by 14% ($p<0,05$) and the amount of pigments by 11% ($p<0,05$) was revealed after exposure to a magnetic field with induction B=5,21 T on soft wheat seeds compared with the control not exposed to magnetic pulse. No significant changes in the amount of pigments were found during the treatment of wheat seeds with induction B=(0,53÷3,71) T.

*Key words:* pulsed magnetic field, photosynthetic pigments, chlorophyll, carotenoids, soft wheat.

УДК 632.3

## ВЛИЯНИЕ ВИРУСОВ РОДОВ CARLAVIRUS, POTYVIRUS И POTEXVIRUS НА КАРТОФЕЛЬ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Табанюхов К. А.[1,2], Масленникова В.С.[1], Шелихова Е.В.[1,2]**
Научный сотрудник, научный сотрудник, к.с.-х.н., научный сотрудник
[1] - Новосибирский государственный аграрный университет
[2] - Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины
Новосибирск, Россия, tabanyuhov93@mail.ru

*Аннотация.* Целью работы являлось исследование влияния вирусной инфекции на сорта картофеля, собранных на территории Кемеровской области. В результате анализа обнаружены следующие вирусы: PVY, PVS, PVM и PVX, из которых преобладающим являлся PVY. Также, было изучено влияние вирусного патогенеза на биохимические показатели растений.

*Ключевые слова: Carlavirus, Potyvirus, Potexvirus*, вирусы, картофель, распространенность.

Картофелеводство в Кемеровской области – одна из экономически значимых отраслей сельского хозяйства. Вирусы распространены во всех странах и регионах, где возделывается картофель, однако видовой состав и степень пораженности посадок различны в зависимости от природных и хозяйственных условий, сортов, состояния семеноводства [1]. Под воздействием вирусной инфекции ухудшаются рост и развитие растений, снижаются урожай, качество и товарность клубней. При смешанной инфекции потери могут быть еще более тяжелыми [2,3]. Восприимчивость картофеля, зараженного вирусами, значительно выше к возбудителям фитофтороза, альтернариоза, ризоктониоза, сухой гнили и бактериозам [4].

Поражающие растения картофеля вирусы M (PVM) и S (PVS) относятся к роду *Carlavirus*, вирус Y (PVY) – к роду *Potyvirus*, а вирус X (PVX) – к роду *Potexvirus*. Каждый из этих патогенов способен приводить к потерям от 10 до 60 % урожая

картофеля, и при смешанном заражении этот показатель еще выше. Ранее, нами была показана высокая распространенность вирусов в Новосибирской области [5]. Цель работы – изучение влияния вирусов родов *Carlavirus, Potyvirus, Potexvirus* на семенной картофель Кемеровской области.

Исследования были выполнены в 2024 году на базе лаборатории исследования вирусных заболеваний растений и животных ФИЦ ФТМ и лаборатории биологической защиты растений и биотехнологии Новосибирского ГАУ. Наличие вирусов в образцах определяли методом ОТ-ПЦР в реальном времени на амплификаторе Rotor-Gene Q (QIAGEN, Германия) с использованием набора реагентов (НПК «СИНТОЛ»). Биохимические показатели (фотосинтетические пигменты, активность пероксидазы, концентрация малонового диальдегида) определяли спектрофотометрически.

В результате проведенного мониторинга семенного картофеля Кемеровской области было обнаружено, что максимальная частота встречаемости в районах области была отмечена для трех вирусов – PVY, PVM, PVS. Наибольшая вирусная нагрузка (PVX, PVY, PVM, PVS) была выявлена на сорте Гала. Вироид веретеновидности клубней картофеля (карантинный объект), вирус скручивания листьев и вирус А отсутствовали у всех протестированных образцов. Тем не менее, 46,2 % проанализированных образцов были свободными от вирусов, что говорит о высоком качестве посадочного материала. В растениях картофеля, зараженных вирусами родов *Carlavirus, Potyvirus, Potexvirus*, наблюдался окислительный стресс, выявленный по увеличению активности пероксидазы и концентрации малонового диальдегида относительно безвирусных растений. При этом комбинированная вирусная инфекция (PVY + PVS) усиливала негативный эффект, наблюдаемый при монозаражении.

**Список источников**

1. Ведущие картофелеводческие хозяйства Кемеровской области // Картофельная система. – 2018. – № 1. – С. 58-59.

2. Kolychikhina, M.S.; Beloshapkina, O.O.; Phiri, C. Change in Potato Productivity under the Impact of Viral Diseases. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. – 2021. – 663, 012035.

3. Козлов В.А., Русецкий Н.В., Чашинский А.В. Изучение распространенности и структуры популяций вирусных болезней картофеля в Брестской области // Картофелеводство. – 2020. – № 27(2). – С. 69-77.

4. Анисимов Б. В. Вирусные болезни и их контроль в семеноводстве картофеля // Защита и карантин растений. – 2010. – № 5. – С. 12-18.

5. Распространенность и видовой состав вирусов картофеля в Новосибирской области / В. С. Масленникова, М. Б. Пыхтина, К. А. Табанюхов [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2024. – Т. 28, № 5. – С. 554-562. – DOI 10.18699/vjgb-24-61.

## EFFECT OF VIRUSES OF THE GENERA CARLAVIRUS, POTYVIRUS AND POTEXVIRUS ON POTATOES IN THE KEMEROVO REGION

**Tabanyukhov K.A.[1,2], Maslennikova V.S.[1], Shelikhova E.V.[1,2]**
Research Associate, Research Associate, PhD in Agriculture, Research Associate
[1] – Novosibirsk state agricultural university
[2] – Federal research center of fundamental and translational medicine
Novosibirsk, Russia, tabanyuhov93@mail.ru

*Abstract.* The aim of the work was to study the influence of virus infection on potato varieties collected in Kemerovo region. As a result of the analysis, the following viruses were detected: PVY, PVS, PVM and PVX, of which PVY was predominant. Also, the influence of viral pathogenesis on biochemical indices of plants was studied.

*Keywords: Carlavirus, Potyvirus, Potexvirus*, viruses, potato, prevalence.

# *Ветеринарная медицина*

УДК 619:637.072:636.597.2

## ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ЭКСПЕРТИЗА ПРОДУКТОВ УБОЯ УТОК «КАУСАР»

**Абдурахмонов С.А.**
Студент
*Научный руководитель Заикина Е.А., к.вет.н., доцент*
Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, Казань, Россия, abdurakhmonov.samandar@bk.ru

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются аспекты ветеринарной-санитарной экспертизы продуктов убоя птиц. Приведена статистика значений органолептических показателей тушек уток с разных партий забоя. Проведено микробиологическое исследование смывов с тушек.

*Ключевые слова:* мясо утки, ветеринарно-санитарная экспертиза, органолептическое исследование, МАФАнМ.

Ветеринарно-санитарная экспертиза мяса птиц имеет важное значение в вопросе доброкачественности и безопасности конечного продукта для потребителей. Основное назначение ветеринарно-санитарной экспертизы – предупреждение инфекционных и инвазионных болезней, распространяющихся среди людей и животных через пищевые, кормовые и технические продукты животного происхождения [1]. Начальным этапом в ветеринарно-санитарной экспертизе является органолептическая оценка продуктов убоя, которая включает в себя осмотр внешнего вида и цвета (поверхность тушки, подкожная жировая ткань), мышцы на разрезе и их консистенция, запах, прозрачность и ароматность бульона. Результаты органолептического исследования тушек уток от разных забоев приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты органолептических исследований.

| Показатель | Тушки от забоя №1 | Тушки от забоя №2 |
|---|---|---|
| Поверхность тушки | Беловато-желтого цвета с розовым оттенком | Беловато-желтого цвета |
| Подкожная жировая ткань | Желтоватого цвета | Бледно-желтого цвета |
| Мышцы на разрезе | Красного цвета, слегка влажные | Красного цвета, слегка влажные |
| Консистенция мышц | Плотная и упругая | Плотная и упругая |
| Запах | Специфический, свойственный свежему мясу утки | Специфический, свойственный свежему мясу утки |
| Бульон | Прозрачный, ароматный, с крупными каплями жира | Прозрачный, ароматный, с небольшими каплями жира |

Разницу между такими показателями как цвет поверхности тушки и жировой ткани, а также размер капель жира при пробе варкой, можно объяснить тем, что тушки забоя №2 значительно отличались по размеру и весу от тушек забоя №1. Это может объяснятся тем, что партия уток от забоя №2 могла плохо употреблять и/или усваивать комбикорм, что привело к алиментарной дистрофии и повлекло за собой экономический убытки, так как такие маловесные тушки не сортные и не могут поступать в свободную реализацию, их отправляют на промышленную переработку [1].

Опасность мяса птицы заключается в возможном содержании в нем патогенных и условно патогенных микроорганизмов рода *Campylobacter, Listeria, Salmonella* и бактерии группы кишечной палочки, которые могут вызвать опасные токсикоинфекции у людей из-за того, что тушка была обсеменена микроорганизмами экзогенным путем (от рук работников, инструментов для разделки, оборудования и прочего) [2]. Первичное микробиологическое исследование на птицеперерабатывающем предприятии в части экспертизы мяса и мясных продуктов заключается в исследовании смывов с тушек птиц на количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов от каждой партии после совершения всех процессов по убою, потрошению, охлаждению, упаковки. Результаты микробиологического исследования смывов с тушек от разных забоев приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты микробиологических исследований.

| Объект | КМАФАнМ, КОЕ/г |
|---|---|
| Тушка от забоя №1 | $1{,}3 \cdot 10^3$ |
| Тушка от забоя №2 | $2{,}7 \cdot 10^4$ |

По результатам микробиологического исследования смывов с поверхности тушек от двух разных забоев можно сделать вывод, что показатели количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов не превышают нормативное значение по ТР ЕАЭС 051/2021 «О безопасности мяса птицы и продукции его переработки» - не более $5{,}0 \cdot 10^5$ КОЕ/г.

В заключении можно отметить, что тема качественной ветеринарно-санитарной экспертизы актуальна и имеет спрос среди предприятий по переработке продукции животного происхождения, так как мясокомбинаты и без того совершенствуют этапы производства для обеспечения населения свежей и качественной мясной продукцией, а тщательный ветеринарно-санитарный контроль помогает избежать крупных экономических убытков и не допущения заболевания людей после употребления производимой продукции животного происхождения.

**Список источников**

1. Верещак, Н.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов убоя животных и птицы при инфекционной, инвазионной и незаразной патологии: учебное пособие / Н.А. Верещак, О.Г. Петрова, У.И. Кундрюкова и др. – Екатеринбург: Издательство Уральского ГАУ, 2020. – 248 с.

2. Госманов, Р.Г. Санитарная микробиология: учебное пособие для вузов / Р.Г. Госманов, А.Х. Волков, А.К. Галиуллин, А.И. Ибрагимова – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 252 с.

## VETERINARY AND SANITARY EXAMINATION OF DUCK SLAUGHTER PRODUCTS "KAUSAR"

**Abdurakhmanov S.A.,**
Fourth year student
*Scientific supervisor* ***Zaikina E.A.,*** *Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor*
Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman
Kazan, Russia, abdurakhmonov.samandar@bk.ru

*Abstract.* This article discusses aspects of veterinary and sanitary examination of poultry slaughter products. The statistics of the values of organoleptic parameters of duck carcasses from different slaughter batches are presented. Microbiological examination of flushes from carcasses was carried out.

*Key words:* duck meat, veterinary and sanitary examination, organoleptic examination, Kmafanm.

УДК 619:616.98:579.852.13-08:636.22/.28

## КЛОСТРИДИОЗЫ ЖИВОТНЫХ. ПОДХОДЫ К ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ

**Боровинский Г.Е.**
Студент
*Научный руководитель Шнякина Т.Н., д.в.н., доцент*
Южно-Уральский государственный аграрный университет, Троицк, Россия,
g.borovinskiy@internet.ru

*Аннотация.* В статье рассматриваются общие эффективные подходы к системе профилактики и лечения клостридиозов у животных. Показано эффективное применение препарата микробиальной природы Антиклос, который показал высокий бактериостатический эффект. Так при применении Антиклос в дозах 50 г на голову бычкам с 6-ти месячного возраста на откорме обеспечивалось стойкое снижение клостридий в фекалиях на 50-75 % при своевременной вакцинопрофилактике в условиях хозяйства.

*Ключевые слова:* крупный рогатый скот, клостридии, почвенная инфекция, кормление, добавки, антибиотики

Клостридиозы представляют особую угрозу для животноводства Российской Федерации. И тому есть несколько причин. Самая главная причина — это то, что клострии являются космополитами и очень широко распространены, в том числе некоторые их виды имеют высокую устойчивость и трудно поддаются профилактике и лечению. Даже при 100 %-ном охвате вакциной поголовья в хозяйстве с высокой концентрацией клостридий в окружающей среде нередки вспышки клостридиальных инфекций. Стоит понимать в чем заключается особенность биологического цикла и строения клостридий. Одна из значимых их особенностей — это то, что клостридии являются частью нормальной микрофлоры кишечника, и при нормальном имунном ответе никак себя не проявляют, однако при условии низкого иммунитета или сопутствующих хронических болезней клостридии начинают усиленно размножаться, вызывая различного рода симптомокомплексы, приводя к неблагоприятным последствиям и даже нередко к летальному исходу [1,2].

На протяжении десятилетий основным методом борьбы с бактериальными инфекциями было использование кормов, содержащих антибиотики широкого спектра действия и конечно теперь это породило антибиотикорезистентные формы клостридий, что значительно усугубило ситуацию с профилактикой и лечением клостридиозом.

В последние годы многими учёными ведётся работа по созданию эффективных пробиотиков с применением методов селекции, позволяющие активно поддерживать размножение полезной нормофлоры и способствовать также синтезу имуннокомпетентных клеток в кишечнике [3-6].

Поэтому целью работы было изучить влияние биологического препарата Антиклос на размножение клостридий в кишечнике откормочных бычков. Работа проводилась в одном из сельскохозяйственных предприятий Челябинской области на откормочных бычках разных породных линий. Объектами исследований являлись 20 бычков в возрасте от 5 до 12 месяцев, содержащихся групповым методом в клетках по нескольку голов беспривязно. Ежедневно в рацион 10 бычкам добавляли препарат Антиклос в дозах 50 г на голову, а другим 10 бычкам препарат не добавляли. Все животные были заранее привиты инактивированной вакциной Когловакс в соответствии с инструкцией. Изучали навоз от животных трижды. В первый день исследований, на 10-е сутки и на 21-е сутки. Проводили

микробиологический мониторинг микробиоценоза навоза с применением серийных разведений и посева на питательные среды. Идентификацию клостридий осуществляли морфологически (микроскопия фиксированных препаратов, окрашенных методами Грама и Ожешко). Для этого отбирали среднюю пробу навоза и исследовали микробиологической техникой. В результате было установлено, что в 1 г навоза от первой группы бычков (средняя проба) были выделены фекальные энтерококки от 12 до $17*10^4$, а также клостридии от 4 до $7*10^3$, во второй группе бычков были выделены фекальные энтерококки от 11 до $15*10^4$, а также клостридии от 3 до $6*10^3$, на 10-е сутки в первой группе бычков в навозе уровень клостридий снизился на 18-21 %. Данные представлены на рисунке 1.

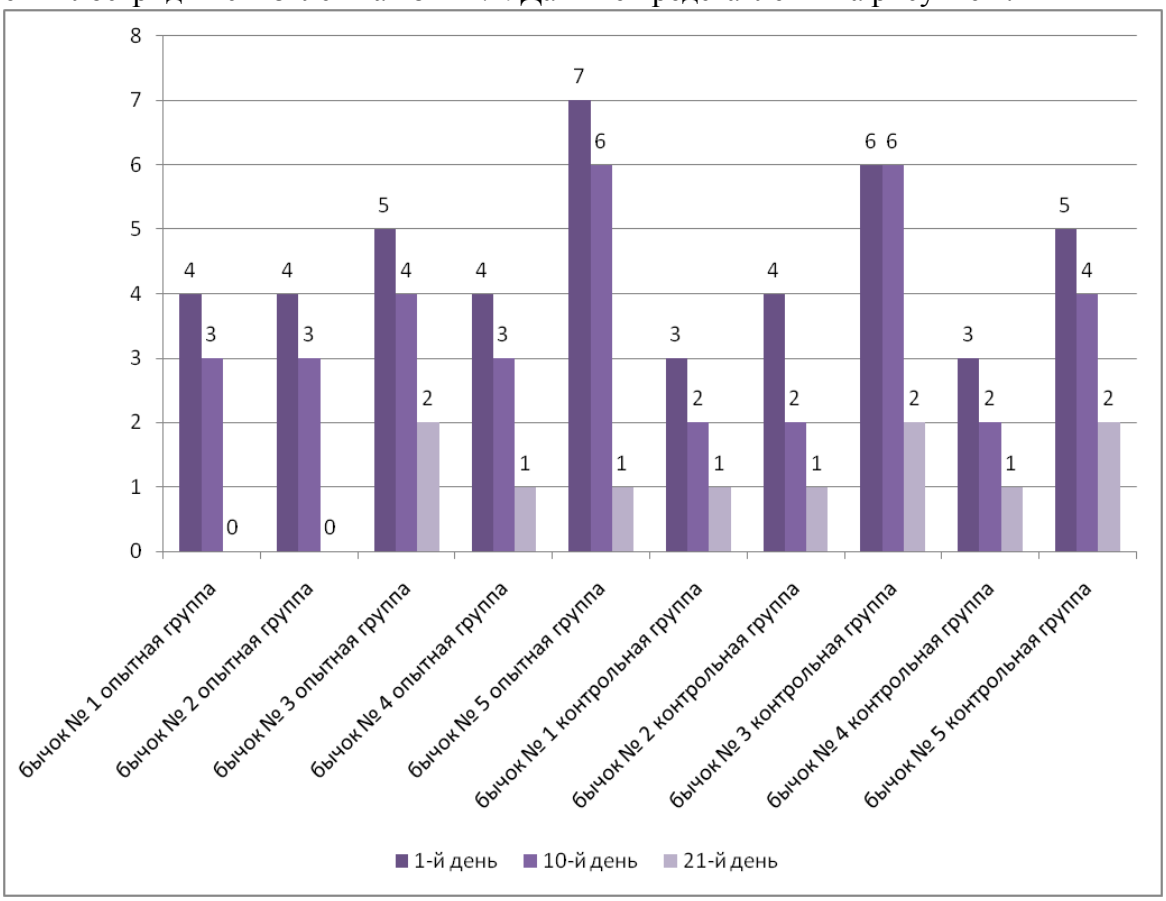



Рис. 1. Колонии клостридий, выделенные из навоза откормочных бычков в эксперименте (КОЕ $10^3$)

По истечении 21-дня эксперимента уровень клостридий снизился на 50-70 % в среднем по каждому образцу от первоначальных значений, во второй группе уровень клостридий изменялся незначительно. Что свидетельствовало о наличии клостридий в кишечнике бычков как первой, так и второй группы.

Однако в обеих группах большинство бычков при осмотре были клинически здоровы, у двух бычков температура тела была повышена на 0,8 ℃ от верхней границы нормы, что рассматривалось в совокупности с диареей как один из симптомокомплексов клостридиальной инфекции. Данных бычков лечили после получения результатов исследований антибактериальными препаратами широкого спектра действия.

Можно сделать выводы о важности комплексного подхода к профилактике и лечению клостридиозов животных. Одним из важных пунктов этого подхода является составление индивидуальной программы биологической защиты поголовья животных в зависимости от эпизоотической ситуации, территориального расположения хозяйства. Также одну из главных ролей играет правильное соблюдение всех зоогигиенических и ветеринарно-санитарных норм и требований к кормо- и навозохранилищам, помещениям для содержания

животных. А оптимизация нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта животных является вспомогательной базой для колонизации организма животных микроорганизмами с высокой антагонистической активностью по отношению к патогенной микрофлоре.

В целом борьба с клостридиозами заключается в том, чтобы убрать из эпизоотической цепи хотя бы одно звено, а именно это либо факторы передачи болезни, либо возбудителя болезни, либо восприимчивый организм.

**Список источников**

1. Абдыраманова, Т. Д. Анализ результатов лабораторной диагностики инфекционных болезней животных / Т. Д. Абдыраманова, П. Н. Щербаков, К. В. Степанова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2024. – № 9(239). – С. 44-49. – DOI 10.53083/1996-4277-2024-239-9-44-49.

2. Абдыраманова, Т. Д. Инфекционные болезни молодняка сельскохозяйственных животных (бактериальные) / Т. Д. Абдыраманова, Н. А. Журавель, К. В. Степанова. – Троицк : Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2024. – 78 с. – ISBN 978-5-605-12800-7.

3. Ахмедова, Е. Т. Изучение влияния пробиотиков в комплексной профилактике клостридиозов животных / Е. Т. Ахмедова // Идеи молодых ученых - агропромышленному комплексу: современные тенденции ветеринарной медицины : Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Института ветеринарной медицины, Троицк, 27 февраля – 01 2024 года. – Челябинск: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2024. – С. 25-31.

4. Македонских, В. А. Сравнительная характеристика методов лечения заболеваний копытец крупного рогатого скота / В. А. Македонских, К. В. Степанова, П. Н. Щербаков // Обеспечение технологического суверенитета АПК: подходы, проблемы, решения : сборник статей Международной научно-методической конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук, Екатеринбург, 16–17 февраля 2023 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2023. – С. 117-118.

5. Степанова, К. В. Анализ эпизоотического состояния свиноводческого комплекса по инфекционным болезням / К. В. Степанова, Э. Р. Сафина // Актуальные вопросы развития науки и технологий : Сборник статей молодых учёных, Караваево, 04 апреля 2024 года. – Караваево: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Костромская государственная сельскохозяйственная академия", 2024. – С. 359-364.

6. Степанова, К. В. Диагностика инфекционных болезней животных / К. В. Степанова // Материалы Международного научного симпозиума, посвященного 150-летию со дня рождения выдающегося ученого в области зоотехнии академика Е.Ф. Лискуна "Достижения зоотехнической науки в решении актуальных задач животноводства и аквакультуры" : сборник статей, Москва, 14–17 ноября 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет- Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 290-294.

## CLOSTRIDIOSIS IN ANIMALS. APPROACHES TO PREVENTION AND TREATMENT

**Borovinskiy G.E.,**
2nd year student, specialty 36.05.01 Veterinary Science
*Scientific supervisor Shnyakina T.N., D.Sc. (Veterinary Sciences), Associate Professor*
South Ural State Agrarian University
Troitsk, Russia, g.borovinskiy@internet.ru

*Abstract.* The article discusses general effective approaches to the system of prevention and treatment of clostridiosis in animals. The effective use of the microbial drug Antiklos, which

showed a high bacteriostatic effect, is shown. Thus, when using Antiklos in doses of 50 g per head in bulls from 6 months of age during fattening, a stable reduction in clostridia in feces by 50-75% was ensured with timely vaccination under farm conditions.
*Key words:* cattle, clostridia, soil infection, feeding, additives, antibiotics

УДК 619:616.775.26

## БАКТЕРИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ ЛАБОРАТОРНОГО ОБРАЗЦА ПРЕПАРАТА АРГОЦИД И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА БИОПЛЁНКООБРАЗОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ

**Бряднов В.С.**[1]
Аспирант
*Научный руководитель Шкиль Н.Н.*[1,2]**,** *д-р ветеринар. наук, доцент.,*
[1] – Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия
[2] **–** Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Россия, nicola07@mail.ru

Аннотация. Разработан препарат Аргоцид включающий наночастицы серебра и кормовой консервант Биосиб Ацид. Исследования влияния препарата Аргоцид на микроорганизмы in vitro показали снижение биоплёнкообразования у St. aureus ATCC 25953, St. epidermidis ATCC 14990, Str. pyogenes ATCC 19615, S. enteritidis 182, Pr. vulgaris ATCC 6380, P. aeruginosa ATCC 27853, E. coli ATCC 25922, K. pneumoniae 71 на 56,4 - 69,8 %. При изучении показателей бактерицидной активности установлен рост показателя антибиотикочувствительности лабораторного образца препарата Аргоцидом in vitro у St. aureus ATCC 25953, P. aeruginosa ATCC 27853, E. coli ATCC 25922, Pr. vulgaris ATCC 6380, K. pneumoniae 71 на 14,3 - 100 %.

*Ключевые слова:* наночастицы серебра, микроорганизмы, антибиотикоустойчивость, антибиотики

Инфекционные патологии животных остаются основной проблемой достижения высокой продуктивности и сохранности молодняка, что и определяет в конечном итоге рентабельность сельскохозяйственного промышленного производства продуктов животного происхождения. Многочисленными исследованиями инфекционных агентов, вызывающих патологию желудочно-кишечного тракта с синдромом диареи у телят по данным статистики наиболее часто вызывают вирусы (рота-, калици-, торо-, коронавирус, вирус вирусной диареи крупного рогатого скота), простейшие (криптоспоридии), а так же бактерии, где ведущую роль играют представители семейства *Enterobacteriaceae* [1-6].

Многочисленные исследования показали, что наибольшим бактерицидным эффектом из наночастиц металлов и их соединений обладает серебро, что обусловило широкое применение наночастиц серебра (AgNPs) при лечении широкого круга патологий человека и животных [7] . Высокая бактерицидная активность AgNPs связана с большой площадью поверхности частиц и, как следствие, ростом окислительных свойств ионов серебра, способностью действуя на метаболизм при проникновении в клетку бактерий [8].

Многочисленные исследования сочетанного применения AgNPs с различными антибактериальными препаратами, дезинфектантами, биологически активными веществами органического и неорганического происхождения позволяют существенно повысить бактерицидные свойства этих новых комплексных композиций [9-10].

Кормовые консерванты – препараты, обладающие бактерицидными свойствами, способные подавлять рост грибов, условно-патогенных и патогенных микроорганизмов в кормах при длительном хранении, включающие в свой состав органические кислоты и

неорганические вещества, ферменты, метаболиты бактерий и пр. Доступность, низкая цена и выраженные бактерицидные свойства позволяют рассматривать консерванты кормов как возможный компонент для создания комплексного препарата с высокими бактерицидными свойствами.

Результаты исследований антибиотикочувствительности микроорганизмов, выделенных от телят с клиническими признаками желудочно-кишечных болезней, показали высокий уровень антибиотикорезистентности. В связи с этим разработан препарат, содержащий AgNPs обладающие высокими бактерицидными характеристиками и кормовой консервант содержащий белковые соединения, которые могут усиливать их действия. При создании лабораторного образца препарата Аргоцид включающего в себя AgNPs препарата Арговит® и биологический консервант Биосиб Ацид® учитывались свойства его компонентов.

Для сравнительной оценки влияния лабораторного образца препарата Аргоцид на биопленкообразование референтных штаммов микроорганизмов использовали его компоненты – препараты Арговит® и Биосиб Ацид® (табл. 1).

Таблица 1. Влияние препаратов Арговит®, Биосиб Ацид® и лабораторный образец препарата Аргоцид на биоплёнкообразование микроорганизмов in vitro

| Штамм микроорганизма | Контроль, усл.ед. | Арговит® | | Биосиб Ацид® | | Аргоцид | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | усл.ед. | % | усл.ед. | % | усл.ед. | % |
| *St. aureus* ATCC 25953 | 1,41+0,01 | 1,03+0,01* | -27,0 | 0,61±0,01* | -56,7 | 0,51±0,01* | -63,8 |
| *St. epidermidis* ATCC14990 | 1,23+0,03 | 1,0+0,02* | -18,7 | 0,69±0,01* | -43,9 | 0,53±0,01* | -56,9 |
| *Str. pyogenes* ATCC 19615 | 1,12+0,02 | 0,96+0,01* | -14,3 | 0,61±0,02* | -45,5 | 0,44±0,02* | -60,7 |
| *S. enteritidis 182* | 1,24+0,01 | 0,90+0,01* | -27,4 | 0,62+0,02* | -50,0 | 0,47±0,01* | -62,1 |
| *Pr. vulgaris* ATCC *6380* | 1,17+0,01 | 0,83+0,02* | -29,1 | 0,60±0,01* | -48,7 | 0,51±0,02* | -56,4 |
| *P. aeruginosa* ATCC 27853 | 1,31+0,01 | 0,95+0,02* | -27,5 | 0,64±0,01* | -51,1 | 0,42±0,01* | -67,9 |
| *E. coli* ATCC 25922 | 1,26+0,01 | 0,99+0,01* | -21,4 | 0,61±0,01* | -51,6 | 0,38±0,01* | -69,8 |
| *K. pneumoniae 71* | 1,22±0,06 | 0,83±0,04* | -32,0 | 0,74±0,03* | -39,3 | 0,46±0,02* | -62,3 |

*- 0,05 < P

Исследования влияния препарата Аргоцид на микроорганизмы in vitro показали снижение биоплёнкообразования у *St. aureus ATCC 25953, St. epidermidis ATCC 14990, Str. pyogenes ATCC 19615, S. enteritidis 182, Pr. vulgaris ATCC 6380, P. aeruginosa ATCC 27853, E. coli ATCC 25922, K. pneumoniae 71* на 56,4 - 69,8 %. Результаты исследований показали наибольший уровень снижения на 56,4 - 69,8 % биоплёнкообразования при применении препарата Аргоцид у исследуемых микроорганизмов. Снижение этого показателя у Биосиб Ацида® был выше (39,3-56,7 %), чем у препарата Арговит® (14,3-32,0 %), что видимо, связано с наличием радикалов NO-группы нитрита натрия ($NaNO_3$), который обеспечивает разрушение биоплёнок.

При изучении показателей бактерицидной активности установлен рост показателя антибиотикочувствительности лабораторного образца препарата Аргоцидом in vitro у St. aureus ATCC 25953, P. aeruginosa ATCC 27853, E. coli ATCC 25922, Pr. vulgaris ATCC 6380, K. pneumoniae 71 на 14,3 - 100 %.

Изучение лабораторного образца препарата Аргоцид на биопленкообразование и антибиотикочувствительность микроорганизмов in vivo проводили при лечении желудочно-кишечных болезнях телят (табл. 2).

Таблица 2. Влияние антибактериальных препаратов на биоплёнкообразование микроорганизмов при лечении желудочно-кишечных болезней телят

| Микроорганизм | Биопленкообразование, усл.ед. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Контрольная | | Опытная | | | |
| | до | после | до | % | после | % |
| *S. enteritidis* | 0,90+0,03 | 1,13±0,06 | 0,95±0,03* | 5,5 | 0,6±0,01* | -46,9 |
| *Pr. vulgaris* | 0,83+0,01 | 1,12±0,04 | 0,9±0,04* | 8,4 | 0,63±0,01* | -43,8 |
| *P. aeruginosa* | 0,95+0,02 | 1,16±0.07 | 0,92±0,03* | -3,1 | 0,56±0,01* | -51,7 |
| *E. coli* | 0,99+0,01 | 1,2±0,06 | 0,94±0,01* | 5,1 | 0,7±0,01* | -41,7 |
| *K. pneumoniae* | 0,88±0,05 | 1,22±0,08 | 0,97±0,1* | 9,2 | 0,66±0,05* | -45,9 |

*- 0,05 < P

Проведённые исследования показали, что Аргоцид снижал биоплёнкообразование у микроорганизмов *S. enteritidis, Pr. vulgaris, P. aeruginosa, E. coli, K. pneumoniae* при лечении на 41,7 - 51,7 % что видимо, связано с наличием радикалов NO-группы нитрита натрия ($NaNO_3$), который обеспечивает разрушение биоплёнок.

Результаты исследований влияния лабораторного образца препарата Аргоцид на антибиотикочувствительность in vivo при лечении телят, установили рост этого показателя у *K. pneumoniae*, *S.enteritidis, Pr.vulgaris, E.coli, P.aeruginosa* к 9 - 11 препаратам (64,3 - 78,6 %) на 12,5 - 100 %, при этом препарат Лексофлон® вызывал снижение чувствительности к 3 - 7 (21,4-50,0 %) препаратам с её утратой у ранее установленной к 3-4 препаратам (21,4 - 28,6 %).

**Список источников**

1. Шкиль, Н. Н. Чувствительность микрофлоры у телят к различным антибактериальным средствам с учетом их длительного применения / Н. Н. Шкиль // Ветеринария и кормление. – 2012. – № 4. – С. 8-10.

2. Шкиль, Н. Н. Эпизоотологические и иммунологические аспекты микоплазмоза телят во взаимосвязи с бруцеллезом и другими инфекциями : специальность 16.00.03 : диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Шкиль Николай Николаевич. – Новосибирск, 2000. – 163 с.

3. Понюхов, В. А. Рациональные схемы применения пробиотиков и иммуномодуляторов на основе РНК и их противоэпизоотическая эффективность в промышленном птицеводстве: специальность 16.00.03 : диссертация на соискание ученой степени кандидата ветеринарных наук / Понюхов Владимир Александрович. – Новосибирск, 2006. – 116 с.

4. Байкалова, А. А. Антибиотикорезистентность Pseudomonas aeruginosa / А. А. Байкалова // Сельскохозяйственные науки : Материалы 61-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 17–26 апреля 2023 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2023. – С. 46.

5. Степанович, М. Ю. Международные исследования антибиотикорезистентности стрептококков / М. Ю. Степанович // МНСК-2022 : материалы 60-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 10–20 апреля 2022 года. – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2022. – С. 87.

6. Петлеван, Я. И. Роль β-лактамазы в формировании антибиотикоустойчивости микроорганизмов рода Staphylococcus / Я. И. Петлеван // МНСК-2022 : материалы 60-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 10–20 апреля 2022 года. – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2022. – С. 78.

7. Андросова, Е. О. Формирование устойчивости P. aeruginosa к препаратам аминогликозидного ряда / Е. О. Андросова // МНСК-2022 : материалы 60-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 10–20 апреля 2022 года. – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2022. – С. 28.

8. Пат. № 2268040 С2 Российская Федерация, МПК A61K 31/28, A61K 31/29, A61K 33/24. Препарат для лечения диареи молодняка сельскохозяйственных животных и способ его применения: № 2003125147/15 : заявл. 11.08.2003 : опубл. 20.01.2006 / Н. Н. Шкиль, Ю. М. Юхин, Н. А. Шкиль ; заявитель ГНУ ИЭВС и ДВ СО РАСХН.

9. Шкиль, Н.Н. Экспериментальное и практическое обоснование применения препаратов, содержащих наночастицы серебра и висмута при гастроэнтеритах телят: специальность 06.02.03 "Ветеринарная фармакология с токсикологией": диссертация на соискание ученой степени доктора ветеринарных наук / Шкиль Николай Николаевич. – Новосибирск, 2019. – 340 с.

10. Пат. № 2567332 С2 Российская Федерация, МПК A61K 33/38. Способ повышения антибиотикочувствительности условно-патогенной микрофлоры препаратом серебра Арговит in vitro : № 2013150493/15 : заявл. 12.11.2013 : опубл. 10.11.2015 / Н. Н. Шкиль, Н. А. Шкиль ; заявитель ГНУ ИЭВСиДВ Россельхозакадемии.

## BACTERICIDAL ACTIVITY OF THE ARGOCIDE LABORATORY SAMPLE AND ITS EFFECT ON BIOFILM FORMATION OF MICROORGANISMS

Bryadnov V.S.[1]
Postgraduate student
*Scientific Supervisor Shkil N.N.[1,2] Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor,*
[1] – Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia
[2] – 1Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk Region, Krasnoobsk, Russia, nicola07@mail.ru

*Abstract*: The drug Argocide has been developed, which includes silver nanoparticles and the feed preservative Biosib Acid. Studies of the effect of Argocide on microorganisms in vitro have shown a decrease in biofilm formation in St. aureus ATCC 25953, St. epidermidis ATCC 14990, Str. pyogenes ATCC 19615, S. enteritidis 182, Pr. vulgaris ATCC 6380, P. aeruginosa ATCC 27853, E. coli ATCC 25922, K. pneumoniae 71 by 56.4 - 69.8%. When studying the indicators of bactericidal activity, an increase in the index of antibiotic sensitivity of the Argocide laboratory sample in vitro was found in St. aureus ATCC 25953, P. aeruginosa ATCC 27853, E. coli ATCC 25922, Pr. vulgaris ATCC 6380, K. pneumoniae 71 by 14.3 - 100%.

*Keywords:* silver nanoparticles, microorganisms, antibiotic resistance, antibiotics

УДК 619.612.118

# ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ ТЕЛЯТ

**Вдовкина А.Е.**[1]
Студент
*Научный руководитель Коптев В.Ю.*[2]*, к.в.н., ведущий научный сотрудник*
[1] – Новосибирский государственный аграрный университет
[2] – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирск, *Россия,* anasta.vdovkina@yandex.ru

*Аннотация.* Нарушения обмена веществ у новорожденных телят являются часто встречающейся патологией. Патологический процесс часто протекает бессимптомно, а клинические признаки появляются тогда, когда процесс может стать необратимым. Для своевременной диагностики данных патологий, протекающие без видимых клинических признаков необходимо проводить плановые биохимические анализы сыворотки крови телят.

*Ключевые слова:* Биохимический анализ, биохимические показатели, сыворотка крови, телята.

Биохимические анализы – это лабораторные исследования, которые позволяют оценить содержание различных веществ в крови, моче и других биологических жидкостях организма.

Биохимические показатели сыворотки крови телят играют важное клиническое значение при диагностике ряда болезней. Благодаря изменениям биохимических показателей можно установить патогенез патологического состояния животного или помочь поставить окончательный диагноз. Также, с помощью биохимических показателей можно скорректировать будущую продуктивность животного.

Биохимический анализ сыворотки крови является универсальным инструментом для диагностики различных заболеваний, позволяя получить более полное и точное представление о состоянии внутренних органов животного

Для определения общего клинического статуса животных чаще всего исследуют следующие биохимические показатели сыворотки крови: общий белок, альбумины, кальций, фосфор, АСТ, АЛТ, билирубин, мочевина, креатинин, калий, магний, щелочная фосфатаза [1].

Общий белок сыворотки крови у телят является важным биохимическим показателем, который может указывать на состояние здоровья животного, уровень питания и наличие заболеваний. Референсное значения общего белка у телят могут варьироваться в зависимости от возраста, породы, рациона и других факторов. У новорождённых телят общий белок составляет 60,66 – 80,49 г/л, после чего начинает увеличиваться [2].

Кальций и фосфор являются основными показателями минерального обмена, играют ключевую роль в развитии костной ткани, функционировании мускулатуры и нервной системы. Кальций необходим для процессов свёртывания крови, передачи нервных импульсов и сокращении мышц. В норме содержание кальция составляет 2,5 – 3,3 ммоль/л. Фосфор важен для формирования костей и зубов и также участвует в метаболизме энергии. Норма данного показателя в сыворотки крови телят составляет 1,45 – 2,1 ммоль/л [3].

АСТ и АЛТ – аспартатаминотрансфераза и аланиноминотрансфераза, ферменты, которые находятся во всех клетках организма. При повреждении печени АСТ и АЛТ высвобождаются в кровь. В норме АСТ у телят составляет 48 – 100 ЕД/л, а АЛТ – 5 – 40 ЕД/л. При рождении у телят эти показатели несколько увеличены на 27%. Это связано со становлением белоксинтезирующей функции печени, уравновешиванием процессов переаминирования и дезаминирования. После рождения на вторые сутки показатели начинают снижаться и приходить в норму [4].

Билирубин – это жёлтый пигмент, образующийся в процессе распада гемоглобина в эритроцитах. Уровень билирубина в крови повышается в результате усиленного разрушения эритроцитов, нарушении функции печени и желчевыводящих путей. В норме общий билирубин составляет 5 – 14 мкмоль/л. Однако эти цифры могут варьироваться в зависимости от возраста телят, их питания и состояния здоровья [5].

Мочевина – основной продукт метаболизма белков, который образуется в печени и выделяется почками. Референсное значение составляет 2,5 – 8,9 ммоль/л. Также это значение может варьироваться, в зависимости от возраста, питания и здоровья телят [6].

Креатинин – метаболит, который образуется в процессе распада креатина, белка, участвующего в обеспечении мышц энергией. Является важным показателем работы почек. В норме креатинин равен 40 – 150 ммоль/л [7].

Калий – микроэлемент, который участвует в регуляции электролитного баланса, в сокращении мышц, в обмене веществ, оказывает влияние на работу нервной системы. Нормой содержания калия в сыворотке крови телёнка является показатель 3,5 – 5,5 ммоль/л [8].

Магний – важный минеральный компонент, принимающий важное значение в физиологических процессах жизнедеятельности телёнка. Нормальным показателем магния в сыворотке крови является показатель 0,74 – 1,23 ммоль/л.

Щелочная фосфатаза – это фермент, который активно участвует в метаболизме организма животных. В сыворотке крови телят уровень щелочной фосфатазы может варьироваться в зависимости от кормления и состояния здоровья животного. В норме содержание щелочной фосфатазы колеблется 413 – 1445 Ед/л [9].

Исходя из вышесказанного, целью моей работы было: изучить динамику биохимических показателей сыворотки крови новорожденных телят.

Опыт проводился в период с 12 июля по 2 октября 2024 года в ООО «Сибирская Нива» на базе животноводческого комплекса «РМ Пеньково» Новосибирской области, а также в лаборатории болезней молодняка ИЭВСиДВ СФНЦА РАН (р.п. Краснообск).

Объектом исследования стали пробы сыворотки крови, полученные от 25 новорождённых телят. Телята были разделены на две группы в соответствии с датой рождения: первую и вторую. Пробы сыворотки крови отбирались сразу после рождения и затем с периодичностью 7 сут. до наступления возраста 60 су. В общей сумме было получено 117 проб сыворотки крови телят.

Биохимический анализ сыворотки крови проводился с использованием наборов производства АО «Вектор Бест» и ООО «Ольвекс диагностикум» на биохимических анализаторах «Erba Chem-7» и «Urit-800 Vet».

В результате проведённых исследований были получены следующие результаты.

При рождении показатель содержания альбуминов сыворотки крови телят составлял 25,17 и 24,28 г/л в первой и второй группах соответственно. После значения этих показателей начинают увеличиваться и к 8 неделям жизни составляют 29,91 и 29,07 г/л в первой и во второй группах соответственно. Данный показатель не входит в референсные интервалы рис. 1.

Содержание билирубина в сыворотке крови телят при рождении в двух группах составляет 26,1 и 21,94 ммоль/л соответственно, что не входит в референсный интервала по этому показателю (5-14 ммоль/л). В первой опытной группе на второй и пятой неделях жизни показатель входит в диапазон референсного интервала – 10,1 и 13,67 ммоль/л, но на восьмой недели жизни показатель составляет 47,9 ммоль/л. Во второй опытной группе на первой и седьмой неделях жизни показатель составляет 6,95 и 9,87 ммоль/л, что входит в интервал референсных значений, в то время как на восьмой неделе жизни показатель составляет 36,8 ммоль/л, что не входит в референсный интервал рис. 2.

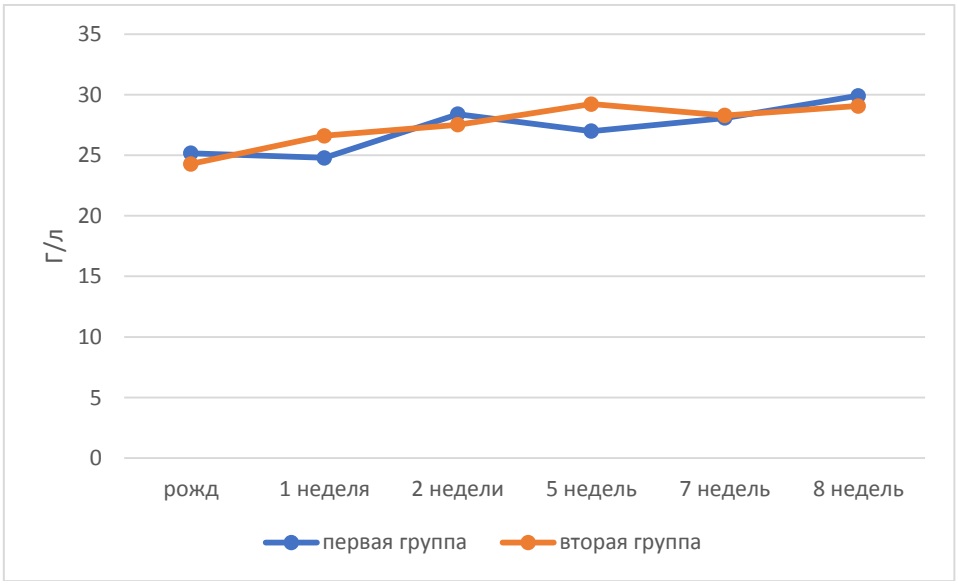



Рис. 1. Динамика изменения содержания белков альбуминов в сыворотке крови телят

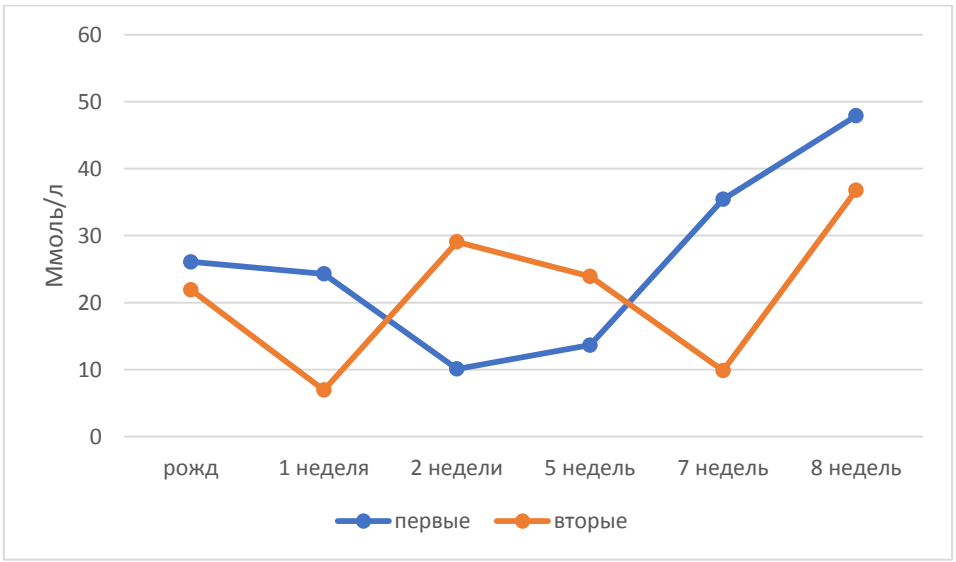



Рис. 2. Динамика изменения содержания билирубина в сыворотке крови телят

При рождении показатель содержания фосфора в сыворотке крови телят составил 4,59 и 5,58 ммоль/л в первой и во второй группах соответственно, что уже превышает допустимые значения данного показателя (1,45-2,1 ммоль/л). В первой опытной группе на всём протяжении опыта содержание фосфора находится в пределах от 4,59 до 4,85 ммоль/л, что также превышает его максимально допустимое содержание. Во второй опытной группе всё в точности наоборот. На седьмой неделе жизни данный показатель составляет 1,93 ммоль/л, что входит в референсный интервал, однако к восьмой недели жизни показатель начинает расти и составляет 4,39 ммоль/л соответственно рис. 3.

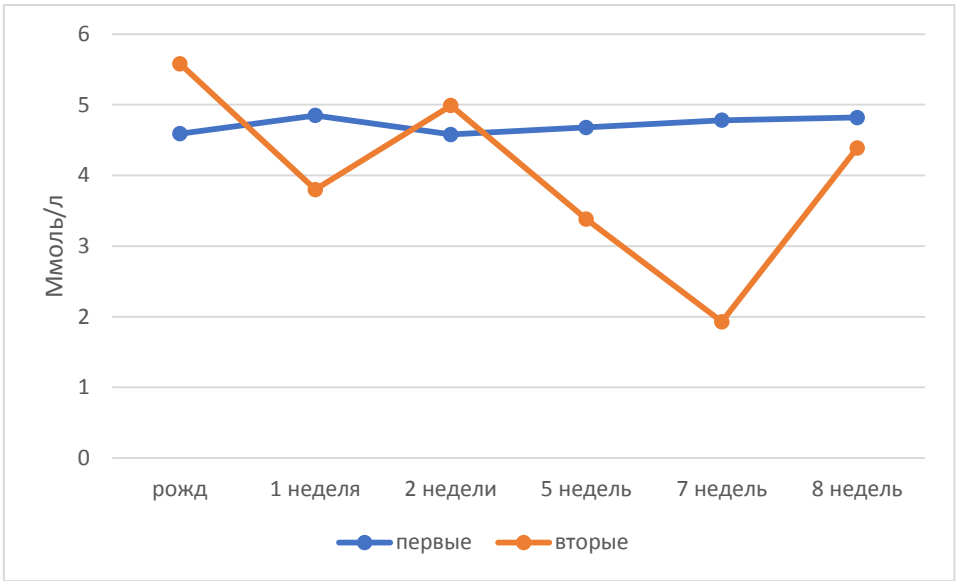



Рис. 3. Динамика изменения содержания фосфора в сыворотке крови телят

При рождении показатель содержания щелочной фосфатазы в сыворотке крови телят составляет 1386,13 и 1887,38 ЕД/л в первой и второй группах соответственно. После чего показатели начинают снижаться и в первой группе минимальное значение составляет 746,29 ЕД/л на первой недели жизни, а второй группе 630,32 ЕД/л на второй недели жизни, оба показателя входят в референсные интервалы. В дальнейшем показатели начинают расти и в первой опытной группе максимальное значение составляет 2117,2 ЕД/л на пятой недели жизни, что не входит в диапазон референсных интервалов. На восьмой недели жизни данные показатели составляют 1134,48 и 1419,62 ЕД/л в первой и второй группах соответственно, что находится в пределах допустимых значений рис. 4.

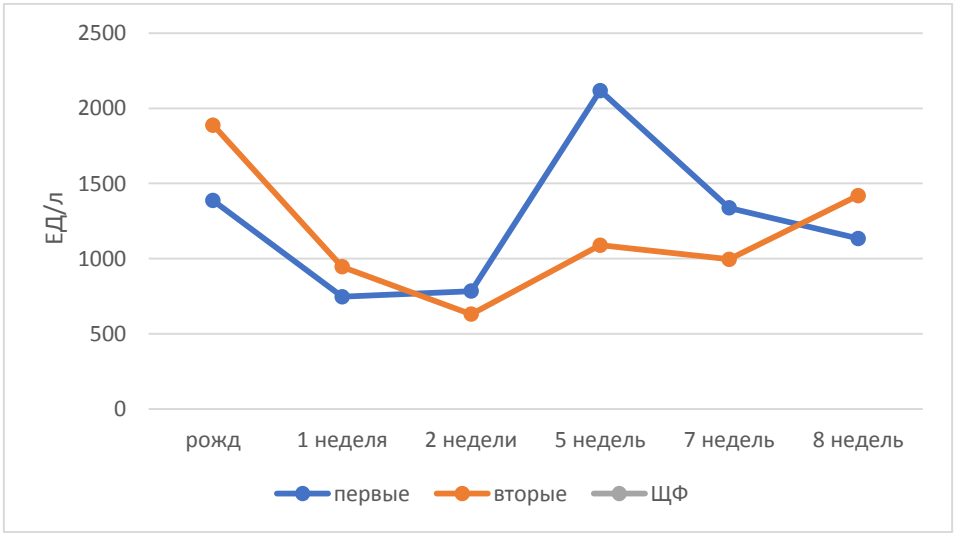



Рис. 4. Динамика изменения содержания щелочной фосфатазы в сыворотки крови телят

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, референсные значения не отражают в полной мере картину динамики каждого из биохимических показателей у новорожденных телят. Анализ данных биохимических исследований должен проводиться исходя из возрастной динамики каждого из показателей, особенно у новорожденных животных.

**Список источников**

1. Скорых Е.О. Анализ метаболического профиля у новорождённых телят по сыворотке крови в диагностике нарушений белкового, углеводного, жирового и минерального обменов / Е.О. Скорых // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 7. – С. 126-130.

2. Савельева Л.Н. Биохимический статус крови телят в норме и при патологии органов пищеварения / Л. Н. Савельева // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 9(186). – С. 179-183.

3. Алексеева Н.М. Биохимические показатели крови молодняка герефордской породы в условиях Якутии / Н.М. Алексеева, В.В. Романова, П.П. Борисова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. – № 7. – С. 37-43.

4. Корякина Л. П. Особенности физиолого-биохимического статуса крови телят в период раннего постнатального онтогенеза / Л.П. Корякина, Н.И. Борисов // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 43. – С. 127-131.

5. Зеленина О.В. Оценка обмена веществ у телят по биохимическим показателям сыворотки крови / О.В. Зеленина, Л.В. Пузач // Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева: Материалы конференции, Калуга, 20 апреля 2023 года. – Калуга: ИП Якунина В.А., 2023. – с. 76-81.

6. Эленшлегер А.А. Показатели биохимического статуса у новорождённых телят в ОАО «Пригородное» / А.А. Эленшлегер, А.В. Требухов, Н.А. Пащенко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 9. – С. 90-93.

7. Чугунов А.В. Морфологические и биохимические показатели крови телят красой степной породы / А. В. Чугунов, Л. Н. Захарова // Дальневосточный аграрный вестник. – 2019. – № 3. – С. 90-96.

8. Животов Е.С. Сравнительный анализ иммунного статуса телят-нормотрофиков и телят-гипотрофиков на основе биохимических показателей крови / Е.С. Животов, Б.Н. Адаев, Д.А. Саврасов // Теория и практика инновационных технологий в АПК: Материалы национальной научно-практической конференции, Воронеж, 01 апреля – 31 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2024. – С. 21-24.

9. Афанасьев В.А. Сравнительная оценка клинического, биохимического и морфологического статуса телят на разных стадиях патологического процесса при диспепсии / В.А. Афанасьев, А.А. Эленшлегер // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 4(150). – С. 116-122.

## DYNAMICS OF CHANGES IN BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD SERUM OF CALVES

**Vdovkina A.E.**[1]
Student
*Supervisor V.Y. Koptev*[2]*, Ph.D., leading researcher*
[1] – Novosibirsk State Agrarian University
[2] – Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Russia, anasta.vdovkina@yandex.ru

*Abstract.* It is not easy and sometimes even impossible to diagnose calf diseases clinically. The disease process is localized inside the organism and it is not easy to determine whether an animal is sick or not, as clinical signs may be absent. Such diseases acquire subclinical signs of the course of the disease. In order to diagnose diseases that occur without visible clinical signs - resort to biochemical analysis.

*Key words:* biochemical analysis, biochemical parameters, blood serum, calves.

УДК: 619:616-036.12+619:616.9-022.39

# АНАЛИЗ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ САЛЬМОНЕЛЛ НА ПТИЦЕФАБРИКАХ БРОЙЛЕРНОГО НАПРАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЦИКЛИЧЕСКИХ ГРАФОВ

**Грицан А.В., Афонюшкин В.Н.**
Аспирант, к.б.н., заведующий сектором молекулярной биологии
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий российской академии наук, Новосибирск, Россия, afonyushkinvn@sfsca.ru

*Аннотация.* На сегодняшний день особое внимание привлекает сальмонеллез птиц - поскольку это инфекционная болезнь, имеет эпидемиологическую значимость, так как вызывает пищевые токсикоинфекции у человека. Существуют разные способы борьбы с сальмонеллезом птицы.

*Ключевые слова:* сальмонеллез, птицы, птицефабрика, бройлеры.

Одним из популярных методов борьбы с сальмонеллезами, на данный момент, становится применение бактериофагов [1,2]. Важное значение имеет накопление антибиотикорезистентных форм сальмонелл, как в промышленном птицеводстве, так и в аспекте заболеваемости людей. Меры по борьбе с сальмонеллезами теперь должны подразумевать как профилактику антибиотикорезистентности, так и совершенствование противодействия антибиотикорезистентным формам сальмонелл [3,4]. Глобализация птицеводства, укрупнение птицефабрик существенно затрудняет проведение эпизоотологического анализа, для пресечения путей распространения возбудителя. Неправильная приоретизация факторов, влияющих на распространение сальмонеллоносительства птицы, в условиях стационарного неблагополучия птицефабрики РФ по сальмонеллезам, чревата полным отсутствием эффекта от реализации противоэпизоотических мероприятий. Совершенствование алгоритмов анализа данных является важным фактором повышения эффективности эпизоотического анализа.

Цель исследования: провести эпизоотологический анализ путей распространения сальмонелл на птицефабриках с использованием направленного ациклического графа.

Материалы и методы. Построение и анализ направленных ациклических графов, описывающих причинно-следственные связи и факторы, влияющие на эпизоотический процесс, проводили с использованием DAGitty [5].

Использовали следующие алгоритмы анализа: для идентификации смещающих путей [6], наборов корректировки [7] и инструментальных переменных [8].

Результаты собственных исследований. Традиционные методы статистики, при выполнении эпизоотологических исследований и выявлении закономерностей не могут быть достаточно точны, без предварительного выявления причинно-следственных связей, формирования конкурирующих гипотез и последующего определения наиболее важных точек риска, на которые может быть оказано внешнее воздействие, можно ожидать выраженных эффектов и, соответственно, можно корректно анализировать численные параметры эпизоотического процесса.

В приведенной модели стационарного неблагополучия сальмонеллеза птиц, было получено 15 причинно-следственных связей, 7 ковариантов (см. рисунок 1). Среди наиболее важных можно выделить связи между кормовым антибиотиком, бактериофагом и погрешностями лабораторной диагностики. Также более важным фактором, выявленным ПО Daggity, является контаминация продукции на этапе потрошения и переработки.

Как видно на рисунке 1 – есть 2 ключевых источника сальмонелл – зараженные цыплята и корм контаминированный сальмонеллами. Без устранения этих путей заноса возбудителя на птицефабрику никакие эпизоотические мероприятия не могут быть эффективными. Однако, нельзя говорить об абсолютном равенстве влияния

вышеупомянутых путей заноса сальмонелл во влиянии на эпизоотический процесс. Ошибка в определении приоритетности воздействия будет гарантировать минимальную эффективность противоэпизоотических мероприятий, нацеленных на снижение контаминации данным патогеном продукции птицеводства.

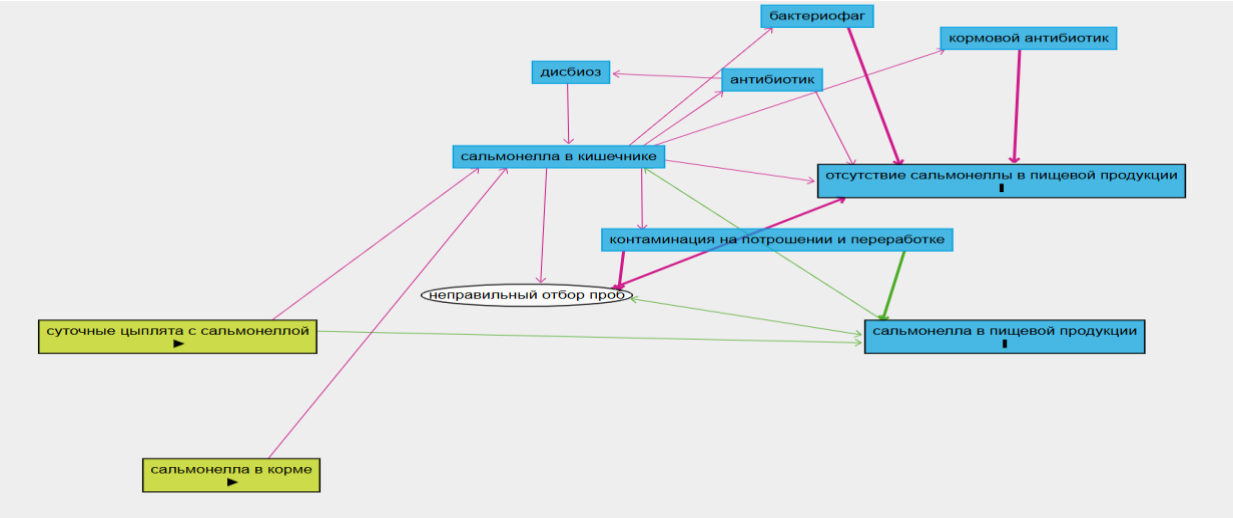



Рис. 1. DAG описывающий пути попадания сальмонелл в конечную продукцию
Примечание (красные линии – смещающие факторы), зеленые линии (прямые воздействия)

Как следует из рисунка 1 важными смещающими факторами на результат исхода (сальмонелла в продукции) являются бактериофаги и кормовые антибиотики, но не терапевтические антибиотики. Терапевтические антибиотики можно рассматривать как конфаундеры влияющие как на наличие сальмонелл в кишечнике, так и на повышение восприимчивости птицы к заражению (такой вывод соответствует и литературным данным [9].

Минимально достаточные наборы корректировок для оценки прямого влияния суточных цыплят с сальмонеллой, сальмонеллы в корме на сальмонеллу в пищевой продукции, отсутствие сальмонеллы в пищевой продукции:

1. антибиотики, сальмонелла в кишечнике;
2. дисбиоз, сальмонелла в кишечнике.

Действительно, в ветеринарной практике именно антибиотики и являются наиболее частыми, но далеко не всегда эффективными воздействиями на сальмонеллоностительство.

Однако, если мы построим граф описывающий вертикальную передачу сальмонелл от родительского стада, то ситуация станет обратной т.к. ограниченные возможности проникновения бактериофагов и кормовых антибиотиков в органы яйцеобразования существенно снижают эффективность удаления сальмонелл из этих органов, в отличие от терапевтических антибиотиков

**Заключение.** Анализ графа описывающего пути передачи сальмонелл на крупных птицефабриках бройлерного направления показывает низкую эффективность терапевтических антибиотиков, в сравнении с перспективами их использования на птице родительских стад и более выраженные причинно-следственные связи с участием кормовых антибиотиков и бактериофагов.

## Список источников

1.Современные методы контроля сальмонеллёза / Афонюшкин В.Н., [и др.] // М.: ООО Дом печати «Столичный бизнес», Птицеводство. – 2008. – № 9. – С. 43-44.

2.Афонюшкин В.Н., Филипенко М.Л., Козлова Ю.Н. Наноайболиты бактериофаги как альтернатива антибиотикам в ветеринарии // Наука из первых рук. – 2016. – Т. 70. – №4. – С. 82-87.

3.Система мероприятий по профилактике антибиотикорезистентности и борьбе с антибиотикоустойчивыми микроорганизмами на крупных птицефабриках: методические рекомендации / Афонюшкин В.Н., Черепушкина В.С., Миронова Т.Е., Бобикова А.С., Давыдова Н.В. Балыбина Н.Ю., Нефедова Е.В., Суродина К.Е., Филипенко М.Л. Козлова Ю.Н., Стежкина И.В., Кожемякина Ю.В., Грицан А.А / СФНЦА РАН. – Новосибирск, 2020. – 46 с. 2.

4. Нефедова Е.В. Влияние наночастиц серебра и препаратов различных фармакологических групп на бактерицидную активность *S.enteritidis* ATCC 13076 / Е.В. Нефедова // Ветеринария и кормление. – 2023. – №3. – С. 64-65.

5. Johannes Textor, Benito van der Zander, Mark S. Gilthorpe, Maciej Liskiewicz, and George TH Elli- ´ son. Robust causal inference using directed acyclic graphs: the R package ‘dagitty’. International Journal of Epidemiology, 45(6):1887–1894, December 2016.

6. Johannes Textor and Maciej Liskiewicz. Adjust- ´ ment criteria in casual diagrams: an algorithmic perspective. In Proceedings of the 27th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence, pages 681–88. AUAI Press, 2011.

7. Jin Tian, Azaria Paz, and Judea Pearl. Finding minimal d-separators. Technical Report R-254, UCLA, 1998.

8. Benito van der Zander, Maciej Liskiewicz, and ´ Johannes Textor. Constructing separators and adjustment sets in ancestral graphs. In Proceedings of the 30th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence, pages 907–16. AUAI Press, 2014.

9. Benito van der Zander, Johannes Textor, and Maciej Liskiewicz. E ´ fficiently finding conditional instruments for causal inference. In Proceedings of the 24thInternational Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2015), pages 3243–49. AAAI Press, 2015

## ANALYSIS OF THE CAUSE-AND-EFFECT RELATIONSHIPS OF THE SPREAD OF SALMONELLA IN BROILER POULTRY FARMS USING ACYCLIC GRAPHS

**Gritsan A.V., Afonyushkin V.N.**
Postgraduate student, PhD, Head of the Molecular Biology Sector
Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Russia, afonyushkinvn@sfsca.ru

*Abstract.* To date, avian salmonellosis has attracted special attention. Since it is an infectious disease, it has epidemiological significance, as it causes food poisoning in humans. There are different ways to combat poultry salmonellosis.

*Key words:* salmonellosis, poultry, poultry farm, broilers.

УДК 332.133.2, 631.1

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕНИЯ ПАНЛЕЙКОПЕНИИ КОШЕК

**Говорова Ю.А.**
Студент
*Научный руководитель Гвоздецкий Н.А., к.в.н.*
Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия,
goworova.j@yandex.ru

*Аннотация.* В статье рассматривается инфекционное заболевание Панлейкопения кошек, методика эффективного лечения и своевременной диагностики. В наше время происходит бесконтрольный ввоз и свободная купля-продажа невакцинированных мелких домашних животных без наличия соответствующих ветеринарных документов, резкое увеличение общего поголовья собак и кошек, в том числе беспризорных животных в городах и крупных населенных пунктах.

*Ключевые слова:* кошки, панлейкопения, лечение, эффективность, вирус, животные, организм, заболевание, люди, обезвоживание, инфекция.

Большое количество людей не вакцинируют своих животных от особо опасных заболеваний. Почти каждый 3 пациент, пришедший на осмотр в ветеринарную клинику, является носителем панлейкопении. Как правило, это не только домашние животные, живущие в квартире или домах, но и гуляющие на улицах. Из-за незнания и не вакцинации кошки чаще всего погибали и заражали вокруг живущих.

Панлейкопения кошек, также известная как кошачья чумка, остается одной из самых опасных и широко распространенных вирусных инфекций среди домашних и диких кошек. Хотя это заболевание было известно давно, оно по-прежнему представляет серьезную угрозу для здоровья кошек по всему миру. Повышенная смертность, высокая контагиозность вируса, сложности с ранней диагностикой и не всегда своевременная вакцинация создают постоянную угрозу для здоровья кошек [11].

Панлейкопения («кошачья чума», инфекционный гастроэнтерит) — это высококонтагиозное вирусное заболевание, вызываемое парвовирусом кошек (FPV). Болезнь характеризуется гастроэнтеритом, угнетением иммунной системы, обезвоживанием, интоксикацией, высокой смертность у котят [3,5].

Данное заболевание вызывает ДНК-содержащий вирус семейства парвовирусов, который серологически близок к возбудителю парвовирусного энтерита собак и норок.

Этот патоген обладает характерной икосаэдрической структурой и относится к мелким вирусам, имея размер около 20-25 нанометров в поперечнике. Его генетическая основа представлена односпиральной молекулой ДНК, при этом он не имеет внешней оболочки. Особенностью данного возбудителя является его избирательное сродство к определенным типам тканей: он способен инфицировать как эпителиальные клетки, так и нейроны. Вирус проявляет особую активность в отношении делящихся клеток кишечного тракта.

Значительной характеристикой патогена является его высокая резистентность к факторам окружающей среды и устойчивость к различным средствам дезинфекции, что способствует его широкому распространению в природе и представляет определенные сложности для его инактивации [5].

Источниками вируса являются в первую очередь больные животные и вырусоносители. Наиболее часто панлейкопению регистрируют летом и осенью, когда новорожденные котята теряют колостральный иммунитет. Восприимчивы к вирусу все животные семейства кошачьих и еноты, но чаще всего чувствительны котята [2].

Способы передачи вируса:

- непосредственный контакт с больны животным, через слюну, фекалии, различные выделения;
- через зараженные предметы, миски, игрушки и т.д.;
- трансплацентарный путь передачи;
- воздушно-капельным путем (вдыхая частички вируса панлейкопении, витающие в воздухе);
- через инфицированных паразитов;
- не исключена передача вируса трансмиссивным путем.

Инкубационный период составляет от 2-10 дней. Заболевание протекает в сверхострой, острой или хронической форме. Болезнь поражает все органы, но в большей степени желудочно-кишечный тракт, дыхательную, нервную системы и костный мозг. Панлейкопения страшна своими осложнениями, приводящими к летальному исходу.

Основные симптомы:

- Повышение температуры тела до 40-41 $^{o}$C;
- Апатия, угнетенное состояние, отказ от корма и воды;
- Частая рвота желтыми, зелеными или коричневыми массами;
- Водянистый зловонный понос, часто с примесями крови;
- Обезвоживание, истощение, тургор кожи нарушен, шерсть взъерошенная;
- При поражении нервной системы наблюдаются судороги и тремор.

В некоторых случаях болезнь проявляется в легочной форме и проявляется частым дыханием, отдышкой, кашлем, чиханием [8].

Неблагоприятным прогностическим признаком является отсутствие лихорадки, снижение температуры тела. Своевременная диагностика и эффективность лечении животных направлена на выздоровление через 4-10 дней. Если поставили неправильный диагноз, то лечение будет малоэффективным и приведет к осложнениям. Без лечения животное погибает за 4-5 дней. Если болезнь затягивается до 9 дней и больше, кошки часто выживают и приобретают пожизненный иммунитет, однако при этом могут очень долго оставаться вирусоносителями [7].

Больная мать может передать котятам заболевание, они становятся вирусоносителями и представляют огромную опасность для восприимчивых животных. При этом у таких кошек длительное время выявляют специфические антитела в высоком титре. У котят, рожденных от иммунной кошки, наблюдается прямая корреляция между титрами антител матери и пассивным иммунитетом котят.

Диагноз основан на анамнезе, клинико-эпизоотологических данных, лабораторных исследований. Необходимо обратить внимание на такие симптомы, как высокая температура, рвота, диарея и обезвоживание животного.

При анализе крови мы видим картину лейкопении (резкое снижение лейкоцитов), агранулоцитоз, затем лимфопению и нейтропению. При биохимии крови можем заметить изменения почечного и печеного параметра.

Вирусологические тесты:

- Экспресс тесты (ИФА на антиген FPV в кале)- преимущество данного анализа в быстром результате, но недостаток заключается в получении ложноположительного/ложноотрицательного результата.
- ПЦР тест- выявляем ДНК вирус в крови, кале и др биометариалах. Наиболее точный метод.
- Серологические тесты (ИФА на антитела)- применяют этот метод редко в силу сложности различия активной инфекции от поствакинального иммунитета.

Дифференциальная диагностика необходима для исключения заболеваний со схожей клинической картиной, такой как при:

- Коронавирусном энтерите- при анализе крови будет менее выраженная лейкопения, более мягкое течение.
- Отравление – для них типична картина гастрита.
- Гемобартонеллезе- симптомы анемии без выраженной крови. При мазках крови в эритроцитах обнаруживаются геомбартонеллы.
- Панкреатите- подтверждается УЗИ и биохимическими показателями.

Вирусной лейкемии отличают по результатам серологического и вирусологического исследований [9].

Лечение направлено на поддержание естественных защитных механизмов, контроль вторичной бактериальной инфекции, устранение обезвоживания и электролитного дисбаланса. **Специфического лечения от этой инфекции не существует,** все мероприятия направлены на устранение симптомов и поддержание иммунитета [1].

Методы лечения:

1. Инфузионная терапия (раствор Рингер Локка, физиологический раствор, растворы с добавлением глюкозы и калия), так ка животное обезвожено и наблюдается интоксикация, данная терапия эффективна до 70%.
2. Антибиотикотерапия. Вирус ослабляет иммунитета и присоединяется вторичная бактериальная микрофлора, часто приводящая к сепсису. Применяют Цефалоспорины, фторхинолоны.
3. Противорвотные препараты предотвращают обезвоживание организма и нарушение минерального и электролитного баланса. Применяют маропиталь, метоклопрамид.
4. Иммуномодуляторы и противовирусные препараты. Применяют интерферон, гамавит, фелиферон, ронколейкин.
5. Поддерживающая терапия. Назначают обезболивающие, спазмолитики (папаверин) и т.д.
6. Применение гипериммунных сывороток. Гискан, глобфел.
7. Гастродиета [4].

Ранняя диагностика и начало лечения повышает шансы на выздоровление. Привитые животные, как правило, переносят заболевание в легкой форме.

Специфическая профилактика панлейкопении кошек заключается в вакцинации, которая является основным и самым эффективным методом предотвращения заражения вирусом. Вакцинация защищает кошек от тяжелых последствий заболевания, значительно снижая риск заражения и летальности, особенно среди котят и непривитых животных. Применяют вакцину Мультифел-4, создает активный иммунитет продолжительностью не менее 1 года [10].

Хотя вакцинация является основным методом профилактики, владельцам животных следует соблюдать следующие дополнительные меры для предотвращения распространения панлейкопении:

- Изоляция новых животных: вновь поступивших питомцев следует изолировать от других животных на 2–3 недели и только после подтверждения их здоровья включать в общую группу.
- Дезинфекция: регулярная дезинфекция помещений, игрушек и принадлежностей для животных. Парвовирус устойчив в окружающей среде, и важно использовать дезинфицирующие средства, которые убивают вирус.

Исключить контакт с больными животными, особенно в местах, где скапливаются кошки, таких как приюты или зоомагазины [6].

Дезинфекция от панлейкопении проводится согласно установленному алгоритму:

- Стерилизация всех поверхностей с применением влажной уборки, очистки полов и стен и вынос мусора.

- Обработка мягких предметов и их стирка.
- Утилизация биологических отходов больного животного
- Обработка обуви и одежды как владельцев, так и обслуживающего персонала.

Механическую уборку и кварцевание нужно повторить спустя 5-7 дней, только так можно гарантировать успешное очищение помещений после вирусной атаки [12].

**Список источников**

1. Кузнецов А.Ф. Справочник ветеринарного врача. СПб «Лань» 2001 г.
2. Старченков С.В. «Болезни мелких животных» Санкт-Петербург «Лань» 1999 г.
3. Масимов Н.А., Лебедько С.И. Инфекционные болезни собак и кошек: Учебное пособие. — 2е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2017.— 128с.— (Учебники для вузов. Специальная литература).
4. Справочник «Лекарственные средства ветеринарного применения в России» / Видаль специалист. - М.: АстраФармСервис, 2012. - 512 с.
5. Доровских В.А., Филатов А.В. Ветеринарная микробиология и вирусология. — Санкт-Петербург: Лань, 2018.
6. Захаров В.В. Практическое руководство по инфекционным болезням животных. — Москва: Агропромиздат, 2019.
7. Мальцев В.В., Кузнецов П.П. Бактериальные и вирусные инфекции у домашних животных. — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2021.
8. Трухачев В.И. Инфекционные болезни кошек и собак. — Москва: Колос, 2017.
9. Greene C.E. Infectious Diseases of the Dog and Cat. — 4th Edition. Elsevier, 2012.
10. Radostits O.M., Gay C.C., Hinchcliff K.W., Constable P.D. Veterinary Medicine: A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs, and Goats. — 11th Edition. Saunders, 2016.
11. Hartmann K. Feline Panleukopenia – New Insights into an Old Disease. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 2005.
12. Goddard A., Leisewitz A. L. Canine Parvovirus. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 2010.
13. Гвоздецкий, Н.А. Инфекционные болезни кошек / Н.А. Гвоздецкий, А.Н. Симонов, М.Н. Веревкина. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2025. – 56 с.
14. Гвоздецкий, Н.А. Болезни кошек: методические указания / Н.А. Гвоздецкий, А.Н. Симонов, М.Н. Веревкина. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2024. – 48 с.
15. Основы микробиологии / М.Н. Веревкина, С.Н. Поветкин, А.Н. Симонов, Н.А. Гвоздецкий. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2023. – 172 с.

## EFFECTIVENESS OF TREATMENT OF FELINE PANLEUKOPENIA

**Govorova Y.A.**
Student
*Scientific supervisor Gvozdetsky N.A., Candidate of Veterinary Sciences,* Stavropol State Agrarian University
Stavropol, Russia, goworova.j@yandex.ru

Abstract: The article discusses the infectious disease of feline Panleukopenia, a method of effective treatment and timely diagnosis. Nowadays, there is an uncontrolled import and free purchase and sale of unvaccinated small domestic animals without the availability of appropriate veterinary documents, a sharp increase in the total number of dogs and cats, including stray animals

in cities and large settlements.

Key words: cats, panleukopenia, treatment, effectiveness, virus, animals, organism, disease, people, dehydration, infection.

УДК 639.2.311

## ПАТОГЕНЕТИЧЕКИЕ МЕХАНИЗМЫ САПРОЛЕГНИОЗА РЫБ, РОЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И СТРЕССА

**Гончарова Т.В.**
Студент
*Научный руководитель Гвоздецкий Н.А., к.в.н.*
Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия,
goncharovatav@gmail.com

*Аннотация*: Сапролегниоз — это серьёзное грибковое заболевание, вызываемое патогенами рода Saprolegnia, которое поражает пресноводных рыб и может приводить к значительным экономическим потерям в аквакультуре. В статье представлен обзор текущего состояния исследований сапролегниоза, включая патогенез, эпизоотологию, факторы риска, влияние стресса на возникновение данного заболевания. Рассматриваются молекулярные механизмы взаимодействия гриба с хозяином, а также влияние факторов окружающей среды, таких как повышение температуры воды и загрязнение, на развитие заболевания.

*Ключевые слова*: Инфекционные заболевания рыб, биссус икры, грибки, сапролегниоз, водяная плесень.

Сапролегниоз, также называемый водяным грибком, вызывает появление на коже рыбы белых хлопьевидных или ватообразных наростов. Он может убивать рыбу на всех стадиях жизни, от икры до взрослых особей и наносит значительный ущерб при инкубации икры, выращивании рыб в бассейнах, садках, зимовальных прудах за счет повышенного отхода рыб и икры, порчи товарного вида рыбной продукции. Виды Saprolegnia являются эндемичными и повсеместно распространёнными во всех пресноводных средах обитания по всему миру. Факторы, вызывающие сапролегниоз, до сих пор в значительной степени неизвестны, но стрессовые факторы, такие как резкие перепады температуры, плохое качество воды, неправильная транспортировка и высокая плотность рыб, связаны со вспышками заболевания.

Возбудителями сапролегниоза промысловых рыб являются оомицеты (Oomycetes) из рода Saprolegnia. Важно подчеркнуть, что, несмотря на традиционное название «водяные плесени» или «грибки», оомицеты не являются настоящими грибами и относятся к другой группе эукариотических организмов. Наиболее часто встречающиеся и патогенные виды Saprolegnia, вызывающие сапролегниоз у промысловых рыб, включают: Saprolegnia parasitica- считается наиболее патогенным видом, часто поражающим лососевых, карповых и других промысловых рыб. Saprolegnia diclina- также распространённый вид, вызывающий сапролегниоз у различных видов рыб. Saprolegnia ferax- менее патогенный вид, но может вызывать заболевание у ослабленных рыб или при неблагоприятных условиях содержания. У тропических рыб кроме них выделяют представителей рода Aphanomyces, Leptomitus, Pythium и др. Они изолированы из мальков и икры многих видов пресноводных рыб и раков. Важно отметить, что сапролегния является условно-патогенным организмом. Это означает, что она присутствует в воде практически всегда, но вызывает заболевание только при определённых условиях. Например, оптимальная температура для развития Saprolegnia составляет 10-25°C, хотя некоторые виды могут расти и при более низких температурах. Оптимальный pH для развития — слабокислая или нейтральная среда. Так же высокое

содержание органических веществ в воде способствует росту грибков. Наличие повреждений на коже и ослабленная иммунологическая резистентность облегчает проникновение сапролегниоза в организм рыбы.

Географически сапролегниоз встречается практически во всех странах мира, где разводят или вылавливают промысловых рыб. Это связано с тем, что возбудитель достаточно устойчив и широко распространен в водной среде. Однако более высокая заболеваемость сапролегниозом встречается в регионах с влажным, теплым климатом и высокой степенью загрязненности водоемов органическими веществами. Заболевание имеет широкий круг хозяев, болеют как пресноводные, так и морские рыбы. Чаще всего грибки паразитируют на более молодых особях. Среди различных видов наиболее восприимчивы лососевые (лосось, форель, горбуша), карповые (карп, сазан, толстолобик, белый амур), осетровые (осетр, белуга, стерлядь), а также некоторые виды сомов и угрей. Особенно часто поражается икра лососевых, этому даже дали отдельное название – биссус икры. Существуют факторы риска, которые могут привести к проявлению данного заболевания у рыб, важнейшими из которых являются стресс и механические повреждения кожи. Стрессовые воздействия, такие как плотная посадка рыб в водоеме или неправильно составленный рацион, снижают иммунитет рыбы и повышают их восприимчивость к сапролегниозу. Механические травмы являются воротами инфекции и благоприятной средой для паразитирования грибка. Так же иммуносупрессия на фоне вирусных заболеваний является предрасполагающим фактором к развитию сапролегниоза. Пути распространения инфекция разнообразны, заражение может произойти через воду, зооспоры Saprolegnia активно перемещаются в воде и могут переноситься течением на большие расстояния. Через зараженный инвентарь, оборудование, сети, лодки и другие предметы, контактировавшие с зараженными рыбами, могут быть источником инфекции. Перевозка зараженной рыбы в другие водоемы может привести к распространению сапролегниоза. Различные виды диких птиц и другие животные, питающиеся рыбой, могут переносить зооспоры Saprolegnia на своих лапах и перьях. Заболевание имеет сезонность. Оно чаще протекает энзоотически, но при благоприятных условиях может принять форму эпизоотии. Случаи регистрации болезни учащаются в весенне-осенне-зимний период. Это связано с резкими перепадами температуры воды и ослабление иммунитета рыб в период зимовки. Летом заболевание практически исчезает. В тех хозяйствах, где сезонный фактор не так выражен, например, в тепловодных и аквариумных, заболевание встречается в любое время года. Поражение икры чаще наблюдается при травмировании оболочки икринок во время оплодотворения и обесклеивания.

Симптомы сапролегниоза у промысловых рыб варьируются в зависимости от степени тяжести заболевания, вида рыбы, условий содержания и других факторов. Однако существуют характерные признаки, которые позволяют заподозрить сапролегниоз. Разрастаясь на поврежденных участках кожи, сапролегниевые грибы вызывают прогрессирующий дерматомикоз, сопровождающийся прорастанием их гиф вокруг первичного очага в подкожную клетчатку и мускулатуру. В прилегающих к ним участках развиваются некроз тканей и слабая воспалительная реакция. Мелкие очаги разрастания грибов постепенно сливаются, образуя крупные некротические поражения кожи, а при их отторжении язвы. В крайне тяжелых случаях дерматомикоз может перейти в генерализованную форму, вызывая поражение внутренних органов, например, печени и сердца. Поражение жабр может сочетаться с дерматомикозом, а также протекать самостоятельно, вызывая нарушение дыхания рыб. Наиболее очевидным и распространенным внешним признаком является наличие ватообразного налета (мицелия). На теле рыбы появляются белые или сероватые хлопьевидные образования, напоминающие вату или пушистую плесень. Налет может быть, как небольшим и локализованным, так и покрывать значительную часть тела. В первую очередь поражаются плавники, жабры, голова, глаза и обонятельные ямки, так как они являются самыми нежными и

травмируемыми участками тела. В начале заболевания налет может быть белым, но со временем он может приобретать сероватый, желтоватый или зеленоватый оттенок в зависимости от примесей других микроорганизмов. По мере распространения заболевания по телу рыбы отмечаются изменения в ее поведении. Болеющие особи ведут себя подавленно, отказываются от еды, трутся о стенки аквариума, пруда или дно, слабо реагирует на внешние раздражители и быстро устают. Перед гибелью часто рыбы теряют координацию движения, плавают по кругу или вверх брюшком. Что касается икры, сапролегниоз сначала поражает мертвые икринки, а затем распространяются на соседние живые. Пораженные икринки становятся белыми, покрываются белым и пушистым налетом мицелия, который прорастает глубоко внутрь. Пораженные икринки находятся в толще воды, либо вовсе всплывают на ее поверхность, их легко отличить от здоровых. Для избежание распространения болезни среди икринок при их инкубации рекомендуется ежедневно удалять зараженные икринки и снабжать инкубационный аппарат чистой водой.

Рис.1. Пораженные сапролегниозом икра и хвостовой плавник рыбы

Поскольку грибки рода сапролегния не опасны для человека и теплокровных, санитарную оценку проводят по внешнему виду товара. Сильно пораженную рыбу выбраковывают или скармливают животным после проварки. Остальная внешне здоровая рыба выпускается на рынок без ограничений. При массовом поражении партии товарной рыбы, ее необходимо подвергать бактериологическому исследованию и исследованию на наличие токсикоинфекций.

**Список источников**

1. Гертман А.М. Болезни промысловых рыб: учебное пособие для СПО / А.М. Гертман, Н.М. Колобкова, И.А. Родионова. —2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2025. - 91 с.

2. Панов В.П. - Возрастные особенности патогенеза сапролегниоза у американского гольца / Панов В.П., Фалий С.С., Байдаров И.В.-Москва. Лань, 2019. - 3с.

3. Мишанин Ю.Ф. Ихтиопатология и ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы: Учебное пособие. — СПб.: Лань, 2022. —335 с.

4. Рыжков Л.П. Основы рыбоводства: учебник для вузов / Л.П. Рыжков, Т.Ю. Кучко, И.М. Дзюбук. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 333 с.

5. Особенности проявления патологических состояний у осетровых рыб / Н.А. Ожередова, А.Н. Симонов, Е.В. Светлакова [и др.] // Приоритетные и инновационные технологии в животноводстве - основа модернизации агропромышленного комплекса России: Сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции научных сотрудников и преподавателей, Ставрополь, 25 декабря 2019 года. – Ставрополь: Издательство "АГРУС", 2019. – С. 360-364.

6. Основы микробиологии / М.Н. Веревкина, С.Н. Поветкин, А.Н. Симонов, Н.А. Гвоздецкий. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2023. – 172 с.

7. Микробиологические исследования пищевых продуктов / М.Н. Веревкина, С.Н. Поветкин, А.Н. Симонов, Н.А. Гвоздецкий. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2023. – 88 с.

8. Гвоздецкий Н.А. Эпизоотология и инфекционные болезни животных: Курс лекций / Н.А. Гвоздецкий, А. Н. Симонов, М. Н. Веревкина. – Ставрополь: Ставропольский аграрный университет, 2022. – 124 с.

9. Гвоздецкий Н.А. Эпизоотология и инфекционные болезни / Н. А. Гвоздецкий, А.Н. Симонов, Е.И. Постников. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2021. – 76 с.

10. Гвоздецкий Н.А. Курс лабораторно-практических занятий по дисциплине "Эпизоотология и инфекционные болезни" / Н.А. Гвоздецкий, А.Н. Симонов, М.Н. Веревкина. – Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2021. – 60 с.

11. Санитарная микробиология: учебное пособие / Н.А. Ожередова, А.Ф. Дмитриев, В.Ю. Морозов [и др.]. – Санкт-Петербург: Издательство "Лань", 2020. – 176 с.

12. Пищевая ценность осетровых рыб / Н.А. Ожередова, Е.В. Светлакова, М.Н. Веревкина, К.Н. Полникова // Материалы IV Ежегодных международных научно-практических чтений Ставропольского института кооперации (филиала) БУКЭП: Сборник IV международных конференций профессорско-преподавательского состава и аспирантов Ставропольского института кооперации (филиала) БУКЭП, Ставрополь, 27–28 апреля 2018 года / Под общей редакцией В.Н. Глаза, Д.А. Кузьминова. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Издательско-информационный центр "Фабула", 2018. – С. 211-213.

13. Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунологией / А.Ф. Дмитриев, Н.А. Ожередова, А.Н. Кононов [и др.]. – Ставрополь: Издательство "АГРУС", 2015. – 136 с.

14. Совершенствование лабораторного анализа с применением инновационных технологий / И.А. Родин, А.М. Берест, С.Н. Поветкин [и др.] // Опыт международного сотрудничества в области экологии, лесного хозяйства, ветеринарной медицины и охотоведения (Летняя школа - Кубань 2011): Материалы II Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня образования Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар, 11–13 июня 2011 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2011. – С. 172-176.

15. Веревкина М.Н. Профилактика микотоксикозов / М.Н. Веревкина, Н. Солодкий, Е. Сафоновская // Вестник ветеринарии. – 2004. – № 2(29). – С. 64-67.

## PATHOGENETIC MECHANISMS OF FISH SAPROLEGNIOSIS, THE ROLE OF ENVIRONMENT AND STRESS

**Goncharova T.V.**
Student
*Scientific supervisor Gvozdetsky N.A., Candidate of Veterinary Sciences*
Stavropol State Agrarian University
Stavropol, Russia, goncharovatav@gmail.com

*Abstract:* Saprolegniosis is a serious fungal disease caused by pathogens of the genus Saprolegnia, which affects freshwater fish and can lead to significant economic losses in aquaculture. The article provides an overview of the current state of research on saprolegniosis, including pathogenesis, epizootology, risk factors, and the impact of stress on the occurrence of this

disease. The molecular mechanisms of the interaction of the fungus with the host are considered, as well as the influence of environmental factors, such as rising water temperature and pollution, on the development of the disease.

*Key words:* Infectious diseases of fish, caviar byssus, fungi, saprolegniosis, water mold.

УДК: 619:614.48

## ИЗУЧЕНИЕ СПОРОЦИДНОГО ЭФФЕКТА НОВОГО БИОЦИДНОГО ПРЕПАРАТА

**Дягилева Д.А., Аржаков П.В.**
Специалист-исследователь, ведущий научный сотрудник, к.б.н.
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия, omdez@yandex.ru

*Аннотация.* В данной статье отражены результаты изучения спороцидного эффекта нового биоцидного препарата. В результате проведенных исследований выявлено эффективное спороцидное действие нового биоцидного препарата в отношении спорообразующих бактерий: B. subtilis шт. ВКПМ B-10642 и B. cereus шт. ip 5832.

*Ключевые слова:* спороцидный эффект, новый биоцидный препарат.

Введение. Уничтожение споровых форм бактерий в условиях производственной среды помещений для содержания сельскохозяйственных животных является важнейшей задачей ветеринарно-санитарных мероприятий. Для эффективного обеззараживания объектов ветеринарно-санитарного надзора от споровых форм микроорганизмов необходимо применение препаратов обладающих спороцидным эффектом [1,2,3]. Многие биоцидные препараты, используемые для дезинфекции высокого уровня неэффективны в отношении большого числа бактериальных спор [4,5].

Для решения этой задачи в ВНИИБТЖ «Омского аграрного научного центра» был разработан новый биоцидный препарат.

Материалы и методы исследований. Новый биоцидный препарат представляет собой комплекс моющих и биоцидных веществ (четвертично-аммониевые и альдегиды).

Изучение спороцидного эффекта проводили методом батистовых тест-объектов в соответствии с МУ 3.5.2435-09.

В опытах использовали пробиотические штаммы спорообразующих бактерий: B. subtilis шт. ВКПМ B-10642 и B. cereus шт. ip 5832.

Рабочие растворы нового препарата в 1,2,3,4%-ных концентрациях и 90, 120, 180 и 240 минутных экспозициях. В качестве контроля применяли стерильную дистиллированную воду.

Результаты исследований. По результатам проведенных экспериментов, представленных в таблице, можно сделать вывод, что новый биоцидный препарат обладает выраженным спороцидным эффектом в отношении тест-культур B. subtilis и B. cereus.

Таблица 1. Результаты изучения спороцидного действия нового биоцидного препарата

| Концентрация дезинфектанта, в (%) | Время воздействия (мин.) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 90 | 120 | 180 | 240 |
| B. cereus шт. ip 5832 | | | | |
| 1 | + | + | + | + |
| 2 | + | + | + | + |
| 3 | + | + | + | - |
| 4 | + | + | - | - |
| Контроль стерильная дистиллированная вода | + | + | + | + |

| B. subtilis шт. ВКПМ В-10642 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | + | + | + | + |
| 2 | + | + | + | + |
| 3 | + | + | + | - |
| 4 | + | + | - | - |
| Контроль стерильная дистиллированная вода | + | + | + | + |

Примечание: ( – ) - результат отрицательный (роста культур нет), ( + ) - результат положительный (рост культуры).

Применение 3%-ной концентрации рабочего раствора нового препарата при 240 минутном воздействии обеззараживало батистовые тест-объекты контаминированые споровыми тест-культурами, а использование 4%-ной концентрации, обеспечивало деконтаминиацию тест-объектов при 180 минутной экспозиции.

**Заключение.** В результате проведенных исследований выявлено эффективное спороцидное действие нового биоцидного препарата в отношении спорообразующих бактерий: B. subtilis шт. ВКПМ В-10642 и B. cereus шт. ip 5832.

**Список источников**

1. Софронов В.Г. Изучение дезинфицирующего действия нового препарата в опытах с органической нагрузкой / Т.С. Дудоладова, А.Н. Новиков - Текст: непосредственный // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. - 2022 - Т. 252, № 4 . - С. 233-236.

2. Дудоладова Т.С. Оценка обеззараживающего действия нового биоцидного препарата / Т.С. Дудоладова, Е.А. Кособоков - Текст: непосредственный // В сборнике: Аграрная наука - сельскому хозяйству. Сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах. Барнаул, 2024. С. 139-140.

3. Дудоладова Т.С. Анализ биоцидной активности новой дезинфицирующей композиции / Т.С. Дудоладова, Е.А. Кособоков-Текст: непосредственный// В сборнике: Аграрная наука в реализации доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации. Сборник статей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвящённой 100-летию основания отдела земледелия СибНИИСХ. Омск, 2024. С. 353-356.

4. Кособоков Е.А. Определение эффективности нового дезинфицирующего препарата / Е.А. Кособоков, Т.С. Дудоладова - Текст: непосредственный // В сборнике: Инновационные решения актуальных вопросов биологической, токсикологической и радиационной безопасности для АПК. СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ Международной научно-практической конференции, посвящённой памяти профессора Х.Х. Абдуллина . Казань, 2024. С. 373-375.

5. Дудоладова Т.С. Экспериментальное обоснование применения иммунологических методов в оценке предрасположенности к заболеванию крупного рогатого скота лейкозом: специальность 06.02.02 «Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Дудоладова Татьяна Сергеевна; Всероссийский научно-исследовательский институт бруцеллеза и туберкулеза животных.- Новосибирск, 2012. - с. 19 - Место защиты: Ин-т эксперим. вет. Сибири и Дальнего Востока. - Текст: непосредственный.

6. МУ 3.5.2435—09 «Методы изучения и оценки спороцидной активности дезинфицирующих и стерилизующих средств». Утверждены и введены в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 20 января 2009 г.

**STUDY OF THE SPOROCIDAL EFFECT OF A NEW BIOCIDAL DRUG**

**Dyagileva D.A., Arzhakov P.V.**
Research specialist, Leading researcher, candidate of biological sciences
Omsk Agrarian Research Center
Omsk, Russia, omdez@yandex.ru

*Abstract.* This article presents the results of a study of the sporicidal effect of a new biocidal preparation. As a result of the studies, an effective sporicidal effect of the new biocidal preparation was revealed against spore-forming bacteria: B. subtilis VKPM B-10642 and B. cereus ip 5832.

*Key words:* sporicidal effect, new biocidal preparation.

УДК 619:616.33-002:615.28:636.2

**ЛЕЧЕНИЯ ТОКСИЧЕСКОЙ ДИСПЕПСИИ ТЕЛЯТ НОВЫМИ ХИМИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ**

**Задворная Д.А.**
Студент
*Научный руководитель Муллакаева Л.А., к.в.н., доцент*
Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана,
Казань, Россия, zdvdaria@mail.ru

*Аннотация.* Целью работы было изучить и дать сравнительную оценку двух разных схем лечения токсической диспепсии. 1 схема лечения включала комплекс препаратов: антибактериальный препарат «Сульфетрисан», витаминный комплекс «Бутофан» и электролитную кормовую смесь «Регидро Плюс». 2 схема лечения заключалась в применении комплекса препаратов: антибактериальный препарат «Энрофлокс 10%-ный», витаминный комплекс «Бутофан» и электролитную кормовую смесь «Регидро Плюс».

*Ключевые слова:* токсическая диспепсия, телята, химиотерапевтические средства.

Одной из злободневных проблем современного животноводства является обеспечение не только высокого процента выхода молодняка на одну корову, но организация его сохранности в ранний период после рождения. Подавляющую долю причин смертности новорожденных телят занимают болезни незаразной этиологии. Из внутренних незаразных болезней молодняка чаще всего регистрируют расстройства желудочно-кишечного тракта, которые встречаются у молодняка до 10-дневного возраста в 60-90% случаев, а летальность в первые дни жизни занимает от 14 до 60% [1,2].

Материалы и методы. Работа была выполнена на кафедре фармакологии, токсикологии и радиобиологии ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ и в ООО «Северная Нива Оренбуржье» Северная района Оренбургской области. Основное направление хозяйства – молочное скотоводство. Комплекс специализируется на смешанном сельском хозяйстве, выращивании молочных коров и реализации их молока.

Объектом исследования послужили 10 телят в возрасте от 3 до 10 дней, с живой массой 30-50 кг, голштино-фризской породы, с признаками токсической диспепсии. По принципу аналогов сформировали 2 группы телят по 5 голов в каждой.

Для первой группы использовалась схема, применяемая в данном хозяйстве: антибактериальный препарат «Сульфетрисан» в дозе 6 мл внутримышечно 1 раз в сутки в течение 5 дней; витаминный комплекс «Бутофан» в дозе 10 мл внутримышечно и электролитная кормовая смесь «Регидро Плюс» в расчете 100 грамм на 2 литра 1 раз в сутки на одно животное, в течение трех дней.

Для лечения телят второй группы применялась следующая схема: антибактериальный препарат «Энрофлокс 10%» 2,5 мл подкожно 1 раз в сутки в течение 5 дней; витаминный комплекс «Бутофан» в дозе 10 мл внутримышечно и электролитная кормовая смесь «Регидро Плюс» в расчете 100 грамм на 2 литра 1 раз в сутки на одно животное, в течение трех дней.

Для восполнения дефицитного объема жидкости в организме телят обеих исследуемых групп в течение трех дней применяли комплекс препаратов: раствор «Рингера Локка», раствор «Глюкозы 5%-ной» в соотношении 2:1, исходя из формулы:

*% дегидратации × живая масса теленка × 8 = дефицитный объем.*

В течение пяти дней наблюдения у всех телят обеих исследуемых групп проводился полный клинический осмотр с регистрированием изменений клинико-морфологических показателей. Ежедневно оценивался тургор кожи, энофтальм, влажность и цвет десен, температура конечностей и ушных раковин, характер отделяемых каловых масс.

Результаты исследований. При применении первой схемы лечения, включающей в себя антибактериальный препарат «Сульфетрисан», витаминный комплекс «Бутофан» и минеральную кормовую смесь «Регидро Плюс», первые значительные улучшения общих физиологических показателей появились на третий день курации, при этом наблюдалось снижение усиленной перистальтики, сокращение частоты дефекации, фекалии стали менее жидкими, уменьшение энофтальма, сокращение времени расправления кожной складки, повышение влажности слизистой ротовой полости и температуры конечностей. На четвертый день лечения наблюдалось повышение пищевой возбудимости и жажды, животные сами вставали с подстилки, моторика кишечника стабилизировалась, при пальпации болевая реакция не выявлялась, консистенция фекалий стала более густой и однородной. На пятый день клинические признаки токсической диспепсии отсутствовали, пищевая возбудимость и жажда были умеренными, клинико-физиологические показатели находились в пределах референсных значений.

В результате применения второй схемы лечения, которая включает в себя: антибактериальный препарат «Энрофлокс 10%-ный», витаминный комплекс «Бутофан» и минеральную кормовую смесь «Регидро Плюс» первые признаки улучшения состояния проявились на четвертый день. При этом пищевая возбудимость оставалась на низком уровне, наблюдалась небольшая вялость, частота дефекации постепенно сокращается, каловые массы несколько неоднородны, болезненная реакция на пальпацию менее выражена. На пятый день у животных данной группы наступает улучшение общего состояния, начинает восстанавливаться пищевая возбудимость, фекалии менее жидкие, боль при пальпации отсутствует, повысилась активность. На 7 день наблюдения состояние телят второй группы соответствовало состоянию молодняка первой группы на 5 день исследования.

Таблица 1. Клинико-физиологические показатели телят 1 и 2 групп при токсической диспепсии (M±m)

| Клинически-физиологические показатели | Референсные значения | Дни исследований | 1 группа | 2 группа |
|---|---|---|---|---|
| Температура тела,°С | 38,5 – 40 | 1 | 39,1 ± 0,3 | 39,4 ± 0,3 |
| | | 2 | 38,7 ± 0,4 | 39,0 ± 0,4 |
| | | 3 | 39,0 ± 0,3 | 39,0 ± 0,3 |
| | | 4 | 39,0 ± 0,1 | 39,3 ± 0,1 |
| | | 5 | 39,3 ± 0,1 | 39,2 ± 0,1 |
| | | 6 | - | 39,0 ± 0,2 |
| | | 7 | - | 39,3 ± 0,2 |
| Частота пульса, уд/мин | 100-140 | 1 | 144 ± 6,3 | 147 ± 6,6 |
| | | 2 | 141 ± 3,4 | 145 ± 3,1 |
| | | 3 | 138 ± 4,4 | 143 ± 4,8 |
| | | 4 | 132 ± 3,7 | 143 ± 3,4 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 128 ± 2,8 | 142 ± 2,2 |
| | | 6 | - | 141± 3,4 |
| | | 7 | - | 138± 2,2 |
| Частота дыхательных движений в минуту, дых.дв/мин | 30-50 | 1 | 49 ± 4,6 | 53 ± 4,5 |
| | | 2 | 45 ± 4,2 | 52 ± 4,2 |
| | | 3 | 40 ± 2,8 | 52 ± 2,6 |
| | | 4 | 38 ± 1,5 | 51 ± 1,5 |
| | | 5 | 37 ± 1,2 | 50 ± 1,1 |
| | | 6 | - | 49± 1,2 |
| | | 7 | - | 45± 1,3 |

Проанализировав клиническо-физиологические показатели молодняка обеих исследуемых групп, можно сказать, что температура тела телят находилась в пределах референсных значений, так как до двухнедельного возраста она колеблется в пределах 38,5-40 °С. Такие показатели температуры обусловлены уменьшением испарений влаги с кожных покровов, вызванных обезвоживанием и затруднением в работе сердечной мышцы на фоне сгущения крови. С первых дней исследования у животных наблюдалось учащение дыхательных движений и частоты сердечных сокращений, которые по мере выздоровления постепенно занимали пределы референсных значений.

Таблица 2. Морфологические показатели крови телят больных токсической диспепсией 1 и 2 исследуемых групп (M±m, n=5)

| Показатель | Референсные значения | 1 группа | | 2 группа | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 день | 5 день | 1 день | 7 день |
| Гемоглобин,г/л | 90,0-120,0 | 135,0±1,6 | 118,4±1,10 | 134,2±1,61 | 120,1±1,3 |
| Эритроциты, $10^{12}$ /л | 5,0-7,5 | 9,04±0,31 | 7,11±0,31 | 8,01±0,23 | 7,5±0,1 |
| Лейкоциты,$10^{9}$ /л | 4,5-12,0 | 8,23±0,59 | 7,75±0,42 | 10,15±0,56 | 9,28±0,34 |
| Лейкоформула: | | | | | |
| Базофилы,% | 0-2,0 | 0,41±0,02 | 0,71±0,03 | 0,56±0,04 | 0,49±0,03 |
| Эозинофилы,% | 3,0-8,0 | 1,98±0,04 | 2,01±0,05 | 2,23±0,06 | 2,35±0,03 |
| Лимфоциты,% | 40,0-65,0 | 48,4±1,48 | 59,3±1,47 | 54,4±2,78 | 53,8±3,67 |
| Моноциты,% | 2,0-7,0 | 1,76±0,03 | 2,28±0,07 | 1,38±0,06 | 1,65±0,04 |
| Нейтрофилы: | | | | | |
| Палочкоядерные,% | 2,0-5,0 | 7,7±0,38 | 4,2±0,34 | 8,7±0,89 | 5,3±0,76 |
| Сегментоядерные% | 20,0-35,0 | 34,9±0,31 | 18,9±0,48 | 28,8±0,45 | 27,6±0,38 |
| Юные,% | 0-0,1 | 0,98±0,06 | 0,41±0,01 | 0,81±0,03 | 0,22±0,24 |

Клинико-морфологические показатели у первой группы пришли в норму на 5 день, а во второй исследуемой группе на 7 день.

**Заключение.** На основании сравнительной оценки лечения телят больных токсической диспепсией при помощи двух разных схем лечения было выявлено, что в первой исследуемой группе по клинико-морфологическим показателям первые улучшения наблюдались на третий день лечения, когда во второй группе первые изменения были установлены лишь на четвертый день лечения. Также принимая во внимание затраты на проведение лечебно-терапевтических мероприятий при обеих схемах терапии можно заключить, что первая схема является экономически эффективнее по отношению ко второй схеме лечения в 1,4 раза.

## Список источников

1. Батраков А.Я., Племяшов К.В., Виденин В.Н., Яшин А.В. Профилактика и лечение диспепсии у новорожденных телят: Учебное пособие для вузов. – СПб.: Квадро, 2021. - 56 с.

2. Внутренние болезни животных: учебник для вузов / Г.Г. Щербаков, А.В. Яшин, А.П. Курдеко [и др.]; под редакцией Г.Г. Щербаков [и др.]. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024.

3. Гертман А.М. Лечение и профилактика болезней молодняка крупного рогатого скота: учебное пособие для вузов / А.М. Гертман, Т.С. Самсонова. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 148 с.

4. Петрянкин Ф. П. Болезни молодняка животных: учебное пособие / Ф. П. Петрянкин, О.Ю. Петрова. – 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 352 с.

## TREATMENT OF TOXIC DYSPEPSIA IN CALVES WITH NEW CHEMOTHERAPEUTIC AGENTS

**Zadvornaya D.A.**
Student
*Scientific supervisor L.A. Mullakayeva, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor*
Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman
Kazan, Russia, zdvdaria@mail.ru

*Abstract.* The aim of the work was to study and compare two different treatment regimens for toxic dyspepsia. Scheme 1 included a complex of drugs: the antibacterial drug "Sulfetrisan", the vitamin complex "Butofan" and the electrolyte feed mixture "Rehydro Plus". The treatment regimen consisted of the use of a complex of drugs: the antibacterial drug Enroflox 10%, the vitamin complex Butofan and the electrolyte feed mixture Rehydro Plus.

*Key words:* toxic dyspepsia, calves, chemotherapeutic agents.

УДК 616.98:579.871-091:636.39

## ОБОСНОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ КАЗЕОЗНОГО ЛИМФАДЕНИТА МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА

**Карташева А.М.**[1]
Студент
*Научный руководитель Коптев В.Ю.*[2]*, к.в.н., в.н.с.*
[1] – Новосибирский государственный аграрный университет
[2] – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий российской академии наук
Новосибирск, Россия, kastrolog@mail.ru

*Аннотация:* проведен анализ трех клинических случаев МРС с предположительным диагнозом казеозный лимфаденит, обосновано подтверждение данного диагноза с помощью лабораторных исследований.

*Ключевые слова:* казеозный лимфаденит, КЛ, CL, *Corynebacterium pseudotuberculosis,* мелкий рогатый скот.

Казеозный лимфаденит (КЛ, CL) – хроническая болезнь овец и коз, реже – крупного рогатого скота, лошадей, оленей, верблюдов, приматов, свиней и птиц, возбудителем которой является штамм *Biovar Ovis* грамположительной бактерии *Corynebacterium pseudotuberculosis* [1].

Биологическим резервуаром *C. pseudotuberculosis* является почва. Бактерия способна выживать в достаточно большом диапазоне окружающей среды, до восьми месяцев, причем, если эта почва обогащена навозом, степень выживаемости увеличивается, за счет

обеспечения жизнедеятельности жирными кислотами и микроэлементами [2]. В организм животного попадает через раны и ссадины на коже или через слизистые оболочки. Как правило, фактором риска является сезонная стрижка овец. Так же не исключена возможность заражения контактным путем.

После заражения патологический процесс начинается в лимфоузлах, вызывая образования пиогранулемы. В европейских странах ее называют “сырная железа” (“cheesy gland”), из-за накопления в очаге поражения фагоцитов, эозинофилов и других мертвых клеток, лежащих послойно [3]. *C. pseudotuberculosis* способна размножаться в фагосоме макрофагов, что позволяет ей повысить свою выживаемость и скорость распространения в организме. По кровеносной и лимфатической системам бактерия проникает во внутренние органы и лимфатические узлы, что в конечном итоге вызывает воспалительные очаги в почках, селезенке, печени и других органах.

КЛ приносит экономический ущерб в связи со скрытым течением данного заболевания - диагноз часто подтверждается когда уже бактерия распространена в поголовье и окружающих животных условиях (почва, сено), поэтому своевременная диагностика при появлении первых клинических признаков очень важна. Клинические признаки КЛ очень неспецифичны, что затрудняет диагностику, так же в связи с этим окончательный диагноз ставится на основании лабораторных исследований гнойного отделяемого из пораженных лимфоузлов и других органов и тканей. *C. pseudotuberculosis* хорошо растет при 36℃ на кровяном агаре, за 1-2 суток образуя мелкие, беловатые, непрозрачные колонии, окруженные небольшой зоной гемолиза. [4]

Исходя из вышесказанного, целью нашей работы было: обосновать необходимость подтверждения диагноза КЛ с помощью бактериологических исследований.

Работа выполнялась в 2024-2025 г на базе лаборатории болезней молодняка ИЭВСиДВ СФНЦА РАН. Объектом исследования были пробы гнойного содержимого от мелкого рогатого скота с предварительным диагнозом – казеозный лимфаденит. Бактериологическая диагностика проводилась путем посева на питательные среды МПА и кровяной агар, с дальнейшим микроскопированием выделенных культур микроорганизмов. Также для подтверждения или исключения наличия в пат.материале *C. pseudotuberculosis* ставили ПЦР с использованием набора «РеалБэст-Вет ДНК Corynebacterium pseudotuberculosis». Было проанализировано 3 клинических случая

**Пример 1**. Коза зааненской породы, 4 года. По данным клинического осмотра было обнаружено увеличение левого подчелюстного лимфоузла (рис. 1). При пальпации наблюдается болезненность, подвижность, наполненность жидким содержимым. При пункции наблюдается гнойное содержимое жидкой консистенции, желтовато-белого цвета с небольшой примесью крови. На основании данных клинического осмотра был поставлен предварительный диагноз – казеозный лимфаденит. При проведении бактериологических исследований в мазке были обнаружены микроорганизмы рода *Streptococcus*. Дополнительно проведенные ПЦР исследования ДНК возбудителя КЛ в патологическом материале не выявили.

Рис.1. Коза Зааненской породы, с предположительным диагнозом КЛ

**Пример 2**. Коза нубийской породы, 2 года. При клиническом осмотре обнаружена припухлость в области щеки, на уровне линии смыкания зубов, расположенное поверхностно, над наружной поверхности щечной мышцы, что соответствует анатомическому расположению щечного лимфоузла (рис. 2). При пальпации – плотной консистенции, подвижный, не спаянный с окружающими тканями. Предположительный диагноз: КЛ. Материалом для посева послужило гнойное содержимое, собранное после вскрытия образования. При проведении бактериологических исследований из патологического материала была выделена культура *Staphylococcus aureus*. ПЦР на КЛ - отрицательный.

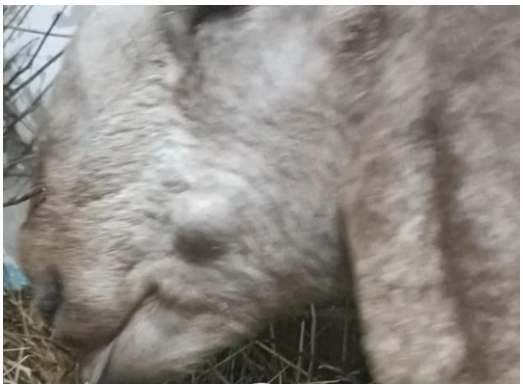


Рис. 2. Коза нубийской породы, 2 года. Предположительный диагноз: КЛ

**Пример 3**. Овца 2года. При клиническом осмотре выявлено крупное образование с относительно ровной поверхностью справа в верхней трети шеи. При бактериологических исследованиях выделены кокковые микроорганизмы. Дальнейшую идентификацию бактерий проводили методом секвенирования фрагмента гена 16S рибосомальной РНК по Сенгеру в независимой лаборатории. В результате проведенных исследований выделенные микроорганизмы были идентифицированы как *V. vulnificus* и *V. fluvialis*.

Исследования, проведенные методом ПЦР на наличие ДНК *Corynebacterium pseudotuberculosis* в патологическом материале так же показали отрицательный результат.

Рис.3. Овца с предположительным диагнозом КЛ

**Заключение.** Клинические признаки казеозного лимфаденита мелкого рогатого скота не являются специфичными. Наличие разных форм заболевания (наружная и висцеральная) также затрудняют постановку окончательного точного диагноза, что препятствует проведению необходимых лечебно-профилактических мероприятий. В случае наличия у животного характерных клинических проявления, необходимо обязательное подтверждение диагноза с помощью бактериологических и молекулярно-генетических лабораторных исследований. Только на основании совокупности полученных результатов можно ставить окончательный диагноз.

**Список источников**

1. Chirino-Zárraga C. Bacteriological characterization of Corynebacterium pseudotuberculosis in Venezuelan goat flocks / C. Chirino-Zárraga, A. Scaramelli, C. Rey-Valerón. – Текст : электронный // Small Ruminant Research : [https://www.sciencedirect.com/journal/small-ruminant-research]. – 2006. – 8 авг. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092144880500235X (дата обращения 16.03.2025).

2. Marques da Silva W.A journey through the Corynebacterium pseudotuberculosis proteome promotes insights into its functional genome / W. Marques da Silva, N. Seyffert, A. Silva,V. Azevedo – Текст: электронный // PeerJ: [https://peerj.com/]. – 2021. – 23 дек. – URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35036114/ (дата обращения:16.03.2025 )

3. Esmaeili H. Comprehensive Survey of Caseous Lymphadenitis in Sheep and Goats Flocks of Iran: Clinical, Bacteriological, and Molecular Insights / H. Esmaeili, S. M. Joghataei, A. Khanjari, F. Haji Agha Khiyabani – Текст: электронный // Small Ruminant Research: [https://www.sciencedirect.com/journal/small-ruminant-research/articles-in-press]. – 2025. – 21 янв. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092144882500063X (Дата обращения: 10.03.2025).

4. Кудряшов А.А. Патологоанатомические изменения при казеозном лимфадените коз / А.А. Кудряшов, В.А. Кузьмин, А.В. Забровская, В.И. Балабанова – Текст: электронный // Актуальные вопросы ветеринарной биологии [https://www.invetbio.spb.ru/journal/vp_main.htm]. – 2015. – №4(28). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/patologoanatomicheskie-izmeneniya-pri-kazeoznom-limfadenite-koz (дата обращения: 10.03.2025).

## JUSTIFICATION OF LABORATORY DIAGNOSTICS OF CASEOUS LYMPHADENITIS IN SMALL CATTLE

**Kartasheva A.M.**[1]
*Scientific supervisor Koptev V.Yu.*[2]*, Candidate of Science (Veterinary Medicine)*
[1] – Novosibirsk State Agrarian University
[2] – Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Russia, kastrolog@mail.ru

*Abstract:* an analysis of three clinical cases of small ruminants with a presumptive diagnosis of caseous lymphadenitis was carried out, confirmation of this diagnosis using laboratory tests was substantiated.

*Key words*: caseous lymphadenitis, CL, Corynebacterium pseudotuberculosis, small ruminants.

УДК 599.426

## АНАЛИЗ ТРАВМ ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ ОБУСЛОВЛЕННЫХ ИХ АНАТОМИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ

**Квашко М.В.**
Студент
*Научный руководитель Коптев В. Ю.., к.в.н., в.н.с.*
[1] – Новосибирский государственный аграрный университет
[2] – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий российской академии наук
Новосибирск, Россия, marinakvashko9@xmail.ru

*Аннотация.* Необходимость данного исследования вызвана многочисленными обращениями людей с просьбами оказать ветеринарную помощь летучим мышам, в большинстве случаев - двухцветным кожанам (*Vespertilio murinus*). В весенне-летний период, наблюдается повышенная ночная активность летучих мышей, и как следствие – возрастает риск получения травм. Мы провели анализ повреждений костей верхних конечностей рукокрылых, вызванных механическими воздействиями, такими как: падение, атака хищников, травмы при нахождении в жилых помещениях людей. Данный анализ позволит в дальнейшем спрогнозировать характер хирургической помощи рукокрылым.

*Ключевые слова:* летучие мыши, скелет, перелом кости.

Верхний пояс конечностей у рукокрылых развит сильнее по сравнению с нижним. Совершая сложные движения всеми элементами конечностей и изменяя тем самым форму летательной перепонки, рукокрылые способны осуществлять быстрый и манёвренный полёт [1].

У рукокрылых крыло (*ala*) формируется кожными перепонками, которые натянуты на каркас, включающий бока, короткие плечи (*umerus*), удлиненные по сравнению с ними предплечья (*antebrachium*) (формируемые лучевой костью (*radius*), локтевая кость (*ulna*) редуцирована), сильно удлинёнными пястными и фаланговыми костями (*ossa metacarpi et phalanges*) передних конечностей (за исключением короткого первого пальца (*digitus primus*), который всегда имеет коготь (*unguis*) и единственный сохранил хватательную функцию), задними конечностями (короткие бёдра (*coxis*) направлены под прямым углом к телу в одной плоскости с ним, голени (*crus*) направлены назад) и специфическим костным выростом-шпорой на пятке (*calcaneus*) (рис.1).

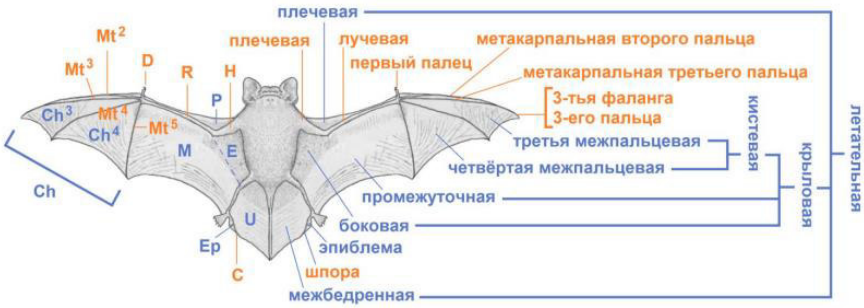



Рис. 1. Перепонки и кости, формирующие летательный аппарат представителей отряда рукокрылых

Перепонки (*membranae*) рукокрылых представляют собой дупликат вентрального и дорсального кожных слоёв (*stratum cutaneum ventrale et dorsale*), между которыми имеются мышечные волокна (*fibrae musculares*) и густая сосудистая сеть. Перепонки служат не только для придания телу рукокрылых необходимых для локомоции (перемещения в пространстве) аэродинамических свойств, но и в качестве тепло-, влаго- и газообменника, осязательного органа большой площади [2].

Скелет состоит из тонких костей (*ossium tenuium*), и у взрослых особей практически лишён хрящевой ткани. Швы между костями черепа зарастают быстро, с чем связана редукция межчелюстной кости и недоразвитие верхних резцов. Лицевой отдел (*pars facialus*) у представителей подотряда крыланов вытянутый, летучих мышей– укороченный. Позвоночный столб содержит 7 шейных (*vertebrae cervicales*), 11-12 грудных (*vertebrae thoracicae*), 5-7 поясничных (*vertebrae lumbales*) и до 15 хвостовых позвонков (*vertebrae caudales*). Поперечные отростки первого шейного позвонка или атланта (*atlas*), и остистый отросток второго шейного позвонка (*axis*), осевого, или эпистрофея (*epistropheus*) хорошо выражены. Скелет грудной клетки (*sternum*) имеет заметную сагиттальную впадину (*fossa sagittalis*). Рукоятка грудины (*manubrium sterni*) крестовидной формы, и от неё вдоль тела грудины тянется костный вырост – киль (*carina*) – который в своей нижней части переходит в уплощённый мечевидный отросток грудины (*processus xiphoideus*). Хорошо развитый киль имеется у крылановых, а у летучих мышей он развит хуже, особенно – у быстролётных видов. Рёберные дуги (*arcus costalis*) сочленяются с грудиной исключительно костными контактами, при этом первые одна-две дуги могут быть сильно укорочены и вместе с крестовой перекладиной рукоятки грудины (*manubrium sterni*) формировать костное кольцо (*anulus osseus*). Пояс верхних конечностей (*cingulum membri superioris*) хорошо развит. Лопатки (*scapula*) широкие. Ключицы (*clavicula*) изогнутые и сочленяются не только с рукояткой грудины, но и с грудными окончаниями первой пары рёбер (*costae primae*). Коракоид (*coracoideus*) длинный. Передние конечности сильно изменены в связи с их каркасной функцией для летательной перепонки. Характерной особенностью рукокрылых является то, что у них редуцирована локтевая кость [3]. Пояс нижних конечностей (*cingulum membri inferioris*) развит слабо. Уникальной особенностью рукокрылых является «вывернутое бедро» и обращённые назад колени (*genua*), что резко снижает опорную функцию нижних конечностей при передвижении по горизонтальным поверхностям, зато увеличивает цепкость пальцев нижних конечностей (*digitus pedis*) при нахождении в антиортостатическом положении. Это достигается благодаря тому, что головка бедренной кости (*caput femoris*) входит в вертлужную впадину тазовой кости (acetabulum) не медиальной, а латеральной частью. В результате, бёдра (*femur*) направлены под прямым углом к телу в одной плоскости с ним, а голени (*crus*) направлены назад, бедренная кость (*femur*) укорочена. Малая берцовая кость голени (fibula) рудиментарна. Пяточная кость (*calcaneus*) имеет вырост – шпору (*cornu*) – к которой крепится межбедренная перепонка (*membrana intercruralis*) и эпиблема [4].

Цель: провести анализ травм летучих мышей, обусловленных их анатомическими особенностями.

Работа проводилась в весенне-осенний период 2023-2024 года на базе лаборатории болезней молодняка Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН (ИЭВСиДВ СФНЦА РАН). Объектом исследования были летучие мыши (двухцветный кожан - *Vespertilio murinus*), которые поступали к нам для оказания хирургической помощи с последующей реабилитацией. Производили внешний осмотр, при необходимости – рентгенографические исследования. Частота встречаемости повреждений представлена в таблице 1.

Таблица 1. Анализ повреждений верхней конечности

| Всего | Перелом | | Кости предплечья | Плечевая кость | Локтевой сустав | Перелом | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Левого крыла | Правого крыла | | | | Закрытый | Открытый |
| 11 | 5 | 7 | 6 | 3 | 1 | 5 | 6 |

Всего было обследовано летучих мышей – 11 особей. Как видно из данной представленной таблицы у 5 особей был перелом левого крыла при этом у 7 особей перелом правого крыла (одна летучая мышь с двумя переломами верхних конечностей). Перелом кости предплечья были у 6 особей, перелом плечевой кости у 3 особей, локализация травмы в области локтевого сустава наблюдался у 1 особи. Закрытые переломы наблюдалось в 5 случаях, а открытые – в 6, при этом локализация травмы была на лучевой кости, так как она длинная и тонкая (рис. 2,3).

А Б В

Рис. 2. Внешний вид перелома лучевой кости левого крыла в дорсальной проекции кранио-медиальном положении

А – перелом предплечья левого крыла закрытый

Б – перелом костей предплечья левого крыла закрытый

В – открытый перелом предплечья левого крыла

А Б

Рис. 3. Перелом плечевой кости ближе к локтевому суставу левого крыла направлен дистально - каудовентрально

А, Б – Перелом плечевой кости ближе к локтевому суставу левое крыло открытый

В одном случае летучая мышь поступила с переломом двух костей, скорее всего это связано с серьезной механической травмой.

На рентгене видно, что у летучей мыши 3 перелома, 2 на плечевой кости на левой конечности и 1 на лучевой кости правой конечности (рис. 4).

Перелом плечевой кости в основном сопровождается зиянием раны вызванным повреждением наружных кожных покровов обломками кости.

А

Б

Рис. 4. Перелом плечевой кости правого крыла направление кранио-дорсально
А –открытый перелом плечевой кости правое крыло
Б – Перелом плечевой кости правого крыла закрытый

В одном случае наблюдали осложнение в виде развития сухого некроза. В данном случае единственным способом терапии является ампутация конечности (рис.5).

А Б

Рис. 5. Внешний вид некроза на лучевой кости
А – некроз после неудачной операции на лучевой кости
Б – некроз тканей лучевой кости

**Заключение.** У летучих мышей повреждения в основном наблюдаются на верхних конечностях. Характерными являются переломы плечевой и лучевой кости, вызванные сильным механическим воздействием. Перелом плечевой кости в основном сопровождается зиянием раны, вызванным повреждением наружных кожных покровов обломками кости.

**Список источников**

1. Ковтун В.Ф. Аппарат локомоции рукокрылых. – Киев: Наукова думка, 1978. – 230 с

2. Дзержинский Ф.Я., Васильев Б.Д., Малахов В.В. Зоология позвоночных. – М.: Академия, 2013. – 464 с.

3. Кузякин А.П. Летучие мыши (систематика, образ жизни и польза для сельского и лесного хозяйства). – М.: Государственное издательство «Советская наука», 1950. – 444 с.

4. Sarko D.K., Rice F.L., Reep R.L. Mammalian tactile hair: divergence from a limited distribution // Annals of the New York Academy of Sciences. – 2011. – N 1225. – P. 90-100. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2011.05979.x

## ANALYSIS OF BAT INJURIES CAUSED BY THEIR ANATOMICAL FEATURES

**Kvashko M.V.[1]**

Student

*Scientific adviser Koptev V. Yu.[2], k.v.n., v.n.s.*

[1] – Novosibirsk State Agrarian University

[2] – Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

Novosibirsk, Russia, marinakvashko9@xmail.ru

*Abstract.* The need to write the work is caused by numerous appeals of people to assist bats. Most often in the Novosibirsk region you can find two -tone leather (Vespertilio Murinus). In June-July and Autumn, there is a chance to meet a bat that needs help. We have analyzed damage to the bones of the upper extremities with mechanical exposure in steamed ones. Mechanical influences can be caused: a fall, an attack of predators when a bat of a bat came or pushed the door. This analysis will further predict what kind of surgical assistance to the steam room is provided.

*Key words*: bats, skeleton, bone fracture

УДК 619:616.34.076:578.834.1/578.423:615.371:636.5.033

## ВЛИЯНИЕ ВЕЗИКУЛЯРНОГО ЭНТЕРИТА НА КАЧЕСТВО ВАКЦИНАЦИИ ПРОТИВ ИНФЕКЦИОННОГО БРОНХИТА У КУР

**Кильп А.С.**

Научный сотрудник

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирск, Россия, bobikova.anna97@gmail.com

*Аннотация.* У цыплят-бройлеров вирус ИБК вызывает бронхиты, пневмонии и трахеиты, поражение паренхиматозных органов и провоцирует массовое развитие вторичных бактериальных инфекций. Исследование на птицефабрике показало, что у бройлеров Ross 308 снижение эффективности вакцинации против инфекционного бронхита (ИБК) связано с везикулярным энтеритом неизвестной этиологии. Установлено, что данный энтерит сопровождается снижением уровня магния и цинка в крови и резким уменьшением вирусной нагрузки ИБК в кишечнике через 2 дня после вакцинации выпойкой. Использование методов ИФА, ОТ-ПЦР, люминесцентной микроскопии, гистологии и биохимии позволило выявить эти корреляции и определить, что коэффициент корреляции концентраций магния и цинка является важным маркером патологий желудочно-кишечного тракта (ЖКТ).

*Ключевые слова:* инфекционный бронхит кур, мальабсорбция, вакцинация, цыплята-бройлеры, энтерит

Инфекционный бронхит кур - широко распространенное заболевание, на территории РФ, вызываемое РНКовым вирусом, относящимся к семейству *Coronaviridae*. У цыплят-бройлеров этот вирус вызывает бронхиты, пневмонии и трахеиты, поражение

паренхиматозных органов и провоцирует массовое развитие вторичных бактериальных инфекций (преимущественно коли-бактериоз) [1,2,10,11]. В качестве одного из основных факторов, влияющих на качество вакцинации против ИБК и НБ, мы считаем везикулярный энтерит – инфекцию неизвестной этиологии, вызываемую фильтрующимися/вирусным агентом [3]. Наши наблюдения показывают, что всплеск везикулярного энтерита сопровождается как снижением равномерности прироста массы, так и неравномерностью поствакцинального иммунитета у птицы. [4,5].

Цель исследования – оценить эффективность вакцинации цыплят-бройлеров против ИБК на фоне мальабсорбции, ассоциирующейся с везикулярным энтеритом. Материалы и методы. Для исследований использовали образцы биоматериала и сыворотки крови от цыплят-бройлеров кросса Ross 308 одной из птицефабрик РФ, характеризующейся снижением эффективности вакцинации против инфекционного бронхита кур. Вакцинация против инфекционного бронхита кур проводилась с использованием одной из живых вакцин в 12 суточном возрасте, методом выпаивания. Клинически здоровых цыплят, в возрасте 10 и 15 суток, подвергали диагностическому убою, оценивали наличие патологоанатомических изменений характерных для везикулярного энтерита и инфекционного бронхита. Отбирали пробы кишечника, легких и тимуса для выделения РНК, гистологических исследований. Качество вакцинации против инфекционного бронхита кур оценивали методом ИФА, с использованием ИФА-наборов PROFLOCK (Zoetis). Исследовали сыворотку крови цыплят-бройлеров предубойного возраста. Наличие вирусной РНК вируса инфекционного бронхита кур, до и после вакцинации, оценивали методом ОТ-ПЦР [6]. Для выявления наличия мальабсорбции, в качестве критерия вирусной интерференции с вакцинным штаммом, проводили биохимический мониторинг. Для этой цели отбирали пробы крови, по 25 проб, у клинически-здоровых цыплят – бройлеров в возрасте 1, 6, 10, 12, 15, 21, 22, 30 дней. В качестве маркеров мальабсорбции в сыворотке крови определяли уровень цинка и магния. В качестве маркера лихорадочных состояний оценивали уровень хлоридов [7].

Результаты и обсуждение.

Как следует из результатов исследований методом ИФА, у цыплят-бройлеров в возрасте 35 суток наблюдалось аномально большое количество недопривитых цыплят (более 50%) в сочетании с появлением единичных проб с уровнем антител, превышающих поствакцинальный (рис. 1).

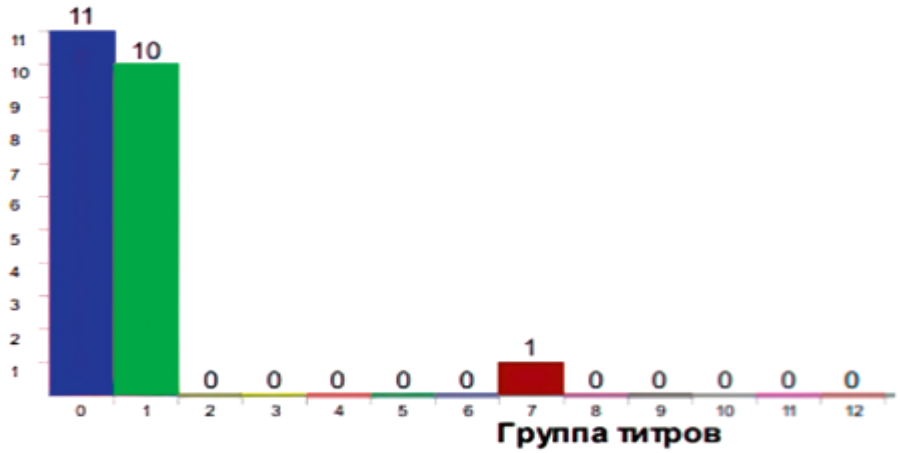



Рис. 1. Распределение титров антител к вирусу ИБК у цыплят-бройлеров.

Коэффициент вариации составил 166,26%, средний арифметический титр был 837, максимальный титр был 12658. Тестирование эффективности вакцинации методом ОТ-ПЦР подтвердило, что геномная РНК вируса ИБК встречается в 40% проб кишечного содержимого, взятых через 2 дня после вакцинации. Более того, вирус ИБК был обнаружен в

одной пробе кишечника, взятой за 2 дня до вакцинации живой вакциной. У птицы с признаками везикулярного энтерита геномная РНК вируса ИБК обнаружена не была.

Проведенные популяционно-биохимические исследования подтверждают факт наличия мальабсорбции. Как следует из анализа динамики концентраций магния и цинка в плазме крови, у цыплят в возрасте 6-10 дней появляется мальабсорбция. Всплеск уровня хлоридов в день вакцинации может быть вызван уже более глубокими нарушениями электролитного обмена и воспалением. Это доказывает, что кишечник находится в воспаленном состоянии на момент вакцинации, и это повлияет на ее качество.

Как следует из анализа динамики изменения концентрации хлоридов, в день вакцинации наблюдаются воспалительные процессы. В ситуации, когда кровь была взята до вакцинации, это можно рассматривать как фактор подавления размножения вакцинного вируса в организме. К 30-дневному возрасту этот показатель опять начинает расти. Разброс концентраций цинка и магния возрастал к 15 дню, т.е. часть птицы в этот период могла переболевать везикулярным энтеритом (что мы и наблюдали при вскрытии). Наибольшей вариабельностью в течение всего срока наблюдения отличались хлориды. Если рассматривать их в качестве маркера воспалительных состояний, то можно говорить о длительном контакте только части птицы с инфекционными агентами, или о низкой контагиозности этих агентов.

Анализ корреляции между уровнями магния и цинка в крови позволил выявить период от 6 до 22 дней жизни бройлеров, когда эти признаки коррелируют. К 30-дневному возрасту эта корреляция исчезает, т.е. прекращается влияние поврежденного кишечника на содержание магния и цинка в плазме крови (рис. 2).

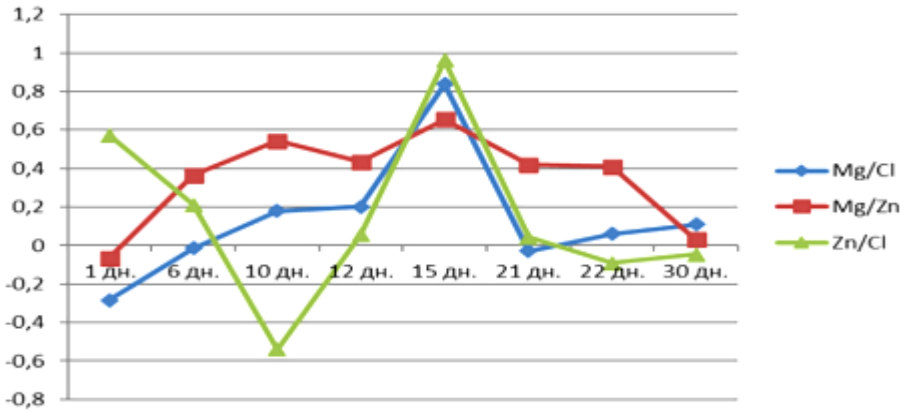



Рис. 2. Динамика изменения коэффициентов корреляции между концентрациями цинка, магния и хлоридов в сыворотке крови цыплят-бройлеров

Патогенез инфекционного бронхита кур, по последним нашим исследованиям [8], имеет ряд сходных элементов с рядом коронавирусных инфекций других животных и человека, включая COVID 19. Ключевое сходство состоит в том, что как IBV, так и SARS-CoV-2 преимущественно накапливаются в кишечнике, что затем приводит к гематогенному попаданию коронавирусов в легкие и развитию респираторной патологии [8]. Соответственно, подавление репродукции коронавирусов в кишечнике, способно оказывать существенное влияние на дальнейшее течение инфекционного процесса. В случае использования живых аттенуированных вакцинных штаммов, при вакцинации цыплят против ИБК, риски срыва вакцинации существенно возрастают, при наличии воспалительных изменений в желудочно-кишечном тракте, особенно вирусной этиологии. Вирусная мальабсорбция может рассматриваться в качестве важнейшего фактора срыва поствакцинального иммунитета за счет интерференции полевого и вакцинного штаммов [9]. Конечно же, прививать больную птицу – нельзя. Однако, многие кишечные вирусы

вызывают бессимптомное течение инфекционного процесса, сопровождающееся только мальабсорбцией и снижением привесов. Выявить период такого инфекционного процесса можно, например, путем биохимического мониторинга микроэлементов. В проведенном нами исследовании подтверждается, что вирусная мальабсорбция сопровождается синхронным снижением концентрации магния и цинка в крови у больной птицы. При анализе биохимических показателей в качестве маркеров органопатологий необходимо применять популяционный подход. Важны не только абсолютные значения биохимических показателей, но и статистические характеристики, отражающие их распределение в группе птиц и взаимосвязь между показателями. Использование ИФА-ридера для тестирования уровней магния и цинка позволяет экономически эффективно и количественно оценивать продолжительность воздействия негативных факторов на кишечник, которые могут снизить продуктивность птицы и повлиять на качество вакцинации через выпойку (особенно против инфекционного бронхита и Ньюкасла). Оценка качества вакцинации с помощью методов ИФА и ПЦР (тестирование ПЦР превалентности через 2-3 дня после вакцинации) необходима на начальном этапе исследования проблемы. Однако только биохимический мониторинг позволяет контролировать причины срывов вакцинации и оценивать эффективность мероприятий, направленных на их устранение.

Заключение.

1. Появление везикулярного энтерита на птицефабрике совпадает с появлением птицы, не прошедшей вакцинацию против инфекционного бронхита.

2. Оценка качества вакцинации методом ОТ-ПЦР на наличие в кишечнике РНК вируса ИБК через 2 дня после вакцинации методом выпойки, позволяет установить резкое снижение ПЦР превалентности у птицы с везикулярным энтеритом и исключить снижение поствакцинального иммунитета.

3. Наиболее эффективным способом контроля мальабсорбции является мониторинг изменений концентраций цинка и магния в крови цыплят-бройлеров в динамике.

4. Коэффициент корреляции между концентрациями веществ, на которые влияет один из элементов патогенеза, следует рассматривать как один из наиболее информативных критериев для определения маркеров оценки распространенности патологии желудочно-кишечного тракта.

**Список источников**

1. Cavanagh D. Coronaviruses in poultry and other birds// Avian Pathol. - 2005. - Vol. 34. - P. 439– 448.

2. Chousalkar K.K. Effects of infectious bronchitis virus vaccine on the oviduct of hens / K.K. Chousalkar, B.F. Cheetham, J.R. Roberts // Vaccine. – 2009. - Vol. 27. - P. 1485–1489.

3. Chooi K.F. Broiler runting/stunting syndrome in Malaysia / K.F. Chooi, U. Chilian // Vet. Rec.. – 1985. - Vol. 116. - P. 354.

4. Nefedova E. The Infectious Bronchitis Coronavirus Pneumonia Model Presenting a Novel Insight for the SARS-CoV-2 Dissemination Route / E. Nefedova, V. Koptev, A.S. Bobikova // *Vet. Sci.* – 2021. – Vol.*8.* – P. 239.

5. Афонюшкин В.Н. Снижение эффективности вакцинации цыплят-бройлеров против инфекционного бронхита кур на фоне роста инцидентности везикулярного энтерита / / В.Н. Афонюшкин, В.С. Черепушкина, Т.Е. Миронова, А.С. Бобикова [и др.] // Птицеводство. – 2021. - №9. – С.50-55.

6. Афонюшкин В.Н. Ветеринары vs зоотехники, или о том, кто должен бороться с заразными заболеваниями, снижающими продуктивность птиц, на бройлерных птицефабриках // БИО. - 2016. - №11 (194). - С. 4-8.

7. Афонюшкин, В.Н. Изучение противовирусного действия препарата тривирон на возбудителя инфекционного бронхита кур / В.Н. Афонюшкин, А.Н. Ширшова, Д.В. Шамовская, Д.Н. Пломодьялов, Ю.Н. Козлова // Ветеринария. - 2018. - № 7. - С. 24-28.

8. Черепушкина В.С., Афонюшкин В.Н. Определение концентрации цинка в сыворотке крови в микропланшетном формате / В.С. Черепушкина, В.Н. Афонюшкин // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. - 2014. - Т. 2. - № 7. - С. 331-335.

9. Миронова Т.Е. Изучение защитных эффектов вироцидных препаратов на модели коронавирусной пневмонии / Т.Е. Миронова, В.Н. Афонюшкин, Ю.Н. Козлова, А.С. Бобикова [и др.] // Ветеринария и кормление. - 2020. - № 7. - С. 35-38.

10. Черепушкина В.С. Мониторинг уровня цинка в крови цыплят в качестве маркера мальабсорбции и синдрома расслоения по массе / В.С. Черепушкина, В.Н. Афонюшкин // В сборнике: Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий. Материалы V-й Международной научно-практической конференции. - 2015. С. 142-144.

11. Бобикова А.С. Изучение экспрессии функционально-значимых генов при терапии коронавирусной инфекции у цыплят / А.С. Бобикова, В.С. Черепушкина, Т.Е. Миронова, В.Н. Афонюшкин, Н.А. Донченко, Е.В. Нефедова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2021. – №5. – С.68-76.

## THE INFLUENCE OF VESICULAR ENTERITIS ON THE QUALITY OF VACCINATION AGAINST INFECTIOUS BRONCHITIS IN CHICKENS

**Kilp A.S.**
Research fellow, Molecular Biology Sector
Siberian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Russia, bobikova.anna97@gmail.com

*Abstract.* In broiler chickens, the IB virus causes bronchitis, pneumonia and tracheitis, damage to parenchymatous organs and provokes the mass development of secondary bacterial infections. A study at a poultry farm showed that in Ross 308 broilers, a decrease in the effectiveness of vaccination against infectious bronchitis (IB) is associated with vesicular enteritis of unknown etiology. It was found that this enteritis is accompanied by a decrease in the level of magnesium and zinc in the blood and a sharp decrease in the IB viral load in the intestine 2 days after vaccination with drinking water. The use of ELISA, RT-PCR, fluorescence microscopy, histology and biochemistry allowed us to identify these correlations and determine that the correlation coefficient of magnesium and zinc concentrations is an important marker of gastrointestinal tract (GIT) pathologies.

*Key words:* infectious bronchitis of chickens, malabsorption, vaccination, broiler chickens, enteritis

УДК 619:611-018:636.97

## ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕЛЕЗЕНКИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НТМБ

**Кособоков Е.А., Дудоладова Т.С.**
Старший научный сотрудник, канд. вет. наук, ведущий научный сотрудник, к.б.н.
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия, vet_nauka@mail.ru

*Аннотация.* В данной статье отображены гистологические и морфометрические изменения в селезенке опытных животных, зараженных Micobacterium scrofulaceum, которые относятся к нетуберкулезным микобактериям (НТМБ). Развитие патологического процесса вызывает патогенные изменения в селезенке, что выражается в морфофункциональных отклонениях селезенки. Изменения такого характера способствуют угнетению иммунологической и кроветворной функции селезенки.

*Ключевые слова:* микобакткриозы, micobacterium scrofulaceum, морские свинки, селезенка, морфометрия.

В современном мире отсутствуют достаточно эффективные меры лечения и профилактики микобактериальных инфекций, количество случаев возникновения микобактериозов у животных возрастает. По мнению многих отечественных и зарубежных исследователей, нетуберкулезные микобактерии (НТМБ), при определенных условиях могут проявлять патогенные свойства, что создает значительную угрозу для здоровья сельскохозяйственных животных [1-2]. Несмотря на долгие изучения данной инфекции, вопросы патоморфологических, и в особенности гистологических и морфометрических изменений, развивающихся в организме животных, вовлеченных в инфекционный процесс, остаются недостаточно изученными [3].

Известно, что при заражении животных микобактериями происходит вовлечение в патологический процесс всех органов гистиоцитарной системы организма с последующим формированием гранулематозного воспаления [4-5].

Селезенка, является ретикулоэндотелиальным, лимфатическим и кроветворным органом и вовлекается в инфекционный процесс в первую очередь, отличается более выраженной чувствительностью к микобактериям и их токсинам, по сравнению с другими органами. При поражении селезенки резко снижается функциональной активности органа, а при прогрессировании болезни полностью регрессирует и страдают все системы [6-7].

Целью исследования является, определить гистологические и морфометрические изменения в селезенки лабораторных животных, зараженных Micobacterium scrofulaceum.

Работа выполнена в отделе ветеринарии (ВНИИБТЖ) ФГБНУ «Омский АНЦ». Исследования проведены на 10 половозрелых морских свинках самцах, сформированных в 2 группы животных по 5 голов, содержащихся в условиях специализированного вивария для проведения опытов с инфекционным агентом. Кормление и питьевой режим лабораторных животных – стандартный. Животных экспериментальной группы (1 группа) (n=5) заражали культурой Micobacterium scrofulaceum, в дозе 0,001 мг/мл. Животным контрольной группы (2 группа) (n=5) вводили стерильный физиологический раствор в дозе 1 мл. Все инъекции делали подкожно, во внутреннюю часть бедра с левой стороны.

Животных выводили из эксперимента на 45 сутки после начала опыта путем декапитации (под эфирным наркозом) и подвергали тотальному обескровливанию. Перед инфицированием и убоем животных исследовали ППД-туберкулином для млекопитающих в дозе 25 МЕ в 0,1 мл внутрикожно. Учет реакции осуществляли через 72 часа. По результатам реакции до начала опыта все животные прореагировали отрицательно, после заражения животных 1 группа прореагировала положительно, а 2 группа животных дала отрицательный результат.

Материалом для гистологических исследований служили биоптаты селезенки от лабораторных морских свинок. При проведении гистологических и морфометрических исследований использовали стандартные методы. Кусочки органов фиксировали в 10 % нейтральном растворе формальдегида на фосфатном буфере. Проводку материала осуществляли в автомате для гистологической обработки биоматериала STP -120 (тип карусель, Германия). Заливку парафиновых блоков производили на станции заливки ткани парафином EC 350 (Германия). Серийные срезы готовили на микротоме роторного типа HM - 340E (Германия), толщиной 5 мкм. Гистологические срезы окрашивали гематоксилин-эозином и по Маллори и заключали в заливочную среду «Витрогель» под покровное стекло.

Микрофотосъемку гистологических препаратов и их оцифровку проводили на микроскопе Axio-Imager A1 (Zeiss, Германия) с использованием компьютерного программного комплекса AxioVision Ver-4.8.

Определили, у животных 1-ой группы, селезенка увеличена в размере, гиперемирована, имеет бугристую структуру, с крупными единичными поражениями серого

цвета по всей поверхности органа. При гистологическом исследовании выявлено частичное истончение капсулы, ее толщина составляет 9,16±1,513 мкм. Отходящие от капсулы трабекулярные тяжи истончены, плохо просматриваются в центре среза органа, толщина трабекулярных тяжей в среднем составляет 3,93±0,012 мкм (таблица 1).

Таблица 1. Морфометрические показатели селезенки опытных групп животных, M±m

| Исследуемые показатели, мкм | Группа 1 | Группа 2 |
|---|---|---|
| Толщина капсулы | 9,16±1,513<br>p≤0,001 | 21,10±3,017 |
| Толщина трабекулярных тяжей | 3,93±0,012<br>p≤0,001 | 15,42±0,435 |
| Толщина стенок кровеносных сосудов | 42,57±14,250<br>p≤0,001 | 7,28±1,735 |
| Диаметр лимфоидного фолликула | 672,19±62,829<br>p≤0,001 | 328,20±10,417 |
| Диаметр герминативного центра | 251,73±24,716<br>p≤0,004 | 161,30±9,986 |

Стенки крупных кровеносных сосудов утолщены, отечны, вокруг них отмечены обширные разрастания соединительной ткани. В просвете сосудов наблюдается наличие красных тромбов.

Очертания лимфоидных фолликул хорошо просматриваются. Фолликулярные структуры четко различимы. Лимфоидные фолликулы увеличены, диаметр лимфоидных фолликулов в среднем составляет 672,19±62,82 мкм, диаметр герминативных центров размножения составляет 251,73±24,716 мкм. В единичных лимфоидных фолликулах герминативный центр отсутствует. В центре лимфоидных фолликул видны скопления лимфоцитов.

Гистологические и морфометрические изменения селезенки свидетельствуют о том, что M. scrofulaceum способны вызывать патогенные изменения в органах гистоцитарной системы. У зараженных животных выявлены морфометрические отклонения в тканях селезенки, выражающееся истончением капсулы в 2,3 раза и трабекулярных тяжей в 3,9 раза, что свидетельствует об изменении опорно-сократительного аппарата органа. Увеличение размера лимфоидных фолликул в 2 раза и герминативных центров размножения в 1,5 раза, свидетельствует о разрастании паренхимы, что приводит к нарушению иммунного ответа в организме морских свинок.

**Список источников**

1. Кисличкина А.А., Степашина Н.В., Шемякин И.Г. Микобактериозы // Проблемы туберкулеза и болезней легких. – 2009. - № 5. – С. - 3-9.

2. Таланова О.С., Кузьмина О.А., Холева А.О., Савоненкова Л.Н., Арямкина О.Л. Туберкулез печени и селезенки // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2012. - № 4. (24). – С. 112-122.

3. Аржаков П.В., Дудоладова Т.С. Оценка дезинфицирующего действия препарата МУК-ДМ в отношение изолятов бактерий // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2020. - Т. 244. - № 4. - С. 17-19.

4. Таллер Л.А., Дюсенова Г.М., Янченко Т.А. Выделение атипичных микобактерий из биоматериала от лабораторных животных на модифицированной питательной среде // Достижения науки и техники АПК. – 2015. - Т. 29. - № 4. - С. 56-57.

5. Янченко Т.А. Усовершенствование лабораторной диагностики туберкулеза крупного рогатого скота / автореф. диссерт. на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 2011.

6. Таллер Л.А., Ощепков В.Г., Секин Е.Ю., Янченко Т.А., Слепченко А.Д. Совершенствование лабораторной диагностики туберкулёза крупного рогатого скота // Достижения науки и техники АПК. – 2011. - № 9. - С. 67-69.

7. Новиков А.Н., Бажин М.А., Власенко В.С. Схема специфической профилактики туберкулеза крупного рогатого скота с применением БЦЖ и бесклеточной вакцины ТБЦМ // Эпизоотология, диагностика и профилактика хронических инфекционных болезней животных / Международная научная конференция, посвященная 175-летию аграрной науки Сибири, Омск, 24-26 июня 2023 г. – Омск: изд. «Полиграфический центр», 2003. - С. 123-127.

## CHANGES IN THE MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE SPLEEN WHEN EXPOSED TO NTMB

**Kosobokov E.A., Dudoladova T.S.**
Senior Researcher, Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher, PhD. biol. sciences
Omsk Agrarian Scientific Center
Omsk, Russia, vet_nauka@mail.ru

*Abstract.* This article shows the histological and morphometric changes in the spleen of experimental animals infected with Mycobacterium scrofulaceum, which belong to non-tuberculous mycobacteria (NTMB). The development of the pathological process causes pathogenic changes in the spleen, which is expressed in morphofunctional abnormalities of the spleen. Changes of this nature contribute to the suppression of the immunological and hematopoietic function of the spleen.

*Key words:* mycobactocriosis, micobacterium scrofulaceum, guinea pigs, spleen, morphometry.

УДК 57.021

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРРЕКЦИИ ИММУНОДЕФИЦИТА ТЕЛЯТ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ДИСПЕПСИИ

**Лашин А.П.[1], Симонова Н.В.[2], Максимов Н.И.[1]**
д.б.н, доцент, д.б.н, профессор, д.с.-х.н.
[1] – Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина, Москва, Россия
[2] – Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского,
Калуга, Россия, ant.lashin@yandex.ru, simonova.agma@yandex.ru, kit4862@mail.ru

*Аннотация.* Проведена оценка эффективности коррекции иммунодефицита телят, на фоне диспепсии, с учетом контроля динамики исчезновения клинических признаков и восстановления гематологического статуса. На основании проведенных исследований можно заключить, что включение в схему лечения диспепсии пробиотического препарата «Ветом 4» обеспечивает улучшение клинического состояния телят и стабилизирует морфологические показатели крови до физиологического уровня, что напрямую сказывается на работе иммунной системы молодого организма.

*Ключевые слова:* гематологические показатели, диспепсия, иммунодефицит, телята.

По сравнению со всеми заболеваниями новорожденного молодняка, заболевания желудочно-кишечного тракта занимают неуклонно лидирующие позиции. В первую очередь это связано с анатомо-физиологическими особенностями желудочно-кишечного тракта, т.е. с его недоразвитием к моменту рождения. Во вторых иммунная система новорожденного несовершенна и не способна дать полноценный иммунный ответ на внедрение даже условно-патогенным микроорганизмам [3].

В то же время, в современных условиях в ветеринарии имеется большое количество методов и средств лечения и профилактики диспепсии у новорожденных телят, но, несмотря на проводимые мероприятия по ликвидации болезни, многие из них нуждаются в усовершенствовании. На основании вышеизложенного, разработка новых и обновление существующих схем профилактики и терапии желудочно-кишечных болезней телят раннего возраста с применением альтернативных антибиотикам препаратов весьма актуальны для ветеринарной науки и практики [1]. Одной из эффективных лекарственных групп в этом направлении исследований являются пробиотики, обладающие низкой токсичностью, высокой биодопустимостью, широким спектром регулирующих эффектов и поливалентностью лечебного действия [2].

Целью исследования явилось изучение эффективности коррекции иммунодефицита телят при лечении диспепсии.

Данные исследования проводили в условиях ООО «Антей Агро» Тарусского района. Объектом исследования являлись телята в возрасте 3-х дней с клиническими признаками диспепсии. Для проведения опыта, из больных телят в данном хозяйстве, были сформированы 2 опытные группы. Количество телят входящих в исследуемые группы составило по 5 голов. При формировании групп использовали принцип пар аналогов. В период проведения исследования у телят обеих групп поддерживали одинаковые условия кормления и содержания. Перед применением препаратов все группы телят исследовали общепринятыми способами, проводили весовой контроль, измеряли температуру, частоту пульса и дыхания.

Животным первой опытной группы была назначена схема, применяемая для лечения в данном хозяйстве: «Тилозин 50» 1,0 на 1 кг массы и «Элеовит» 5,0 в течение 5 дней. По истечение пяти дней, данной группе телят было решено продлить лечение по аналогичной схеме на 2 дня до полного их выздоровления. Животные второй опытной группы получали «Ветом 4», который растворяли в чистой воде (50 мг/кг живой массы), задавали с интервалом в 12 часов в течение 5 дней.

Продолжительность исследования составила 7 дней, в процессе которого проводили клиническое обследование животных по общепринятым методикам [5]. Проведенные в хозяйстве клинико-патоморфологические исследования свидетельствовали о появлении среди молодняка новорожденных и до 5 суточного возраста признаков, которые характерны для диспепсии.

Гематологические исследования проводили до введения препаратов и по окончании опыта, то есть через 5 дней, с помощью гематологического анализатора CLIMA MC-15 [4].

Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы «Statistica v.6.0». Различия количественных показателей между исследуемыми группами анализировали с помощью t-критерия Стьюдента [6].

Одной из задач поставленных в ходе исследования, был учет морфологических показателей крови, отражающих способность применяемых препаратов к коррекции иммунодефицитов у телят, на фоне диспепсии (таблица 1).

Таблица 1. Гематологические показатели до лечения (M±m)

| Показатели | Норма | Опыт 1, n=5 | Опыт 2, n=5 |
|---|---|---|---|
| Гемоглобин, г/л | 90,0 -114,4 | 89,6 ±2,58 | 85,5 ±2,20 |
| Эритроциты, $10^{12}$/л | 4,9-6,44 | 3,2 ±0,45* | 4,2 ±0,73* |
| Лейкоциты, $10^9$ /л | 7,8 – 9,5 | 10,8 ±1,18* | 10,9 ±1,07* |

* $p \leq 0,05$

Исходя из данных, представленных в таблице 1 можно отметить, что по отношению к норме, в первой опытной группе уровень гемоглобина снизился на 5,5%; во второй опытной снижение произошло на 4,2%. В большей степени, понижение уровня эритроцитов наблюдалось в первой опытной группе и составило 2,0%, когда во второй опытной снижение содержания данного показателя произошло на 17,3%. Наряду с этим уровень лейкоцитов увеличился, что указывает на воспалительные процессы в организме исследуемых телят.

Таблица 2. Гематологические показатели после лечения (M±m)

| Показатели | Норма | Опыт 1, n=5 | Опыт 2, n=5 |
|---|---|---|---|
| Гемоглобин, г/л | 90,0 -114,4 | 90,6±1,63 | 99,5±1,22 |
| Эритроциты, $10^{12}$/л | 4,9-6,44 | 4,6±1,55* | 5,3±1,18* |
| Лейкоциты, $10^{9}$ /л | 7,8 – 9,5 | 9,6±1,14* | 8,5±1,32* |

* $p \leq 0,05$

После проведения лечебных мероприятий гематологические показатели достигли физиологической нормы. Так, по отношению к показателям, которые наблюдались перед проведением иммунокоррекции, регистрировались следующие изменения: уровень гемоглобина в первой опытной группе увеличился на 12,4%, во второй опытной - на 17,8%. Количество эритроцитов в обеих группах увеличилось в первой опытной группе на 9,3%, во второй опытной на 6,5%. Уровень лейкоцитов снизился до физиологической нормы, в первой опытной на 7,5%, когда во второй опытной на 17,6%. Таким образом, признаки алиментарной анемии были устранены.

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что обе схемы иммунной коррекции являются достаточно эффективными. Однако, введение в схему лечения диспепсии пробиотика «Ветом 4», способствовало более быстрому выздоровлению телят, как клинически, так и гематологически. Так, при лечении второй опытной группы уровень гемоглобина увеличился на 8,9%, а эритроцитов на 6,5%, на фоне снижения количества лейкоцитов до физиологической нормы, в среднем на 9,5%.

**Список источников**

1. Лашин А.П. Влияние адаптогенов на иммунобиохимический статус новорожденных телят / А.П. Лашин, Н.В. Симонова, Н.П. Симонова // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 7(82). – С. 42-46. – EDN QJAMJX.

2. Лашин А.П. Неонатальный окислительный стресс у телят и его коррекция / А.П. Лашин, Н. В. Симонова // Дальневосточный аграрный вестник. – 2019. – № 2(50). – С. 76-81. – DOI 10.24411/1999-6837-2019-12024. – EDN HGSMBU.

3. Нагимова Р.Р. Диспепсия телят в условиях производственного комплекса / Р.Р. Нагимова, Е.В. Маркова, В.И. Герунов // Современные тенденции развития ветеринарной науки и практики: Материалы Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции, Омск, 26 октября 2021 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 72-74. – EDN SXVAXJ.

4. Патент № 2600824 C1 Российская Федерация, МПК A61K 36/185, A61K 36/36, A61K 36/68. Способ повышения неспецифической резистентности организма новорожденных телят: № 2015143969/15: заявл. 13.10.2015 : опубл. 27.10.2016 / А. П. Лашин, Н. В. Симонова, Н. П. Симонова ; заявитель ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ". – EDN NHYMHN.

5. Склярова Л.Б. Диспепсия у телят в условиях ООО "Калужская Нива" :лечение и профилактика / Л.Б. Склярова // Разработки и инновации молодых исследователей: материалы II Всероссийской научно-практической конференции молодых исследователей, Волгоград, 13–14 ноября 2018 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2019. – С. 44-46. – EDN UJUAOZ.

6. Substantiation of the choice of the model for the formation of oxidative stress in preclinical studies / A. Lashin, N. Simonova, T. Miller [et al.] // E3S Web of Conferences : International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture" (AQUACULTURE 2022), Divnomorskoe village, Krasnodar region, Russia, 26 сентября – 02 2022 года. Vol. 381. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2023. – P. 01106. – DOI 10.1051/e3sconf/202338101106. – EDN PZWGAF.

## EFFECTIVENESS OF CORRECTION OF IMMUNODEFICIENCY IN CALVES IN THE TREATMENT OF DYSPEPSIA

**Lashin A.P.[1], Simonova N.V.[2], Maksimov N.I.[1]**

D.Sc. (Biology), Associate Professor, D.Sc. (Biology), Professor, D.Sc. (Agriculture)

[1] – Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Skryabin, Moscow, Russia

[2] – Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky,

Kaluga, Russia, ant.lashin@yandex.ru, simonova.agma@yandex.ru, kit4862@mail.ru

*Abstract.* The effectiveness of correction of immunodeficiency in calves against the background of dyspepsia was assessed, taking into account the control of the dynamics of the disappearance of clinical signs and restoration of the hematological status. Based on the studies, it can be concluded that the inclusion of the probiotic drug "Vetom 4" in the treatment regimen for dyspepsia improves the clinical condition of calves and stabilizes morphological blood parameters to a physiological level, which directly affects the functioning of the immune system of the young organism.

*Key words:* hematological parameters, dyspepsia, immunodeficiency, calves.

УДК 571.27

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭТИОТРОПНОЙ ТЕРАПИИ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ, НА ФОНЕ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ БРОНХОПНЕВМОНИИ ТЕЛЯТ

**Лашин А.П.[1], Симонова Н.В.[2], Крикунова Е.В.[1], Максимов Н.И.[1]**

д.б.н, доцент, д.б.н, профессор, к.т.н, д.с.-х.н.

[1] – Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина, Москва, Россия

[2] – Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского,

Калуга, Россия, ant.lashin@yandex.ru, simonova.agma@yandex.ru

krikunova.e@mgavm.ru, kit4862@mail.ru

*Аннотация.* Проведена сравнительная оценка терапевтической эффективности антибактериальных препаратов, на фоне неспецифической бронхопневмонии телят, с учетом контроля динамики исчезновения клинических признаков. На основании полученных данных можно заключить, что включение в схему лечения неспецифической бронхопневмонии, на фоне патогенетической терапии, антибактериального препарата

«Азитронит» обеспечивает улучшение клинического состояния телят через 12 часов после введения, а выздоровление - на 2,5 дня раньше, чем на фоне применения препарата «Спировет».

*Ключевые слова:* антибиотик, клинический статус, бронхопневмония, телята.

Успех применения этиотропной терапии при неспецифической бронхопневмонии зависит от широты спектра действия используемого препарата, его концентрации в очаге воспаления, биодоступности, быстроты действия, точности и удобства дозирования, а также обладания дополнительными действиями, такими как противовоспалительное, иммуномодулирующее и пр. [2].

Как базисные средства терапии в лечении больных животных широко используют различные антибиотики. Однако расширение спектра возбудителей и возрастание их резистентности к антибиотикам, сенсибилизация больных к наиболее часто применяемым бета-лактамным препаратам, актуальность подавления, так называемых, атипичных возбудителей, определило интерес к проведению сравнительной оценки фармакодинамики этой лекарственной группы [4,5].

Целью исследования стало проведение сравнительной оценки терапевтической эффективности антибактериальных препаратов, на фоне неспецифической бронхопневмонии телят.

Данные исследования проводили в условиях Совхоз «Головково» Наро-Фоминского района. Объектом исследований были телята симментальской породой красно-пестрой масти. У всех животных, задействованных в опыте, наблюдались клинические проявления острой формы неспецифической бронхопневмонии.

Для проведения опыта были сформированы по принципу пар аналогов две группы (опытная и контрольная) по 5 голов в каждой. Возраст телят, входящих в группы, на момент исследования варьировал в диапазоне от 30 до 45 дней, живая масса – от 40 до 50 кг. В период проведения опыта у телят опытной и контрольной групп поддерживали одинаковые условия кормления и содержания.

В схемах лечения больных животных обеих групп были использованы средства этиотропной терапии. Телят контрольной группы лечили по схеме принятой в хозяйстве с использованием препарата «Спировет», который вводили внутримышечно в дозе 5 мл на 40 кг живой массы, 1 раз в сутки, однократно. В схеме лечения телят опытной группы использовании антибиотик из группы макролидов – «Азитронит», который вводился в дозе 1 мл на 20 кг живой массы 1 раз в сутки, двукратно с интервалом 24 часа.

Продолжительность исследования составила 10 дней, в процессе которого проводили клиническое обследование животных по общепринятым методикам [1].

Для оценки терапевтической эффективности антибиотиков определяли тяжесть течения, продолжительность болезни, сохранность [3].

На протяжении всего опыта за телятами обеих групп велось наблюдение. Как видно из представленных в таблице 1 данных, лечение животных, больных неспецифической бронхопневмонией, в обоих случаях привело к положительному результату.

Таблица 1. Эффективность использования препаратов при лечении телят больных бронхопневмонией

| Показатели | Группы | |
|---|---|---|
| | контрольная | опытная |
| Количество телят | 5 | 5 |
| Количество препарата на 50 кг живой массы, мл | 6,25 | 2,5 |
| Видимый эффект, ч | 48 | 12 |
| Срок выздоровления, дн. | 7-10 | 5-7 |
| Терапевтическая эффективность, % | 100 | 100 |

В обеих группах после первого применения препаратов отмечалось улучшение общего состояния телят. Так, использование препарата «Спировет» обеспечило улучшение клинического статуса у телят контрольной группы с легкой степенью заболевания было зафиксировано через 48 часов, то есть на 3-й день лечения, после двукратного введения антибиотика. Полное выздоровление наблюдали на 7-10 день лечения, в среднем по группе на 8-9-е сутки. Положительный эффект характеризовался быстротой обратного развития основных симптомов: снижались общая температура тела, частота пульса и дыхания.

При использовании антибиотика «Азитронит» положительная динамика при легкой степени заболевания наблюдалась намного раньше: через 12 часов после начала лечения у животных снизилось угнетение, появился аппетит. Через 24 часа общее состояние практически нормализовалось. Положительная динамика сохранялась в течение всего периода наблюдения. Выздоровление телят зафиксировано на 5-7-е сутки, в среднем по группе на 6-ой день лечения.

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать вывод о том, что обе схемы лечения являются достаточно эффективными. Однако, введение в схему лечения неспецифической бронхопневмонии, на фоне патогенетической терапии, антибактериального препарата «Азитронит», способствовало более быстрому выздоровлению телят, чем при использовании препарата «Спировет».

**Список источников**

1. Козлов Г.В. Изменение гематологических показателей у телят, на фоне фитокоррекции бронхопневмонии / Г.В. Козлов, А.П. Лашин // Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 110-летию со дня рождения Ивана Сергеевича Кауричева : Материалы конференции, г. Калуга, 14 декабря 2023 года. – Калуга: ИП Якунина В.А., 2024. – С. 187-192. – EDN JMDFDX.

2. Курских Т.В. Бронхопневмония у телят (клинический случай) / Т.В. Курских, О.Г. Петрова // Основные вирусные и инфекционные заболевания животных: сборник клинических случаев, Екатеринбург, 24–25 апреля 2021 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2021. – С. 13-14. – EDN ZFVIKH.

3. Лашин А.П. Профилактика остро-катарального бронхита телят / А.П. Лашин // Устойчивое развитие агропромышленного комплекса как основа продовольственной безопасности: сборник материалов международной научной конференции, Смоленск, 07 декабря 2023 года. – Смоленск, 2023. – С. 301-306. – EDN JQBTAW.

4. Патент № 2600824 C1 Российская Федерация, МПК A61K 36/185, A61K 36/36, A61K 36/68. Способ повышения неспецифической резистентности организма новорожденных телят: № 2015143969/15: заявл. 13.10.2015 : опубл. 27.10.2016 / А.П. Лашин, Н.В. Симонова, Н.П. Симонова; заявитель ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ". – EDN NHYMHN.

5. Шубина Т. П. Бронхопневмония телят и методы ее лечения / Т.П. Шубина, Д.В. Герасименко, А.Е. Силайкина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 4(142). – DOI 10.23670/IRJ.2024.142.7. – EDN BUJUQX.

## COMPARATIVE EVALUATION OF ETIOTROPIC THERAPY WITH ANTIBACTERIAL DRUGS, AGAINST THE BACKGROUND OF NON-SPECIFIC BRONCHOPNEUMONIA IN CALVES

**Lashin A.P.[1], Simonova N.V.[2], Krikunova E.V.[1], Maksimov N.I.[1]**

D.Sc. (Biology), Associate Professor, D.Sc. (Biology), Professor, Ph.D., D.Sc. (Agriculture)

[1] – Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Skryabin, Moscow, Russia
[2] – Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky
Kaluga, Russia, ant.lashin@yandex.ru, simonova.agma@yandex.ru, krikunova.e@mgavm.ru, kit4862@mail.ru

*Abstract.* A comparative assessment of the therapeutic efficacy of antibacterial drugs was performed against the background of non-specific bronchopneumonia in calves, taking into account the control of the dynamics of the disappearance of clinical signs. Based on the data obtained, it can be concluded that the inclusion of the antibacterial drug "Azitronit" in the treatment regimen for non-specific bronchopneumonia against the background of pathogenetic therapy provides an improvement in the clinical condition of calves 12 hours after administration, and recovery - 2.5 days earlier than with the use of the drug "Spirovet".

*Key words:* antibiotic, clinical status, bronchopneumonia, calves.

УДК 619:618.19 – 006:636.7

## НЕОБХОДИМОСТЬ ДРЕНИРОВАНИЯ СВОБОДНЫХ ПОЛОСТЕЙ ПРИ УНИЛАТЕРАЛЬНОЙ МАСТЭКТОМИИ СОБАК

**Лукина А.Н., Сергеев Д.М., Степанова У.А.[1], Димитриева В.А.[2]**
*Научный руководитель Попов А.П.[1], ассистент*
[1] – Чувашский государственный аграрный университет
[2] – МАОУ "СОШ №61 им. С. В. Капранова" г. Чебоксары, класс 11В
Чебоксары, Россия, alenalukina44@gmail.com

*Аннотация.* В статье рассматривается вопрос о профилактировании послеоперационных осложнений при удалении пораженных неоплазией молочных желез посредством проведения унилатеральной мастэктомии. В ходе исследования было выявлено большее число воспалений и большую экссудацию у животных, которым не проводилось дренирование кожных карманов, однако данные осложнения были несущественными и исчезали на 7-10 сутки. Установка дренажа, также является эффективным способом профилактики, однако в некоторых случаях дренаж может являться воротами вторичной инфекции.

*Ключевые слова:* унилатеральная мастэктомия у сук, дренирование, молочные железы, опухоли, патология.

Новообразования молочных желёз — являются наиболее распространенными онкологическими заболеваниями у собак и составляют 24 - 28% от общего числа опухолевых патологий [1,2]. Чаще всего она диагностируется у нестерилизованных сук в возрасте 7 - 10 лет. В зависимости от стадии и злокачественности процесса выбором лечения может являться хирургическое вмешательство, химиотерапия или же комбинация этих методов. У собак, ввиду особенности топографии лимфатических сосудов, возможно проведение как регионарной, так и унилатеральной мастэктомий, в зависимости от расположение неопластического очага [1,4,5]. Наиболее распространенными послеоперационными осложнениями при проведении мастэктомий являются: рецидив новообразования, инфицирование хирургических швов и их расхождение по причине излишнего натяжения тканей и образование сером [3,4,6]. Для снижения рисков возникновения первых трех осложнений рекомендовано проведение профилактических мероприятий и соблюдение правил онкохирургии, для последнего же рекомендована установка дренажей или уменьшение мертвого пространства, путем проведения пластики и послойного подшивания

слоев. Однако, есть ряд исследований, в которых описываются случаи восходящего инфицирования через дренаж [7]. Целью нашего исследования являлось сравнение эффективности и безопасности проведения дренирования и закрытия мертвых дефектов подшиванием кожи к нижележащим тканям после унилатеральных мастэктомий у сук.

В ходе проведения исследования нами были сформированы две группы собак, возрастом 8 – 11 лет с новообразованием молочных желез, узловой формы, размером от 2 до 5 сантиметров, располагающихся на 3 молочном пакете. Всем животным проводилась унилатеральная мастэктомия на базе УПЦ ВК «Усы, лапы, хвост» Чувашского ГАУ. В процессе предоперационных исследований у животных исключались заболевания внутренних органов и наличие удаленных метастаз.

Диагностические оценки проводились путём сбора анамнеза, клинического и ультразвукового обследования. Также были выполнены рентгенография грудной клетки (правой, левой и вентродорсальных проекций) для исключения метастатического заболевания.

Перед операцией собак выдерживали на 12-ти часовой голодной диете. Животным проводили предоперационную премедикацию препаратом Тразадон (5мг/кг внутримышечно) и проводили внутримышечное введение антибиотика Цефазолин (в дозе 25мг/кг). Анестезия осуществлялась Ветофолом (0,4 мл/кг массы внутривенное введение).

После подготовки операционного поля проводили разметку границ резекции. Вокруг гряды молочных желез выполнялся эллиптический разрез, поверхностные паховые лимфатические узлы также удаляли единым блоком [7]. После острой отпрепаровки ткани рану тщательно промывали тёплым физиологическим раствором (натрия хлорида 0,9%). У 11 животных рана ушивалась послойно, с подшиванием кожи к нижележащим тканям, для уменьшения мертвого пространства, у 9 собак в область паховой складки устанавливался дренаж. Ушивание ран проводилось монофиламентной нитью (полидиаксанон), размером USP:3/0, при помощи узловых швов. Всем животным назначалось подкладывание валика в паховую область под попону, в первые 3-5 дней. Снятие швов проводили на 10-12 день, до момента снятия швов на 3, 7 и 10 день проводилась оценка состояния шва, результаты исследования представлены в табл.1.

Таблица 1. Состояние послеоперационной раны

| Показатель | 1 группа (без установки дренажа) | | | 2 группа (с установкой дренажа) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 сут. | 7 сут. | 10 сут. | 3 сут. | 7 сут. | 10 сут |
| Воспаление в области швов | 7 | 3 | - | 4 | 1 | 1 |
| Выраженная экссудация операционной раны | 6 | - | - | 3 | 1 | - |
| Признаки послеоперационного инфицирования | - | - | - | - | 1 | - |
| Расхождение швов | - | - | - | - | - | - |

По данным таблицы, у 7 животных или 63,6% из 1 группы на 3 сутки после проведенного оперативного вмешательства отмечались признаки воспаления в области наложенных швов, что на 19,2% больше, чем во 2 группе. Большее число воспалений может быть связано с большим натяжением тканей и большим их травмированием при послойном ушивании. На 7 сутки число воспалений в 1 группе снижалось до 27,2, а во 2 группе до 11,1%. На 10 день после оперативного вмешательства признаки воспаления отсутствовали у 1 группы и отмечался один случай у собаки с признаками инфицирования в области дренажа во 2 группе.

Аналогично с картиной воспаления, в начальном постоперационном периоде, у животных без дренирования кожных карманов отмечалось большее число случаев с обильной экссудацией, однако на 7 сутки в 1 группе собаки с «мокнущими» швами

отсутствовали. Во 2 же группе, изначальное число собак с активно экссудирующими швами составило 27,2%, которое сократилось на 7 сутки до 11,1%.

Среди животных обеих групп лишь у одной было диагностировано послеоперационное инфицирование шва. Причиной этому послужило чрезмерное привлечение животного к дренажу и его разлизывание. Данное осложнение было купировано применением антибактериальных мазей.У животных обеих групп швы были состоятельны до самого снятия.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение дренирования операционных карманов при проведении мастэктомий у сук не является обязательным требованием для профилактики послеоперационных осложнения. Грамотное послойное закрытие хирургической раны и бережное отношение к мягким тканям также позволяют избегать образование сером.

**Список источников**

1. Веремей Э.И. Оперативная хирургия с топографической анатомией. Практикум: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Ветеринарная медицина», «Ветеринарная санитария и экспертиза», «Ветеринарная фармация» / Э.И. Веремей, В.А. Журба, В.М. Руколь; ред. Э.И. Веремей.- Минск: ИВЦ Минфина, 2017. - 471 с.

2. Григорьева Е.А. Анализ крови как один из главных показателей диагностики болезней животных / Е.А. Григорьева, А.И. Димитриева, И.О. Ефимова // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку: мат. Всерос. студ. науч.-практич. конф. с уч. школьников 10-11 классов.- Чебоксары, 2020.- С. 302-305.

3. Лихутов Д.А. Дезенфекционные мероприятия в операционной ветеринарной клиники / Д.А. Лихутов, А.И. Димитриева // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку: мат. Междунар. студ. науч.-практич. конф. с участием школьников 10-11 классов.- Чебоксары, 2024.- С. 517-520.

4. Общая хирургия ветеринарной медицины: учебник / Э.И. Веремей, А.А. Стекольников, Б.С. Семенов, О.К. Суховольский, В.М. Руколь, А.А. Мацинович, В.А. Журба, В. А. Ходас.- СПб.: ООО Квадро, 2021. - 600 с.

5. Попов А.П. Заживление ран у непродуктивных животных / А.П. Попов, Н.И. Косяев, И.О. Ефимова // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации: мат. II Междунар. науч.-практич. конф.- Чебоксары, 2023.- С. 317-319.

6. Попов А.П. Сравнение эффективности микроскопических методов диагностики бабезиоза у собак / А.П. Попов, А.А. Касьянов, А.И. Димитриева // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку: мат Всерос. студ. науч.-практич. конф. с уч. школьников 10-11 классов.- Чебоксары, 2021.- С. 446-449.

7. Тимофеев С.В. Опухоли органов репродуктивной системы у собак / С.В. Тимофеев, Н.В. Голубцова, Е.В. Кузьмичева // Ветеринария. – 2006. – № 9. – С. 50–51.

## NEED FOR DRAINAGE AFTER UNILATERAL MASTECTOMY IN DOGS

**Lukina A.N.[1], Sergeev D.M.[1], Stepanova U.A.[1], Dimitrieva A.V.[2]**

*Scientific supervisor A.P. Popov[1], Assistant,*

[1] – Chuvash State Agrarian University

[2] – MAEI "SOSH №61 name of S.V. Capronova", Cheboksary, class 11B

Cheboksary, Russia, *alenalukina44@gmail.com*

*Abstract.* Comparison of traditional mastectomy closure (with closed suction drainage) and conventional closure group without any drainage placement.

The usual mastectomy closure was with a combination of absorbable sutures to eliminate dead space and skin sutures. In the first 6 and 10 days after surgery, each incision was evaluated

according to the clinical scale. All dogs were reviewed one month after surgery. No significant differences in time complications were found among the two closure methods. Drainage presence or absence did not affect the result.

*Key words:* unilateral mastectomy in bitches, drainage, mammary glands, tumors, pathology.

УДК 619:616.24-002:578.082.2(476)

## МОНИТОРИНГ РЕСПИРАТОРНОЙ ПАТОЛОГИИ КРС В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ С ДИФФЕРЕНЦИАЦИЕЙ БАКТЕРИЙ СЕМЕЙСТВА PASTEURELLACEAE

**Малащенко Н.О.**
Магистрант
*Научный руководитель Тяпша Ю. И. к.в.н. доцент, зав. отделом молекулярно-генетической диагностики и генной инженерии*
**Дубаневич О.В.,**
Старший научный сотрудник отдела молекулярно-генетической диагностики и генной инженерии
Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского
Минск, Республика Беларусь, rb_de_ussr@rambler.ru

*Аннотация.* Статья посвящена комплексному изучению бактериальных и вирусных патогенов, являющихся возбудителями респираторных заболеваний крупного рогатого скота в Беларуси. Основное внимание уделено представителям семейства *Pasteurellaceae (Pasteurella, Mannheimia)* и молекулярно-генетическим методам диагностики.

*Ключевые слова:* ПЦР, мониторинг, респираторная патология, крупный рогатый скот, *pasteurellaceae.*

Респираторные заболевания крупного рогатого скота (КРС) продолжают оставаться одной из наиболее значимых проблем современного животноводства, нанося существенный экономический ущерб хозяйствам во всем мире. Среди возбудителей этих патологий особое место занимают бактерии семейства *Pasteurellaceae*, в частности представители родов *Pasteurella и Mannheimia*. Эти микроорганизмы способны вызывать тяжелые бронхопневмонии, часто приводящие к летальным исходам, особенно при смешанных инфекциях с вирусными патогенами [1,4].

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что традиционные методы диагностики (бактериологический посев, серологические тесты) часто оказываются недостаточно эффективными для точной идентификации видов и серотипов этих микроорганизмов, а данные о генетическом разнообразии *Pasteurellaceae* в Республике Беларусь крайне ограничены.

Особую сложность представляет дифференциальная диагностика пастереллеза и манхеймиоза, поскольку эти заболевания имеют сходную клиническую картину, но могут требовать разных подходов к лечению и профилактике. Кроме того, представители Pasteurellaceae часто выступают в качестве секундарных патогенов на фоне вирусных инфекций (вирусной диареи КРС, парагриппа-3, инфекционного ринотрахеита и других), что значительно осложняет течение болезни.

В последние годы все большее значение приобретают молекулярно-генетические методы исследования, такие как полимеразная цепная реакция (ПЦР) и HRM-анализ (High Resolution Melting). Эти методы позволяют не только точно идентифицировать возбудителей, но и изучать их генетическое разнообразие, что крайне важно для понимания эпидемиологии заболеваний и разработки эффективных мер контроля.

Целью настоящего исследования было выявление и молекулярно-генетическая характеристика бактерий семейства *Pasteurellaceae* в биологическом материале от КРС с признаками респираторной патологии с использованием современных методов диагностики и выявление ассоциаций бактериальных и вирусных патогенов. Для достижения этой цели решались следующие задачи: изучение внутривидовой и межвидовой изменчивости бактерий с помощью специально подобранных праймеров; анализ отдельных локусов генома методом HRM; оценка распространенности бактерий семейства *Pasteurellaceae* в сочетании с вирусными патогенами в хозяйствах Беларуси.

## ОПИСАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ МЕТОДОВ

Исследования проводились в 2024 г. в отделе молекулярно-генетической диагностики и генной инженерии РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышелесского» в рамках задания 3.15 «Изучение бактерий, вызывающих респираторную патологию крупного рогатого скота в Республике Беларусь, молекулярно-биологическими методами и создание банка идентифицированных изолятов инфекционных биологических агентов» ГПНИ: «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» подпрограмма «Животноводство и племенное дело».

Проведенное исследование охватило 414 биологических образцов из 93 сельскохозяйственных предприятий Республики Беларусь. В работе использовались патологический материал, носовая слизь и сыворотка крови от животных с клиническими признаками респираторных заболеваний, а также эталонные штаммы из коллекции КМИЭВ.

- на первом этапе анализировали праймеры (прямой 1Р-911 и обратный 2Р-962), специфичные к гену 16S рРНК бактерий семейства *Pasteurellaceae*. Эти праймеры были выбраны таким образом, чтобы они захватывали (фланкировали) участок гена 16S рРНК, содержащий изменчивые (вариабельные) области.

- на втором этапе готовились пробы биологического материала, которые отбирались у КРС с признаками респираторной патологии прижизненно и посмертно. Посмертно отбирался патологический материал, внутренние органы (патматериал), прижизненно, как правило, носовая слизь и фекалии, сыворотка крови и др.

- на третьем этапе выделялась ДНК/РНК российским набором «АмплиПрайм РИБО-сорб» согласно инструкции по его применению.

- на четвертом этапе проводили постановку ПЦР, согласно протокола на рисунке 1.

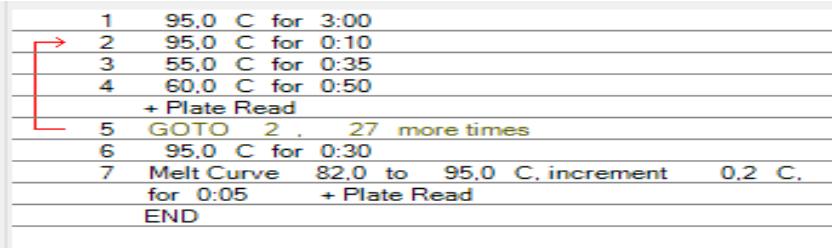



Рис.1. Протокол амплификации

- на пятом этапе проводили форез в 2%-м геле (агароза растворялась в ТАЭ буфере) при 120 В, 60 mA и 7 W, время проведения фореза – 40 минут.

## ОПИСАНИЕ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Чтобы убедиться, что используемые праймеры специфично связываются с ДНК различных видов семейства *Pasteurellaceae* и что между участками связывания праймеров находятся участки ДНК, отличающиеся между видами (вариабельные области), мы провели анализ с помощью программного обеспечения BLAST (в базе данных NCBI) и BioEdit к

некоторым из бактерий сем. *Pasteurellaceae* и подтвердили специфичность в ПЦР с различными штаммами микроорганизмов (рисунок 2).

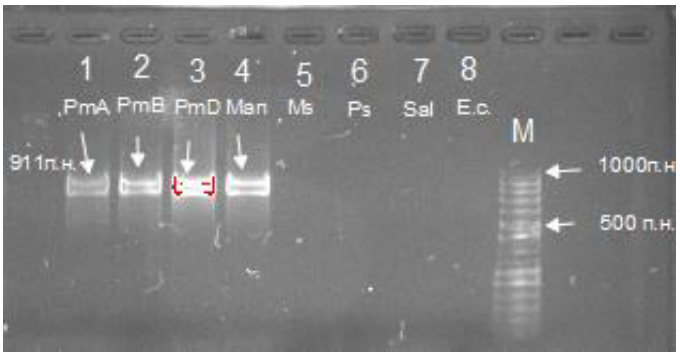



Рис. 2. Электрофореграмма продуктов амплификации праймеров 1Р-911 и 2Р-962 с ДНК штаммов *Pasteurella multocida* типов A, B, D, *Manncheimia haemolitica, Mycoplasma species, Pseudomonas aeruginosa Salmonella dublin и E. coli*

С использованием праймеров 1Р-911 и 2Р-962 в ПЦР был проведен HRM-анализ (анализ по кривым температур плавления) 414 образцов биологического материала из 93 хозяйств, из них в 64-х (69%) выявили генетические маркеры сем. *Pasteurellaceae*, при этом положительный результат получен в 169 (41%) исследуемых проб (рисунок 3).

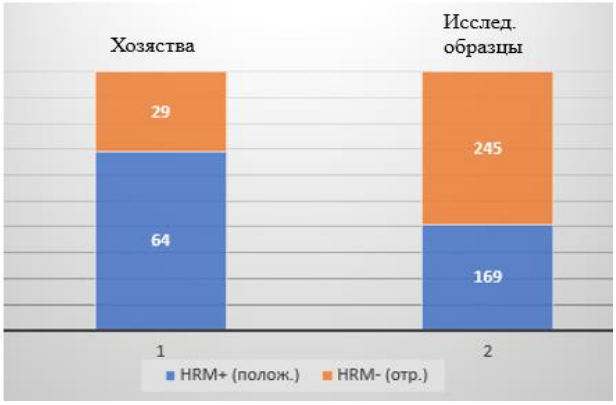



Рис. 3. Соотношение HRM+ и HRM- результатов по температурам кривых плавления в хозяйствах РБ и исследованных образцах

В результате HRM анализа 169 положительных проб (41%), где были выявлены генетические маркеры сем. *Pasteurellaceae*, результаты распределились по температурам плавления от температуры 87,4 ºС до 92, 4 ºС. Температурный диапазон составил 5 градусов. Получено 18 значений по температурным кривым плавления: 87,4ºС, 88,6 ºС, 88,8 ºС, 89 ºС, 89.2 ºС, 89,4 ºС, 89,6 ºС, 89,8 ºС, 90 ºС, 90,2 ºС, 90,4 ºС, 90,6 ºС, 90,8 ºС, 91 ºС, 91,2 ºС, 91,4 ºС, 91,6 ºС и 92,4 ºС (рисунок 4, 5).

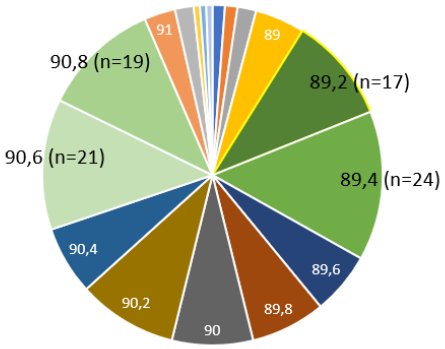



Рис. 4. Анализ исследуемых образцов по кривым температур плавления (n=169)

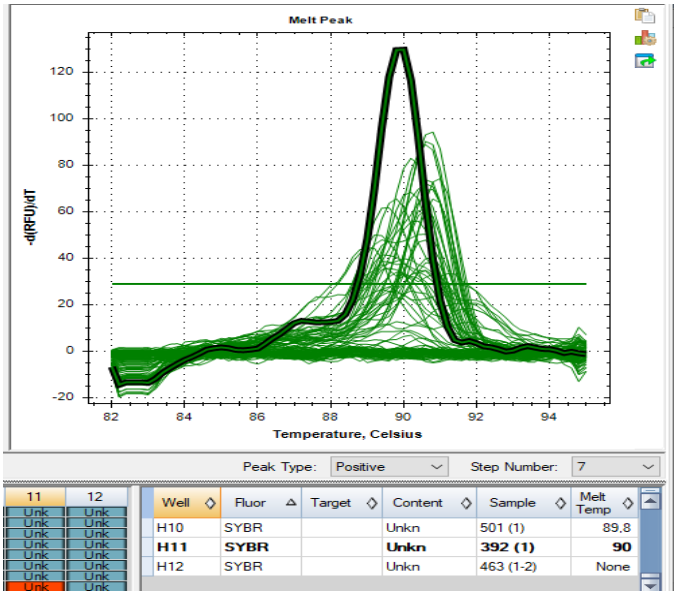



Рис. 5. Пример результатов HRM анализа исследуемых образцов (96 исследуемых образцов, положительные образцы в виде сигмоидных кривых

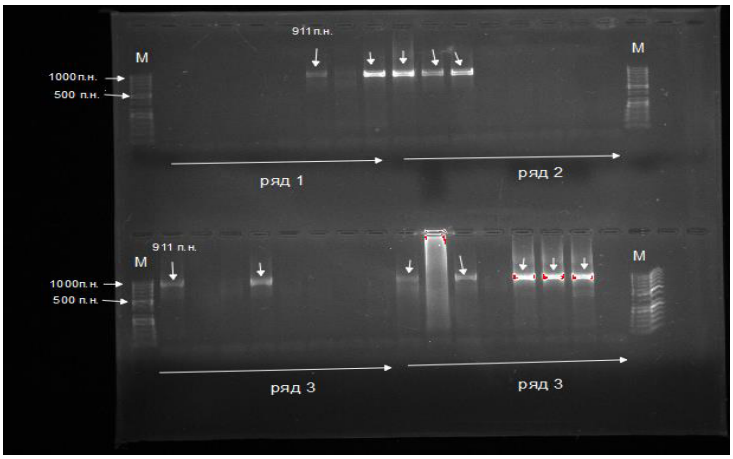



Рис. 6. Электрофореграмма исследуемых положительных проб (обозначены стрелочками)

Из 169 (41%) положительных проб (HRM+), где выявили генетические маркеры сем. *Pasteurellaceae*, в 114 (68%) случаях получен положительный результат из патматериала, в 22 (13%) – из носовой слизи, в 16 (10%) – из фекалий, 3% – из сыворотки, 11 – другие образцы. В 245 (59,2%) отрицательных пробах (HRM-), где не выявили генетические маркеры сем. Pasteurellaceae, биологический материал был представлен в следующем соотношении: 160 (65%) проб сыворотки, 36 (15%) проб фекалий, 25 (10%) патматериалов, 8 (3%) проб носовой слизи и 16 (7%) – другие образцы.

В 155 пробах материала дополнительно выявляли генетические маркеры респираторных патогенов, вызывающих инфекционный ринотрахеит (ИРТ), парагрипп-3 (ПГ-3), вирусную диарею (ВД), респираторно-синцитиальную инфекцию (РСИ), коронавирусную инфекцию (Корона) и микоплазмоз (*Mycoplasma species*). В 76 пробах выявлены генетические маркеры сем. Pasteurellaceae и 56% (43 пробы) содержали маркеры других патогенов: Mycoplasma species – 14 случаев (наиболее часто), ИРТ – 9, ВД и Корона – по 6, РСИ – 5, ПГ-3 – 3. В 79 пробах генетические маркеры Pasteurellaceae отсутствовали, при этом 49% (39 проб) содержали маркеры следующих патогенов: ПГ-3 – 17 случаев (максимальная частота), Mycoplasma species – 11 (второе место), ИРТ – 6, Корона – 3, ВД – 2, РСИ – 1. Таким образом, при выявлении генетических маркеров сем. Pasteurellaceae чаще всего выявлялись микоплазмы и ИРТ, а также значимо присутствовали ВД и коронавирус. Там, где маркеры сем. Pasteurellaceae не выявили, доминировал ПГ-3. Доминирование ПГ-3 на фоне отсутствия выявления бактериальных патогенов объясняется тем, что вирус является менее патогенным и он реже ассоциируется тяжелыми бактериальными осложнениями на фоне ИРТ, ВД и РСИ, которые еще вызывают и иммуносупрессию, достаточную для развития вторичной бактериальной колонизации [2, 3].

**Заключение**

1. Установлено, что нуклеотидные участки, которые фланкируют используемые праймеры, вариабельны и пригодны для выявления внутри и межвидовой вариабельности бактерий сем. *Pasteurellaceae*.
2. Исследовано 414 образцов из 93 сельскохозяйственных комплексов Республики Беларусь, в результате ПЦР выявлено 169 генетических маркеров, принадлежащих бактериям сем. *Pasteurellaceae*.
3. По кривым температур плавления выявлено 18 групп с диапазоном температур 5 градусов, с 87,4˚С до 92,4˚С. Анализ этих вариабельных областей с помощью секвенирования ДНК позволит в дальнейшем выявить видовое и внутривидовое разнообразие бактерий семейства *Pasteurellaceae*. Филогенетический анализ может помочь идентифицировать новые, ранее неизвестные штаммы или виды сем. *Pasteurelaaceae*, которые могут обладать высоким потенциалом патогенности.
4. Установлена важность одновременного тестирования на бактериальные (*Pasteurellaceae, Mycoplasma*) и вирусные патогены.
5. Результаты исследования свидетельствуют о сложном характере респираторных инфекций КРС в Беларуси и необходимости учета возможных микс-инфекций при диагностике, лечении и специфической профилактике.

**Список источников**

1. Klaus Aktories Joachim H.C. Orth Ben Adler/ Current Topics in Microbiology and Immunology / Pasteurella multocida Molecular Biology, Toxins and Infection. – 2012. – Vol. 361. – P. 1-140.
2. Jeff L. Caswell; Ken G. Bateman; Hugh Y. Cai; Fernanda Castillo-Alcala. (2010). Mycoplasma bovis in Respiratory Disease of Feedlot Cattle., 26(2), 0 – 379. doi:10.1016/j.cvfa.2010.03.003.
3. Ellis John A. (2009). Update on viral pathogenesis in BRD. Animal Health Research Reviews, 10(2), 149–153. doi:10.1017/S146625230999020X

4. Abdel hay El-Sayed Kaoud, Hussein. (2019). Bacterial Cattle Diseases ‖ Bovine Respiratory Disease in Feedlot Cattle: Antimicrobial Resistance in Bovine Respiratory Bacterial Pathogens and Alternative Antimicrobial Approaches., 10.5772/intechopen.78416 (Chapter 2), –. doi:10.5772/intechopen.81718.

## MONITORING OF RESPIRATORY PATHOLOGY OF CATTLE IN THE REPUBLIC OF BELARUS WITH DIFFERENTIATION OF BACTERIA OF THE PASTEURELLACEAE FAMILY

**Malahcenko N.**
Master's student,
*Scientific supervisor Tyapsha Yu. I., candidate of veterinary sciences, associate professor, head of the department of molecular genetic diagnostics and genetic engineering*
**Dubanevich A.,**
Senior researcher, Department of Molecular Genetic Diagnostics and Genetic Engineering
Institute of Experimental Veterinary Medicine named after S.N. Vyshelessky
Minsk, Republic of Belarus, rb_de_ussr@rambler.ru

*Abstract.* The article is devoted to a comprehensive study of bacterial and viral pathogens that cause respiratory diseases in cattle in Belarus. The main attention is paid to representatives of the Pasteurellaceae family (Pasteurella, Mannheimia) and molecular genetic diagnostic methods

*Key words:* PCR, monitoring, respiratory pathology, cattle, pasteurellaceae.

УДК 636.09:616.155+577.171

## ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ КАТИОННЫХ БЕЛКОВ НЕЙТРОФИЛОВ У ЖИВОТНЫХ, СЕНСИБИЛИЗИРОВАННЫХ БРУЦЕЛЛАМИ

**Манакова О.О., Янченко Т.А.**
Младший научный сотрудник, к.б.н., ведущий научный сотрудник
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия, golovachcheva@mail.ru

*Аннотация.* В статье представлены результаты динамики выработки неферментных катионных белков нейтрофилов периферической крови морских свинок, иммунизированных неагглютиногенным штаммом бруцелл. Активность антимикробных систем оценивали путем определения спонтанной и индуцированной продукции катионных белков фотометрическим способом. В качестве стимулятора при постановке реакции использовали бруцеллезный антиген. Подсчет коэффициентов стимуляции произведен во все сроки наблюдения. Отмечено два пика стимулирующей активности катионных белков: максимальный подъем коэффициентов стимуляции наблюдался на 14-е сутки, и менее выраженный подъем на 28-е сутки после иммунизации. Пик выработки агглютинирующих антител пришелся на 21 сутки, а комплементсвязывающих антител на 21-28 сутки после иммунизации, менее интенсивный подъем титров агглютинирующих и комплементсвязывающих антител отмечен на 69 сутки, в эти сроки отмечается снижение стимулированной активности катионных белков нейтрофилов. Установлено, что пик активности неферментных катионных белков нейтрофилов, опережает пик гуморального иммунного ответа.

*Ключевые слова:* антигены, катионные белки, нейтрофилы, иммунизация, *Brucella abortus.*

Бруцеллез – широко распространенный бактериальный зооноз, вызываемый внутриклеточными микроорганизмами рода Brucella [1].

Особенности внутриклеточного жизненного цикла бруцелл позволяют предполагать ведущую роль нарушений иммунитета в патогенезе данного заболевания. Ведущую роль в борьбе со многими бактериальными патогенами имеют полиморфноядерные нейтрофилы,

однако функция этих иммунокомпетентных клеток при бруцеллезе оставалась неизученной в течение продолжительного времени [2].

Основными путями реализации бактерицидной функции нейтрофилов являются кислород-зависимый метаболизм, в процессе которого образуются активные формы кислорода (перекись водорода, супероксиданион и другие), а также кислород-независимый, осуществляемый при участии лизоцима, катионных белков и гидролитических ферментов [3].

До настоящего времени диагностика бруцеллеза животных основывается на учете клинико-эпизоотологических и лабораторных данных, однако научный интерес представляют особенности межклеточных взаимоотношений в процессе формирования противобруцеллезного иммунитета [4, 5].

Цель исследования – изучить динамику активности катионных белков нейтрофилов морских свинок, иммунизированных R-штаммом бруцелл.

Материалы и методы**.** По принципу аналогов были сформированы две группы морских свинок: опытная группа – 5 голов, иммунизированные суспензией из штамма Brucella abortus 16/4; контрольная группа - 5 морских свинок интактных к бруцеллезу.

Отбор проб крови производили до и на 7-, 14-, 21-, 28-, 42-, 55- и 69-е сутки после иммунизации.

Количество неферментных катионных белков в нейтрофилах периферической крови опытных и контрольных морских свинок определяли фотометрическим методом без обработки антигеном (спонтанный вариант) и с обработкой антигеном (стимулированный вариант). Результаты исследования фиксировали на многоканальном иммунохимическом анализаторе «Fluorofot STD-Less-486-M» (производства России) и учитывали в условных единицах оптической плотности (у.ед.оп.пл.).

Во все сроки наблюдения произведен подсчет коэффициентов стимуляции (КС) согласно стандартной методике. В качестве стимулирующей нагрузки, при постановке реакции, использовали бруцеллезный антиген.

Сыворотку крови морских свинок во все сроки наблюдения исследовали согласно ГОСТ 34105-2023 «Животные. Лабораторная диагностика бруцеллеза. Серологические методы» в реакции агглютинации (РА) и в реакции связывания комплемента (РСК).

Цифровой материал обрабатывали с использованием методов вариационной статистики, включающих расчет средней арифметической (M) и ошибки средней арифметической (m). Статистическую значимость различий средних оценивали по t-критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение. Показатели спонтанной активности катионных белков нейтрофилов интактных морских свинок в разные сроки исследования существенно не изменялись и составляли в средней от 1,21±0,06 до 1,41±0,13 у.е.оп.пл. При внесении в клеточную взвесь бруцеллезного антигена параметры активности катионных белков варьировались от 2,07±0,16 до 2,23±0,07 у.е.оп.пл.

Активности катионных белков иммунизированных морских свинок до и в разные сроки после иммунизации неагглютиногенным штаммом бруцелл представлены в таблице 1.

Таблица 1 Динамика активности неферментных катионных белков у морских свинок, иммунизированных *B. abortus* 16/4, (M±m)

| Способ постановки | Срок исследования | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | до введ. | 7 сутки | 14 сутки | 21 сутки | 28 сутки | 42 сутки | 55 сутки | 69 сутки |
| спонтанный | 1,39± 0,05 | 1,43± 0,02 | 0,61± 0,06* | 0,83± 0,06* | 0,85± 0,10* | 1,34± 0,19 | 1,31± 0,04 | 2,55± 0,12* |
| стимулированный | 2,22± 0,31 | 2,07± 0,20 | 1,67± 0,26 | 0,70± 0,04* | 1,56± 0,20 | 0,95± 0,08* | 0,83± 0,19* | 1,48± 0,16 |

Примечание: *$p \leq 0,05$.

Параметры спонтанной активности катионных белков у морских свинок перед иммунизацией составили 1,39±0,05 у.е.оп.пл., при их стимуляции бруцеллезным антигеном - 2,22±0,31.

На 7-е сутки после иммунизации исследуемые показатели существенно не отличались от величин катионных белков, установленных нами в начале эксперимента.

С 14-х по 28-е сутки отмечалось достоверное снижение концентрации катионных белков при постановке реакции без антигенной стимуляции фагоцитов, при этом среднегрупповые значения в этот период варьировали от 0,61±0,06 до 0,85±0,10 у.е.оп.пл. Внесение в взвесь нейтрофилов бруцеллезного антигена способствовало подавлению продукции антимикробных пептидов, особенно на 21-е сутки после введения препарата, когда мы наблюдали наиболее значительное уменьшение концентрации КБ в нейтрофилах до 0,70±0,04 у.е.оп.пл. против 2,22±0,31 у.е.оп.пл. до иммунизации.

На 42-е и 55-е сутки спонтанная активность продукции катионных белков восстановилась до уровня, который мы регистрировали перед иммунизацией, а на 69-е сутки с высокой степенью достоверности увеличилась.

Снижение содержания катионных белков нейтрофилов отмечалось при стимуляции антигеном, особенно на 42-е и 55-е стуки после иммунизации.

Во все наблюдаемые сроки также был произведен подсчет коэффициентов стимуляции, как отношение стимулированной пробы к пробе без антигенного воздействия. Средне групповые значения этих показателей представлены на рис. 1.

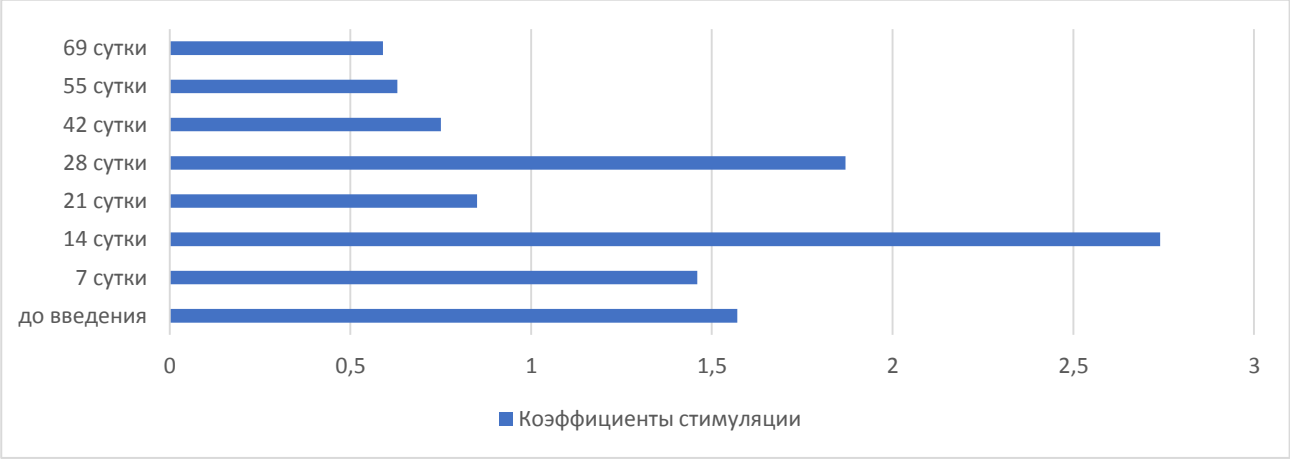



Рис. 1. Динамика изменений индекса стимуляции КБ у морских свинок, иммунизированных B. abortus 16/4

Было отмечено два пика стимулирующей активности катионных белков. Наиболее максимальный подъем катионных белков наблюдался уже на 14-е сутки после вакцинации и менее интенсивный на 28-е сутки.

Полученные данные были сопоставлены с результатами серологических исследований на бруцеллез.

Установлено, что средне групповой титр антител при исследовании сыворотки крови в РА достигают максимальных значений 1/46,6 на 21-е сутки, тогда как в РСК – 1/20 - на 21-28-е сутки после иммунизации. В последующем на 69-е сутки нами отмечен еще один менее интенсивный подъем титров антител. Следует отметить, что на 21-е и 69-е сутки уровень стимулированной активности нейтрофилов, напротив, снижался.

**Заключение.** Таким образом, наиболее выраженную активность неферментные катионные белки нейтрофилов проявляют на 14-е сутки после введения иммунобиологического препарата, опережая пик гуморального иммунного ответа.

**Список источников**

1. Celli J. The intracellular life cycle of Brucella spp. // Microbiology spectrum. - 2019. - Vol. 7. - P. 101-111.
2. Moreno E., Barquero-Calvo E. The role of neutrophils in brucellosis // Microbiology and Molecular Biology Reviews. - 2020. - Vol. - 84 (4).
3. Сакидибиров О.П., Дмитриев А.Ф. Критерии оценки сущности функционирования инфекционных паразитарных систем хронических инфекций // Известия Дагестанского ГАУ. - 2023. - № 2 (18). - С. 126-130.
4. Elrashedy A., Gaafar M., Mousa W., Nayel M., Salama A., Zaghawa A., Elsify A., Dawood A.S. Immune response and recent advances in diagnosis and control of brucellosis // German Journal of Veterinary Research. - 2022. - Vol. 2(1). - P. 10-24.
5. Воробьев А.Л., Жакупбаев А.Ш., Гордиенко Л.Н., Воробьев Н.Н., Акулов В.И., Акулов И.В. Экология бруцелл и диагностика бруцеллёза (обзор) // Ветеринарная патология. - 2022. - № 4(82). - С. 28-34.

## DYNAMICS OF ACTIVITY OF NEUTROPHIL CATIONIC PROTEINS IN ANIMALS SENSITIZED WITH BRUCELLA

**Manakova O.O., Yanchenko T.A.**
Junior Researcher, Candidate of Biology. PhD, Senior Researcher
Omsk Agrarian Scientific Center
Omsk, Russia, golovachcheva@mail.ru

*Abstract.* The article presents the results of the dynamics of production of non-enzymatic cationic proteins by peripheral blood neutrophils of guinea pigs immunized with a non-agglutinogenic strain of Brucella. The activity of antimicrobial systems was assessed by determining spontaneous and induced production of cationic proteins using a photometric method. Brucella antigen was used as a stimulator in the reaction. Stimulation coefficients were calculated at all observation periods. Two peaks of stimulating activity of cationic proteins were noted: the maximum increase in stimulation coefficients was observed on the 14th day, and a less pronounced increase on the 28th day after immunization. The peak of production of agglutinating antibodies occurred on the 21st day, and complement-fixing antibodies on the 21-28th days after immunization, a less intense increase in titers of agglutinating and complement-fixing antibodies was noted on the 69th day, during these periods a decrease in the stimulated activity of cationic proteins of neutrophils was noted. It was established that the peak of activity of non-enzymatic cationic proteins of neutrophils is ahead of the peak of the humoral immune response.

*Key words:* antigens, cationic proteins, neutrophils, immunization, *Brucella abortus*

УДК 636.033

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК РАЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ ОТКОРМЕ МЯСНОГО СКОТА

**Миронова Т.А., Дельмухаметов А.Б.**
Старший преподаватель, доцент, к.б.н.
Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (Калининградский филиал),
Полесск, Россия, mironova2309@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассматривается результат применения при откорме мясного скота БАД разного действия - пробиотиков и гуанидиноуксусной кислоты (ГУК), предшественника креатина. Отмечается достоверный эффект применения обоих видов БАД, имеется результат влияния кислоты ГУК на морфологический сотав туши быков.

*Ключевые слова:* биологически активные добавки, пробиотики, гуанидиноуксусная кислота, откорм быков, скорость роста, привесы, убойный выход.

Современное животноводство сталкивается с множеством вызовов, связанных с обеспечением высокой продуктивности и качества продукции при максимальном повышении рентабельности производства. В этом ключе биологически активные добавки (БАД) становятся важным инструментом, способствующим оптимизации процессов откорма скота. Исследования показывают, что использование различных БАД может значительно улучшить обмен веществ, повысить перевариваемость и усвояемость кормов, что в конечном итоге приводит к увеличению мясной продуктивности и снижению затрат на кормление. Актуальность нашего исследования обусловлена не только экономическими факторами, но и растущими требованиями к качеству животноводческой продукции со стороны потребителей. В условиях глобализации и увеличения конкуренции на рынке, фермеры и животноводы ищут новые подходы для повышения эффективности производства. Исследование различных БАД открывает новые горизонты для улучшения здоровья и продуктивности скота, что является ключевым аспектом устойчивого развития аграрного сектора. Основными активно используемыми БАД на рынке являются пробиотические препараты, которые неоднократно показали свою эффективность, также хорошо исследованными можно назвать БАД, содержащие органические вещества в хелатных формах [1,2]. На этом фоне применение такой группы веществ как предшественники энергетического обмена, к таким веществам, например относится гуанидиноуксусная кислота (ГУК), предшественник креатина, пока мало исследована. Гуанидиноуксусная кислота, естественно образующееся соединение, присутствующее в организме человека и животных, производное аминокислот глицина и аргинина. У быстрорастущих животных существует высокая потребность в аминокислотах для роста и других обменных процессов. Потребность в креатине пропорционально больше у растущих животных, чем у взрослых, потому что в дополнение к покрытию затрат на превращения креатина в креатинин, он так же должен доставляться и в быстрорастущие ткани [3].

Ряд исследований показал, что гуанидинуксусная кислота (ГУК) способствовала повышению коэффициентов переваримости протеина и клетчатки, увеличила среднесуточные приросты животных, оказала положительный эффект на морфологический состав туш и органолептические показатели мяса [3,4,5].

Целью нашего исследования стал сравнительный анализ эффективности применения биологически активных добавок разного действия - пробиотической БАД и энергетической - гуанидиноуксусной кислоты (ГУК) при выращивании и откорме молодняка крупного рогатого скота галловейской породы.

Материалы и методы: Объектом исследования были бычки галловейской породы, выращиваемые в КФХ «Муромское», Калининградской области. Исследование проводилось на бычках в возрасте от 6 мес. до 12 мес. Были сформированы группы по 20 гол. на площадках для доращивания и группового откорма. Условия содержания и кормления у животных были схожие. Группы формировались по принципу аналогов, с учетом живой массы, пола и развития. Основной рацион для них был общим - грубые, сочные корма и концентрированные корма - размол. В ходе исследования были созданы и изучены следующие группы бычков: контрольная - получала основной рацион, опытная 1 - получала основной рацион и добавку «Тетрабиотик» (Tetrabiotic) 20 г на бычка в день и опытная 2 - получала основной рацион и добавку «Креамино» (CreAMINO) 30 г на бычка в день (0,8% от количества от объёма даваемого размола).«Креамино» (CreAMINO) - состоит на 96% из гуанидиноуксусной кислоты.

Результаты исследования: При формировании групп мы придерживаемся правила, что животные должны быть близкой массы, поэтому средняя масса бычков контрольной группы составила 188,2±10,2кг, группы опытная 1 - 187,6±9,8 кг, группы опытная 2 - 188,0±10,4 кг.

За первые два месяца бычки группы контроль достигли средней массы 255,5±9,8 кг, это наименьшее значение среди всех групп. Больше всего весили бычки группы опытная 1 и опытная 2, хотя достоверной разницы в их массе не было. Так масса бычков первой группы 264,8±9,5 кг, второй группы 265,0±9,8 кг, что больше чем у контрольной группы на 3,7%. Еще через два месяца, при возрасте бычков 10 мес., разница в массе между группами сохранилась. Меньшая масса была характерна для животных группы контроль. Животные из групп опытная 1 и опытная 2 не имели между собой достоверных различий. Средняя масса бычков в этих группах была на уровне 331,3±8,9 кг, что больше, чем у контрольной на 3,5%. К 12 мес. животные группы контроль на 3,0% уступали представителям групп опытная 1 и группа опытная 2. Между опытными же группами опять не было достоверной разницы. Масса бычков из опытных групп составила 394,9±8,8 кг и 393,3±9,2 кг соответственно. Динамику роста и развития бычков в группах можно увидеть на рис. 1.

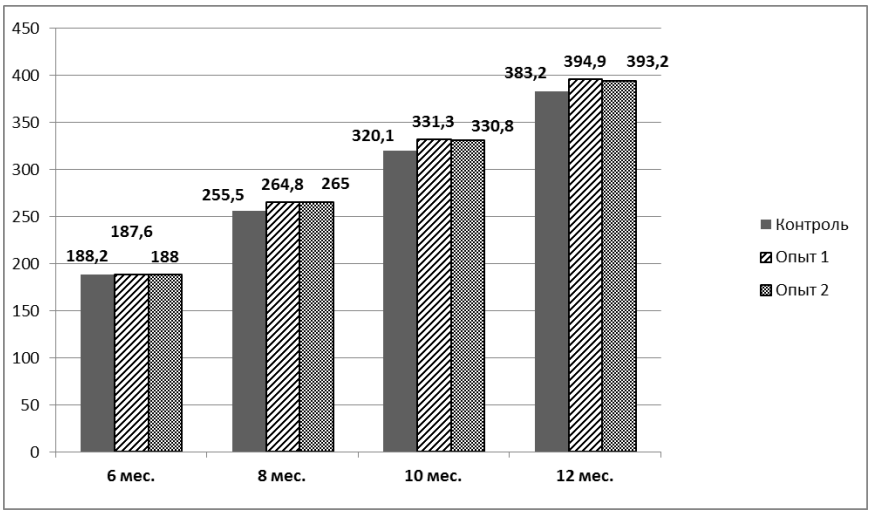



Рис. 1. Динамика роста и развития бычков в группах.

Далее мы рассмотрели относительный прирост в группах. В контрольной группе он составил 103,6±1,4%, в опытной 1 - на 6,9% больше, а в опытной 2 - на 5,6% больше. Имеются достоверные различия между опытными группами и контрольной ($p \leq 0,01$), но между опытными группами 1 и 2 по данному показателю достоверных различий не выявлено. Также нами были оценены среднесуточные приросты, достоверные различия между контрольной группой и опытными были выявлены с 8 по 10 мес., с 10 по 12 мес., и за весь период выращивания ($p \leq 0,01$; $p \leq 0,05$; $p \leq 0,05$). За весь период выращивания по среднесуточным привесам животные группы опытная 1 опережали контрольную на 7,4%, а группы опытная 2 - на 6,5%. Достоверной разницы же между опытными группами нами выявлено не было.

Итогом исследования стало изучение мясной продуктивности выращиваемых бычков по критериям - убойные показатели и морфологический состав туши. Убойный выход группы контроль составил 54,2±0,3 %, что меньше, чем у группы опытная 1 и группы опытная 2 на 1,3% и 1,6% соответственно. Убойный выход у всех групп при этом достаточно хороший и соответствует породным показателям. При изучении морфологического состава туш, были получены достоверные различия ($p \leq 0,05$)по количеству жировой ткани в тушах бычков из группы опытная 2, где использовалась добавка «Креамино» (CreAMINO), процент жировой ткани там был меньше на 2,1% чем в группе контроль и на 1,8%, чем в группе опытная 1.

Также были получены достоверные различия в отношении такого показателя, как мышечная ткань, мякоть. Так у группы опытная 2 значения этого показателя были на уровне 77,2%, что больше, чем у группы контроль на 1,9% и чем у группы опытная 1 на 1,2%.

Выводы: При сравнительном анализе использования добавки «Тетрабиотик» (концентрат пробиотических культур) и добавки «Креамино» (CreAMINO) для откорма мясного скотабыли получены схожие данные по ряду показателей, характеризующих рост и развитие животных. По живой массе в конце откормочного периода и по проценту убойного выхода не имелось достоверных различий, обе опытные группы превосходили показатели контрольной группы. При сравнении морфологического состава туши, группа получавшая добавку «Креамино» (CreAMINO) имела больший процент мышечной ткани и меньший процент жировой ткани. Рассматривая эффективность применения вышеуказанных биологически активных добавок, можно сказать, что в фермерском хозяйстве продолжат использовать добавку «Тетрабиотик», особенно с учетом ее меньшей цены при сравнении с добавкой «Креамино» (CreAMINO). Добавление в рацион молодняка крупного рогатого скота добавок из концентрата пробиотических культур положительно сказывается на росте и развитие животных, позволяя им более эффективно использовать питательные вещества рациона. Мы также предполагаем, что эффективность кислоты ГУК не была выражена из-за невысокой интенсивности откорма изучаемых групп и у животных не было сверх потребности в источнике креатина, хотя недостаток в энергии роста, который наблюдался в контрольной группе, данная добавка, скорее всего, перекрыла.

**Список источников**

1.Мирошниченко О.Н., Подчалимов М.И., Пигорев И.Я. Использование пробиотиков в животноводстве // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-probiotikov-v-zhivotnovodstve (дата обращения: 25.03.2025).

2. Романов В.Н., Воробьева С. В., Девяткин В. А. Оптимизация пищеварительных и обменных процессов в организме крупного рогатого скота с применением биологически активных веществ // Достижения науки и техники АПК. 2013. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-pischevaritelnyh-i-obmennyh-protsessov-v-organizme-krupnogo-rogatogo-skota-s-primeneniem-biologicheski-aktivnyh (дата обращения: 12.03.2025).

3. Стекольникова Г.А., Залюбовская Е.Ю., Туаева Е.В. Влияние скармливания кормовой добавки «КреАМИНО» на оптимизацию белкового питания молодняка крупного рогатого скота на откорме // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. №3 (43). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-skarmlivaniya-kormovoy-dobavki-kreamino-na optimizatsiyu-belkovogo-pitaniya-molodnyaka-krupnogo-rogatogo-skota-na-otkorme (дата обращения: 12.03.2025).

4. Simeng Yi, Sanlong Hu, Jinze Wang, Abudusaimijiang Abudukelimu, Yao Wang, Xiang Li, Hao Wu. Effect of Guanidinoacetic Acid Supplementation on Growth Performance, Rumen Fermentation, Blood Indices, Nutrient Digestion, and Nitrogen Metabolism in Angus Steers.Animals 2024, 14(3), pp. 401-412

5.Zhu, Z., Gu, C., Hu, S., Li, B., Zeng, X., Yin, J. Dietary guanidinoacetic acid supplementation improved carcass characteristics, meat quality and muscle fibre traits in growing-finishing gilts. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 2020, 104, 1454–1461

## USE BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES OF DIFFERENT ACTION IN BEEF CATTLE FATTENING

**Mironova T.A., Delmukhametov A.B.**
Senior Lecturer, Associate Professor, PhD in Biology
Saint Petersburg State Agrarian University (Kaliningrad Branch),
Polessk, Russia, mironova2309@mail.ru

*Abstract.* The article discusses the results of using dietary supplements of various effects during fattening of beef cattle - probiotics and guanidinoacetic acid (GUA), a precursor of creatine. A reliable effect of using both types of dietary supplements is noted, there is a result of the influence of GUA acid on the morphological composition of bull carcasses.

*Key words:* biologically active additives, probiotics, guanidinoacetic acid, fattening of bulls, growth rate, weight gain, carcass yield.

УДК: 579.62:579.841.11

## ДЕТЕКЦИЯ БИОПЛЕНОЧНЫХ ФОРМ МИКРООРГАНИЗМОВ С ПОМОЩЬЮ ПЦР

**Миронова Т.Е.,**
Младший научный сотрудник
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Краснообск, Россия

*Аннотация.* Изучение *P. aeruginosa* в состоянии биопленки затруднительно с использованием классических микробиологических методов, а количественный подсчет бактериальных клеток и их дифференциация от других видов является трудоёмким. Исследование направлено на разработку методических подходов по количественной оценке содержания геномной ДНК *P. aeruginosa*, в составе биопленок, с использованием метода ПЦР в режиме реального времени. Изучение роста биопленок *P. aeruginosa* проводили согласно существующей методике с использованием кристаллвиолета. Геномную ДНК *P. aeruginosa* выделяли силико-сорбционным методом. Поиск последовательности генов проводили при помощи базы данных NCBI, для подбора праймеров, зондов и оптимальных условий проведения реакции – Vector NTI. Были предложены структуры олигонуклеотидных праймеров и зондов, специфичных в отношении генов GltA, ExpS, LasI, FliC *P. aeruginosa*. При подборе оптимальных температурных режимов проведения реакции выяснили, что праймеры и Taqman зонд, специфичные в отношении гена GltA *P. aeruginosa* обладали наилучшими характеристиками в плане чувствительности и специфичности. Таким образом, были разработаны методические подходы, позволяющие детектировать геномную ДНК *P. aeruginosa*, как в составе биопленок, так и в виде суспензионной культуры. Данный метод позволяет проводить количественное детектирование синегнойной палочки, а также наличие биопленочных форм в различных объектах.

*Ключевые слова:* ПЦР, биопленки, *P. aeruginosa,* GltA, тест с кристаллвиолет

Синегнойная палочка широко распространена в природе и при этом обладает высокой устойчивостью [1]. Помимо этого *P. aeruginosa* способна продуцировать большое количество токсинов, которые, в свою очередь, подавляют синтез антител и снижают продолжительность поствакцинального иммунитета, а также оказывают негативное влияние на фагоцитоз и гемопоэз [2]. Одной из важнейших характеристик синегнойной палочки является способность образовывать биопленки, причем в короткие сроки [3,4]. В окружении полисахаридного матрикса, формирующегося бактериями за счет собственных полимеров, а также путем использования биополимеров хозяина (фибрин, секреты слизистых и др.) бактериальные клетки становятся невидимыми для иммунной системы - показано, например, что антитела против *P. aeruginosa* не опсонизируют биопленку [5,6]. Экзополисахариды затрудняют диффузию антибактериальных препаратов, в результате чего лечение становится не эффективным [3,7,12,13].

Изучение *P. aeruginosa* в состоянии биопленки, классическими микробиологическими методами, затруднено. Есть сложности с подсчетом бактериальных клеток и их дифференциации от других видов бактерий. Поэтому молекулярные методы детектирования

*P. aeruginosa* важны как в изучении биологических процессов в биопленках, так и для рутинной диагностики. Например, накопление биопленочной формы *P. aeruginosa* в системе водопоения, чревато тем, что сотни тысяч бактериальных клеток в составе одного кусочка биопленки просто не будут выявлены при оценке микробиальной обсемененности воды.

Цель исследования: разработать методические подходы по количественной оценке содержания геномной ДНК *P. aeruginosa*, в составе биопленок, с использованием ПЦР в режиме реального времени.

Материалы и методы. Для оценки линейности и чувствительности разрабатываемых тестов, культуру *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 выращивали при комнатной температуре в LB среде на качалке после предварительной серии пассажей, (пересев осуществляли каждые 24 часа), и определяли концентрацию бактериальных клеток методм посева серийных разведений на LB агар. Для изучения специфичности использовали ДНК 15 штаммов микроорганизмов рода *Pseudomonas*, включая 5 штаммов *P. aeruginosa*. Выделение геномной ДНК P. aeruginosa проводили силикосорбционным методом.

Измерение концентрации геномной ДНК *P. aeruginosa* проводили методом ПЦР в режиме реального времени с использованием разработанных нами олигонуклеотидных праймеров и Taqman зондов.

Режим программы амплификации: горячий старт 95$^{o}$C 6 мин., 95$^{o}$ C 15 сек., (58$^{o}$C 40 сек, 72$^{o}$C 25 сек) x 48 циклов. Состав ПЦР буфера 1x:60 mM Tris-HCl (pH 8.5 при 25°C); 1.5 mM $MgCl_2$; 25 mM KCl; 10 mM 2-меркаптоэтанол; 0.1% Тритон X-100, в составе ПЦР смеси также добавляли dNTP до концентрации 0,25 mM и HotstartTaq ДНК полимеразу 2 ед. на реакцию. ПЦР ставили с использованием реалтайм амплификатора CFX (BioRad Laboratory)

Вертикальный электрофорез результатов ПЦР проводили в 8% полиакриламидном геле. Гели окрашивали бромистым этидием и визуализировали в трансиллюминаторе. Анализ размеров ампликонов осуществляли с использованием программного обеспечения Qantity One (BioRad Laboratory)

Данные обрабатывали методами вариационной и непараметрической статистики, все реакции проводили в 4-х повторностях. Статистическую значимость различий оценивали с использованием Т-теста Стьюдента, коэффициент корреляции определяли по Спирмену.

Результаты собственных исследований. Анализ продуктов ПЦР, полученных с использованием праймеров специфичных к генам *P.aeruginosa* GltA, ExoS, LasI, FliC (A) показал наличие фрагментов, размеры которых соответствовали теоретическим значениям, за исключением теста на FliC (A) (рисунок 1).

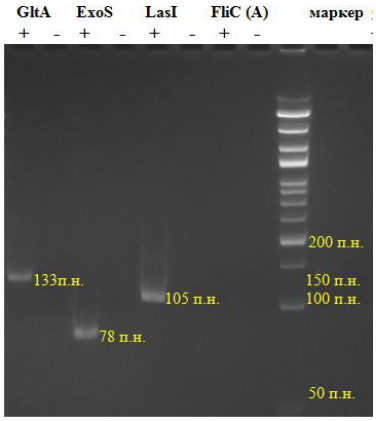



Рис. 1. Результаты электрофореза продуктов ПЦР к генам *P. aeruginosa* GltA, ExoS, LasI, FliC (A) в 8% ПААГ.

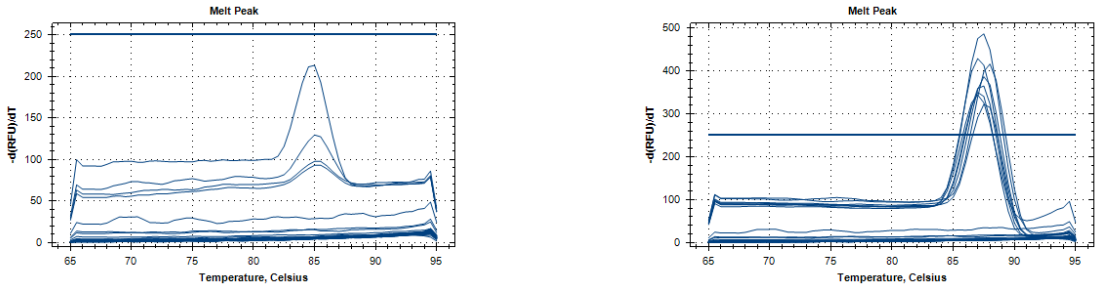
Оптимизация температурных режимов, с помощью создания температурного градиента, температуры отжига праймеров, в диапазоне 58-68°С, показало разную стабильность синтеза ампликонов для разных пар праймеров.

ПЦР специфичная для гена LasI, характеризовалась наилучшим разгоранием сигнала при температуре 68°С, ПЦР на ген GltA обеспечивало стабильное разгорание сигнала в более широком диапазоне условий и на более ранних циклах (рисунок 2), что делает ее более перспективной системой для дигностических целей.

А Б

Рис. 2. Синтез ампликонов и гидролиз Taqman зондов, при различных температурах отжига праймеров специфичных для генов LasI (А) и GltA (Б).

Проведение ПЦР на гены ExoS и LasI давало более оптимальные результаты при использовании интераклирующего красителя SYBRGreen I для ПЦР в режиме реального времени. Температура отжига праймеров была 62°С и добавлен этап элонгации при 72°С. Контроль специфичности реакции можно обеспечить анализом кривых плавления



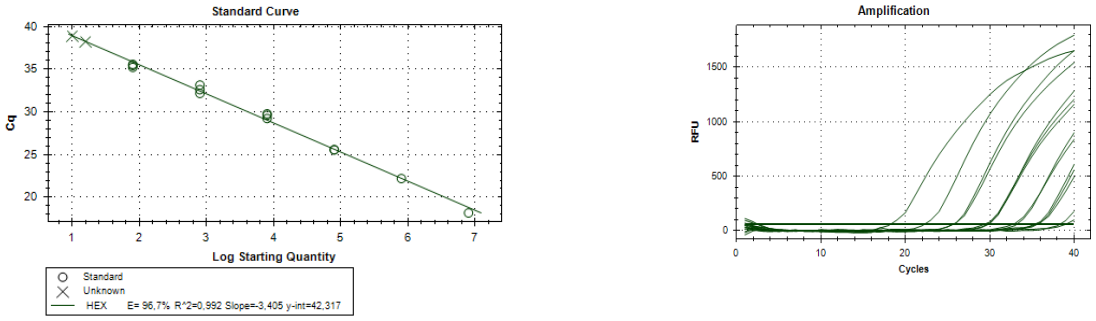

А Б

Рис. 3. Анализ кривых плавления ампликонов для генов ExoS (А) и LasI (Б).

Изучение чувствительности и линейности ПЦР теста на GltA проводили с десятикратными серийными разведениями ДНК культуры с заведомо известной концентрацией, с использованием температуры отжига праймеров 62°С

Программа амплификации была следующей: горячий старт 95°С – 3 минуты и 39 циклов (95 °С – 20сек, 62 °С 36 сек).

Как следует из рисунка 3 линейность теста сохранялась до $8x10^1$ кое/мл (R2 = 0.992), эффективность реакции была 97,2%.




А Б

Рисунок 4. Результаты анализа чувствительности теста на GltA

Примечание: А- калибровочная кривая, Б- динамика накопления ампликонов. При разной исходной концентрации геномной ДНК *P. aeruginosa*

Изучение роста биопленок *P. aeruginosa* проводили в экспериментах с тремя культурами. Все эксперименты проводили в 4-х повторностях. Исследование проводили согласно существующей методике в модифицированной форме [8].

Установлено, что культуры *P. aeruginosa* формировали примерно одинаковые количества биопленки, в тесте с кристаллвиолетом. Однородность теста варьировала от 22,9 до 15,002%. Методом ПЦР на каждом конусе обрастания биопленки, мы зафиксировали наличие 6,55-5,96 ГЕ Log10 *P. aeruginosa*. Коэффициент вариации, в независимых экспериментах, варьировал от 1,93 до 20,04%

Обсуждение полученных результатов. Анализ стабильности ПЦР при различных температурных режимах позволяет предполагать, что для диагностических задач наиболее эффективны олигонуклеотиды специфичные в отношении гена GltA *P. aeruginosa* (рисунок 2). Изучение специфичности, чувствительности и линейности теста, также подтверждает оптимальность реакции по анализируемым характеристикам (рисунок 3). Тем не менее, праймеры специфичные в отношении генов ExoS, LasI могут иметь значение для анализа экспрессии этих генов.

В биопленке развита межклеточная сигнализация – кворум сенсинг. Реакции чувства кворума могут определять вирулентность, продукцию метаболитов, образование биопленок, оксифеназинов [9] и устойчивость к антибиотикам. Имеется также система неклеточных структур (каналов для воды и питательных веществ). Известны этапы формирования биопленки: первичная адгезия, необратимое прикрепление, созревание и распад биопленки [10]. В последнее время все больший интерес проявляют к последнему этапу, так как выделены сигнальные молекулы бактерий, вызывающие торможение образования биопленки - кворум квенчинг, что в будущем, возможно, управлять этим процессом. После распада биопленки, клетки возвращаются к планктонному состоянию, и они могут быть чувствительны к антибиотикам, как и клетки планктонный культуры, то есть вне биопленки не имеют специфической устойчивости [4, 11]. Соответственно, количество биопленки и концентрация в ней бактериальных клеток могут и не иметь линейной зависимости, что и показали наши исследования. Поэтому важно оценивать как активность продукции экзополисахаридов биопленки, так и репликацию ДНК бактерий, как при тестировании антибиопленочной активности дезинфектантов и антибактериальных препаратов.

**Заключение.** Разработанные праймеры и Taqman зонд, специфичные в отношении GltA *P.aeruginosa,* позволяют детектировать геномную ДНК данного микроорганизма, как в составе биопленок, так и ввиде суспензионной культуры с линейностью теста до $8x10^1$ кое/мл (R2 = 0.992). Эффективность реакции была 97,2%, что позволяет количественно определять, в том числе наличие биопленочных форм в различных объектах.

**Список источников**

1. Catheter-Related Infections (Infectious Disease and Therapy) / Ed. by H. Seifert, J. Bernd, B.M. Farr. Marcel Dekker. 2005. 519 p.

2. Kang C.I., Kim S.H., Kim H.B., Park S.W., Choe Y.J., Oh M.D., Kim E.C., Choe K.W. Pseudomonas aeruginosa bacteremia: risk factors for mortality and influence of delayed receipt of effective antimicrobial therapy on clinical outcome. Clin Infect Dis. 2003. №.37. pp. 745–751.

3. Кузнецова М.В., Николаева Н.В., Розанова С.М., Карпунина Т.И. Формирование биопленок нозоко- миальными штаммами Pseudomonas aeruginosa. Журн микробиол 2011; 4: С. 8-148.

4. Чеботарь И.В. Механизмы антибиоплёночного иммунитета. Вестник РАМН 2012; №12 С. 22-29.

5. Meluleni G.J., Grout M., Evans D.J., Pier G.B. Mucoid Pseudomonas aeruginosa growing in a biofilm in vitro are killed by opsonic antibodies to the mucoid exopolysaccharide capsule but not by antibodies produced during chronic lung infection in cystic fibrosis patients. J Immunol. 1995. Vol.155(4): 2029-2038.

6. Buret A., Ward, K.H. Olson, M.E., Costerton, J.W. An in vivo model to study the pathobiology of infectious biofilms on biomaterial surfaces. J biomedical materials research 1991; 25(7):865-74.

7. Costerton J.W., Montanaro L., Arciola C.R. Biofilm in implant infections: its production and regulation. Int J Artif Organs. 2005. Vol.11: 1062-1068.

8. Черепушкина В.С. Разработка ПЦР в режиме реального времени для детекции *P.aeruginosa* в биопленках / В.С. Черепушкина, Т.Е. Миронова, В.Н. Афонюшкин и др. // Ветеринарный врач. – 2021. – №5. – С. 64-72.

9. Донченко А.С., Фоменко В.В., Васильев В.Г., Афонюшкин В.Н., Донченко Н.А., Козлова Ю.Н., Коптев В.Ю. Изучение антагонистической активности бактерий, подавляющей синтез феназинов Pseudomonas aeruginosa Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 5. С. 23-29.

10. O'Toole G, Kaplan HB, Kolter R. Biofilm formation as microbial development. Annu Rev Microbiol. 2000. Vol.54: 49-79.

11. Bodey G.RP., Bolivar R., Fainstein V., Jadeja L. Infections caused by Pseudomonas aeruginosa. Reviews of infectious deseases. 1983. Vol.5 (2): 279-313.

12. Maklakova M. Role of biofilm formation in the drop of bacterial resistance to antibiotics after animal therapy with silver nanoparticles / M. Maklakova, L.J. Villarreal-Gómez // ACS Applied Nano Materials. – 2024. –Vol. 7(14). – P. 16553-16563.

13. Черепушкина В.С. Изучение динамики формирования биоплёнки и эластазы *Pseudomonas aeruginosa* в присутствии додеканоилгомосеринлактона / В.С. Черепушкина, Т.Е. Миронова, В.Н. Афонюшкин, В.Ю. Коптев // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2021. – Т.171. – №6. – С.729-732.

## DETECTION OF BIOFILM FORMS OF MICROORGANISMS BY PCR

**Mironova T.E.**
Junior Researcher
Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk, Russia

*Abstract.* Studying P. aeruginosa in a biofilm state is difficult using classical microbiological methods, and quantitative counting of bacterial cells and their differentiation from other species is laborious. The research is aimed at developing methodological approaches for quantifying the content of P. aeruginosa genomic DNA in biofilms using real-time PCR.

*Key words:* PCR, biofilms, P. aeruginosa, GltA, crystal violet test

УДК 619:616.775.26

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФАРМАКОТЕРАПИИ ГНОЙНО-КАТАРАЛЬНОГО ЭНДОМЕТРИТА У КОРОВ

**Нефедова Е.В.**
Старший научный сотрудник, к.в.н.
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологии Российской академии наук
Краснообск, Россия, filll555@mail.ru

*Аннотация.* Воспроизводство стада как основа развития животноводства, базирующаяся на профилактике и ликвидации бесплодия и яловости маточного поголовья, является непременным условием увеличения производства животноводческой продукции. Несмотря на очевидные достижения отечественной и зарубежной ветеринарной науки в области физиологии и патологии размножения, животных генетически обусловленная потенциальная плодовитость крупного рогатого скота, в силу ряда объективных и субъективных обстоятельств, реализуется далеко не в полной мере, что в значительной степени связано с нарушением воспроизводительной функции у коров. Причины и формы бесплодия коров многообразны, их соотношение в различных хозяйствах в разные годы варьируется. Однако отмечено значительное преобладание симптоматического бесплодия у коров на почве гинекологических заболеваний [1-4].

Широкое применение антибиотиков в лечебных и профилактических целях, как в медицине, так и в ветеринарии, часто приводит к селекции устойчивых штаммов микроорганизмов. Мультирезистентность к антибиотикам является серьезной проблемой в лечении и профилактике инфекционных заболеваний, их применение способствует развитию устойчивости организма животных к ним [5-6]. Наиболее актуальным в научном и практическом отношении является поиск и совершенствование средств и способов терапии болезней животных с участием условно-патогенной микрофлоры препаратами на основе наночастиц серебра.

*Ключевые слова:* гнойно-катаральный эндометрит, серебро, арговит, воспроизводство, **с**ельское хозяйство.

Работу проводили с 2019 по 2020 гг. в Новосибирской области. Для этого сформировали две группы животных по 50 голов в каждой. Животным опытной группы внутриматочно вводили лекарственную композицию Арговит-Д (содержащую 10 %-ный водный раствор арговита в сочетании с 5 %-ным водным раствором диметилсульфоксида), в дозе 0,3 мл/кг живой массы, 1 раз в 48 ч, до исчезновения клинических признаков болезни. Кроме того, однократно внутримышечно вводили Утеротон в количестве 0,02 мл/кг живой массы.

В контрольной группе применяли внутриматочно препарат тетраметр в дозе 0,2 мл/кг живой массы, 1 раз в 48 ч и утеротон (0,02 мл/кг живой массы) внутримышечно однократно. Выбор антимикробного препарата, одним из компонентов которого был окситетрациклина гидрохлорид, сделан на основании результатов предварительно проведенных бактериологических исследований маточного содержимого больных животных.

Результаты производственных испытаний показали высокую терапевтическую эффективность лекарственной композиции Арговит-Д в сравнении с антибактериальным препаратом Тетраметр при терапии послеродового гнойно-катарального эндометрита у коров (табл. 1).

Таблица 1. Сроки лечения послеродового гнойно-катарального эндометрита у коров, сут

| Группа | Срок лечения, сут |
|---|---|
| Опытная (Арговит-Д) | 13,1 ± 0,1 |
| Контрольная (Тетраметр) | 6,9 ± 0,3 |

При терапии послеродового гнойно-катарального эндометрита с использованием композиции, в состав которой входят Агровит и диметилсульфоксид средний срок лечения животных составил 6,9 ± 0,3 суток, что в 2 раза меньше чем в контрольной группе.

**Список источников**

1.Акушерство, гинекология и биотехника репродукции животных / А.П. Студенцов, В.С. Шипилов, В.Я. Никитин и др.; под ред. В.Я. Никитина. М.: Колос С. 2011. 440 с.

2.Марциновская И.В. Эпизоотологические аспекты эндометритов крупного рогатого скота, оптимизация системы лечебно-профилактических мероприятий с использованием пробиотиков: автореф. дис. … канд. вет. наук. Санкт-Петербург, 2008. 23 с.

3.Нефедова Е.В. Влияние наночастиц серебра на антибиотикорезистентность микроорганизмов при лечении послеродового гнойно-катарального эндометрита коров / Е.В. Нефедова, Н.Н. Шкиль // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2022. – № 3. – С. 55-62.

4.Нефедова Е.В. Экономическая оценка эффективности терапии гнойно-катарального эндометрита коров препаратами различных фармакологических групп / Е.В. Нефедова // Ветеринария и кормление. – 2023. – № 2. – 64-65.

5.Bogdanchikova N. Nanoparticles Partially Restore Bacterial Susceptibility to Antibiotics / N. Bogdanchikova, R. Luna Vazquez-Gomez, E. Nefedova // *Materials.* 2024. – Vol. *17*(7). – 1629.

6.Фундаментальные исследования наночастиц серебра в биологии и опыт их применения в медицине, промышленности и сельском хозяйстве: Монография / Н.Н. Шкиль, Е.В. Нефедова // СФНЦА РАН. – Новосибирск, 2022. – 277 с.

## IMPROVEMENT OF PHARMACOTHERAPY OF PURULENT-CATARRHAL ENDOMETRITIS IN COWS

**Nefedova E.V.**

Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher

Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia, filll555@mail.ru

*Abstract.* Reproduction of the herd as the basis for the development of animal husbandry, based on the prevention and elimination of infertility and maleness of the breeding stock, is an indispensable condition for increasing the production of livestock products. Despite the obvious achievements of domestic and foreign veterinary science in the field of physiology and pathology of reproduction, the genetically determined potential fertility of cattle, due to a number of objective and subjective circumstances, is far from being fully realized, which is largely due to a violation of reproductive function in cows. The causes and forms of infertility of cows are diverse, their ratio varies in different farms in different years. However, there was a significant predominance of symptomatic infertility in cows due to gynecological diseases.

*Key words:* purulent-catarrhal endometritis, silver, Argovit, reproduction, agriculture.

УДК 619:579:616-085.33

# ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП НА ПРОЦЕСС БИОПЛЕНКООБРАЗОВАНИЯ

**Нефедова Е.В.**
Старший научный сотрудник, к.в.н.
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологии Российской академии наук
Краснообск, Россия, filll555@mail.ru

*Аннотация.* Применение антибиотиков и их комбинаций стало неотъемлемой технологической частью промышленного животноводства как ответ на резкий рост патогенности циркулирующей микрофлоры [1,2]. Длительное, безосновательное применение антибактериальных препаратов без учета определения чувствительности привело к росту антибиотикорезистентности, что значительно снизило эффективность проводимых ветеринарных мероприятий [3-5]. На протяжении последних 30 лет отмечается снижение объемов НИОКР, направленных на синтез и поиск новых антибактериальных препаратов, ввиду не окупаемости таких проектов по причине быстро возникающего феномена антибиотикорезистентности микрофлоры. Сложившаяся ситуация обосновывает поиск альтернативных, новых способов и методов лечения и профилактики инфекционных болезней животных.

*Ключевые слова:* наночастицы серебра, антибиотикорезистентность, AgNPs, биопленки, бактерии, персистентность.

Для изучения действия наночастиц серебра использовался препарат арговит (ООО НПЦ «Вектор-Вита» г. Новосибирск) содержащий AgNPs 13 мкг/мл; сиб-ацид, аминосубтилин, протосубтилин в виде 5 % водного раствора. Биопленкообразование исследовали фотометрическим методом, определяя способность микроорганизмов к адгезии на поверхности 96 луночного планшета, с последующей окраской, по изменению которой судят о способности штамма к биопленкообразованию [6].

Результатами исследований установлено увеличение биопленкообразования у штамма *E. coli* АТСС 25922 после обработки препаратом сиб-ацид на 30,1 %, амино-субтилин на 25,9 %, протосубтилин на 25,9 %. В то время как при сочетанном воздействии ферментных препаратов и наночастиц серебра (Ag) на *E. coli* АТСС 25922 установлено снижение процесса биопленкообразования у сиб-Ацид + AgNPs на 43 %, у амино-субтилин +AgNPs на 34,9 %, у протосубтилин + AgNPs на 41,9 % (табл. 1).

Таблица 1. Влияние препаратов различных фармакологических групп на процесс биопленкообразования, усл. ед

| Название препарата | усл. ед |
|---|---|
| Контроль | 0,86+0,01 |
| AgNPs | 0,59+0,01 |
| Сиб-Ацид | 1,23+0,01 |
| AgNPs + Сиб-Ацид | 0,69+0,01 |
| Амино-субтилин | 1,16+0,01 |
| AgNPs+Амино-субтилин | 0,80+0,01 |
| Протосубтилин | 1,22+0,01 |
| AgNPs+ Протосубтилин | 0,63+0,01 |

## Список источников

1.Нефедова Е.В. Влияние наночастиц серебра на процесс биопленкообразования микроорганизмов при терапии эндометрита у коров / Е.В. Нефедова // Ветеринария и кормление. – 2024. – № 4. – С. 78-80.

2.Maklakova M. Role of biofilm formation in the drop of bacterial resistance to antibiotics after animal therapy with silver nanoparticles / M. Maklakova, L.J. Villarreal-Gómez, E. Nefedova // ACS Applied Nano Materials. – 2024. – Vol. 7(14). – P. 16553-16563.
3.Талабыкина Д.М. Влияние антибактериальных препаратов на процесс биопленкообразования микроорганизмов / Д.М. Талабыкина, Е.В. Нефедова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, стран СНГ и BRICS: сб. науч. докл. XXV междунар. науч.-практ. форума (Краснообск, 29 ноября 2022 г.). – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2023. – С. 308-309.
4. Нефедова Е.В. Влияние наночастиц серебра и препаратов различных фармакологических групп на бактерицидную активность S.enteritidis ATCC 13076 / Е.В. Нефедова // Ветеринария и кормление. – 2023. – №3. – С. 64-65.
5. Нефедова Е.В. Влияние препаратов различных фармакологических групп на изменение антибиотикочувствительности E.coli ATCC 25922 / Е.В. Нефедова // Актуальные проблемы инфекционной патологии животных и пути их решения: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. дню Белорусской науки и 95-летию кафедры эпизоотологии и инфекционных болезней, Витебск, 15-16 декабря 2022 г. / УО ВГАВМ; ред. кол.: Н.И. Гавриченко (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: ВГАВМ, 2023. – С. 91-93.
6. O′Toole G.A., Kaplan H.B. Biofilm formation as microbial development // Ann. Rev. Microbiol. 2000. N. 54. P. 49-79.

## THE EFFECT OF DRUGS OF VARIOUS PHARMACOLOGICAL GROUPS ON THE BIOFILM FORMATION PROCESS

**Nefedova E.V.,**
Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Siberian Federal Research Institute for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Russia, filll555@mail.ru

*Abstract.* The use of antibiotics and their combinations has become an integral technological part of industrial animal husbandry as a response to a sharp increase in the pathogenicity of the circulating microflora. Prolonged, unjustified use of antibacterial drugs without taking into account sensitivity determination led to an increase in antibiotic resistance, which significantly reduced the effectiveness of veterinary measures. *Key words:* silver nanoparticles, antibiotic resistance, AgNPs, biofilms, bacteria, persistence

УДК 619:579:616-085.33

## ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП НА ИЗМЕНЕНИЕ АНТИБИОТИКОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ P.AERUGINOSA ATCC 2785

**Нефедова Е.В.**
Старший научный сотрудник, к.в.н.
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологии Российской академии наук
Краснообск, Россия, filll555@mail.ru

*Аннотация.* Проведены исследования по определению синергического эффекта применения комбинаций антибактериальных препаратов (энрофлоксацин, тилозин, гентамицин) и наночастиц серебра. При сочетанном культивировании *P.aeruginosa* ATCC 2785, наночастиц серебра с энрофлоксацином и тилозином отмечен рост чувствительности к 11 препаратам (91,6 %) от 5,9 до 100 %, с гентамицином к 10 препаратам (83,3 %) от 7,1 до 100 %.

*Ключевые слова*: наночастицы серебра, *P.aeruginosa* АТСС 2785, антибиотики, антибиотикорезистентность, AgNPs.

Применение антибиотиков и их комбинаций стало неотъемлемой технологической частью промышленного животноводства как ответ на резкий рост патогенности циркулирующей микрофлоры [1,2]. Длительное, безосновательное применение антибактериальных препаратов без учета определения чувствительности привело к росту антибиотикорезистентности, что значительно снизило эффективность проводимых ветеринарных мероприятий [3-6]. На протяжении последних 30 лет отмечается снижение объемов НИОКР, направленных на синтез и поиск новых антибактериальных препаратов, ввиду не окупаемости таких проектов по причине быстро возникающего феномена антибиотикорезистентности микрофлоры. Сложившаяся ситуация обосновывает поиск альтернативных, новых способов и методов лечения и профилактики инфекционных болезней животных.

Материалы и методы исследований. Для изучения использовались содержащий наночастицы серебра (AgNPs) 12-14 мкг/мл препарат арговит; энрофлоксацин, содержащий 50 мг энрофлоксацина в 1 мл; гентамицин, содержащий гентамицина сульфата 40 мг в 1 мл; нитокс, в 1 мл лекарственного препарата, в качестве действующего вещества содержащий 200 мг окситетрациклина дигидрата; вспомогательные компоненты – магния оксид, N,N-диметилацетамид, ронгалит, моноэтаноламин и вода для инъекций. Определение чувствительности микроорганизмов референтного штамма *P.aeruginosa* АТСС 2785 к антибактериальным веществам и их сочетаниям определяли из разведения с минимальной бактериостатической концентрации 0,2 мл которого вносили на агар Мюллера Хинтона и диско диффузионным методом определяли антибиотикочувствительность микроорганизмов (согласно методическим указаниям по определению чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам, 2004).

Определение чувствительности проводилось к 12 видам антибактериальных препаратов. Результаты исследований. При изучении влияния энрофлоксацина (табл. 1) на изменение чувствительности *P.aeruginosa* АТСС 2785 к антибактериальным препаратам, установлено снижение чувствительности к 7 препаратам (85,7 %), при этом отмечен незначительный рост чувствительности к 1 препарату (14,3 %). При культивировании наночастиц серебра (AgNPs) и *P.aeruginosa* АТСС 2785, отмечен рост к 12 препаратам (100 %), в то время как, после сочетанного культивирования AgNPs, энрофлоксацина и *P.aeruginosa* АТСС 2785 отмечен рост чувствительности к 11 препаратам (91,6 %).

Таблица 1. Влияние AgNPs и антибиотиков на изменение чувствительности *P.aeruginosa* АТСС 2785 к антибактериальным препаратам, мм

| Препарат | Конт * | AgNPs | % | Энрофл** | % | Энрофл** + AgNPs | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| амоксициклин | - | 13 | 100 | - | - | 18 | 100 |
| ампициллин | - | 16 | 100 | - | - | - | - |
| гентамицин | 15 | 20 | 33,3 | 13 | - 13,3 | 16 | 6,7 |
| доксициклин | 12 | 13 | 8,3 | - | - 100 | 16 | 33,3 |
| неомицин | 15 | 18 | 20 | 16 | 6,7 | 20 | 33,3 |
| тетрациклин | 14 | 16 | 14,3 | 12 | - 14,3 | 15 | 7,1 |
| цефотаксим | - | 16 | 100 | - | - | 14 | 100 |
| энрофлоксацин | - | 20 | 100 | - | - | 17 | 100 |
| левомицетин | 14 | 20 | 42,9 | - | - 100 | 17 | 21,4 |
| ципрофлоксацин | 17 | 22 | 29,4 | 15 | - 11,8 | 20 | 17,6 |
| цефуроксимом | 13 | 16 | 23,1 | 11 | - 15,4 | 15 | 15,4 |
| амикацин | 13 | 16 | 14,3 | 10 | - 28,6 | 17 | 21,4 |

Примечание * конт - контроль, ** энрофл - энрофлоксацин

При изучении влияния тилозина, гентамицина (табл. 2) на изменение чувствительности *P.aeruginosa* АТСС 2785 к антибактериальным препаратам, установлено снижение чувствительности к 6 препаратам (50 %), с одновременным ростом чувствительности к 3 препаратам (25 %). Отмечен рост чувствительности при комбинации наночастиц серебра с тилозином к 11 препаратам (91,65 %) от 5,9 до 100 %, с гентамицином к 10 препаратам (83,3 %) от 7,1 до 100 %.

Таблица 2. Влияние AgNPs и антибиотиков на изменение чувствительности *P.aeruginosa* АТСС 2785 к антибактериальным препаратам, мм

| Препарат | Конт * | Тил** | % | Тил** + AgNPs | % | Гент*** | % | Гент*** + AgNPs | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| амоксициклин | - | 13 | 100 | - | - | - | - | - | - |
| ампициллин | - | - | - | 17 | 100 | - | - | - | - |
| гентамицин | 15 | 13 | - 13,3 | 17 | 13,3 | 10 | - 33,3 | 20 | 33,3 |
| доксициклин | 12 | - | - 100 | 16 | 33,3 | 14 | 16,7 | 16 | 33,3 |
| неомицин | 15 | - | - 100 | 16 | 6,7 | 10 | - 33,3 | 20 | 33,3 |
| тетрациклин | 14 | 16 | 14,3 | 16 | 14,3 | - | - 100 | 18 | 28,6 |
| цефотаксим | - | 10 | 100 | 14 | 100 | 12 | 100 | 18 | 100 |
| энрофлоксацин | - | - | - | 20 | 100 | - | - | 20 | 100 |
| левомицетин | 14 | 13 | - 7,1 | 17 | 21,4 | 15 | 7,1 | 17 | 21,4 |
| ципрофлоксацин | 17 | - | - 100 | 18 | 5,9 | - | - 100 | 21 | 23,5 |
| цефуроксимом | 13 | - | - 100 | 14 | 7,7 | - | - 100 | 16 | 23,1 |
| амикацин | 13 | 15 | 7,1 | 16 | 14,3 | - | - 100 | 15 | 7,1 |

Примечание * конт - контроль, ** тил - тилозин, гент - гентамицин

Одной из причин увеличения бактерицидной активности антибиотиков в отношении микроорганизмов при их совместном культивировании с AgNPs является эффлюкс-эффекты, играющие роль в регуляции работы специфических биомолекул, влияющих на чувство кворума и ответственных за образование биопленок. Транзитное движение чувствительных молекул внутри или снаружи бактериальных клеток может быть прервано из-за нарушения функционирования эффлюкс-насосов. Таким образом AgNPs блокируют эффлюкс эффект бактериальных клеток, что способствует восстановлению бактериальных свойств антибиотиков, а так же снижению биопленкообразующей способности микроорганизмов. Результаты исследований позволяют разрабатывать новые комбинации лекарственных средств с ранее известными препаратами для терапии инфекционных болезней животных.

**Список источников**

1. Стратегия предупреждения распространения антимикробной резистентности: распоряжение Правительства РФ № 2045-р от 25.09.2017 (ред. от 11.09.2021).

2. Нефедова Е.В. Влияние наночастиц серебра и препаратов различных фармакологических групп на бактерицидную активность *Staphylococcus aureus* / Е.В. Нефедова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2024. – Т. 54. – № 4. – С. 88-93.

3. Антибиотикорезистентность и способы её преодоления: Монография / Н.Н. Шкиль, Е.В. Нефедова // Новосибирск: СФНЦА РАН, 2022. - 410с.

4. Nefedova E. AgNPs Targeting the Drug Resistance Problem of Staphylococcus aureus: Susceptibility to Antibiotics and Efflux Effect / E. Nefedova, N. Shkil, R.L. Vazquez-Gomez, D. Garibo, A. Pestryakov, N. Bogdanchikova // Pharmaceutics. – 2022, №. 14. - P. 763.

5. Perfileva A.I. The current aspects of using chemically synthesized compounds of silver nanoparticles in animal husbandry and agrochemistry / A.I. Perfileva, I.A. Graskova,

O.A. Nozhkina, N.S. Zabanova, B.G. Sukhov, N.N. Shkil, E.V. Nefyodova // Nanotechnologies in Russia. - 2019. - Vol. 14, № 9-10. - P. 489-496.

6. Нефедова Е.В. Влияние наночастиц серебра на бактерицидную активность и антибиотикочувствительность *S.pyogenes* / Е.В. Нефедова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, стран СНГ и BRICS: сб. науч. докл. XXV междунар. науч.-практ. форума (Краснообск, 29 ноября 2022 г.). – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2023. – С. 295-296.

7. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: методические указания МУК 4.2. 1890-04, - ЦНИИЭ. - М., - 2004. - 101с.

## THE EFFECT OF DRUGS OF VARIOUS PHARMACOLOGICAL GROUPS ON THE CHANGE OF ANTIBIOTIC SENSITIVITY OF P.AERUGINOSA ATCC 2785

**Nefedova E.V.**

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Siberian Federal Research Institute for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences

Krasnoobsk, Russia, filll555@mail.ru

*Abstract.* Studies have been conducted to determine the synergistic effect of the use of combinations of antibacterial drugs (enrofloxacin, tylosin, gentamicin) and silver nanoparticles. Combined cultivation of E. coli ATCC 25922, silver nanoparticles with enrofloxacin and tylosin showed an increase in sensitivity to 11 drugs (91,6%) from 5,9 to 100%, with gentamicin to 10 drugs (83,3%) from 7,1 to 100%.

*Key words:* silver nanoparticles, E. coli, antibiotics, antibiotic resistance, AgNPs.

УДК 637.12.07.616:637.5.07:616:661.185

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ПРЕПАРАТА СОДЕРЖАЩЕГО НАНОЧАСТИЦЫ СЕРЕБРА С МОЛОКОМ, КРОВЬЮ, МОЧОЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНО-КАТАРАЛЬНОГО ЭНДОМЕТРИТА У КОРОВ

**Нефедова Е.В.**

Старший научный сотрудник, к.в.н.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологии Российской академии наук, Новосибирская область, рп. Краснообск, Россия, filll555@mail.ru

*Аннотация.* В настоящее время ведущее место среди патологий у животных занимают мульти факторные инфекционные болезни, в этиологии которых участвует условно патогенная микрофлора. Вместе с тем отмечено, что формирование патологических микробиоценозов у животных неизбежно приводит к ассоциированным эпизоотическим процессам, связанным с возбудителями, относящимися к категории условно-патогенных, которые в условиях интенсивного ведения животноводства могут вызывать массовые факторные инфекции, наносящие значительный ущерб отрасли.

*Ключевые слова:* коровы, эндометрит, наночастицы серебра, AgNPs, молоко, кровь, моча.

Широкое применение антибиотиков в лечебных и профилактических целях, как в медицине, так и в ветеринарии, часто приводит к селекции устойчивых штаммов микроорганизмов. Мультирезистентность к антибиотикам является серьезной проблемой в лечении и профилактике инфекционных заболеваний, их применение способствует развитию устойчивости организма животных к ним [1-6].

Наиболее актуальным в научном и практическом отношении является поиск и совершенствование средств и способов терапии болезней животных с участием оппортунистической микрофлоры препаратами на основе наночастиц серебра.

Цель исследования – изучить сроки выведения препарата содержащего наночастицы серебра с молоком, кровью, мочой при лечении гнойно-катарального эндометрита у коров

Опыт проводили на коровах черно-пестрой голштинизированной породы в условиях хозяйства Новосибирской области. Животных разделили на две группы по 5 гол. в каждой. Коровам первой группы вводили лекарственную композицию Арговит-Д (10%-ный водный раствор препарата Арговит + 5% водный раствор Димексида) внутриматочно в дозе 150 мл 1 раз в 48 ч в течение 7 дней. Молоко для анализа брали по 50 мл до введения, через 6, 12, 24 ч после каждого введения препарата и через 48, 72, 96 ч после последнего введения препарата. Для изучения сроков выведения наночастиц серебра с молоком, кровью, мочой использовали препарат «Арговит» (ООО НПЦ «Вектор-Вита» г. Новосибирск), содержащий AgNPs в дозе 13 мкг/мл. Наличие в молоке, моче и крови препарата оценивали по содержанию серебра в пробе согласно ГОСТ ISO/TS 6733-2015. Измерение проводили на Atomic Absorption Spectrophotometer SHIMADZU AA-7000 (Tokyo, Japan).

После внутриматочного введения лекарственной композиции Арговит-Д в дозе 150 мл наиболее его высокая концентрация препарата «Арговит» отмечена через 6 ч после 4-го введения в молоке (46,8 мкг/л), в крови (12,1 мкг/л) и в моче (1,73 мкг/л). Результатами исследований установлено, что через 12, 24, 36, 48, 72 и 96 ч после внутриматочного введения лекарственной композиции наночастицы серебра в молоке, крови и моче не определялись. Содержание Димексида в молоке, крови и моче определяли по концентрации в них Димексида при длине волны 375 нм, используя спектрофотометрический метод.

После внутриматочного введения лекарственной композиции Арговит-Д в дозе 150 мл наиболее высокая концентрация Димексида наблюдалась через 6 ч после 4-го введения в моче (30,6 мкг/л), в молоке (6,83 мкг/л) и в крови (1,67 мкг/л). Через 24, 36, 48, 72 и 96 ч после внутриматочного введения лекарственной композиции Димексида в молоке, крови и моче не наблюдалось.

Согласно данным П.А. Красочко и др. (2005) и О.В. Распутиной (2007), срок браковки молока после внутриматочного введения Димексида составляет 1 сутки. Так как лекарственная композиция Арговит-Д содержит в своем составе Димексид, то, срок браковки молока после интрацистернального и внутриматочного введения составляет 1 сутки. Таким образом, полное выведение лекарственной композиции Арговит-Д из организма животного с молоком, кровью и мочой наступает через 24 ч после внутриматочного введения.

**Список источников**

1.Нефедова Е.В. Влияние наночастиц серебра на процесс биопленкообразования микроорганизмов при терапии эндометрита у коров / Е.В. Нефедова // Ветеринария и кормление. – 2024. – № 4. – С. 78-80.

2.Нефедова Е.В. Влияние наночастиц серебра и препаратов различных фармакологических групп на бактерицидную активность Staphylococcus aureus / Е.В. Нефедова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2024. – Т. 54. – № 4. – С. 88-93.

3.Нефедова Е.В. Экономическая оценка эффективности терапии гнойно-катарального эндометрита коров препаратами различных фармакологических групп / Е.В. Нефедова // Ветеринария и кормление. – 2023. – №2. – С. 64-65.

4. Нефедова Е.В. Изучение раздражающего действия лекарственной композиции Арговит-Д / Е.В. Нефедова // Актуальные проблемы науки и практики в исследованиях молодых ученых: сб. I междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 21-22 мая 2024 г.). – Новосибирск, 2024. – С. 70-72.

5. Нефедова Е.В. Определение раздражающего действия лекарственной композиции Арговит-Д на слизистую оболочку влагалища крупного рогатого скота / Е.В. Нефедова // Актуальные проблемы науки и практики в исследованиях молодых ученых: сб. I междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 21-22 мая 2024 г.). – Новосибирск, 2024. – С. 72-73.

6. Нефедова Е.В. Влияние препарата Арговит на адгезивную активность микроорганизмов, изолированных при лечении гнойно-катарального эндометрита у коров / Е.В. Нефедова // Актуальные проблемы науки и практики в исследованиях молодых ученых: сб. I междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 21-22 мая 2024 г.). – Новосибирск, 2024. – С. 67-70.

## DETERMINATION OF RESIDUAL AMOUNTS OF A DRUG CONTAINING SILVER NANOPARTICLES IN MILK, BLOOD, AND URINE IN THE TREATMENT OF PURULENT-CATARRHAL ENDOMETRITIS IN COWS

**Nefedova E.V.,**
Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher, Siberian Federal Research Institute for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences
r.p. Krasnoobsk, Russia, filll555@mail.ru

*Abstract.* Currently, the leading place among pathologies in animals is occupied by multifactorial infectious diseases, the etiology of which involves conditionally pathogenic microflora. At the same time, it was noted that the formation of pathological microbiocenoses in animals inevitably leads to associated epizootic processes associated with pathogens classified as conditionally pathogenic, which in conditions of intensive animal husbandry can cause massive factor infections, causing significant damage to the industry.

*Key words:* cows, endometritis, silver nanoparticles, AgNPs, milk, blood, urine.

УДК 619:579:616-085.33

## ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП НА ИЗМЕНЕНИЕ АНТИБИОТИКОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ *S.ENTERITIDIS* ATCC 13076

**Нефедова Е.В.,**
Старший научный сотрудник, к.в.н.
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологии Российской академии наук,
Новосибирская область, рп. Краснообск, Россия, filll555@mail.ru

*Аннотация.* Во всем мире отмечается значительное количество случаев выявления антибиотико-резистентных возбудителей инфекционных болезней сельскохозяйственных животных. Неоправданно широкое применение антибактериальных препаратов в сельском хозяйстве для профилактики и лечения инфекционных заболеваний, привело к формированию резистентных штаммов микроорганизмов. Сложившаяся ситуация обосновывает поиск альтернативных, новых способов и методов лечения и профилактики инфекционных болезней животных.

*Ключевые слова*: наночастицы серебра, *S.enteritidis* ATCC 13076, антибиотики, антибиотикорезистентность, AgNPs.

Современное развитие нанотехнологий позволяет получать новые материалы, обладающие высокими бактерицидными свойствами при низких токсикологических показателях. Наиболее часто в ветеринарии и медицине используются наночастицы

металлов: серебра, золота, железа, титана, марганца, магния, среди которых наиболее изучены наночастицы серебра (AgNPs). Ранее проведёнными исследованиями установлена высокая бактерицидная и противовирусная активность AgNPs, а также способность усиливать эти свойства при их совместном применении с антибактериальными препаратами. Кроме того, контакт микроорганизмов с AgNPs вызывает рост антибиотикочувствительности к широкому кругу антибиотиков [1-6].

В связи с этим необходимо изучение сочетанного применения AgNPs и дезинфекционных средств с целью возможного увеличения их активности.

Для изучения действия наночастиц серебра использовался препарат арговит (ООО НПЦ «Вектор-Вита» г. Новосибирск) содержащий AgNPs 13 мкг/мл; гентамицин - содержащий гентамицина сульфата 40 мг в 1 мл; димексид (ДМСО) лекарственный препарат, обладающий противовоспалительным, противомикробным, фибринолитическим действием. Определение чувствительности микроорганизмов референтного штамма *S.enteritidis* АТСС 13076 к антибактериальным веществам и их сочетаниям определяли из разведения с минимальной бактериостатической концентрации 0,2 мл которого вносили на агар Мюллера Хинтона и диско диффузионным методом определяли антибиотикочувствительность микроорганизмов (согласно методическим указаниям по определению чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам, 2004).

При изучении влияния ДМСО и гентамицина на антибиотикочувствительность *S.enteritidis* АТСС 13076 (табл. 1), установлено снижение чувствительности к 4 препаратам (33,3 %). При совместном культивировании наночастиц серебра, ДМСО и наночастиц серебра, гентамицин выявлен рост чувствительности к 9 препаратам (75 %).

Таблица 1. Влияние AgNPs и антибиотиков на изменение чувствительности к *S.enteritidis* АТСС 13076 антибактериальным препаратам

| Препарат | конт* | гент** | % | гент** + AgNPs | % | ДМСО | % | ДМСО + AgNPs | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| амоксициклин | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ампициллин | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| гентамицин | 21 | 15 | -28,6 | 24 | 14,3 | 16 | -23,8 | 25 | 19 |
| доксициклин | 20 | - | - | 24 | 20 | 24 | 20 | 24 | 20 |
| неомицин | 21 | 17 | -19 | 23 | 9,5 | 15 | -28,5 | 25 | 19 |
| тетрациклин | 21 | 15 | -28,6 | 22 | 4,8 | 22 | 4,8 | 23 | 9,5 |
| цефотаксим | - | - | - | 16 | 100 | - | - | 10 | 100 |
| энрофлоксацин | 23 | 25 | 8,7 | 25 | 8,7 | 24 | 4,3 | 26 | 13 |
| левомицетин | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ципрофлоксацин | 20 | 21 | 5 | 24 | 20 | 18 | -10 | 23 | 15 |
| цефуроксимом | 15 | - | -100 | 16 | 6,7 | 14 | -6,7 | 17 | 13,3 |
| амикацин | - | - | - | 15 | 100 | - | - | 13 | 100 |

Примечание * конт - контроль, ** гент - гентамицин

Одной из причин увеличения бактерицидной активности антибиотиков в отношении микроорганизмов при их совместном культивировании с AgNPs является эффлюкс-эффекты, играющие роль в регуляции работы специфических биомолекул, влияющих на чувство кворума и ответственных за образование биопленок. Транзитное движение чувствительных молекул внутри или снаружи бактериальных клеток может быть прервано из-за нарушения функционирования эффлюкс-насосов. Таким образом, AgNPs блокируют эффлюкс эффект бактериальных клеток, что способствует восстановлению бактериальных свойств антибиотиков, а так же снижению биопленкообразующей способности микроорганизмов. Результаты исследований позволяют разрабатывать новые комбинации лекарственных средств с ранее известными препаратами для терапии инфекционных болезней животных.

**Список источников**

1. Стратегия предупреждения распространения антимикробной резистентности: распоряжение Правительства РФ № 2045-р от 25.09.2017 (ред. от 11.09.2021).
2. Нефедова Е.В. Влияние наночастиц серебра на бактерицидную активность и антибиотикочувствительность *S.pyogenes* / Е.В. Нефедова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, стран СНГ и BRICS: сб. науч. докл. XXV междунар. науч.-практ. форума (Краснообск, 29 ноября 2022 г.). – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2023. – С. 295-296.
3. Талабыкина Д.М. Влияние антибактериальных препаратов на процесс биопленкообразования микроорганизмов / Д.М. Талабыкина, Е.В. Нефедова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, стран СНГ и BRICS: сб. науч. докл. XXV междунар. науч.-практ. форума (Краснообск, 29 ноября 2022 г.). – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2023. – С. 308-309.
4. Нефедова Е.В. Влияние наночастиц серебра и препаратов различных фармакологических групп на бактерицидную активность *S.enteritidis* ATCC 13076 / Е.В. Нефедова // Ветеринария и кормление. – 2023. – №3. – С. 64-65.
5. Нефедова Е.В. Влияние наночастиц серебра и дезинфектантов на бактерицидную активность относительно *S.enteritidis* / Е.В. Нефедова, Н.Н. Шкиль // Вестник Алтайского ГАУ. – 2022. – № 12. – С. 90-94.
6. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: методические указания МУК 4.2. 1890-04, - ЦНИИЭ. - М., - 2004. - 101с.

## THE EFFECT OF DRUGS OF VARIOUS PHARMACOLOGICAL GROUPS ON CHANGES IN ANTIBIOTIC SENSITIVITY OF S.ENTERITIDIS ATCC 13076

**Nefedova E.V.,**
Candidate of Veterinary Sciences, Senior Researcher, Siberian Federal Research Institute for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences
r.p. Krasnoobsk, Russia, filll555@mail.ru

*Abstract*. There are a significant number of cases of detection of antibiotic-resistant pathogens of infectious diseases of farm animals worldwide. The unjustifiably widespread use of antibacterial drugs in agriculture for the prevention and treatment of infectious diseases has led to the formation of resistant strains of microorganisms. The current situation justifies the search for alternative, new methods and methods of treatment and prevention of infectious diseases of animals.

*Key words:* silver nanoparticles, S.enteritidis ATCC 13076, antibiotics, antibiotic resistance, AgNPs.

УДК 591.431.5:598.261.6-293.1

## МОРФОЛОГИЯ КЛЮВА У КУРИЦЫ И ВОРОНЫ

**Низамова Г.М., Муллакаев О.Т., Гиззатуллин Р.Р., Каримова А.З., Шерина А.А.**
к.б.н., доцент, д.в.н., профессор, к.в.н., доцент, к.б.н., доцент, студент
Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия, sherinasasha@gmail.com

*Аннотация.* В данной статье рассматриваются анатомическое строение клювов курицы и вороны в сравнительном аспекте. Исследование включает морфологический анализ структуры клюва, сравнение его формы, размеров и функциональных особенностей. Результаты исследования способствуют лучшему пониманию эволюционных адаптаций и экологических ниш этих видов.

*Ключевые слова:* анатомия, курица, ворона, клюв, особенности.

Клюв птиц является многофункциональным органом, который используется для захвата и обработки пищи, ухода за перьями, строительства гнезд, защиты и коммуникации. Форма и структура клюва различаются у разных видов птиц в зависимости от их экологических ниш и поведенческих особенностей. Курица (*Gallus gallus domesticus*) и ворона (*Corvus corax*) представляют собой два вида, которые занимают различные экологические ниши и имеют разные стратегии питания. Курица, как домашняя птиц, адаптирована к питанию зерном и мелкими насекомыми, тогда как ворона, будучи всеядной, питается разнообразной пищей, включая падаль, мелких животных и растительную пищу [1, 2].

Целью нашего исследования являлось проведение сравнительного анатомического анализа клювов этих двух видов птиц для выявления их сходств и различий. Эти данные могут пролить свет на эволюционные адаптации, связанные с их пищевыми предпочтениями и поведенческими особенностями.

Материалы и методы исследования. Для проведения исследования использовались клювы взрослых особей курицы (Gallus gallus domesticus) и вороны (Corvus corax). Черепа птиц делали при помощи классического анатомического метода [3, 4]. Для проведения исследования использовали сравнительный и описательный методы.

Результаты исследований. В результате проведенных исследований мы выявили следующие анатомические сходства строения клювов у курицы и вороны. Клюва у обоих видов птиц состоит из двух основных частей: надклювья и подклювья. Надклювье образовано предчелюстными, верхнечелюстными и носовыми костями, а подклювье — нижней челюстью, представляющей собой ряд слившихся костей. Оба вида имеют роговой чехол на клюве. Он обеспечивает прочность и необходим для различных функций, таких как захват и обработка пищи. Клювы и у курицы, и у вороны покрыты кератином, что придаёт им прочность и обеспечивает защиту от механических повреждений. У птиц клюв выполняет основные функции, связанные с питанием (поиск, захват и обработка пищи), коммуникацией и, в некоторой степени, строительством гнезд.

Также мы выявили анатомические различия в строении клюва у курицы и вороны. Курица имеет более короткий и конусообразный клюв, который хорошо подходит для поедания зерна и семян. У вороны клюв более длинный и сильный, что позволяет ей разрывать пищу и использовать его для различных задач, таких как рытье и долбление (Рисунок 1). Также у курицы клюв в основном используется для поедания зерна и семян, а также для поиска пищи на земле. Клюв вороны более универсален и используется для различных задач, включая поиск пищи, рытье, долбление [5].

А Б

Рис. 1. Черепа птиц, А - курицы, Б - вороны

У курицы на надклювье нет восковицы, в отличии от вороны. У вороны основание надклювья покрыто восковицей. Она богата осязательными нервными окончаниями. Курица питается в основном зерном и семенами. А ворона всеядна, питается разнообразной пищей, включая насекомых, семена, фрукты и мелких животных. Также оба вида имеют функциональные адаптации. Клюв курицы приспособлен к клеванию зерна и растительной пищи. Куры чаще всего ищут корм на поверхности земли, и их клюв достаточно устойчив для разрушения твердых оболочек семян. Клюв вороны может быть использован для манипуляций с предметами, например, открывания орехов и других твердых источников пищи [2]. У ворон нижняя челюсть более подвижна за счет развитых подвижных суставов. Так же они имеют более крупные и разветвленные мышцы, отвечающие за движение клюва. Это позволяет им лучше контролировать его положение и силу укуса. У курицы нижняя челюсть более статична.

**Заключение.** В результате изучения морфологии клюва курицы и вороны, мы выявили значительные отличия в форме, размере и функциональности клюва. Эти различия отражают адаптации двух видов к различным экологическим условиям и способам добычи пищи. Понимание этих аспектов может иметь значение для дальнейших исследований в области орнитологии и эволюционной биологии.

**Список источников**

1. Никонова Н.А. Анатомия домашней птицы / Н.А. Никонова; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь : ИПЦ Прокростъ, 2022. – 153 с. – ISBN 978-5-94279-542-9. – EDN EHUBDZ.

2. Якименко Л.Л. Анатомия животных. Особенности анатомического строения птиц : учеб.-метод. пособие для студентов по специальностям «Ветеринарная медицина», «Ветеринарная санитария и экспертиза» и слушателей ФПК и ПК / Л.Л. Якименко, Л.А. Сельманович, Д.П. Волосевич. - Витебск: ВГАВМ, 2023. - 44 с.

3. Новоселова Е.А., Спиридонова Д.А. Особенности скелета павлина обыкновенного / Е.А. Новоселова, Д.А. Спиридонова // Молодежные разработки и инновации в решение приоритетных задач АПК. — Казань: Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, 2022. — С. 234-235.

4. Свалова, Е. Е. Сравнительное изучение механических свойств и состава костей черепа и клюва большого пёстрого дятла и жаворонка / Е.Е. Свалова, Ю.С. Рыжова, Г.М. Низамова // EurasiaScience: Сборник статей LXV международной научно-практической конференции, Москва, 15 ноября 2024 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Актуальность. РФ", 2024. – С. 19-21.

5. Зеленевский, Н.В. Анатомия животных. Практикум : учебное пособие для вузов / Н.В. Зеленевский, М.В. Щипакин, К.Н. Зеленевский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 696 с.

## BEAKE MORPHOLOGY IN CHICKEN AND CROW

**Nizamova G.M., Mullakaev O.T., Gizzatullin R.R., Karimova A.Z., Sherina A.A.**
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Student
Kazan State Agrarian University
Kazan, Russia, sherinasasha@gmail.com

*Annotation.* This article deals with anatomical similarities and differences of beaks in chicken and crow. The study includes morphological analysis of the beak structure, comparison of

its shape, size and functional features. The results of the study may contribute to a better understanding of the evolutionary adaptations and ecological niches of these species.

*Key words:* anatomy, chicken, crow, beak, features.

УДК:616-092.9:636.1

## ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТА ЭМИДОНОЛ 20% НА ПОКАЗАТЕЛИ ЕСТЕСТВЕННОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ У СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ С ВОЗРАСТНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ

**Палевич Ю.Г.**
Аспирант
*Научный руководитель Панова Н.Е., с.н.с., к.в.н., лаборатории воспроизводства и адаптации ИЭВСиДВ*
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий
Российской академии наук, Краснообск, Россия, belich@5thhive.nl

*Аннотация.* В статье рассматривается терапевтическая эффективность лекарственного препарата для ветеринарного применения Эмидонол 20%, и его влияние на показатели естественной резистентности при возрастных изменениях у лошадей.

*Ключевые слова:* резистентность, фагоцитоз, опсоно-фагоцитарная реакция, антиоксиданты.

Совершенствование методов подготовки спортивных лошадей к соревнованиям и прогресс в конном спорте невозможны без расширения знаний в области физиологии и биохимии тренинга. Исследования в этом направлении необходимы для изыскания способов направленного воздействия на организм животных с целью повышения их работоспособности и для сохранения их здоровья при экстремальных нагрузках [1]. За прошедшие десятилетия достаточно хорошо изучена связь между различными физиолого-биохимическими показателями лошадей и их работоспособностью. Одним из таких важных показателей является их естественная резистентность организма, которая тесно связана с антиоксидантной системой.

В организме животных с возрастными изменениями происходят замедленные разрушения клеток, из-за чего концентрация свободно радикальных соединений в кровотоке достигает уровня, когда антиоксидантная система не справляется с ними и, следовательно, высока вероятность неблагоприятного исхода, естественная резистентность при том сильно снижается. Однако, эти процессы можно остановить, вводя животному синтетические антиоксиданты. Тогда организм справляется с заболеванием, и затем, собственная антиоксидантная система приходит в норму [2]. Исследования по применению синтетических антиоксидантов показали, что они позволяют восстановить антиоксидантную активность крови животного и повысить его естественную резистентность.

Цель наших исследований изучение влияния антиоксиданта Эмидонол 20% на показатели естественной резистентности у спортивных лошадей с возрастными изменениями.

Задачи:

1. Посмотреть влияние антиоксидантов на показатели естественной резистентности;
2. Сравнить действие препарата Эмидонол 20% с препаратом-аналогом;
3. Оценить эффективность применения антиоксидантов для спортивных лошадей с возрастными изменениями.

Материалы и методы. Для исследования препарата Эмидонол 20% использовали лошадей, в возрасте от 19 до 22 лет. Было сформировано три группы (n=5) по принципу

аналогов (лошади несли одинаковую нагрузку, находились в равных условиях содержания и кормления): 2 опытных и 1 контрольная. В качестве аналога был выбран препарат Витамин С (аскорбиновая кислота). Эмидонол 20% выпаивали лошадям по 20 мл/500 кг (8 мг/кг по действующему веществу) 2 раза в день в течение 15 дней перорально. Витамин С выпаивали по 7г/голову один раз в день, предварительно растворив в воде комнатной температуры, в течение 15 дней.

Забор крови проводили утором натощак, до введения антиоксидантных препаратов, на 7 и 14 день их применения, а затем через 15, 22, 29, 36 и 43 дней после их введения.

Показатели естественной резистентности лошадей оценивали методами определения фагоцитарной активности лейкоцитов [3].

Результаты исследований. Из данных таблицы 1,2 и 3 видно, что все показатели фагоцитоза у лошадей во время применения антиоксидантов повышались, как в опытной, так и в группе препарата-аналога. На момент третьего забора крови лошади были после участия в соревнованиях, что объясняет такой резкий подъем активных лейкоцитов во всех трех группах.

Таблица 1. Фагоцитарная активность у спортивных лошадей с возрастными изменениями

| | Фагоцитарная активность, % | | |
|---|---|---|---|
| Дни опыта | опыт №1 | опыт №2 | контр |
| 1-й | 29,80±3,36 | 30,80±2,64 | 29,40±3,92 |
| 7-й | 51,80±1,76* | 50,80±1,44 | 38,20±2,24 |
| 14-й | 57,67±1,11 | 54,50±6,50 | 50,25±3,63 |
| 36-й | 61,60±1,68 | 59,20±1,84* | 48,00±8,00 |
| 43-й | 61,20±1,44* | 61,40±2,72 | 48,40±3,52 |
| 50-й | 62,80±1,44 | 61,80±1,84 | 55,20±3,44 |
| 57-й | 62,40±1,12 | 61,60±2,48 | 53,40±8,24 |

Примечание*p < 0,05, достоверность различий групп сравнения и контроля

Показатели фагоцитарной активности на момент дачи антиоксидантов возросли на 62,2% в обоих группах. Разница обоих опытных групп с контролем составила 5,7% в сторону первых, что свидетельствует о благоприятном действии препаратов. Через 36 дней показатели фагоцитарной активности в первой опытной группе превысили контроль на 13,7%.

Таблица 2. Фагоцитарный индекс у спортивных лошадей с возрастными изменениями

| | Фагоцитарный индекс | | |
|---|---|---|---|
| Дни опыта | опыт №1 | опыт №2 | контр |
| 1-й | 24,10±0,62 | 23,61±0,75 | 24,41±1,08 |
| 7-й | 37,92±0,74 | 35,04±0,96 | 26,23±0,96 |
| 14-й | 37,77±0,64 | 36,00±0,85 | 29,96±0,93 |
| 36-й | 49,66±3,75* | 48,18±2,94* | 29,66±1,86 |
| 43-й | 56,15±2,99 | 48,41±6,37* | 35,86±1,51 |
| 50-й | 58,85±4,05* | 43,76±1,68 | 37,25±2,01 |
| 57-й | 39,28±2,57 | 31,60±1,76 | 23,87±1,71 |

Примечание*p < 0,01, достоверность различий групп сравнения и контроля

Из таблицы 2 видно, что интенсивность фагоцитоза у опытной группы выше, чем у препарата-аналога. Через 36 дней после дачи препарата достигаются максимальные значения, которые у первой опытной группы выше на 15,58% от общего увеличения на данный день и на 10,93% выше от максимальной интенсивности второй группы, приходящейся на 29 день, после дачи препарата.

Таблица 3. Фагоцитарное число у спортивных лошадей с возрастными изменениями

| Дни опыта | Фагоцитарное число | | |
|---|---|---|---|
| | опыт №1 | опыт №2 | контр |
| 1-й | 7,16±0,75 | 7,25±0,46 | 7,16±0,91 |
| 7-й | 19,63±0,50* | 17,82±0,97 | 10,02±0,59 |
| 14-й | 21,79±0,78 | 19,61±2,25 | 15,04±1,06 |
| 36-й | 30,56±1,86 | 28,48±1,39 | 14,31±2,62 |
| 43-й | 34,34±1,69 | 29,74±4,04* | 17,42±1,88 |
| 50-й | 37,01±3,11* | 27,06±1,83 | 20,59±1,96 |
| 57-й | 24,53±2,57 | 19,46±1,76 | 12,63±1,71 |

Примечание*$p < 0,05$, достоверность различий групп сравнения и контроля

Из таблицы 3 видно, что агрессивность лейкоцитов, а также и их активность у первой опытной группы выше. Она составляет 9,86% от общего увеличения на 36 день и на 7,18% выше от максимальной интенсивности второй группы, приходящейся на 29 день, после дачи препарата.

**Заключение**

1. Антиоксиданты минимизируют вредное воздействие окислительного стресса на иммунные клетки, усиливая их защитную роль;

2. Применение Эмидонола 20%, как и его препарата-аналога повысили число активных, участвовавших в фагоцитозе лейкоцитов. Однако Эмидонол 20% так же увеличил интенсивность и активность самих лейкоцитов, по сравнению с препаратом-аналогом Через 36 дней после дачи препарата достигаются максимальные значения фагоцитарного индекса, которые у первой опытной группы выше на 15,58% от общего увеличения на данный день и на 10,93% выше от максимальной интенсивности второй опытной группы, приходящейся на 29 день, после дачи препарата. Фагоцитарное число у первой опытной группы составляет 9,86% от общего увеличения на 36 день и на 7,18% выше от максимальной интенсивности второй опытной группы, приходящейся на 29 день, после дачи препарата.

3. Все показатели фагоцитоза у лошадей во время применения антиоксидантов повышались, как в опытной, так и в группе препарата-аналога. Разница обоих опытных групп с контролем составила 5,7%, а наибольшей эффективности достигла на 36 день после применения препаратов и превысило контроль на 13,7%.

**Список источников**

1. Семенов Б.С. Влияние тренинга на биохимические показатели крови у лошадей, участвующих в соревнованиях/ Б. С. Семенов, В. А. Гусева, Т.Ш. Кузнецова, А.В. Назарова. – Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2022. – № 3. – С. 8-10.

2. Шатилов А.В. Антиоксидантная система крови лошадей в норме, при хронических заболеваниях сердца и лёгких, и при применении с лечебной целью антиоксидантов/ А.В. Шатилов, О.Г. Богданова, А.В. Коробов. – Ветеринарная патология. – 2008. – № 1. – С. 199-201.

3. Литвинова, З.А. Иммунология: учебно-методическое пособие для лабораторных занятий / сост. З.А. Литвинова, Н.А. Землянская. – Благовещенск: ДальГАУ, 2015. – 47 с.

## THE EFFECT OF THE ANTIOXIDANT EMIDONOL 20% ON THE INDICATORS OF NATURAL RESISTANCE IN SPORTS HORSES WITH AGE-RELATED CHANGES

**Palevich Y.G.**

Postgraduate Student

*Scientific supervisor Panova N.E., PhD in Veterinary Science, Senior Researcher, Laboratory of Reproduction and Adaptation, Institute of Experimental Veterinary of Siberia and the Far East*

Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology Russian Academy of Sciences

Krasnoobsk, Russia, belich@5thhive.nl

*Abstract.* The article evaluates the therapeutic efficacy of Emidonol 20%, a veterinary drug, and its impact on natural resistance parameters in aging horses. The study focuses on key immunobiological indicators, including phagocytosis and the opsonophagocytic reaction, as well as antioxidant effects.

*Key words:* resistance, phagocytosis, opsonophagocytic reaction, antioxidants.

УДК 619:618.19 - 006:636.7

## СРАВНЕНИЕ УНИЛАТЕРАЛЬНОЙ И РЕГИОНАЛЬНОЙ МАСТЭКТОМИИ СОБАК

**Степанова У.А.**
Студент
*Научный руководитель Попов А.П., ассистент*
Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Россия, ulianast04@mail.ru

*Аннотация.* В данной работе представлено сравнение эффективности и безопасности проведения мастэктомий у собак. Было выяснено, что и проведении регионарной мастэктомии и унилатеральной, являются эффективными, при лечении опухолей молочных желез. Однако выбор хирургического подхода должен зависеть от состояния самого животного, опухолевого очага и его месторасположения.

*Ключевые слова:* собаки, опухоли молочной железы, мастэктомия

На сегодняшний день, опухоли молочных желез, являются наиболее распространенным видом новообразований у собак, особенно у нестерилизованных самок. Одним из основных способов лечения данной патологии, является проведение хирургического вмешательства, в некоторых случаях в комбинации с химиотерапией [4,5]. Чтобы определить оптимальное лечение необходимо знать стадию процесса. Согласно международной системе классификации опухолей, разработанной Международным противораковым союзом (UICC) и Американским объединенным комитетом по раку (AJCC) первой стадии процесса, соответствует распространение первичной опухоли на одной молочной железе размером до 3 см, отсутствие метастаз в регионарные лимфатические узлы и признаков отдаленных метастаз [7]. Вторая стадия описывается как наличие одной или нескольких поражений молочных желез от 3 до 5 см, отсутствием метастаз. Третья стадия характеризуется наличием нескольких опухолей размера более 5 см, отсутствием метастаз в регионарные лимфатические узлы и признаков отдаленных метастаз. Четвертой стадии соответствует наличие одной или нескольких поражений молочных желез, лимфатических узлов и наличием отдаленных метастаз.

Мастэктомия-хирургическое удаление пораженной молочной железы. Существуют различные хирургические техники мастэктомии, включая унилатеральную и региональную мастэктомию, проведение же тотальной мастэктомии является нецелесообразным, ввиду высокой болевой инвазии и проблемами с закрытием кожных дефектов, а лампэктомия является неподходящей для лечения новообразований молочных желез, по причине нарушения принципов онкохирургии. Выбор хирургической техники зависит от различных факторов, таких как стадия заболевания, тип опухоли и общее состояние здоровья собаки [2,8]. Унилатеральная мастэктомия подразумевает удаление всей гряды с пораженной молочной железой, в некоторых случаях с удалением регионарных лимфатических узлов [1,3]. Благодаря данному методу снижается риск рецидива. Также данный метод предполагает обширный подход к лечению. Недостатками является то, что сука испытывает

большую болезненность. Большая хирургическая травма приводит к более длительному восстановлению и повышенному уровню дискомфорта. Кроме этого, увеличение объема удаляемой ткани может повышать риск послеоперационных осложнений [6]. Этот метод часто применяется при множественных опухолях, при опухоли 3 пакета молочных желез и высокой предрасположенности к проведению химиотерапии. Удаление лимфатических узлов позволяет провести гистологическое исследование и определить наличие или отсутствие метастаз, что важно для прогноза и дальнейшей тактики лечения.

В свою очередь, региональная мастэктомия включает удаление пораженной молочной железы (чаще нескольких молочных желез) вместе с регионарными лимфатическими узлами (обычно подмышечными и/или паховыми). В ходе исследования было выявлено, что преимуществами данного метода является то, что наносится меньшая хирургическая травма. Удаление только одной молочной железы снижает уровень болевой инвазивности процедуры. Помимо этого, происходит более быстрое восстановление. Период восстановления у пациентов, как правило, короче, так как операция менее обширная. Также хирургическое вмешательство занимает намного меньше времени, чем унилатеральная мастэктомия. К тому же, удаление только пораженной железы позволяет сохранить остальные, что может быть важно для молодой или плодовитой собаки. На этот пункт особенно обращают внимание заводчики, так как им необходимо, чтобы сука смогла прокормить свой помет. Помимо преимуществ нами было выявлено и ряд недостатков данного метода. Имеется риск рецидива (большая вероятность, что опухоль может развиться в других молочных железах). В процессе восстановления и послеоперационных жизненных циклов необходимо регулярно наблюдаться у ветеринарных врачей для того, чтобы регулярно контролировать состояние оставшихся молочных желез.

Для данного исследования были отобраны ветеринарные карты 17 сук с новообразованиями молочной железы на 4-5 молочных пакетах, в возрасте от 6х до 9 лет, поступившие в УПЦ ВК ФГБОУ ВО Чувашского ГАУ «Усы, лапы, хвост» за 2024 год. По результатам ТИАБ, у животных диагностировались доброкачественные новообразования – аденома молочных желез. У всех животных отмечались одиночные очаги диаметром от 3 до 5 см, с вовлечением в процесс пахового лимфатического узла. При проведении предоперационной диагностики, включавшей УЗИ-исследование органов брюшной полости и рентгенологическое исследование грудной клетки, у собак отсутствовали удаленные метастазы. Данная картина свидетельствовала о 2 стадии процесса, согласно TNM классификации.

В рамках лечения у 7 животных была проведена регионарная мастэктомия, удаляли 3,4 и 5 молочные пакеты, а у 10 собак удалялась вся молочная гряда с пораженной железой. Процесс подготовки к операции состоял из нескольких этапов: предварительное обследование (клинический осмотр, анамнез, пальпация молочных желез, ОАК, биохимический анализ крови, анализ мочи, УЗИ и рентгенологическое исследования, ТИАБ новообразования), подготовка к анастезии (голодание, премедикация), обсуждение с владельцем нюансом хирургического вмешательства. При премедикации врачом-анестезиологом использовались «Тразодон» для успокоения в дозировке 5 мг/кг, «Маропитант», как противорвотное средство - 1 мг/кг, антибиотик «Цефазолин» - 25 мг/кг. Затем для анестезии применялся «Золетил» в дозировке 1,5 м/кг и «Пропофол» для интубации- 2 мг/кг. Также использовалась комбинация плоскостных блокад - блокада поперечной плоскости живота, блокада квадратной поясничной мышцы, блокада зубчатой мышцы. В качестве местных анестетиков применялись «Ропивакаин» и «Бувикаин». Следующий этап - подготовка операционного поля. В ходе этого у сук тщательно выбривалась шерсть в области молочных желез, подмышечной и паховой области с помощью машинки и триммера; проводилась обработка операционного поля спиртовым раствором хлоргексидина и йодом для снижения риска инфекции. При хирургическом вмешательстве животное поддерживалось при помощи ингаляционной анестезии («Золетил»

с «Лидокаином»). Операции проводились по стандартным схемам, с соблюдением футулярности, зональности, блочности, абластики и антибластики. В послеоперационный период за животными проводился тщательный контроль. Оценивались время заживления раны, послеоперационные осложнения и в удаленные сроки оценивались случаи рецидивов, результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты исследования

| Показатели | 1 группа (унилатеральная мастэктомия) Количество: 10 сук | 2 группа (региональная мастэктомия) Количество: 7 сук |
|---|---|---|
| Время заживление | **≈ 15 дней** | **≈ 12-14 дней** |
| Образование сером | 2 | отсутствует |
| Рецидивы | 1 | 1 |

Исходя из табличных данных, можно сделать вывод, что и унилатеральная и региональная мастэктомия могут использоваться для лечения опухолей молочных желез. Рецидивы в процентном соотношении составляют 10% и 14,3% соответственно, данный показатель не является существенным. Время заживления хирургической раны одинаковое, единственное, при проведении исследования у двух собак, которым была проведена унилатеральная мастэктомии, скопилась жидкость в подкожной клетчатке (серома). В результате среднее время заживления раны в 1 группе увеличилось.

Выбор между унилатеральной и региональной мастэктомией должен основываться на тщательной оценке некоторых факторов. Одним из таких является размер и локализация новообразований. Более крупные опухоли и те, которые расположены вблизи лимфатических узлов, могут требовать унилатеральной мастэктомии. Также влияет и стадия заболевания. Наличие или отсутствие метастазов в лимфатические узлы, определяемое клиническим обследованием (пальпацией) и/или предоперационной биопсией, играет решающую роль в выборе хирургической техники. Помимо этого, некоторые типы опухолей молочной железы (например, анапластические карциномы) имеют более высокую склонность к метастазированию, что может потребовать более агрессивного хирургического подхода. Самым главным факторов является общее состояние здоровья собаки. Суки с сопутствующими заболеваниями могут быть менее устойчивы к более инвазивным хирургическим процедурам, таким как унилатеральная мастэктомия.

## Список источников

1. Еремей, Э.И. Оперативная хирургия с топографической анатомией. Практикум: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Ветеринарная медицина», «Ветеринарная санитария и экспертиза», «Ветеринарная фармация» / Э.И. Веремей, В.А. Журба, В.М. Руколь; ред. Э.И. Веремей.- Минск: ИВЦ Минфина, 2017. - 471 с.

2.Григорьева, Е.А. Анализ крови как один из главных показателей диагностики болезней животных / Е.А. Григорьева, А.И. Димитриева, И.О. Ефимова // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку: мат. Всерос. студ. науч.-практич. конф. с уч. школьников 10-11 классов.- Чебоксары, 2020.- С. 302-305.

3.Лихутов, Д.А. Дезенфекционные мероприятия в операционной ветеринарной клиники / Д.А. Лихутов, А.И. Димитриева // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку: мат. Междунар. студ. науч.-практич. конф. с участием школьников 10-11 классов.- Чебоксары, 2024.- С. 517-520.

4.Общая патологическая анатомия животных: учебное пособие / С. Н. Цепковская, А. В. Остапчук, Л. Л. Ошкина. Пенза: РИО ПГАУ, 2019.

5.Онкология мелких домашних животных / Д. В. Трофимцев, И. Ф. Вилковыский,М. А. Аверин, А. В. Албум, Е. Н. Вершинина. М.: Научная библиотека, 2017.

6.Попов, А.П. Заживление ран у непродуктивных животных / А.П. Попов, Н.И. Косяев, И.О. Ефимова // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях

цифровизации: мат. II Междунар. науч.-практич. конф.- Чебоксары, 2023.- С. 317-319.

7.Попов, А.П. Рентгенологическое исследование, как метод визуализации линейных инородных тел / А.П. Попов, А.И. Димитриева, А.В. Коваленко // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России: мат. междунар. науч.-практич. конф., посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.- Чебоксары, 2021 года.- С. 394-396.

8.Попов, А.П. Сравнение эффективности микроскопических методов диагностики бабезиоза у собак / А.П. Попов, А.А. Касьянов, А.И. Димитриева // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку: мат Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов: в 2 ч., Чебоксары, 04–05 марта 2021 года. Том Часть 1. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – С. 446-449.

## COMPARISON OF THE UNILATERAL AND REGIONAL MASTECTOMIES OF DOGS

**Stepanova U.A.**
Student
*Scientific supervisor A.P. Popov, Assistant*
Chuvash State Agrarian University
Cheboksary, Russia, ulianast04@mail.ru

*Abstract*. This paper presents a comparison of the efficacy and safety of mastectomies in dogs. It was found that both regional mastectomy and unilateral mastectomy are effective in the treatment of breast tumors. However, the choice of surgical approach should depend on the condition of the animal itself, the tumor site and its location.

*Key words*: dogs, breast tumors, mastectomy

УДК 619:615:618.7-002-08:636.2

## ЛЕЧЕНИЕ КАТАРАЛЬНОГО ПОСЛЕРОДОВОГО ЭНДОМЕТРИТА У КОРОВ

**Сляднева Я.А.**
Студент
*Научный руководитель Муллакаева Л.А., к.в.н., доцент*
Казанская государственная академия ветеринарной медицины
имени Н. Э. Баумана, Казань, Россия, tsapko_02@mail.ru

*Аннотация.* Была изучена эффективность терапии больных коров послеродовым катаральный эндометритом с помощью 2 схем лечения. 1 схема включала комплекс препаратов – антибиотик «Цефтонит», НПВС «Флунекс», β-адреноблокатор «Утеротон». 2 схема включала комплекс препаратов – антибиотик «Кобактан», НПВС «Флунекс», β-адреноблокатор «Утеротон».

*Ключевые слова:* послеродовой эндометрит, химиотерапевтические средства, крупный рогатый скот, лохии.

На крупных молочных предприятиях послеродовыми эндометритами заболевают до 90% отелившихся коров, так как заболеванию подвержены животные с высоким уровнем молочной продуктивности. Ежегодно по причине эндометритов преждевременно выбраковывают до 27–30% коров. Послеродовой эндометрит — это острое воспаление слизистой оболочки матки, возникающее на 3-8-й день после родов. Острый послеродовой эндометрит распространен повсеместно и составляет от 10 до 70% всего поголовья бесплодных коров. Основной первопричиной возникновения считается условно-патогенная и

патогенная микрофлора, которая проникает в половые пути через гематогенные и лимфогенные пути, а также из внешней среды до, во время и сразу после родов. Развитию процесса также способствуют травмы и контаминирование слизистой матки, возникающие при сложных родах, фетотомии, задержке последа, субинволюции матки, ее выворотe и выпадении. Профилактике и лечению послеродового эндометрита должно уделяться повышенное внимание. Поэтому необходимо своевременно выявлять и оказывать эффективное лечение животным с данной патологией [1-7].

Работа была выполнена на кафедре фармакологии, токсикологии и радиобиологии ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ и в ООО «Северная Нива Оренбуржье» Северная района Оренбургской области. Основное направление хозяйства – молочное скотоводство. Среднесуточный удой молока на 1 корову составляет 40л.

Объектом исследования служили 10 коров в возрасте от 3 до 4 лет, живой массой 450-550 кг, Голштинской породы, больные катаральным послеродовым энлометритом, принадлежащие ООО «Северная Нива Оренбуржье».

Диагноз катаральный эндометрит был установлен при проведении комплексного клинического исследования коров на 4 день после отела. После постановки диагноза все 10 коров были разделены на 2 исследуемые группы по 5 коров в каждой. Ежедневно проводился клинический осмотр животных в обоих исследуемых группах. Дополнительно проводились ректальные исследования коров на 1, 3, 5 дни и гематологические исследования крови в 1, 3, 7, 14 дни.

Результаты исследования. Первой исследуемой группе применялся комплекс: антибиотик «Цефтонит» (20 мл подкожно на 1 животное 1 раз в сутки), НПВС «Флунекс» (20 мл внутримышечно на 1 животное 1 раз в сутки), неселективный β-адреноблокатор «Утеротон» (10 мл внутримышечно на 1 животное 1 раз в сутки) в течение 5 дней; Второй исследуемой группе вводили комплекс: антибиотик «Кобактан» (20 мл внутримышечно на 1 животное), нестероидное противовоспалительное средство «Флунекс» (10 мл внутримышечно на 1 животное 1 раз в сутки), неселективный β-адреноблокатор «Утеротон» (10 мл внутримышечно на 1 животное 1 раз в сутки) в течение 5 дней.

1) В первой исследуемой группе на первые сутки у коров №1, №2, №3, №4, №5 отмечалось угнетение, понижение пищевой возбудимости, клинико-физиологические показатели в среднем составляли: ректальная температура 39,7±0,3 $^{o}$C; частота пульса 67±0,4 уд/мин; частота дыхательных движений 22±0,2. Была выявлена поллакиурия с выраженной болезненностью, животные выгибали спину, приподнимали хвост. При лежании, натуживании, актах дефекации и мочеиспускания, а также при ректальной пальпации матки из наружных половых органов выделялись лохии слизистой консистенции, желтого цвета с неприятным прогорклым запахом.

На третьи сутки у животных отмечалась вялость с частичным отказом от корма. При ректальном исследовании сократимость матки была понижена, при массаже матки выделялся слизистый экссудат с серовато-желтым оттенком.

На пятый день наблюдения, первой исследуемой группы клинико-физиологические показатели находились в пределах референтных значений и составили: ректальная температура 38,8±0,2°C; частота дыхательных движений 20±0,4 в минуту; частота пульса 63±0,3 уд/мин. При ректальном исследовании наличия выделений не наблюдалось, это указывало на клиническое выздоровление.

2) В первый день исследования клинико-физиологические показатели второй группы с номерами животных №6, №7, №8, №9, №10 составляли: частота дыхательных движений 22±0,3 в минуту; ректальная температура 39,6±0,3°C; частота пульса 64±0,3 уд/мин. Отмечалось угнетенное состояние животных, пищевая возбудимость снижена. При ректальном исследовании наблюдалось обильное выделение мутно-желтого слизистого экссудата со специфическим запахом, также была выявлена ригидность матки, значительная болевая реакция.

На третий день животные частично отказывались от корма, из матки выделялся мутный слизистый желтоватый экссудат, при ректальном исследовании дряблость стенок матки сохранялась.

На пятый день исследования состояние животных улучшилось, ректальная температура была в пределах референтных значений и составляла 38,7±0,1°С, частота пульса 63±0,3 уд/мин, частота дыхательных движений 19±0,3 в минуту. Никаких выделений при массаже матки не наблюдалось, что свидетельствовало о наступлении клинического выздоровления.

Морфологические данные исследования крови двух групп указаны в таблице 1.

Таблица 1. Морфологические показатели крови коров больных катаральным послеродовым эндометритом 1 и 2 исследуемых групп в (M±m, n=3)

| Показатели | Референсные значения | 1 группа | | 2 группа | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 день | 5 день | 1 день | 5 день |
| Эритроциты, $10^{12}$/л | 5,0-7,5 | 4,0±0,23 | 6,9±0,31 | 3,4±0,23 | 6,3±0,31 |
| Гемоглобин, г/л | 90,0-120,0 | 77±2,05 | 110,2±3,07 | 72,2±1,69 | 98,2±2,08 |
| Лейкоциты, $10^{9}$/л | 4,5-12,0 | 29,3±0,38 | 10,5±0,51 | 20,9±0,54 | 7,2±0,39 |
| Базофилы, % | 0-2,0 | 4,8±0,24 | 1,2±0,4 | 5,8±0,24 | 1,5±0,24 |
| Эозинофилы, % | 3,0-8,0 | 6,0±0,1 | 5,7±0,2 | 6,1±0,2 | 4,8±0,2 |
| Нейтрофилы, %<br>юные<br>палочкоядерные<br>сегментоядерные | <br>0-1,0<br>2,0-5,0<br>20,0-35,0 | <br>1,5±0,2<br>3,3±0,6<br>17,7±0,96 | <br>0±0,2<br>3,4±0,4<br>26,2±0,5 | <br>1,4±0,2<br>4,6±0,21<br>17,9±0,8 | <br>0±0,2<br>3,8±0,73<br>28,9±0,5 |
| Лимфоциты, % | 40,0-65,0 | 30,4±0,5 | 49,8±0,92 | 28,2±0,7 | 46,4±0,58 |
| Моноциты, % | 2,0-7,0 | 5,6±0,31 | 4,2±0,35 | 6,0±0,24 | 3,6±0,25 |

При анализе морфологических показателей крови у больных коров 1 и 2 исследуемых групп, в первый день лечения наблюдалось: снижение количества эритроцитов; снижение уровня гемоглобина; увеличение процента юных нейтрофилов и лейкоцитов. На пятый день лечения все морфологические показатели крови обоих исследуемых групп пришли в норму, что свидетельствовало об отсутствии патологических процессов в организме животных.

**Заключение**. Исходя из полученных клинико-морфологических показателей можно сделать вывод, что обе схемы лечения являются эффективными в химиотерапевтическом отношении. Экономически более целесообразной является применение первой схемы лечения катарального послеродового эндометрита у коров, так как при этом не наблюдается экономического ущерба в виде потери продукции (молока).

## Список источников

1.Андреева Н.Л. Фармакология / Н.Л. Андреева, Г.А. Ноздрин; Под ред.: Соколов В.Д. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 576 с.

2.Акушерство, гинекология и биотехника репродукции животных : учебник для вузов / А.П. Студенцов, В.С. Шипилов, В.Я. Никитин [и др.] ; под редакцией Г. П. Дюльгер. – 13-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 548 с.

3.Полянцев Н.И. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных: учебник / Н.И. Полянцев, А.И. Афанасьев. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 400с.

4.Кононов Г.А. Акушерство, болезни репродуктивной системы и биотехнологии воспроизводства животных: учебник для вузов / Г.А. Кононов, К.В. Племяшов. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 640 с.

5.Лекарственные препараты, применяемые в ветеринарном акушерстве, гинекологии и андрологии животных / Г.П. Дюльгер, В.И. Трухачев, С.В. Акчурин [и др.]. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 568 с.

6. Нефедова, Е.В. Экономическая оценка эффективности терапии гнойно-

катарального эндометрита коров препаратами различных фармакологических групп / Е.В. Нефедова // Ветеринария и кормление. – 2023. – №2. – С. 64-65.

7. Bogdanchikova N. Nanoparticles Partially restore bacterial susceptibility to antibiotics / N. Bogdanchikova, R.L. Vazquez-Gomez, E. Nefedova // Materials. – 2024. –Vol. 17(7). – P. 1629.

## TREATMENT OF CATARRHAL POSTPARTUM ENDOMETRITIS

**Slyadneva Ya.A.**
Student
*Scientific supervisor: L.A. Mullakayeva, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor*
Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman
Kazan, Russia, tsapko_02@mail.ru

*Abstract.* The effectiveness of therapy of sick cows with postpartum catarrhal endometritis was studied using 2 treatment regimens. Scheme 1 included a complex of drugs – the antibiotic Ceftonit, the NSAID Flunex, and the beta-blocker Uterotone. Scheme 2 included a complex of drugs – the antibiotic "Kobaktan", the NSAID "Flunex", the beta-blocker "Uterotone".

*Key words:* postpartum endometritis, cows, chemotherapeutic agents, catarrhal endometritis, cattle, lochia.

УДК 619:615:618.19-002-08:636.2

## ЛЕЧЕНИЯ СЕРОЗНОГО МАСТИТА У КОРОВ

**Сляднев Л.С.,**
Студент
*Научный руководитель Муллакаева Л.А., к.в.н., доцент*
Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н. Э. Баумана, Казань, Россия, imanvip001@gmail.ru

*Аннотация.* Была изучена эффективность лечения мастита у крупного рогатого скота с помощью двух разных схем терапии. 1 схема лечения комплексом препаратов – антибиотик «Бенстреп», НПВС - «Флунекс», интрацистернальная суспензия «Комбимаст». 2 схема лечения комплексом препаратов –антибиотик «Кобактан», НПВС - «Флунекс», интрацистернальная суспензия «Комбимаст».

*Ключевые слова:* химиотерапевтические средства, серозный мастит, крупный рогатый скот.

Производители сельскохозяйственной продукции сталкиваются с постоянной проблемой поддержания качества товарного молока, которое может ухудшаться из-за увеличенного содержания соматических клеток, недостаточного уровня белка, а также наличия остатков антибиотиков и ингибирующих веществ. Эпидемия маститов обуславливает экономические потери за счет снижения молочной продуктивности, уменьшения сроков хозяйственного использования коров, понижения качества молока. Серозный мастит выражается гиперемией пораженной доли вымени, выходом серозного экссудата, миграцией лейкоцитарных клеток, преимущественно в междольковую и межальвеолярную соединительную ткань. Воспаленная часть вымени увеличивается в объеме, уплотняется, вызывает болевую реакцию при пальпации. Общие показатели удоя на одну корову могут уменьшаться на 15-20%. Этиологией маститов являются различные травматические факторы, несоблюдение правил техники и режима доения, генерализация застойного отека, вторжение микроорганизмов сквозь поврежденные покровы вымени, гематогенным или лимфогенным путем.

Материалы и методы. Работа была выполнена на кафедре фармакологии, токсикологии и радиобиологии ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ и в ООО «Северная Нива Оренбуржье» Северная района Оренбургской области. Основное направление хозяйства – молочное скотоводство. Среднесуточный удой молока на 1 корову составляет 40л.

Объектом исследования служили 10 коров в возрасте от 2 до 4 лет, живой массой 400-500 кг, Голштинской породы, больные серозный маститом, принадлежащие ООО «Северная Нива Оренбуржье». Диагноз серозный мастит был установлен при проведении комплексного клинического исследования коров. После постановки диагноза все 10 коров были разделены на 2 исследуемые группы по 5 коровы в каждой. Ежедневно проводился клинический осмотр животных в обоих исследуемых группах.

Результаты исследования. Лечение у первой исследуемой группы проводилось по 1 схеме комплексом: антибиотик «Бенстреп» (30 мл внутримышечно на 1 животное 1 раз в сутки), НПВС «Флунекс» (20 мл внутримышечно на 1 животное 1 раз в сутки), интрацистернальная суспензия «Комбимаст» (1 шприц на 1 пораженную долю 1 раз в сутки) в течение 5 дней; а у второй исследуемой группы проводилось по 2 схеме комплексом: антибиотик «Кобактан» (20 мл внутримышечно на 1 животное) 1 раз в сутки в течение 3 дней, НПВС «Флунекс» (20 мл внутримышечно на 1 животное 1 раз в сутки), интрацистернальная суспензия «Комбимаст» (1 шприц на 1 пораженную долю 1 раз в сутки) в течение 5 дней.

1) В первой исследуемой группе на первые сутки у коров №1, №2, №3, №4, №5 отмечалось угнетение, понижение пищевой возбудимости, клинико-физиологические показатели в среднем составляли: температура тела 38,9±0,2°С; частота пульса 61,4±2,0 уд/мин; частота дыхательных движений 21±2,0 дых.дв/мин. Пораженные четверти вымени были увеличены в объеме, гиперемированы, при пальпации выявлялась болезненность и повышение местной температуры, плотность паренхимы повышена. Консистенция секрета – неоднородная водянистая масса с примесью казеиновых хлопьев серо-белого цвета.

На 3 сутки при осмотре установлено, что вымя и соски были увеличены в объеме, плотной консистенции, гиперемия отсутствовала. При пальпации отмечалась незначительная болевая реакция, при сдаивании - секрет водянистой консистенции с примесью хлопьев.

На 4 сутки состояние животных улучшилось, объем вымени и сосков уменьшился, болезненность и гиперемия отсутствовала. Молоко при сдаивании было однородной консистенции, без хлопьев.

На 5 сутки наступило полное клиническое выздоровление, вымя стало упругой консистенции, при сдаивании молоко было без видимых патологических изменений.

2) У второй исследуемой группы коров №6, №7, №8, №9, №10 в первый день так же отмечалось угнетенное состояние, понижение пищевой возбудимости, клинико-физиологические показатели в среднем составляли: температура тела 38,7±0,2°С; частота пульса 62±1,0 уд/мин; частота дыхательных движений 19,8±3,0 дых.дв/мин. Пораженные четверти вымени были увеличены в объеме, гиперемированы, при пальпации болезненность и повышение местной температуры, плотность паренхимы повышена. Консистенция секрета – неоднородная водянистая масса с примесью казеиновых хлопьев серо-белого цвета.

На 3 сутки при осмотре установлено, что вымя и соски были увеличены в объеме, плотной консистенции, гиперемия отсутствовала. При пальпации отмечалась незначительная болевая реакция, при сдаивании - секрет водянистой консистенции с примесью хлопьев.

На 4 сутки состояние животных улучшилось, объем вымени и сосков уменьшился, болезненность и гиперемия отсутствовала. Молоко при сдаивании было однородной консистенции, без хлопьев.

На 5 сутки наступило полное клиническое выздоровление, вымя стало упругой консистенции, при сдаивании молоко было без видимых патологических изменений. Морфологические данные исследования крови двух групп указаны в таблице 1.

Таблица 1. Морфологические показатели крови коров больных серозным маститом 1 и 2 исследуемых групп в (M±m, n=3)

| Показатели | Референтные значения | 1 группа | | 2 группа | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 день | 5 день | 1 день | 5 день |
| Гемоглобин, г/л | 90,0-120,0 | 88,5±6,05 | 98,7±2,07 | 89,4±1,66 | 95,2±3,08 |
| Эритроциты, $10^{12}$/л | 5,0-7,5 | 6,0±2,1 | 6,3±1,8 | 6,3±1,1 | 6,6±1,3 |
| Лейкоциты, $10^{9}$/л | 4,5-12,0 | 9,1±1,6 | 8,9±1,1 | 7,9±0,4 | 7,2±0,4 |
| Базофилы, % | 0-2,0 | 1,2±0,2 | 1,0±0,2 | 1,2±0,3 | 1,0±0,2 |
| Эозинофилы, % | 3,0-8,0 | 7,1±1,1 | 6,9±1,4 | 6,8±2,7 | 7,3±1,4 |
| Лимфоциты, % | 40,0-65,0 | 51,0±3,1 | 56,9±2,5 | 58,8±2,2 | 56,0±2,4 |
| Нейтрофилы, % | | | | | |
| Юные | 0-1,0 | 0,4±0,2 | 0±0,1 | 0,4±0,1 | 0±0,1 |
| Палочкоядерные | 2,0-5,0 | 6,2±0,8 | 4,1±0,7 | 7,1±0,2 | 4,0±0,6 |
| Сегментоядерные | 20,0-35,0 | 23,1±2,6 | 21,7±1,2 | 27,4±1,8 | 25,1±1,7 |
| Моноциты, % | 2,0-7,0 | 2,3±0,7 | 2,4±1,2 | 4,7±0,6 | 4,3±0,7 |

Исходя из морфологических показателей крови больных серозным маститом коров первой и второй исследуемых групп, в первый день лечения наблюдалось увеличение количества палочкоядерных нейтрофилов и понижение количества эритроцитов, все остальные морфологические показатели крови у исследуемых групп соответствовали референсным значениям. Морфологические показатели крови, в том числе гемоглобин и палочкоядерные нейтрофилы, на 5 день исследования коров обоих групп, пришли в норму, что свидетельствует об отсутствии в организме животных патологических процессов.

**Заключение**. Схемы терапии серозного мастита, которые были нами выбраны в данной работе, дают основание предполагать, что лечение обоих исследуемых групп является химиотерапевтически эффективными, так как выздоровление происходило за один и тот же срок. Но экономическая эффективность лечения по второй схеме является более целесообразной для производства, так как при этом лекарственные препараты быстрее выводятся из молока, что позволяет значительно снизить получаемый экономический ущерб (на 28% в сравнении с первой схемой).

**Список источников**

1.Федотов С.В. Ветеринарная маммология: учебник для вузов / С.В. Федотов, В.С. Авдеенко, Н.С. Белозерцева. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 232с.

2.Акушерство, гинекология и биотехника репродукции животных: учебник для вузов / А.П. Студенцов, В.С. Шипилов, В.Я. Никитин [и др.]; под редакцией Г. П. Дюльгер. – 13-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 548 с.

3.Полянцев Н.И. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных: учебник / Н.И. Полянцев, А.И. Афанасьев. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 400 с.

4.Кононов Г.А. Акушерство, болезни репродуктивной системы и биотехнологии воспроизводства животных: учебник для вузов / Г.А. Кононов, К.В. Племяшов. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 640 с.

5.Bogdanchikova N. Nanoparticles Partially restore bacterial susceptibility to antibiotics / N. Bogdanchikova, R.L. Vazquez-Gomez, E. Nefedova // Materials. – 2024. –Vol. 17(7). – P. 1629.

6.Maklakova M. Role of biofilm formation in the drop of bacterial resistance to antibiotics after animal therapy with silver nanoparticles / M. Maklakova, L.J. Villarreal-Gómez, E. Nefedova // ACS Applied Nano Materials. – 2024. – Vol. 7(14). – P. 16553-16563.

## TREATMENT OF SEROUS MASTITIS IN COWS

**Slyadnev L.S.**
Student
*Scientific supervisor: L.A. Mullakayeva, Candidate of Veterinary Sciences,*

*Associate Professor*
Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N. E. Bauman
Kazan, Russia, imanvip001@gmail.ru

*Abstract.* The effectiveness of mastitis treatment in cattle was studied using two different therapy regimens. 1 treatment regimen with a complex of drugs – the antibiotic "Benstrep", NSAIDs - "Flunex", intracistern suspension "Combimast". 2 treatment regimen with a complex of drugs – the antibiotic "Kobaktan", NSAIDs - "Flunex", intracistern suspension "Combimast".

*Key words:* chemotherapeutic agents, serous mastitis, cows.

УДК 582.261/.279

## МИКРОВОДОРОСЛИ *CHLORELLA VULGARIS* КАК ОБЪЕКТ ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

**Толокнова А.А.**
Аспирант
*Научный руководитель: Волкова Г.С., д.т.н., и.о. зав. отделом биотехнологии ферментов, дрожжей, органических кислот*
ФИЦ питания и биотехнологии, Москва, Россия, nastyatolk1908@mail.ru

*Аннотация.* Микроводоросли, в частности, *Chlorella vulgaris*, привлекают все больше внимания в научном сообществе и пищевой промышленности благодаря своим уникальным питательным свойствам и потенциалу использования в качестве функционального продукта. Современные тенденции в области питания и здоровья подчеркивают важность поиска новых источников питательных веществ, которые могли бы удовлетворить потребности растущего населения планеты. *Chlorella vulgaris*, обладая высоким содержанием белков, витаминов и микроэлементов, представляет собой перспективный объект для разработки инновационных продуктов питания. Целью данной работы является обзор *Chlorella vulgaris* как объекта пищевой биотехнологии, включая анализ её питательных свойств и влияние на здоровье человека. Основные задачи включают изучение состава и биохимических характеристик микроводоросли, оценку её потенциала в качестве функциональных продуктов. Важным аспектом исследования является анализ влияния *Chlorella vulgaris* на здоровье человека и определение её места в современной пищевой промышленности.

*Ключевые слова:* микроводросли, *Chlorella vulgaris,* пищевая промышленность, функциональные продукты

Микроводоросль *C. vulgaris* - одна из немногих микроводорослей, которые можно найти на рынке в качестве пищевой добавки. На основе хлореллы выпускают капсулы, таблетки, экстракты и порошок. Высокая пищевая и биологическая ценность макро и микронутриентов в составе биомассы хлореллы определяют перспективы использование этой микроводоросли (наряду с другими объектами пищевой биотехнологии) в составе пищевой продукции массового потребления и/или специализированной пищевой продукции.

В последние годы ученым во многом удалось раскрыть потенциал микроводорослей для производства широкого спектра веществ и материалов, от косметических средств и пищевых продуктов до различных сортов кормов и биотоплива [1]. Доли мирового рынка основных отраслей, в которых применяются микроводоросли, представлена на рис.1.

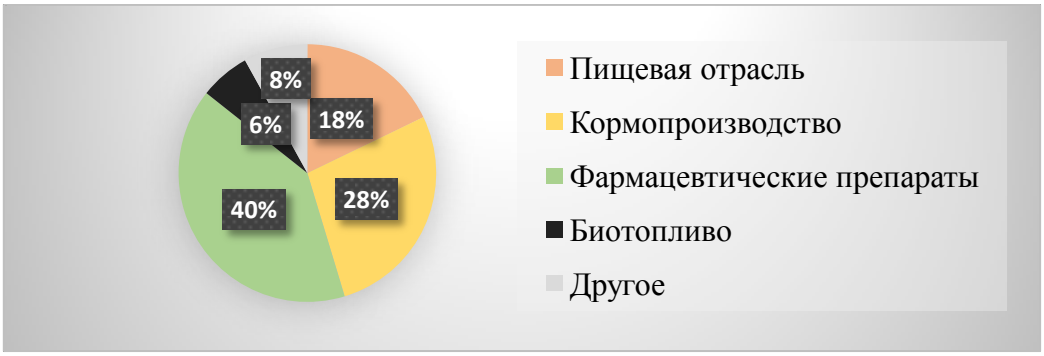



Рис.1. Доля основных отраслей рынка, в которых применяются микроводоросли (данные 2016 года) [1].

По объему производства пищевая индустрия микроводорослей уступает фармацевтической и кормовой отраслям [2]. Однако ученые прогнозируют резкое возрастание потребления микроводорослей в пищу в ближайшем будущем.

При продвижении продукции на основе микроводорослей производители делают акценты на: натуральность и экологичность продукта, так как это увеличивает его привлекательность и степень доверия к нему, количество разнообразных свойств микроводорослей и описание в отдельности каждого из них.

Основной состав и биохимические характеристики *Chlorella vulgaris*

*Chlorella vulgaris* является богатым источником питательных веществ, что делает её уникальной среди растительных продуктов. Общее содержание белка в клетках *C. vulgaris* составляет от 42 до 58% от сухого веса биомассы и может изменяться в зависимости от условий культивирования. Протеины осуществляют широкий спектр функциональных активностей: почти 20% из них ассоциировано с клеточной мембраной, более 50% локализовано в цитоплазме и внутриклеточных органеллах, а оставшиеся 30% характеризуются способностью к субклеточной локализации и могут осуществлять трансмембранный транспорт. Биохимическая ценность протеинов определяется их аминокислотным профилем. Известно, что хлорелла важна с точки зрения питания, поскольку она обладает способностью синтезировать незаменимые и незаменимые аминокислоты (таблица 1) [3]. Кроме того, *Chlorella vulgaris* характеризуется богатым витаминным составом, включающим ретиноиды (витамин А), которые являются фундаментальными регуляторами клеточной пролиферации и дифференцировки в организме человека.

Таблица 1. Состав незаменимых аминокислот хлореллы в сравнении с другими видами, выраженный в граммах на 100 г белка [3]

| Аминокислоты | *Chlorella vulgaris* | Рекомендация ФАО/ВОЗ |
|---|---|---|
| *Треонин (Thr)* | 5,30 | 4,00 |
| *Валин (Val)* | 6,61 | 5,00 |
| *Метионин (Met)* | 1,24 | 3,5 |
| *Изолейцин (Ile)* | 3,20 | 4,00 |
| *Лейцин (Leu)* | 9,38 | 7,00 |
| *Фенилаланин (Phe)* | 5,51 | 6,0 |
| *Лизин (Lys)* | 6,68 | 5,50 |
| *Триптофан (Trp)* | 2,21 | 1,00 |
| *Аргинин (Arg)* | 6,90 | - |
| *Аспарагиновая кислота (Asp)* | 9,80 | - |
| *Серин (Ser)* | 5,80 | - |
| *Глутаминовая кислота (Glu)* | 12,66 | - |
| *Глицин (Gly)* | 6,30 | - |
| *Аланин (Ala)* | 9,40 | - |

| | | |
|---|---|---|
| *Тирозин (Tyr)* | 3,14 | 6,00 |
| *Гистидин (His)* | 1,97 | - |
| *Цистеин (Cys)* | 1,28 | 3,50 |
| *Пролин (Pro)* | 4,90 | - |

Антиоксидантный потенциал представлен токоферолами (витамин Е) и аскорбиновой кислотой (витамин С), проявляющими выраженную радикалопоглощающую активность, а также участвующими в регуляции мышечной активности. Комплекс витаминов группы В содержит наибольшее количество витаминов в живых организмах и играет важную роль в активности ферментов обмена веществ, способствует росту красных кровяных телец, снижает риск развития рака поджелудочной железы и поддерживает здоровье кожи, волос и мышц [1]. Этот состав делает её перспективным компонентом для использования в пищевой промышленности, особенно в продуктах, предназначенных для вегетарианцев и веганов, а также для людей, нуждающихся в дополнительном источнике белка. Вместе с тем, культивирование водорослей, в частности хлореллы в виде суспензии, дает возможность использовать их в качестве ценной кормовой добавки и биостимулятора в животноводстве, птицеводстве, пчеловодстве и рыбоводстве. Таким образом, *Chlorella vulgaris* может быть полезна не только в рационе человека, но и в различных отраслях сельского хозяйства [4].

Биохимические особенности *Chlorella vulgaris* обусловливают её уникальные свойства, такие как антиоксидантная активность и способность к детоксикации. Эти микроводоросли богаты хлорофиллом, который известен своими антиоксидантными и очищающими свойствами, способствующими выведению токсинов из организма. Кроме того, наличие полиненасыщенных жирных кислот, таких как омега-3 и омега-6, делает *Chlorella vulgaris* полезной для поддержания здоровья сердечно-сосудистой системы. Эти биохимические характеристики открывают широкие возможности для применения *Chlorella* в качестве функционального ингредиента в пищевых продуктах, направленных на улучшение здоровья и профилактику заболеваний [5].

Польза для здоровья и функциональные свойства

За последние годы люди осознали, что продукты питания оказывают непосредственное влияние на их здоровье. В результате этого возрос интерес исследователей к продуктам натурального происхождения с компонентами высокой биологической ценности. В этом случае хлорелла подходит для использования в качестве функциональных продуктов питания, что означает продукты, содержащие определенные вещества, которые полезны для организма не только как источники питательных веществ. Таким образом, потребление хлореллы может благотворно повлиять на здоровье человека и повысить качество жизни, снижая риск заболеваний.

Исследования показали, что хлорелла обладает противоопухолевыми свойствами благодаря своему богатому составу биологически активных веществ. Водные и ацетоновые экстракты хлореллы демонстрируют антиоксидантную активность и способны подавлять рост раковых клеток, в частности, клеток гепатомы. Особое значение имеют содержащиеся в хлорелле каротиноиды (антераксантин, зеаксантин и лютеин), которые негативно влияют на клетки рака толстой кишки. Кроме того, хлорелла способна восстанавливать иммунную функцию при онкологических заболеваниях и содержит специальный противоопухолевый гликопротеин, который также вносит вклад в её лечебные свойства [1].

Потенциал применения в пищевой промышленности

Использование в функциональных продуктах

Поскольку микроводоросли являются богатыми источниками белка, липидов, углеводов и некоторых пигментов, это превращает их в источник с высокой питательной ценностью что особенно актуально в условиях растущего спроса потребителей в сбалансированном и полезном питании.

Хлорелла уже много лет используется в качестве пищевой добавки, употребляется в виде порошка и таблеток, поскольку обладает природной способностью связывать токсичные металлы, включая ртуть, и выводить их из организма, она полезна для здоровья и находит применение в пищевой промышленности. Учитывая это, были проведены некоторые исследования о перспективах разработки пищевых продуктов из биомассы хлореллы: хлопья и сладкие продукты, такие как круассаны, макароны, йогурт и печенье. Включение биомассы хлореллы в эти пищевые продукты позволило создать эстетически привлекательные и инновационные для рынка продукты с гораздо более высокими функциональными свойствами, особенно с незаменимыми аминокислотами, антиоксидантами, полиненасыщенными жирными кислотами и витаминами [6]. Кроме того, добавление хлореллы может также повысить выживаемость пробиотиков в ферментированных продуктах, таких как йогурт [7]. Хлорелла может улучшать питательные и органолептические свойства пищевых продуктов. Результаты также свидетельствуют о том, что печенье с добавлением *C. vulgaris* обладает более высокими текстурными характеристиками. Это объясняется биохимическими свойствами хлореллы - высоким содержанием белка, который напрямую влияет на конечный результат. Молекулы белка укрепляют структуру теста и, таким образом, влияют на водопоглощение, что приводит к повышению твердости печенья. В современной пищевой промышленности протеиновый потенциал *C. vulgaris* успешно реализуется для создания эмульгаторов. Полисахаридный комплекс, включающий агар и альгинаты, экстрагируемые из *C. vulgaris*, находит применение в качестве загустителей и гелеобразующих агентов. Кроме того, пигменты, полученные из микроводорослей, способствуют стабилизации колористических характеристик и улучшению текстурных показателей пищевых продуктов [8].

Тем не менее, использование микроводорослей в качестве источника белка (сырого белка) и других ценных продуктов в пищевой промышленности по-прежнему сопряжено с некоторыми недостатками, главным образом из-за недостаточно развитых технологий и процессов, доступных в настоящее время для переработки микроводорослей.

Помимо этого, использование микроводорослей все еще достаточно слабо развито в мире, поскольку оно требует предварительной разработки новых производственно-сбытовых цепочек с особым вниманием к таким вопросам, как затраты на производство белка водорослей, безопасность пищевых продуктов, возможность экономичного масштабирования производственных процессов и готовность потребителей к нетрадиционным продуктам [9,10].

**Заключение.** В ходе данного обзора была проведена оценка потенциала микроводорослей *Chlorella vulgaris* как объекта пищевой биотехнологии. Исследование подтвердило высокую питательную ценность *Chlorella vulgaris*, обусловленную её богатым составом, включающим белки, витамины, минералы и антиоксиданты. Было продемонстрировано, что эта микроводоросль обладает значительным потенциалом для использования в качестве функционального продукта питания, благодаря их положительному влиянию на метаболизм и общее состояние здоровья человека. Также было проанализировано влияние хлореллы на здоровье человека, включая её пользу и возможные риски. Таким образом, результаты исследования подтверждают значимость *Chlorella vulgaris* как перспективного объекта для пищевой биотехнологии. Однако дальнейшие исследования, направленные на оптимизацию технологий переработки и изучение долгосрочного влияния на здоровье человека, являются необходимыми для полного раскрытия потенциала данного продукта.

***Исследования выполнены в рамках государственного задания № FGMF-2025-0012.***

**Список источников**

1. Sarıta S.S., Kalkan A.E., Yılmaz K., Gurdal S., Göksan T. et al. Biological and Nutritional Applications of Microalgae // Nutrients. – 2024. - N17. – P. 93.

2. Маркетинговое исследование мировой индустрии микроводорослей, декабрь 2016 / Биотех 2030. – URL: http://docplayer.ru/57656864- Marketingovoe-issledovanie.html (дата обращения: 06.05.2018).

3. Safi C., Zebib B., Merah O., Pontalier P., Vaca-Garcia C. Morphology, composition, production, processing and applications of Chlorella vulgaris: A review // Renewable & Sustainable Energy Reviews. - 2014. – №35. – P. 265-278.

4. Горбунова С.Ю., Жондарева Я.Д. Об эффективности использования микроводорослей в промышленной биотехнологии с целью мелиорации водной среды и получения кормов для различных отраслей сельского хозяйства // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона. Керчь: ЮгНИРО. – 2012. – Т. 2. – С. 114-119.

5. Coronado-Reyes J. A., Salazar-Torres J. A., Juárez-Campos B., González-Hernández J. C. // Chlorella vulgaris, a microalgae important to be used in Biotechnology: a review // Food Science and Technology International. 2020. https://doi.org/10.1590/FST.37320 .

6. Wang C.A., Onyeaka H., Miri T., Soltani F. Chlorella vulgaris as a food substitute: Applications and benefits in the food industry // Journal of food science. 2024. - 89(12). 8231-8247. https://doi.org/10.1111/1750-3841.17529.

7. Beheshtipour H., Mortazavian A.M., Haratian P. et al. Effects of Chlorella vulgaris and Arthrospira platensis addition on viability of probiotic bacteria in yogurt and its biochemical properties // European Food Research and Technology. 2012. – 235(4). – P. 719–728. https://doi.org/10.1007/s00217-012-1798-4

8. Hernández H., Nunes M.C., Prista C., Raymundo A. Innovative and Healthier Dairy Products through the Addition of Microalgae: A Review // Foods. – 2022. – 5.11(5). - P.755. https://doi.org/10.3390/foods11050755

9. Олескин А.В., Цао Боян. Микроводоросли как биотехнологические объекты // Вопросы современной альгологии. – 2022. – №3 (30). – С. 1–23. URL: http://algology.ru/1839 .

10. Новокшонова А.Д., Храмцов П.В., Раев М.Б. Применение культур хлореллы обыкновенной в биотехнологии и пищевой промышленности // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. - 2023. - № 1. -С. 32-42. https://doi.org/10.7242/2658-705X/2023.1.4.2020

## MICROALGAE CHLORELLA VULGARIS AS AN OBJECT OF FOOD BIOTECHNOLOGY

**Toloknova A.A.**
Postgraduate student
*Supervisor G.S. Volkova, Ph.D., Acting Head of the Department of Biotechnology of Enzymes, Yeast, Organic Acids and Dietary Supplements*
VNIIPBT - branch of FGBUN 'FIC Nutrition and Biotechnology
Moscow, Russia, *nastyatolk1908@mail.ru*

*Abstract.* Microalgae, in particular *Chlorella vulgaris*, are attracting increasing attention in the scientific community and the food industry due to their unique nutritional properties and potential for use as a functional product. Current trends in nutrition and health emphasise the importance of finding new sources of nutrients to meet the needs of a growing global population. *Chlorella vulgaris*, with its high content of proteins, vitamins and trace elements, represents a promising target for the development of innovative food products. The aim of this work is to review *Chlorella vulgaris* as an object of food biotechnology, including the analysis of its nutritional properties and impact on human health. The main objectives include studying the composition and biochemical characteristics of the microalgae, evaluating its potential as functional products. An

important aspect of the study is to analyse the impact of *Chlorella vulgaris* on human health and determine its place in the modern food industry.

*Key words:* microalgae, *Chlorella vulgaris*, food industry, functional products.

УДК: 616.98

## РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ СЕРОЛОГИЧЕСКОЙ ИРА ДИАГНОСТИКИ ЭПИЗООТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ПАТОГЕНОВ СВИНЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПТИЦ (*ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE)*

**Хоменко Ю.С.**
Младший научный сотрудник
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Краснообск, Россия, ariskina91@mail.ru

*Аннотация.* Erysipelothrix rhusiopathiae - это бактерия, широко распространённая в окружающей среде и вызывающая рожу свиней. В то время как многие штаммы могут присутствовать в организме свиней бессимптомно, некоторые из них патогенны и вызывают различные формы заболевания, от острой септицемии до хронических поражений кожи и суставов.

*Ключевые слова:* диагностика, патогены, свиньи, птицы, кровь, ИРА.

Для повышения эффективности и универсальности серологических обследований крупного рогатого скота неблагополучного по *Erysipelothrix rhusiopathiae* нами была предложена система на основе реакции агглютинации с флуоресцентно-мечеными антигенами. Реакция проходит в лунках 96-луночного микропланшета с V-образным дном [1,3].

При тестировании 500 проб сыворотки крови свиней и индейки из различных хозяйств, мы выявили ряд положительных и отрицательных образцов, которые в дальнейшем использовали в качестве контрольных сывороток. Анализ специфичности ИРА на антитела к *E. rhusiopathiae* проводили с использованием сывороток. Как следует из таблицы 1, диагностически значимым титром для антител специфичных в отношении *Erysipelothrix rhusiopathiae* следует считать титры выше 1:16. Чувствительность реакции позволяет выявлять антитела к *Erysipelothrix rhusiopathiae* в концентрации выше 3 Log2.

Результаты оценки сходимости результатов измерений (ИСО 5725-2:2019) показали, коэффициент вариации значений, в 10 повторностях, составил 5,32%.

Предложенный тест обладает оптимальными характеристиками для использования в ветеринарной практике.

Анализ воспроизводимости теста при проведении ИРА с разными сыворотками, имеющими разные уровни специфических антител, показал наличие больших отклонений в титре 1:128 и 1:32 и 100% воспроизводимость в тестах с заведомо отрицательными сыворотками и сыворотками с антителами в титре 1:64.

Уровни антител к *Erysipelothrix rhusiopathiae* свидетельствуют о различающихся серологических статусах животных одного и того же хозяйства к возбудителю рожи свиней. Из таблицы 2 видно, что большая часть реакций прошла в низких титрах - 1:32, 1:64 (несмотря на вакцинопрофилактику и это создает риски персистенции в т.ч. и полевого штамма). Часть исследованных образцов показала наличие более высоких титров антител - 1:128, 1:256 1:512. В целом полученные данные ожидаемо подтверждают наличие антител к *E. rhusiopathiae* у свиней, привитых против рожи (таблица 1).

Чувствительность реакций была не ниже 1:16, сходимость составляла не менее 95%, что позволяет использовать предложенные методы в ветеринарной практике.

Таблица 1. Воспроизводимость ИРА для *E. rhusiopathiae*, титр

| № | Повторы | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. |
| 2 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 |
| 3 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 |
| 4 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 |
| 5 | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. |
| 6 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 |
| 7 | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. |
| 8 | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. |
| 9 | 1:128 | 1:128 | 1:128 | 1:128 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:64 | 1:128 | 1:128 |
| 10 | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. | Отр. |
| 11 | 1:64 | 1:32 | 1:32 | 1:64 | 1:32 | 1:32 | 1:32 | 1:32 | 1:32 | 1:32 |

Примечание: 1:16 -1:32 сомнительная, 1:64 и выше - положительная.

Таблица 2. Встречаемость антител *Erysipelothrix rhusiopathiae* (сыворотки от свиней); титр

| № | Титр | № | Титр | № | Титр | № | Титр | № | Титр | № | Титр | № | Титр | № | Титр |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 1:128 | **12** | 1:256 | **23** | 1:128 | **34** | 1:128 | **45** | 1:128 | **56** | 1:128 | **67** | 1:32 | **78** | 1:128 |
| **2** | 1:256 | **13** | 1:64 | **24** | 1:64 | **35** | 1:128 | **46** | 1:128 | **57** | 1:32 | **68** | 1:32 | **79** | 1:128 |
| **3** | Отр. | **14** | 1:64 | **25** | 1:64 | **36** | 1:64 | **47** | 1:64 | **58** | 1:64 | **69** | 1:32 | **80** | 1:32 |
| **4** | Отр. | **15** | 1:64 | **26** | 1:64 | **37** | 1:64 | **47** | 1:64 | **59** | 1:64 | **70** | 1:64 | **81** | 1:128 |
| **5** | 1:64 | **16** | 1:64 | **27** | 1:64 | **38** | 1:128 | **49** | 1:512 | **60** | 1:16 | **71** | 1:64 | **82** | 1:16 |
| **6** | Отр. | **17** | 1:128 | **28** | Отр. | **39** | 1:256 | **50** | 1:128 | **61** | 1:64 | **72** | 1:32 | **83** | 1:128 |
| **7** | Отр. | **18** | 1:256 | **29** | 1:64 | **40** | 1:64 | **51** | 1:128 | **62** | 1:64 | **73** | 1:32 | **84** | 1:16 |
| **8** | Отр. | **19** | Отр. | **30** | 1:128 | **41** | 1:64 | **52** | 1:64 | **63** | Отр. | **74** | 1:32 | **85** | 1:32 |
| **9** | 1:128 | **20** | Отр. | **31** | 1:64 | **42** | 1:16 | **53** | 1:32 | **64** | 1:64 | **75** | Отр. | **86** | 1:16 |
| **10** | Отр. | **21** | 1:16 | **32** | 1:64 | **43** | 1:64 | **54** | 1:128 | **65** | 1:64 | **76** | 1:512 | **87** | 1:64 |
| **11** | Отр. | **22** | 1:128 | **33** | 1:16 | **44** | 1:32 | **55** | 1:512 | **66** | 1:64 | **77** | 1:32 | **88** | 1:128 |

Примечание: 1:16 -1:32 сомнительная, 1:64 и выше - положительная.

Заключение. Разработан тест для выявления антител к микроорганизмам рода *E. rhusiopathiae* с использованием метода иммунофлуоресцентной реакции агглютинации (ИРА), определены диагностически-значимые титры 1:16 -1:32 сомнительная, 1:64 и выше - положительная, чувствительность и сходимость данных реакций были оптимальны.

**Список источников**

1.Макавчик С.А. Бактериальные болезни крупного рогатого скота, вызванные полирезистентными микроорганизмами (диагностика, лечение и профилактика) // Доктора ветеринарных наук. – 2021. – Т. 6. – С. 02-06.

2.Кузьменко М.А. и др. Характеристика некоторых производственных и контрольных штаммов Erysipelothrix rhusiopathiae // Ветеринарный врач. – 2022. – №. 4. – С. 35-42.

3.Хоменко Ю.С. Выявление эпизоотически значимого серотипа сальмонелл с использованием иммунофлуоресцентной реакции агглютинации (ИРА) / Ю.С. Хоменко, Е.В. Нефедова, О.С. Козлова // Инновации и продовольственная безопасность. – 2022. – № 3 (37). – С. 102-106.

## DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR SEROLOGICAL AND LABORATORY DIAGNOSTICS OF EPIZOOTICALLY SIGNIFICANT PATHOGENS OF PIGS AND FARM BIRDS (ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE)

**Khomenko Yu.S.**
Junior Researcher
Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk, Russia, ariskina91@mail.ru

*Abstract.* Erysipelothrix rhusiopathiae is a bacterium that is widespread in the environment and causes erysipelas in pigs. While many strains may be asymptomatic in pigs, some of them are pathogenic and cause various forms of the disease, from acute septicemia to chronic skin and joint lesions.

*Key words:* diagnostics, pathogens, pigs, birds, blood, IRA.

УДК 636.5: 616.98: 579.842.14

## ИЗУЧЕНИЕ ПЕРЕКРЁСТНЫХ РЕАКЦИЙ ИММУНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ РЕАКЦИИ АГГЛЮТИНАЦИИ (ИРА) К РАЗЛИЧНЫМ ИЗОЛЯТАМ САЛЬМОНЕЛЛ

**Хоменко Ю.С.**
Младший научный сотрудник
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Краснообск, Россия, ariskina91@mail.ru

*Аннотация.* В РФ недопустимо наличие в продукции сальмонелл всех серотипов. Поэтому нами была предложена система на основе реакции агглютинации с флуоресцентно-меченым антигеном. Особенность новой модификации состоит в том, что в ультрафиолетовых лучах отрицательная реакция «пуговка» светится в виде точки. Таким образом, мы можем узнать, к какому заболеванию специфичны антитела, взятые у переболевших животных и поставить диагноз.

*Ключевые слова:* сальмонелла, антиген, реакция агглютинации

Сальмонеллез – болезнь больших городов. С ростом урбанизации – растет и заболеваемость населения. Есть мнение – именно продукция яичного птицеводство является причиной этой проблемы. Большие объемы производства продуктов питания, плюс длительные сроки хранения и сальмонелла накапливается например в майонезе. В РФ недопустимо наличие в продукции сальмонелл всех 2500 серотипов. Однако никому в голову не придет создавать 2500 тест систем для каждого серотипа. Нигде в мире, кроме РФ это не нужно. Что делать? Не так давно похожая проблема решалась достаточно просто – любая микробиологическая лаборатория могла изготовить антиген из любой выделенной культуры микроорганизмов и провести реакцию агглютинации с сыворотками крови переболевших или привитых животных.

Реакция агглютинации основана на реакции склеивания специфичных антигенов, выпадающих в осадок [1]. Такая реакция проводится в пробирках и требует много антигена, сыворотки, крови и времени. К тому же не всегда понятно, прошла ли реакция.

Нами была предложена система на основе реакции агглютинации с флуоресцентно-меченым антигеном. Реакция проходит в лунках 96-луночного микропланшета с v-образным дном. Если реакция положительная - склеивающиеся антигены формируют образование типа зонтик. Если реакция отрицательная и антигены не склеились, то они скатываются на дно, формируя образование типа пуговка, особенность новой модификации состоит в том, что в ультрафиолетовых лучах пуговка светится в виде точки. Таким образом, мы можем узнать, к

какому заболеванию специфичны антитела, взятые у переболевших животных и поставить диагноз [2-4].

Цель доклада – продемонстрировать использование ИРА на примере анализа эпизоотической ситуации на одной из птицефабрик России и показать пример интерпретации результатов серологических исследований для контроля бактериальных инфекций у цыплят бройлеров.

Антиген получали из взвеси бактериальных клеток предварительно убитых кипячением. Использовали инактивированные культуры сальмонелл серотипов Hamburg, Enteritidis, Reading, Typhimurium Virchow, Infantis а также культуру сальмонеллы которая была выделена из пищевой продукции. Для получения флуоресцентно-меченых антигенов, к взвеси инактивированных бактериальных клеток добавляли 0,1% раствор флуоресцентного красителя – акридиновый оранжевый.

Для определения оптимальной концентрации антигена, разводили антигены шагом 1:2 и вносили в лунки 96 луночного микропланшета с V – образным дном, через 16 часов инкубации оценивали светимость антигенов с помощью трансиллюминатора GelDok BioRad. Затем проводили реакцию агглютинации с сыворотками крови, которые растворили с шагом 1:2.

Для оценки процента серопозитивной птицы. исследовали 24 пробы сыворотки крови от цыплят-бройлеров в возрасте 40 дн в ИРА с антигеном сальмонеллы выделенной ранее на этой же птицефабрике. Часть положительных образцов были протестированы в РА с флуоресцентномеченными антигенами Hamburg, Enteritidis, Reading, Typhimurium, Virchow, Infantis для выявления перекрестных реакций с полевым штаммом.

Из графика видно, что реакция прошла с большей частью серотипов в низких титрах 1:4 -1:16 и мы можем считать эти значения фоновыми. Выявлена одна проба к *S. infantis* в титре >1:512 (рис 1).

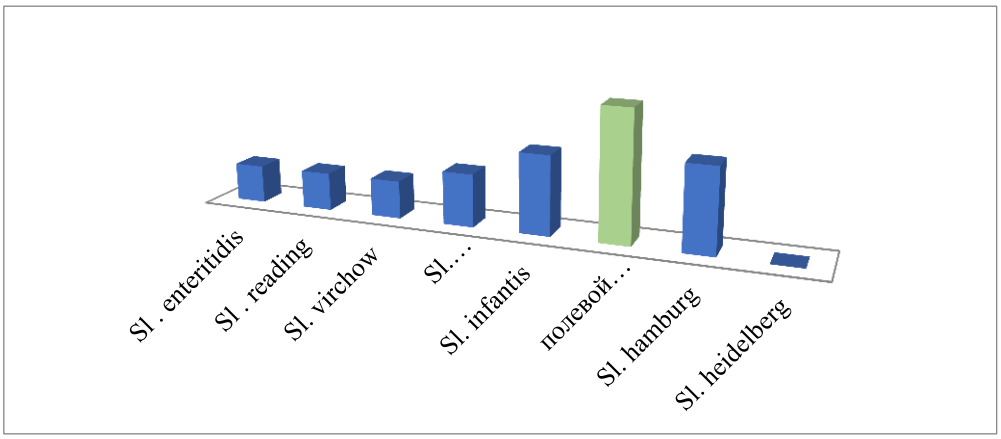



Рис. 1. Средний титр в РА с антигенами сальмонелл разных серотипов, Log2

Отсутствие перекрестного иммунитета к сальмонеллам серотипов Вирхов, Ридинг, Тифимуриум, Энтеритидис позволяет исключить эти серотипы в качестве эпизоотически-значимых [3].

Наличие одной пробы содержащей антитела к сальмонеллам серотипа Инфантис, позволяет исключить этот серотип в качестве основного инфекционного агента, но заставляет проводить мониторинг и далее в отношении сальмонелл данного серотипа, контролируя их распространенность в стадах и возможных источниках заноса инфекционного агента (корма, племенная птица и т.д.).

Выявлено 76% серопозитивной птицы с антигеном серотипа Гамбург, что дает основание считать, что и полевой штамм обладает аналогичной антигенной структурой (рис.2).

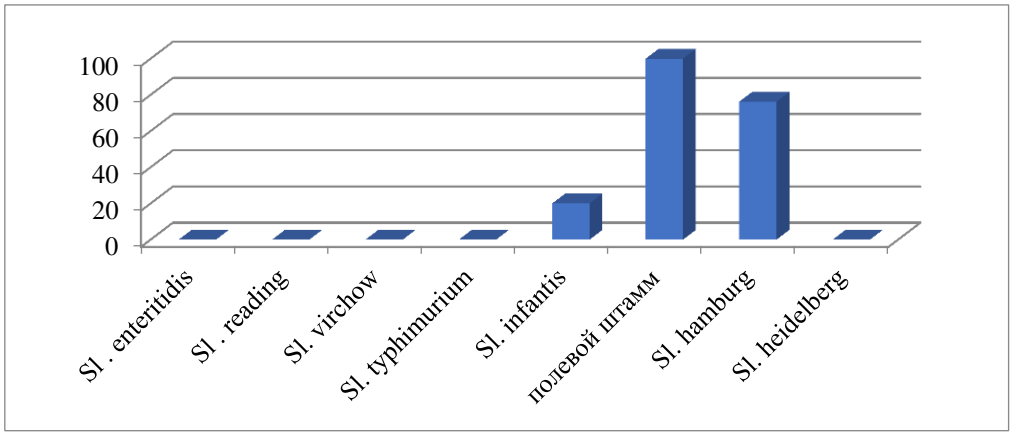



Рис.2. Процент серопозитивной птицы в РА к антигенам сальмонелл разных серотипов

Отсутствие на рынке ИФА систем позволяющих детектировать антитела к экзотическим серотипам сальмонелл, делают перспективным разработку и применение подобных методов серологической диагностики. На примере данной работы, была показана возможность изготовления антигена из недавно выделенного полевого штамма сальмонеллы и, в комплексе с уже разработанными тестами на сальмонелл, проведение сравнительной оценки уровня серопревалентности птицы в отношении сальмонелл разных серотипов.

**Список источников**

1. Молекулярно-биологические методы контроля сальмонеллезов: метод. рекомендации / В.Н. Афонюшкин, Т.В. Сподырева, Ю.Г. Юшков, В.Ю. Коптев. – Новосибирск, 2011. – 63 с.

2. Современные методы контроля сальмонеллёза/ В. Н. Афонюшкин, Е.В. Дударева, Л.И. Малахеева [и др.] // Птицеводство. – 2008. – № 9. – С. 43–44.

3. Антагонистическая активность лактобактерий из кишечника сельскохозяйственной птицы в отношении клинических изолятов Salmonella enterica / В.Н. Афонюшкин, И.Н. Троменшлегер, М.Л. Филипенко [и др.] // Бюл. экспериментальной биологии и медицины. – 2016. – № 6. – С. 757–760.

4. Хоменко Ю.С. Выявление эпизоотически значимого серотипа сальмонелл с использованием иммунофлуоресцентной реакции агглютинации (ИРА) / Ю.С. Хоменко, Е.В. Нефедова, О.С. Козлова // Инновации и продовольственная безопасность. – 2022. – № 3 (37). – С. 102-106.

## STUDY OF CROSS-REACTIONS OF IMMUNOFLUORESCENCE AGGLUTINATION REACTION (IRA) TO VARIOUS ISOLATES OF SALMONELLA

**Khomenko Yu. S.,**
Junior Researcher
Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences,
Krasnoobsk, Russia, ariskina91@mail.ru

*Abstract.* In the Russian Federation, the presence of salmonella of all serotypes in products is unacceptable. Therefore, we proposed a system based on the agglutination reaction with a fluorescently labeled antigen. The peculiarity of the new modification is that in ultraviolet rays the negative reaction "button" glows in the form of a dot. In this way, we can find out which disease the antibodies taken from the affected animals are specific to and make a diagnosis.

*Key words*: salmonella, antigen, agglutination reaction

УДК 619:616.775.26

# ПОВЫШЕНИЕ ЧУВТСВИТЕЛЬНОСТИ ST. AUREUS К ЭНРОФЛОКСАЦИНУ В СОЧЕТАНИИ С ПРЕПАРАТОМ АРГОВИТ И ЦИТРАТОМ НАТРИЯ

**Чердакова В.О.[1]**
Аспирант
*Научный руководитель Шкиль Н.Н.[2], д.в.н., профессор*
[1] – Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
[2] – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
р.п. Краснообск, Россия, nicola07@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассматриваются проблемы формирования антибиотикорезистентности у микроорганизмов, способных вызывать инфекционные заболевания у людей и животных, которая приводит к необходимости поиска других препаратов, способных преодолеть данное явление. Данные препараты необходимо рассматривать как в самостоятельном применении, так и в комбинациях с уже существующими антибиотиками.

*Ключевые слова:* резистентность, микроорганизмы, инфекционные заболевания, антибиотики, наночастицы серебра, цитрат натрия.

Рентабельность промышленного животноводство основано на применении химиопрепаратов различных классов преимущественно антибактериальной направленности. Все чаще и чаще резистентность микроорганизмов является осложнением при лечении инфекционных заболеваний как животных, так и человека. Основной причиной появления этого процесса является неразумное и повсеместное применение антибиотиков. По этой причине актуальным является поиск новых комбинаций антибактериальных препаратов, которые будут способны замедлить и снизить темпы роста резистентности у возбудителей инфекции. В вязи с этим предпринимаются попытки создания новых антибактериальных химиопрепаратов с высокими бактерицидными характеристиками. Нанотехнологии позволяют создавать вещества из ранее известных с изменёнными химио-биологическими характеристиками. Наночастицы серебра (AgNPs) обладают наиболее выраженными бактерицидными свойствами, что позволяет применять их при лечении инфекционных патологий человека и животных. Кроме этого, установлена возможность сочетанного применения AgNPs и многих химических веществ для увеличения их бактерицидных характеристик [1-10].

Attallah N.G.M. et al. (2022) использовали экстракт листьев *Gardenia thailandica* для биогенного синтеза AgNPs. Исследование in vivo проводилось на ранах, инфицированных бактериями *S. aureus* у крыс, показало, что AgNPs приводили к регенерации эпидермиса и снижению инфильтрации воспалительных клеток. Таким образом, AgNPs продемонстрировали многообещающую антибактериальную активность *in vivo* и *in vitro* против бактерий *S. aureus* [11].

Roque S.M. et al. (2024) исследовали синергетический эффект наночастиц серебра и симвастатина. Наночастицы серебра подавляли рост протестированных штаммов в диапазоне 0,001592 и 63,75, в то время как симвастатин в отдельности подавлял рост тех же штаммов в диапазоне 3,125-62,5 мкг/мл. Тест на антибактериальную активность комбинации двух веществ показал снижение минимальной ингибирующей концентрации примерно в два-восемь раз, показав синергетический эффект на *Staphylococcus aureus* и аддитивный эффект на *Streptococcus oralis* и *Porphyromonas gingivalis.* Биопленки с субингибиторными концентрациями комбинации веществ показали лучшую антибактериальную активность в подавлении образования биопленки *Streptococcus oralis*, и эта комбинация также оказалась эффективной в уничтожении уже образовавшихся биопленок по сравнению с веществами по

отдельности. Комбинация AgNPs и симвастатина показала низкую токсичность для личинок моли *Galleria mellonella* [12].

Steczko J. et al. (2009) определили, обладает ли новый раствор для фиксации катетера, содержащий цитрат, метиленовый синий и парабены (C/MB/P), антимикробными свойствами против планктонных бактерий и бактерий в биопленке. Эти эффекты сравнивали с антимикробными свойствами гепарина в концентрации 2500 ед./мл. Тестируемый раствор (C/MB/P, содержащий 7,0 % цитрата натрия, 0,05 % метиленового синего и 0,165 % парабенов) и отдельные компоненты были испытаны против грамположительных и грамотрицательных организмов и грибов. Контрольными растворами были гепарин с консервантами. Раствор C/MB/P, в отличие от гепарина, убивает большинство протестированных планктонных микроорганизмов в течение 1 ч инкубации. Все протестированные организмы имели MIC 25,0 % или менее от исходной концентрации нового замка катетера. Штаммы бактерий не выработали резистентность в течение более чем 40 пассажей культуральных суспензий. Раствор C/MB/P способен убивать почти все бактерии биопленки при её формировании на пластиковых или стеклянных дисках в течение 1 ч. Микроскопические методы продемонстрировали обширное физическое устранение отложений биопленки с обработанных поверхностей, при это отмечено, что гепарин оказывал минимальное воздействие на планктонные или биопленочные организмы [13].

При исследовании антибактериальной активности цитрата натрия против *Streptococcus pneumoniae* и некоторых бактерий полости рта, которая определялась методом микроразведения в МПБ, установлено, что *Enterocuccus faecium* OB7084 и *Klebsiella pneumoniae* OB7088 имели высокую толерантность к цитрату натрия, при этом несколько бактерий полости рта, включая *Fusobacterium nucleatum* JCM8532(T), *Streptococcus mutans* JCM5705(T) и *Strep. pneumoniae* NBRC102642(T), были к нему восприимчивы. Кроме того, бактерицидная активность цитрата натрия против *Strep. pneumoniae* NBRC102642(T) не зависела от pH в диапазоне 5·0-8·0, тогда как бактерицидная активность цитрата натрия ослабевала при нейтральном или слабощелочном pH. Когда *Strep. pneumoniae* NBRC102642(T) обрабатывали цитратом натрия в течение 2 ч, наблюдалось множество лопнувших клеток. Однако добавление $MgCl^2$ или $CaCl^2$ в среду для анализа ослабляло антимикробную активность, при этом $ZnCl^2$ или $MnCl^2$ не оказывали на этот процесс влияние [14]

Учитывая вышеизложенные факты исследований химически активных веществ нами было проведено исследование изменения диаметра зоны задержки роста колоний *St. aureus* при применении энрофлоксацина в комплексе с препаратом Арговит, содержащим AgNPs, и энрофлокцсацина в сочетании с препаратом Арговит и цитратом натрия. Результаты показали, что применение энрофлокцсацина с препаратом Арговит вызвало увеличение диаметра зоны задержки роста на 186,7%, а применение в сочетании с Арговитом и цитратом натрия на 204 %. Таким образом, применение энрофлоксацина в комбинации с препаратом, содержащим AgNPs и цитратом натрия позволяет увеличить его чувствительность с большим эффектом, чем применение только с препаратом Арговит.

**Список источников**

1. Шкиль Н.Н. Влияние антибиотиков и наночастиц серебра на изменение чувствительности *E. coli* к антибактериальным препаратам / Н.Н. Шкиль // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – Т. 50. – № 2. – С. 84-91.

2. Шкиль Н.Н. Влияние наночастиц серебра на бактерицидную активность и антибиотикочувствительность *Salmonella enteritidis* 182 / Н.Н. Шкиль // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2021. – №3. – С. 82-91.

3. Понюхов, В.А. Рациональные схемы применения пробиотиков и иммуномодуляторов на основе РНК и их противоэпизоотическая эффективность в промышленном птицеводстве: специальность 16.00.03: диссертация на соискание ученой

степени кандидата ветеринарных наук / Понюхов Владимир Александрович. – Новосибирск, 2006. – 116 с.

4. Байкалова, А.А. Антибиотикорезистентность Pseudomonas aeruginosa / А.А. Байкалова // Сельскохозяйственные науки: Материалы 61-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 17–26 апреля 2023 года. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2023. – С. 46.

5. Степанович, М.Ю. Международные исследования антибиотикорезистентности стрептококков / М.Ю. Степанович // МНСК-2022: материалы 60-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 10–20 апреля 2022 года. – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2022. – С. 87.

6. Петлеван, Я.И. Роль β-лактамазы в формировании антибиотикоустойчивости микроорганизмов рода Staphylococcus / Я.И. Петлеван // МНСК-2022 : материалы 60-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 10–20 апреля 2022 года. – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2022. – С. 78.

7. Андросова, Е.О. Формирование устойчивости P. aeruginosa к препаратам аминогликозидного ряда / Е.О. Андросова // МНСК-2022: материалы 60-й Международной научной студенческой конференции, Новосибирск, 10–20 апреля 2022 года. – Новосибирск: Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, 2022. – С. 28.

8. Пат. 2721909 Российская Федерация МПК A61K31/00, A61K31/65. Способ повышения бактерицидной активности окситетрациклина / Н.Н. Шкиль, Н.А. Шкиль; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (RU). – № 2019124045; заявл. 23.07.2019; опубл. 25.05.2020; Бюл. №15.

9. Пат. 2765284 Российская Федерация МПК A61K33/38, A61K31/10. Способ повышения антибактериальной активности наночастиц серебра в отношении *S.aureus* / Н.Н. Шкиль; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (RU). – № 2020139903; заявл. 03.12.2020; опубл. 28.01.2022; Бюл. №4.

10. Attallah N.G.M., Elekhnawy E., Negm W.A., Hussein I.A., Mokhtar F.A., Al-Fakhrany O.M. In Vivo and In Vitro Antimicrobial Activity of Biogenic Silver Nanoparticles against *Staphylococcus aureus* Clinical Isolates. Pharmaceuticals (Basel). 2022 Feb 3;15(2):194. doi: 10.3390/ph15020194.

11. Roque S.M., Furian A.C., Takemoto M.K., Duarte M.C.T., Parolina R.D., Roque A.L., Duran N., Sardi J.C.O., Duarte R.M.T., Muller K.C. Biosynthesis and Characterization of Silver Nanoparticles and Simvastatin Association in Titanium Biofilms. Pharmaceuticals (Basel). 2024 Nov 29; 17(12):1612. doi: 10.3390/ph17121612.

12. Steczko J., Ash S.R., Nivens D.E., Brewer L., Winger R.K. Microbial inactivation properties of a new antimicrobial/antithrombotic catheter lock solution (citrate/methylene blue/parabens). Nephrol Dial Transplant. 2009 Jun; 24(6):1937-45. doi: 10.1093/ndt/gfn776.

13. Nagaoka S., Murata S., Kimura K., Mori T., Hojo K. Antimicrobial activity of sodium citrate against Streptococcus pneumoniae and several oral bacteria. Lett Appl Microbiol. 2010 Nov; 51(5):546-51. doi: 10.1111/j.1472-765X.2010.02932.

## INCREASED SENSITIVITY OF ST. AUREUS TO ENROFLOXACIN IN COMBINATION WITH ARGOVIT AND SODIUM CITRATE

**Cherdakova V.O.**

Postgraduate Student

*Scientific supervisor N.N. Shkil, Doctor of Veterinary Sciences, Professor*

[1] – Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

[2] – Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences Krasnoobsk settlement, Russia, nicola07@mail.ru

*Abstract.* The article discusses the problems of the formation of antibiotic resistance in microorganisms capable of causing infectious diseases in humans and animals, which leads to the need to find other drugs that can overcome this phenomenon. These drugs should be considered both in their own use and in combination with existing antibiotics.

*Key words:* resistance, microorganisms, infectious diseases, antibiotics, silver nanoparticles, sodium citrate.

УДК 616:578.81

## ПОИСК И ТИПИРОВАНИЕ БАКТЕРИОФАГОВ НА СЕМЕЙСТВЕ ЭНТЕРОБАКТЕРИЙ

**Черепушкина В.С.,**
Аспирант
*Научный руководитель Афонюшкин В.Н. к.б.н. зав. Сектором молекулярной биологии*
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Краснообск, Россия, vicky88@bk.ru

*Аннотация*. В статье подчеркивается актуальность борьбы с патогенными энтеробактериями, особенно в контексте растущей антибиотикорезистентности, и выделяет фаготипирование как перспективный метод. Целью исследования было фаготипирование штаммов Salmonella spp. (№ 527, 529) и генномодифицированной Escherichia coli (E. coli – Tulc.) с использованием бактериофагов № 9694 и № 26313.

В работе описывается процесс подготовки культур бактерий и бактериофагов, включая титрование последних. Фаготипирование проводилось путем нанесения различных концентраций бактериофагов на чашки Петри с бактериальными культурами и последующей инкубацией. Оценка результатов основывалась на подсчете фаговых бляшек и расчете концентрации фаговых частиц.

Результаты показали, что бактериофаг № 26313 обладает наибольшей литической активностью в отношении всех исследуемых культур, включая генномодифицированную E. coli – Tulc. Заключается, что данный бактериофаг может быть использован для борьбы с указанными штаммами. Подчеркивается перспектива расширения коллекций бактериофагов для выявления новых целевых патогенов и расширения спектра применения фагов в терапии.

*Ключевые слова*: бактериофаги, общие свойства, фаготипирование, титрование фага, эксперимент с энтеробактериями, штаммы *Salmonella spp.* и *E. coli-Tulc.*

Среди различных видов энтеробактерий, многие из которых являются представителями нормальной микробиоты толстого кишечника теплокровных, например *E. coli*, встречаются и патогенные штаммы. Сейчас выявлены энтеропатогенные, энтеротоксигенные, энтероинвазивные, энтероадгезивные, энтерогемморагические варианты кишечной палочки, взывающие различные патологии. Серотип O157:H7 может быть причиной тяжёлых пищевых отравлений у людей и животных. По-прежнему распространены в промышленном птицеводстве и животноводстве сальмонеллы, для борьбы с которыми нужно быстрое и эффективное лечение. На фоне широко распространившейся резистентности бактерий к антибиотикам тема фаготипирования и использования бактериофагов для защиты от патогенных энтеробактерий имеет большое практическое значение для ветеринарии и медицины [1-3].

Фаготипирование - один из чувствительных методов фагодиагностики патогенных бактерий, используемый для идентификации и подразделения бактерий внутри вида или серотипа с помощью набора специфических бактериофагов. Метод используется в эпидемиологии для расшифровки связей между эпидемическими вспышками и разрозненными заболеваниями, а также в исследованиях для установления идентичности различных штаммов бактерий. Фагами типируют бактерии родов *Salmonella, Shigella, Escherichia. Pseudomonas, Streptococcus, Staphylococcus*, и др. Фаготипирование существует для всех видов бактерий, ее реализация зависит от вариабельности рецепторов типовых фагов, особенностей генетического фонда штаммов бактерий [11].

*Материалы и методы.* Для работы были выбраны два штамма сальмонелл и одна кишечная палочка. Сальмоне́ллы (*Salmonella*) - систематическое положение тип: протеобактерии, класс: гамма-протеобактерии, порядок: *Enterobacterales*, семейство: *Enterobacteriaceae, род Salmonella.* Определение культур сальмонелл № 527, 529 проводили микробиологическим методом с подтверждением ПЦР. Грамотрицательные, факультативно-анаэробные бактерии, подвижные за счет жгутиков, расположенных по всей поверхности бактерий [8]. Кишечная палочка (*Escherichia coli–Tulc.*) — генетически-модифицированная палочка, оптимальный рост этой культуры достигается в присутствии антибиотика ампициллина при температуре 37°С [4].

Для фаготипирования использовали БТН-агар, предназначенный для культивирования микроорганизмов широкого спектра. Представляет собой мелкодисперсный гомогенный, гигроскопичный, светочувствительный порошок светло-кремового цвета фирмы Биотехновация; Натрия хлорид 0.09%, 0.7% агар для смешивания с культурами (культуры *Salmonella spp.,* № 527, 529, *Ecoli –Tulc*.). Бактериофаги двух видов с условными номерами 9694 и 26313 [10].

*Подготовка к фаготипированию:*

1. В каждую пробирку на 15 мл вносим 2 мл натрия хлорида 0.09%
2. В эти пробирки вносим испытуемые культуры бактерий (суточная культура)
3. В пробирки доливаем 0.7% агар (температура не выше $40^0$С)
4. Перемешиваем и быстро пока агар не застыл, выливаем тонким слоем в стерильные чашки Петри с БТН агаром
5. Помещаем в термостат на 60 мин. при температуре $37^0$С.

Подготовка бактериофага к фаготепированию:

1. В планшет с 96 лунками вносим по 180 мкл. натрия хлорида 0.09% с верху в низ по 8 лунок таких столбиков, равное количеству культур бактериофагов, в нашем случае их 2.
2. В первые лунки вносим концентрированный бактериофаг в объеме 20 мкл.
3. Титруем шагом 1:10; бактериофаг готов к фаготипированию.

*Фаготипирование:*

1. На чашках с БТН агаром и внесенными культурами снаружи рисуем 8 равных квадратов для обозначения нашего растительного бактериофага

2. Вносим растительный бактериофаг в каждый, начиная с самой низкой концентрацией к самой высокой концентрации по 3 мкл, ждем, пока впитается жидкость, ставим в термостат на 24 часа при температуре $37^0$С.

Концентрация фаговых частиц в исходном растворе высчитывается по следующей формуле: количество бляшек *10 степень соответствующего разведения (например, 190*3.33*100 = $1,9*10^{10}$ БОЕ/мл). Умножение на 3.33 производится из-за того, что на чашку было добавлено 3 мкл. разведения, а значит количество бляшек, посчитанное на этой чашке, указывает на концентрацию фагов в 3 раза больше, чем в 1 мл данного разведения (табл. 1)

Таблица 1. Концентрация фаговых частиц в исходном растворе

| *Salmonella spp*, № 529 | | *Salmonella spp*, № 527 | | *Ecoli –Tulc*. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Бактериофаг 9694 | Бактериофаг 26313 | Бактериофаг 9694 | Бактериофаг 26313 | Бактериофаг 9694 | Бактериофаг 26313 |
| 16 бляшек – $10^{-2}$ | 5 бляшек - $10^{-4}$ | 6 бляшек - $10^{-3}$ | 4 бляшки - $10^{-4}$ | Более 20 бляшек $10^{-3}$ | Более 20 бляшек $10^{-4}$ |
| 1,6*3,33*100 = 5,328 *$10^4$ (БОЕ/мл) | 5*3,33*100 =16,6* $10^5$ (БОЕ/мл) | 6*3,33*100 = 19,38*$10^4$ (БОЕ/мл) | 4*3.33*100 = 13,32*$10^5$ (БОЕ/мл) | 20*3,33*100 = 66,6*$10^5$ (БОЕ/мл) | 20*3,33*100 = 6,6*$10^6$ (БОЕ/мл) |

Исходя из таблицы 1 видно, что подобранные бактериофаги в отношении Salmonella spp, № 529, 527 наработались в титре $10^5$ были, подобраны бактериофаги –26313, так как его степень лизирования показала наибольшее количество фаговых бляшек в отношении всех наших исследуемых культур. Получается, что генномодифицированная культура Ecoli –Tulc. Оказалась уязвима для данных бактериофагов.

**Заключение.** В результате, нашего фаготипирования для *Salmonella spp.,* № 527, 529 и *Ecoli –Tulc*. был подобран следующий бактериофаг –26313, так как его степень лизирования показала наибольшее количество фаговых бляшек в отношении всех наших исследуемых культур. Получается, что генномодифицированная культура *Ecoli –Tulc*. Оказалась уязвима для данного бактериофага. По мере расширения коллекций бактериофагов можно будет выявлять новые целевые патогены, расширять спектр заболеваний, при которых фаги могут применяться как в режиме монотерапии, так и в составе комплексных схем лечения.

**Список источников**

1.Бактериофаги – антибактериальные препараты будущего: сб. статей. – М., 2009. – 66 с.

2.«Бактериофаги: Теоретические и практические аспекты применения в медицине, ветеринарии и пищевой промышленности» / Материалы международной научно-практической конференции. – Ульяновск:, ГСХА им. П.А. Столыпина, 2013, т. II – 182 с.

3.Вирусология: Методические рекомендации к лабораторным занятиям / Авт.-сост. А.Н. Евтушенков, Р.А. Желдакова, О.Б. Русь, А.М. Ходосовская. – Мн.: БГУ, 2006. – 50 с.

4.Дроздова О.М., Брусина, Е.Б. Применение бактериофагов в эпидемиологической практике: взгляд через столетие // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2010. – № 5. – С. 20–24.

5.Габрилович И.М. Основы бактериофагии. – Минск: Вышэйшая школа, 1973. – 224 с.

6.Зинченко А.И., Паруль Д.А. Основы молекулярной биологии вирусов и антивирусной терапии. – Минск: Вышэйшая школа, 2005. – 214 с

7.Дарбеева О.С., Майская Л.М., Перепанова, Т.С. Опыт использования адаптированных препаратов бактериофагов // Биопрепараты. – 2002. – № 1. – С. 13–17.

8.Основы вирусологии: учебное пособие / С.А. Павлович. – Минск: Вышэйшая школа, 2001. – 192 с.

9.Кюттер Э. Фаговая терапия: бактериофаги как антибиотики / Э. Кюттер. – СПб.: НИИ детских инфекций, 2001. – 41 с.

10.Каттер Э. Бактериофаги. Биология и практическое применение / под ред. Э. Каттер, А. Сулакулидзе // М: «Научный мир». – 2012. – 640 с.

11.Материалы международной научно-практической конференции «Бактериофаги: Теоретические и практические аспекты применения в медицине, ветеринарии и пищевой промышленности» / – Ульяновск: ГСХА им. П.А. Столыпина, 2013. – т. II – 182 с.

## SEARCH AND TESTING OF BACTERIOPHAGES ON THE ENTEROBACTERIA FAMILY

**Cherepushkina V.S.**
Postgraduate student
*Supervisor Afonyushkin V.N., PhD, Head of the Molecular Biology Sector*
*Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia, vicky88@bk.ru*

*Abstract.* The article emphasizes the relevance of the fight against pathogenic enterobacteria, especially in the context of growing antibiotic resistance, and highlights phage typing as a promising method. The aim of the study was phage typing of Salmonella spp. (No. 527, 529) and genetically modified Escherichia coli (E. coli – Tulc.) using bacteriophages No. 9694 and No. 26313. The paper describes the process of preparing bacterial and bacteriophage cultures, including titration of the latter. Phage typing was carried out by applying various concentrations of bacteriophages to Petri dishes with bacterial cultures and subsequent incubation. The results were assessed by counting phage plaques and calculating the concentration of phage particles. The results showed that bacteriophage No. 26313 has the highest lytic activity against all studied cultures, including genetically modified E. coli – Tulc. It is concluded that this bacteriophage can be used to combat these strains. The prospect of expanding bacteriophage collections to identify new target pathogens and expanding the range of phage applications in therapy is emphasized.

*Key words:* bacteriophages, general properties, phage typing, phage titration, experiment with enterobacteria, strains of Salmonella spp. and E. coli-Tulc.

УДК 615.8

## ФИЗИОТЕРАПИЯ В ВЕТЕРИНАРИИ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ ЖИВОТНЫХ

**Юрченко Е.Е., Умаров С.С.**
Студент, студент
*Научный руководитель Игенов М.Д., преподаватель*
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия,
yurchenko.elisabeta@yandex.ru

*Аннотация***.** Данная статья посвящена обзору современных методов физиотерапии в ветеринарной практике. Физиотерапия - важная область ветеринарной медицины, в которой для лечения и профилактики заболеваний у животных используются естественные или искусственные физические факторы. Разнообразие технологий делает её незаменимым инструментом при лечении различных заболеваний. Рассматриваются такие методы, как лазерная терапия, электротерапия, ультразвуковая терапия, магнитотерапия, ударно-волновая терапия, инфракрасное и ультрафиолетовое облучение.

*Ключевые слова:* физиотерапия, ветеринарная медицина, лазерная терапия, электростимуляция, ультрафиолетовое облучение.

С ростом числа домашних питомцев и улучшением условий их содержания ветеринарная медицина сталкивается с необходимостью создания новых действенных и безопасных методов лечения и восстановления. Физиотерапия представляет собой неинвазивный и бережный метод воздействия на организм животного, что делает её важной составляющей комплексного подхода к терапии различных заболеваний.

Ветеринарная лазерная терапия — это современный метод лечения, который основан на использовании монохроматического, когерентного и коллимированного лазерного

излучения. Этот метод позволяет проникать в ткани без нагревания и повреждения. Длина волны лазерного излучения определяет глубину проникновения. Более короткие волны используются для лечения поверхностных ран, а более длинные — для лечения мышечных травм. Лазерная светотерапия способствует ускорению процесса заживления, уменьшению отёков, воспаления и боли. Она также стимулирует синтез коллагена. Этот метод эффективен при лечении травм, неврологических повреждений и заболеваний опорно-двигательного аппарата.

Для максимального эффекта шерсть питомца подстригают, а лазерный зонд не касается тканей. Луч должен быть направлен под углом 90° к поверхности обрабатываемой области [1, 3].

Кроме того, во время лазерного лечения наблюдаются такие физиологические изменения, как усиление инфильтрации лейкоцитами [4], повышение активности макрофагов, усиление неоваскуляризации, усиление пролиферации фибробластов, пролиферация кератиноцитов, ранняя эпителизация, повышение уровня факторов роста и увеличение прочности раны на разрыв.

Противопоказаниями для лазерного лечения являются: лейкозы и другие заболевания крови; острые инфекционные заболевания, опухоли; сахарный диабет, болезни щитовидной железы; почечная и печёночная недостаточность; заболевания сердечно-сосудистой системы; острые нарушения мозгового кровообращения [5-6].

В настоящее время наиболее эффективным способом определения дозы и времени является использование доступных методов лечения (таблица 1).

Таблица 1. Рекомендации по лечению различных заболеваний с помощью лазерной терапии [3]

| **Болезненное состояние** | **Лечение** | **Терапевтическая доза** |
|---|---|---|
| **Боль в суставах** | Обезболивающее | |
| Острая боль | | 4-6 Дж / $см^2$ в день |
| Хроническая боль | | 4-8 Дж / $см^2$ в день |
| **Мышечная боль** | Обезболивающее | |
| Острая боль | | 2-4 Дж/ $см^2$ в день |
| Хроническая боль | | 4-8 Дж/ $см^2$ в день |
| **Воспаление** | Противовоспалительная терапия | |
| Острое воспаление | | 1-6 Дж/ $см^2$ в день |
| Хроническое воспаление | | 4-8 Дж / $см^2$ в день |
| **Открытая рана** | Лечение открытых ран | |
| Острая рана | | 2-6 Дж/$см^2$ в течение 7-10 дней |
| Хроническая рана | | 2-8 Дж/ $см^2$ в день |
| **Остеоартрит** | Линейная терапия суставов | 8-10 Дж/$см^2$ в зависимости от типа соединения |
| **Послеоперационная рана** | Лечение ран | 1-3 Дж/ $см^2$ в день |

Электротерапия — это один из методов физиотерапии, который использует контролируемое воздействие электрического тока, магнитных и электромагнитных полей на организм. В ветеринарной медицине этот термин объединяет различные процедуры, направленные на улучшение состояния животных. Среди них — электрическая стимуляция мышц, которая помогает восстановить их способность к сокращению. Также применяется поверхностное воздействие электричества на мышцы для уменьшения хронической боли [7].

Применяются различные формы электрической энергии: постоянный ток низкого напряжения и малой силы (гальванизация, электрофорез), высокого напряжения и высокой частоты (дарсонвализация, индуктермия), импульсные токи (фарадизация), электрические и магнитные поля с переменным электрическим полем ультравысокой частоты (УВЧ).

Основные методы электротерапии:

1. Транскутанная электростимуляция (ТЭС): этот метод воздействует на болевые и рефлексогенные зоны импульсными токами низкой и высокой частоты. В отличие от обычной электростимуляции, ТЭС направлена не на вызывание двигательных реакций, а на уменьшение болевого синдрома.

2. Нервно-мышечная электростимуляция (НМС): этот метод помогает предотвратить или замедлить потерю мышечной массы. Электрические импульсы имитируют сигналы от нервных окончаний, стимулируя мышечные волокна к работе даже при повреждении нервных стволов.

Противопоказания к применению электрической терапии включают индивидуальную непереносимость, заболевания сердечно-сосудистой системы в стадии декомпенсации, кровотечения или нарушения регуляции системы свёртывания крови, лихорадочные состояния, эпилепсию, острые инфекционные заболевания, онкологические заболевания, нарушение целостности кожных покровов, аллергию на компоненты препаратов, используемых для электропорации [7].

Ультрафиолетовое излучение — это спектр электромагнитных колебаний в диапазоне от 180 до 400 нм. На долю в солнечном спектре приходится до 4%, а в искусственных источниках — до 70% [8].

В зависимости от биологического действия и длины волны различают три спектра:

1. Длинноволновое УФ-излучение (400—320 нм) – применяют при острых воспалительных заболеваниях внутренних органов (особенно дыхательной системы), заболеваниях суставов и костей различной этиологии, вялозаживающих ран и язв, экземе.

2. Средневолновое УФ-излучение (320—280 нм) - применяют при острых и подострых воспалительных заболеваниях внутренних органов, последствиях травм костно-мышечной системы, заболеваниях периферической нервной системы с выраженным болевым синдромом, рахите, вторичных анемиях, нарушениях обмена веществ.

3. Коротковолновое УФ-излучение (280—180 нм) - применяют при острых и подострых воспалительных заболеваниях кожи, носоглотки, внутреннего уха, для лечения ран с опасностью присоединения анаэробной инфекции.

Наибольшую проникающую способность имеет ДУФ-излучение. В то же время КУФ-лучи превосходят другие виды излучений в энергетическом отношении. Наиболее активным и разнообразным биологическим действием обладают средневолновые УФ-лучи. В целом УФ-лучи характеризуются малой проникающей способностью, поглощаясь в основном поверхностными слоями кожи [9].

Общее УФ-облучение применяется:

- для повышения сопротивляемости организма к различным инфекциям
- для профилактики и лечения рахита
- для лечения распространенных воспалительных заболеваний кожи и подкожной клетчатки
- для нормализации иммунного статуса при хронических вялотекущих воспалительных процессах
- для стимуляции гемопоэза
- для компенсации ультрафиолетовой (солнечной) недостаточности

Местное УФ-облучение применяется: в терапии — для лечения артритов различной этиологии, воспалительных заболеваний органов дыхания, астмы, лечения ринитов, тонзиллитов; — в хирургии — для лечения гнойных ран и язв, пролежней, инфильтратов, гнойных воспалительных поражений кожи и подкожной клетчатки, маститов, остеомиелитов; — в неврологии — для лечения острых болевых синдромов при патологии периферического отдела нервной системы, последствий черепно-мозговых и

спинномозговых травм; — в дерматологии — при лечении псориаза, экземы, пиодермии и др.

Противопоказания: злокачественные новообразования, лихорадочные состояния, склонность к кровотечению, артериальная гипертензия, гипертиреоз, заболевания почек и печени с недостаточностью функции, кахексия, повышенная чувствительность к УФ-лучам.

Важно соблюдать нормы облучения, так как избыточное воздействие может привести к ожогам или перегреву. Противопоказано ультрафиолетовое облучение при туберкулезе, лейкозе, злокачественных опухолях, декомпенсированных пороках сердца, остром гепатите и истощении [9, 10].

**Заключение.** Физиотерапия становится всё более значимым элементом в современной ветеринарной практике. Она предлагает действенные и безопасные способы лечения и восстановления животных. Разнообразные методы позволяют подобрать наилучший подход для каждого конкретного случая, учитывая тип заболевания, состояние животного и его индивидуальные характеристики. Дальнейшие исследования в сфере ветеринарной физиотерапии обещают создать более результативные и инновационные методы улучшения здоровья и качества жизни животных.

**Список источников**

1. Кулишова, Т. В. Общая физиотерапия: учебно-методическое пособие / Т.В. Кулишова, Н.А. Табашникова, А.Н. Каркавина. — 2-е изд., стер. — Москва: ИНФРА-М, 2025. — 131 с.

2. Стекольников, А.А. Физиотерапия в ветеринарной медицине: учебник / А.А. Стекольников, Г. Г. Щербаков, Л. Н. Трудова, Л.Ф. Сотникова; под общей редакцией А.А. Стекольникова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 372 с.

3. Millis D.L., Saunders D.G. Laser therapy in canine rehabilitation. In Canine rehabilitation and physical therapy. – 2014. – P. 359-380.

4. Peplow P.V., Chung T.Y., Baxter G.D. Laser photobiomodulation of wound healing: A review of experimental studies in mouse and rat animal models. Photomedicine and laser surgery. – 2014. – Vol. 28. – P. 291-325.

5. Tuner J., Hode L. The new laser therapy Handbook: A guide for research scientists, doctors, dentists, veterinarians and other interested parties within the medical field. Prima Books AB. – 2010. – 364 p.

6. Москвин С.В., Ягупов Н.А. Лазерная терапия спортивных лошадей. – М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2020 – 136 с.

7. Baxter, G. D. & Mcdonough, Suzanne. (2007). Principles of Electrotherapy in Veterinary Physiotherapy.

8. Purohit, Ram & Turner, Tracy & Pascoe, David. (2013) Use of Infrared Imaging in Veterinary Medicine. Medical Devices and Systems.

9. Casas Alvarado, Alejandro & Ogi, Asahi & Villanueva-García, Dina & Martinez-Burnes, Julio & Hernández Avalos, Ismael & Olmos-Hernández, Adriana & Mora-Medina, Patricia & Domínguez-Oliva, Adriana & Mota-Rojas, Daniel. Application of Infrared Thermography in the Rehabilitation of Patients in Veterinary Medicine. Animals. – 2024. – Vol.14.

10. Vergneau-Grosset, C., & Péron, F. Effect of ultraviolet radiation on vertebrate animals: update from ethological and medical perspectives. Photochemical & photobiological sciences: Official journal of the European Photochemistry Association and the European Society for Photobiology. – 2020. – Vol. 19, №6. - P. 752–762.

## PHYSIOTHERAPY IN VETERINARY MEDICINE: MODERN METHODS OF TREATMENT AND REHABILITATION OF ANIMALS

**Yurchenko E. E., S.S. Umarov**,
Student, student

*Scientific supervisor Igenov M. D., lecturer,*
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia, yurchenko.elisabeta@yandex.ru

*Annotation*. This article is devoted to the review of modern methods of physiotherapy in veterinary practice. Physiotherapy is an important field of veterinary medicine, in which natural or artificial physical factors are used for treatment and prevention of diseases in animals. The variety of techniques makes it an indispensable tool in the treatment of various diseases. Such methods as laser therapy, electrotherapy, ultrasound therapy, magnetotherapy, shock wave therapy, infrared and ultraviolet irradiation are considered.

*Key words:* physiotherapy, laser therapy, electrostimulation, ultraviolet irradiation.

УДК 619:6+6.8:636.5

## ПРОФИЛАКТИКА НЕЗАРАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

**Юшкова Л.Я.[1], Юдаков А.В.[1], Мельцов И.В.[2]**
Главный научный сотрудник, д.в.н., профессор, заведующая лабораторией истории и организации ветеринарного дела ИЭВС и ДВ, ведущий научный сотрудник лаборатории истории и организации ветеринарного дела ИЭВС и ДВ, к.в.н., доцент кафедры специальных ветеринарных дисциплин факультета биотехнологии и ветеринарной медицины, к.в.н.
[1] – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий российской академии наук, Краснообск, Россия
[2] – Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского п. Молодежный, Россия, iushkowa.l@yandex.ru

*Аннотация.* Профилактика незаразных болезней на фермах и комплексах предусматривает осуществление постоянного контроля за процессом кормления и качеством кормов, за состоянием здоровья животных путём плановых клинических осмотров скота, диспансерного обследования, а также применение средств групповой профилактики (витаминов, премиксов, микроэлементов, УФ- облучения, стимулирующих средств).

*Ключевые слова:* нарушения обмена веществ, заболевания дыхательного аппарата и желудочно- кишечного тракта, отравления.

В соответствии с требованиями ветеринарного законодательства в Иркутской области создана система учета сельскохозяйственных животных. На территории региона индивидуальный и групповой учет сельскохозяйственных животных всех форм собственности осуществляется в региональной автоматизированной системе АС «Регагро» интегрированной с компонентом «Хорриот» федеральной государственной информационной системы «ВетИС» - федеральной базой данных учета животных.

По состоянию на 20 января 202 года в Иркутской области зарегистрировано 6 936,3 тыс. голов основных видов сельскохозяйственных животных и птицы, содержащихся в хозяйствах всех форм собственности.

Служба ветеринарии ежегодно участвует в конкурсе, организуемом Министерством сельского хозяйства Российской Федерации, за разработку, производство и внедрение эффективных лекарственных средств и препаратов для ветеринарного применения, высокую эффективность проведения противоэпизоотических мероприятий на территории субъектов Российской Федерации, ликвидацию, лечение заразных и незаразных болезней животных, популяризацию ветеринарной профессии в регионе» в рамках проведения Российской агропромышленной выставки «Золотая осень».

В Иркутской области насчитывается шесть ветеринарных диагностических исследовательских лабораторий, аккредитованных в национальной системе

«Росакредитация». В 2024 году специалистами государственной ветеринарной службы в сельскохозяйственных организациях, хозяйствах населения, фермерских хозяйствах зарегистрировано 136,1 тыс. голов продуктивных животных, заболевших болезнями незаразной этиологии (таблица 1). В перечень незаразных болезней входят болезни органов пищеварения, дыхания, размножения, обмена веществ, маститы, травмы, отравления.

Таблица 1. Количество сельскохозяйственных животных, заболевших болезнями незаразной этиологии на территории Иркутской области, голов

| Вид животного | | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | 2024 г. в % к 2023 г. |
|---|---|---|---|---|---|
| Крупный рогатый скот | | 26 369 | 21 064 | 19 561 | 92,8 |
| в том числе молодняк | | 85 77 | 6 588 | 6 206 | 94,2 |
| Свиней | | 97 053 | 97 923 | 115 614 | 118 |
| в том числе молодняк | | 54 196 | 57 332 | 74 235 | 129,4 |
| Мелкий рогатый скот | | 2 182 | 1 884 | 927 | 49,2 |
| в том числе молодняк | | 1 336 | 1 416 | 537 | 37,9 |
| ИТОГО поголовье | взрослое | 61 495 | 55 535 | 136 102 | в 2,4 раза |
| | молодняк | 64 109 | 65 336 | 80 978 | 123,9 |

Основными этиологическими факторами возникновения заболеваний животных незаразного характера являются нарушения технологии кормления и содержания животных, несоблюдение ветеринарных и зоогигиенических правил. Незаразные болезни животных наиболее часто возникают от комплексного воздействия неблагоприятных факторов: недостатка или избытка отдельных элементов рациона, нарушения пищеварения, всасывания питательных веществ, нарушения правил содержания животных. С целью предупреждения данных заболеваний на территории Иркутской области осуществлялись профилактические мероприятия (таблица 2).

Таблица 2. Мероприятия по профилактике болезней незаразной этиологии

| Наименование мероприятий | Ед. изм. | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | 2024 г. в % к 2023 г. |
|---|---|---|---|---|---|
| Цитрированная кровь | тыс. гол. | 147 | 1 300 | | |
| Витаминизация | тыс. гол. | 382 084 | 365 840 | 328 481 | 89,7 |
| Микроэлементы | тыс. гол. | 477 462 | 480 754 | 443 033 | 92,1 |
| Препараты железа | тыс. гол. | 278 151 | 164 961 | 253 318 | 153,5 |
| Селенит натрия | тыс. гол. | 308 064 | 308 003 | 281 219 | 91,3 |
| Заготовка лекарственных трав | тонн | 3 782 | 4 360 | 2 865 | 65,7 |
| Кормовые антибиотики | тыс. гол. | 408 509 | 419 708 | 526 328 | 125,4 |
| Исследование на маститы | тыс. гол. | 245 652 | 176 120 | 129 249 | 73,3 |

В 2024 году в сравнении с предыдущим годом на территории Иркутской области увеличилось количество крупного, свиней и мелкого рогатого скота, павших от болезней незаразной этиологии, при этом увеличилось количество вынуждено убитых сельскохозяйственных животных (крупный и мелкий рогатый скот, свиньи) по причине возникновения незаразных болезней (таблицы 3 и 4).

Таблица 3. Падеж от болезней незаразной этиологии сельскохозяйственных продуктивных животных на территории Иркутской области, голов

| Вид животного (голов) | | 2023 г. | 2023 г. | 2024 г. | 2024 г. в % к 2023 г. |
|---|---|---|---|---|---|
| Крупный рогатый скот | | 590 | 421 | 512 | 121,6 |
| в том числе молодняк | | 533 | 365 | 314 | 86,0 |
| Свиней | | 9617 | 13 716 | 16 188 | 118,0 |
| в том числе молодняк | | 6543 | 8 912 | 11 709 | 131,4 |
| Мелкий рогатый скот | | 36 | 17 | 38 | в 2,2 раза |
| в том числе молодняк | | 6 | 14 | 38 | в 2,7 раза |
| ИТОГО поголовье | взрослое | 3161 | 4 863 | 4 677 | 96,1 |
| | молодняк | 7082 | 9 291 | 12 061 | 129,8 |

Таблица 4. Число вынужденно убитых сельскохозяйственных продуктивных животных болезнями незаразной этиологии на территории Иркутской области, голов

| Вид животного (голов) | | 2022 г. | 2023 г. | 2024 г. | 2024 г. в % к 2023 г. |
|---|---|---|---|---|---|
| Крупный рогатый скот | | 229 | 714 | 849 | 118,9 |
| в том числе молодняк | | 89 | 295 | 318 | 107,7 |
| Свиней | | 13440 | 14953 | 16244 | 108,6 |
| в том числе молодняк | | 5264 | 6692 | 6786 | 101,4 |
| Мелкий рогатый скот | | 11 | 16 | 15 | 93,7 |
| в том числе молодняк | | 0 | 8 | 11 | 137,5 |
| ИТОГО поголовье | взрослое | 8327 | 8688 | 9993 | 115,0 |
| | молодняк | 5353 | 6995 | 7115 | 101,7 |

В течение 2024 года в областных государственных бюджетных учреждениях, подведомственных службе ветеринарии, осуществлен прием 131,3 тыс. голов различных продуктивных сельскохозяйственных и мелких домашних животных (в 2023 году – 130,5 тыс. гол) (таблицы 5,6).

Таблица 5. Осуществлен прием продуктивных сельскохозяйственных животных в учреждениях, подведомственных службе ветеринарии в 2024 году, тыс. голов

| Всего продуктивных сельскохозяйственных животных | в том числе: | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | лошади | крупный рогатый скот | мелкий рогатый скот | свиньи | другие виды животных |
| 17,011 | 1,812 | 10,906 | 1,406 | 2,762 | 0,125 |

Таблица 6. Осуществлен прием мелких домашних животных и птицы в учреждениях, подведомственных службе ветеринарии в 2024 году, тыс. голов

| Всего мелких домашних, декоративных животных и птиц | в том числе: | | | |
|---|---|---|---|---|
| | собак | кошек | других видов (хорьков, хомяков, крыс, мышей и др.) | птицы |
| 114,306 | 65,963 | 47,637 | 0,411 | 0,295 |

В целях ранней диагностики нарушений обмена веществ необходимо систематически контролировать уровень кормления (проводить биохимический анализ кормов на содержание основных питательных веществ а силоса – на кислотность).Проводить ежемесячно исследования сыворотки крови у модельных контрольных групп животных ( с оценкой физиологического статуса, состояния обмена веществ и резистентности) и

гинекологическую диспансеризацию маточного поголовья для своевременного выявления нарушений физиологического состояния и принятия лечебно- профилактических мер.

В целях недопущения отравления животных пестицидами категорически запрещено скармливание протравленных семян. Протравленные семена хранят по правилам хранения пестицидов и используют только для посевных целей. Профилактика фузариотоксикозов включает в себя комплекс агротехнических, химических, биологических и зооветеринарных мер, которые заключаются в своевременном и правильном скирдовании сена и соломы, соблюдении технологии в уборке зерновых. Необходимо проводить постоянный контроль за токсичностью зернофуража и запрещении скармливания его при поражении грибками. Кормовые культуры используют для кормления только после количественного определения в них нитратов и нитритов. Корма, содержащие нитраты и нитриты выше допустимых концентраций используют животным в смеси с другими кормами при условии содержания их в рационе не выше предельно допустимых количеств. В этих случаях необходимо обеспечить рацион животных достаточным количеством углеводов и витаминами, особенно витамина А и каратином. Зелёную массу с высоким содержанием нитратов (более 3% нитратионов на сухое вещество) следует использовать на силосование.

С целью уточнения диагноза, ветеринарными специалистами государственной ветеринарной службы Иркутской области в течение 2024 года проведено 115,3 тыс. различных лабораторных исследований, в том числе: общий анализ крови – 6,8 тыс. исследований, биохимический анализ крови – 7,4 тыс. исследований, общий анализ мочи – 1,2 тыс. исследований, на микроспорию исследовано – 84,5 голов мелких домашних животных. В течение года проведено 84,2 тыс. лечебных, ветеринарных мероприятий, 15,3 тыс. различных хирургических операций, 84,2 тыс. диагностических и лечебных процедур с применением физиотерапевтического оборудования.

Таким образом, можно заключить, что из незаразных болезней наиболее часто встречаются нарушения обмена веществ, заболевания дыхательного аппарата и желудочно-кишечного тракта, отравления, травматизм и болезни молочной железы и органов размножения.

**Список источников**

1. Разработать ориентировочные нормативы взаимоотношения и оплаты ветеринарного кооператива с совхозом « Крутишинский» Новосибирской области и хозяйств Карымского района Читинской области.// Всесоюз. акад.с.-х. наук им. Ленина. Сиб. отд-ние.- Новосибирск, 1988.- 19 с., 2 прил.

2**.** Из опыта кормопроизводства на личном подворье/ А.С.Донченко// Красноярский Научно-исследовательский институт с.-х. 16-17 мая VIII международная научно-практическая конференция « Научное обеспечение животноводства Сибири» г. Красноярск, 2024г. С. 432-435.DOI,РИНЦ Эл. версия сборника на сайте КрасНИИСХ (https//ksc.krash.ru/Institutes /sh)

3. Изучение и оценка эффективности проводимых ветеринарных реформ на примере субъектов Российской Федерации (с составлением плана) // Отчёт НИР 2023г. Россия, ФГБНУ СФНЦА РАН (ИЭВСиДВ) Ин-т эксперим. ветеринарии Сибири и Дальнего Востока.- Краснообск [Новосиб. обл.], 2024- 35с.

## PREVENTION OF NON-COMMUNICABLE DISEASES

**Yushkova L.Ya.[1], Yudakov A.V.[1], Meltsov I.V.[2]**

Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Chief Researcher, Head of the Laboratory of History and Organization of Veterinary Affairs, Candidate of Veterinary Sciences, Leading Researcher, Laboratory of History and Organization of Veterinary Affairs, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Special Veterinary Disciplines, Faculty of Biotechnology and Veterinary Medicine

[1] – Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia
[2] – Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky
p. Molodezhny, Russia, iushkowa.l@yandex.ru

*Abstract.* The prevention of non-contagious diseases on farms and complexes provides for constant monitoring of the feeding process and the quality of feed, the health of animals through routine clinical examinations of livestock, dispensary examination, as well as the use of group prevention products (vitamins, premixes, trace elements, UV radiation, stimulating agents).

*Key words:* metabolic disorders, diseases of the respiratory apparatus and the gastrointestinal tract, poisoning.

УДК619:616.981.42:636.3

# ОЦЕНКА ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ У ЖИВОТНЫХ, ИММУНИЗИРОВАННЫХ СЛАБОАГГЛЮТИНОГЕННЫМИ И НЕАГГЛЮТИНОГЕННЫМИ ВАКЦИНАМИ

**Янченко Т.А., Манакова О.О.**
Ведущий научный сотрудник, к.б.н., Младший научный сотрудник
Омский Аграрный научный центр, Омск, Россия, tatyana_vass@mail.ru

*Аннотация.* Большой охват неблагополучных по бруцеллезу территорий обуславливает необходимость повышения уровня эффективности осуществляемых противобруцеллезных мероприятий за счет их оптимизации на основе комплексного анализа эпизоотической ситуации, включая обследование хозяйств и ферм с применением комплекса дифференциальных диагностических методов и высокоспецифичных средств для определения иммунного ответа на бруцеллез, выявление возбудителя и изучение его биологических свойств с целью прогнозирования развития инфекционного процесса и индивидуального подхода при разработке противобруцеллезных планов. А также применение экологически безопасных средств специфической защиты животных от бруцеллезной инфекции и технологичных методов контроля за эпизоотическим благополучием с целью повышения качества и биобезопасности животноводческой продукции и снижения риска заражения людей.

*Ключевые слова:* сельскохозяйственные животные, бруцеллез, эпизоотическая ситуация, иммунологические реакции

Бруцеллез – наиболее распространенный бактериальный зооноз во всем мире. По данным Россельхознадзора более половины случаев бруцеллеза животных регистрируется в странах Восточного Средиземноморья. Неблагополучие по бруцеллезу сохраняется на территории Африканского континента, государств Восточной Европы и Центральной Азии, Китая, Индии, Бангладеша, Пакистана, стран Европейского союза, Центральной и Южной Америки, Соединенных Штатов Америки [1,2].

На территории Российской Федерации ежегодно регистрируются новые неблагополучные пункты по бруцеллезу крупного и мелкого рогатого скота, а также заболевание регистрируется у людей. Наиболее широкое распространение бруцеллез, имеет в регионах с интенсивно развивающимся животноводством - Южный, Северо-Кавказский, Приволжский, Сибирский, Дальневосточный федеральные округа, а также на трансграничных территориях, таких как Республика Казахстан, Монголия [3].

Это заболевание имеет важное социальное и экономическое значение, что обязывает к непрерывному контролю эпизоотической ситуации, проведению специфических

профилактических мероприятий и мониторингу иммунного ответа с применением комплексного подхода при диагностической оценке.

Для специфической профилактики бруцеллеза крупного рогатого скота широко используют слабоагглютиногенные вакцины B.abortus 82, B.abortus75/79-ABиз штаммов бруцелл по антигенной структуре находящихся в SR-форме и неагглютиногенную вакцинуB.abortusRB-51 - в R-форме.

При проведение диагностического мониторинга с использованием существующих бруцеллезных диагностикумов возникает проблема оценки иммунного статуса животных на фоне применения вакцин из диссоциированных штаммов и отсутствует возможность оценки иммунного статуса животных, вакцинированных неагглютиногенной вакциной [4].

Основными методами в лабораторной диагностике бруцеллеза являются реакция агглютинации, реакция связывания комплемента и реакция иммунодиффузии РИД с О-ПС, поэтому комплексное использование этих реакций с гомо и гетерологичными антигенами позволит более объективно проводить эпизоотический мониторинг в хозяйствах, применяющих для специфической профилактики вакцины из диссоциированных штаммов бруцелл.

Целью исследования является определение целесообразности применения комплексного подхода при диагностической оценке иммунологических реакций у животных, иммунизированных слабоагглютиногенными и неагглютиногенными вакцинами.

Материалы и методы. Диагностические исследования проводились в отделе ветеринарии ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» в соответствии с требованиями приказа № 533 Об утверждении Ветеринарных правил осуществления профилактических, диагностических, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов бруцеллеза (включая инфекционный эпидидимит баранов) от 08.сентября 2020 г.утв. Минсельхоз России г. Москва, ГОСТ 34105-2017 «Животные. Лабораторная диагностика бруцеллеза. Серологические методы» от 01.07.2018. Биоматериал (сыворотку крови) получали от животных из хозяйств, благополучных по бруцеллезу крупного рогатого скота, иммунизированного слабоагглютиногенными вакцинами. Серологические исследования проводили с официально зарегистрированными тест-системами для выявления бруцеллеза животных в РА, РСК и РИД с О-ПС антигеном, дополнительные исследования проводили с использованием экспериментальных образцов антигенов, приготовленных из бруцелл в R-форме.

Результаты и обсуждение. Анализ результатовкомплексного исследования 622 проб крупного рогатого скота из благополучного хозяйства, иммунизированного слабоагглютиногенной вакциной*B. abortus* 82показал, что при исследовании в РА с единым антигеном выявлены агглютинирующие антитела у 1,3 % животных, комплемент связывающие - у 8,7 %. При дополнительном исследовании этих животных в тех же реакциях с R-антигенами также были выявлены агглютинирующие антитела у 6,4 % животных, комплементсвязывающие- у 9,1 %. РИД с О-ПС антигеном во всех случаях была отрицательной (таблица 1).

При исследовании 583 голов крупного рогатого скота из благополучного хозяйства, иммунизированного неагглютиногенной вакциной B. abortusRB-51, антител в реакциях РА и РСК с единым бруцеллезным антигеном и в РИД с О-ПС не выявлено, а при исследовании проб с R-антигенами отмечались агглютинирующие антитела у 15,3% животных, а комплементсвязывающие – у 12,9%.

В результате исследований установлено, что применение R-антигенов в комплексе диагностических мероприятий подтверждает поствакцинальный характер реакций с единым антигеном и позволяет оценить иммунный статус животных, иммунизированных неагглютиногенной вакциной.

Таблица 1. Результаты комплексного исследования крупного рогатого скота, иммунизированного слабоагглютиногенными и неагглютиногенными вакцинами в благополучных хозяйствах

| № п/п | Исследовано проб | Реагировало положительно | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | с единым S-АГ | | | | с R-АГ | | | | РИД с О-ПС | |
| | | РА | | РСК | | РА | | РСК | | | |
| | | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % |
| животные, иммунизированные B.abortus 82 | | | | | | | | | | | |
| 1 | 129 | 3 | 2,3 | 2 | 1,5 | 3 | 2,3 | 3 | 2,3 | - | - |
| 2 | 136 | - | - | 6 | 4,4 | 4 | 2,9 | 6 | 4,4 | - | - |
| 3 | 187 | 3 | 1,6 | 24 | 12,8 | 18 | 9,6 | 26 | 13,8 | - | - |
| 4 | 170 | 2 | 1,17 | 22 | 12,9 | 15 | 8,8 | 22 | 12,9 | - | - |
| Итого | 622 | 8 | 1,3 | 54 | 8,7 | 40 | 6,4 | 57 | 9,1 | - | - |
| животные, иммунизированные B.abortusRB-51 | | | | | | | | | | | |
| 5 | 127 | - | - | - | - | 25 | 19,6 | 28 | 22,0 | - | - |
| 6 | 156 | - | - | - | - | 18 | 11,5 | 15 | 9,6 | - | - |
| 7 | 178 | - | - | - | - | 32 | 17,9 | 25 | 14,0 | - | - |
| 8 | 122 | - | - | - | - | 14 | 11,5 | 7 | 5,7 | - | - |
| Итого | 583 | - | - | - | - | 89 | 15,3 | 75 | 12,9 | - | - |

**Заключение.** Таким образом, полученные результаты позволяют рекомендовать комплексный подход с применением R-антигенов для более объективной оценки иммунологических реакций у животных, иммунизированных слабоагглютиногенными и неагглютиногенными вакцинами и более эффективно проводить эпизоотический мониторинг.

## Список источников

1. Информационный ресурс сайт Россельхознадзора / Обзор эпидемиологической и эпизоотологической ситуации по бруцеллезу в мире в 2022 году и прогноз на 2023 год в Российской Федерации - URL https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/news/212515.html (дата обращения 10.10.2023).

2. Пономаренко Д.Г., Скударева О.Н., Хачатурова А.А., Лукашевич Д.Е., Жаринова И.В., Даурова А.В., Германова А.Н., Логвиненко О.В., Ракитина Е.Л., Костюченко М.В., Манин Е.А., Малецкая О.В., Куличенко А.Н. Бруцеллез: тенденции развития ситуации в мире и прогноз на 2022 г. в Российской Федерации // Проблемы особо опасных инфекций. - 2022. - С 36-45.

3. Avila-Calder´on, E.D., Flores-Romo, L., Sharon, W., Donis-Maturano, L.,Becerril-Garc´ıa, M.A., Arreola, M.G.A., Reynoso, B.A., G¨uemes, F.S., Contreras Rodr´ıguez, A., 2020. Dendritic cells and Brucellaspp. interaction: the sentinel host and the stealthy pathogen. FoliaMicrobiologica 65, 1–16.

4. Arakelyan P.K., Dimova A.S., Dimov S.K., Rudenko A.V., Yanchenko T.A., Orobets V.A. Ecological bases of the epizootic process of brucellosis and its control in small ruminants. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. «Ensuring sustainable development in the contextof agriculture, green energy, ecology and earth science». - 2021 С.1-7

## ASSESSMENT OF IMMUNOLOGICAL REACTIONS IN ANIMALS IMMUNIZED WITH WEAKLY AGGLUTINOGENIC AND NON-AGGLUTINOGENIC VACCINES

**Yanchenko T.A., Manakova O.O.,**
Candidate of Biology.PhD, Senior Researcher, Junior Researcher
Omsk Agrarian Scientific Center
Omsk, Russia, tatyana_vass@mail.ru

*Abstract.* The large coverage of areas affected by brucellosis makes it necessary to increase the effectiveness of anti-brucellosis measures by optimizing them based on a comprehensive analysis of the epizootic situation, including a survey of farms and farms using a set of differential diagnostic methods and highly specific means to determine the immune response to brucellosis, identify the pathogen and study its biological properties in order to predict the development of the infectious process and an individual approach to the development of anti-brucellosis plans. As well as the use of environmentally friendly means of specific protection of animals from brucellosis infection and technological methods of monitoring epizootic well-being in order to improve the quality and biosafety of livestock products and reduce the risk of human infection.

*Key words:* farm animals, brucellosis, epizootic situation, immunological reactions

# *Геодезия и картография в АПК*

УДК 332.2

## РОЛЬ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ В УПРАВЛЕНИИ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Мауткина В.Е.**
Студент
Вологодский государственный университет, Вологда, Россия, leramautkina@gmail.com

*Аннотация.* Данная статья посвящена анализу роли кадастровой оценки в управлении земельными ресурсами, рассмотрению существующих проблем и поиску перспектив ее совершенствования. Актуальность темы обусловлена постоянно растущей потребностью в прозрачном и эффективном механизме управления земельными ресурсами, а также необходимостью повышения качества кадастровой оценки для минимизации рисков и обеспечения справедливости.

*Ключевые слова:* кадастровая оценка, земельные ресурсы, управление, проблемы, перспективы, геоинформационные системы (ГИС).

Земельные ресурсы являются фундаментом экономического развития любой страны. Они играют ключевую роль в сельском хозяйстве, промышленности, строительстве и обеспечении населения жильем. Эффективное управление этими ресурсами – залог устойчивого экономического роста и социального благополучия, а одним из важнейших инструментов такого управления является кадастровая оценка. Она позволяет определить рыночную стоимость земельных участков и обеспечить справедливое распределение налоговой нагрузки и рациональное планирование территорий. [1,с.324].

Кадастровая оценка – это определение денежной стоимости земельного участка, осуществляемое в соответствии с законодательством. Она служит основой для налогообложения, расчета арендной платы, оценки залога и принятия других важных управленческих решений.

Существует несколько видов кадастровой оценки, каждый со своими преимуществами и недостатками (Таблица 1).

Таблица 1. Виды кадастровой оценки

| **Вид кадастровой оценки** | **Описание** | **Преимущества** | **Недостатки** |
|---|---|---|---|
| Массовая оценка | Оценка, проводимая для больших массивов земель с использованием статистических методов. | Быстрота, низкие затраты, возможность охвата большого количества участков. | Низкая точность, игнорирование уникальных характеристик участков. |
| Индивидуальная оценка | Оценка, проводимая для каждого земельного участка отдельно с учетом его особенностей. | Высокая точность, учет специфики каждого участка. | Длительный процесс, высокие затраты на ресурсы. |
| Экспертная оценка | Оценка, проводимая специалистами на основе их опыта и анализа рынка. | Учет рыночной конъюнктуры, гибкость в подходах. | Субъективность, возможные ошибки оценщика. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Кадастровая оценка с использованием ГИС | Оценка, основанная на геоинформационных системах и пространственных данных. | Высокая точность, возможность визуализации данных, быстрое обновление информации. | Требует специальных знаний и навыков работы с ГИС. |

Однако, несмотря на свою важность, кадастровая оценка сталкивается с рядом проблем. Часто базы данных о земельных участках содержат неполную или устаревшую информацию, что снижает точность оценки. Изменения в инфраструктуре, развитии территории и рыночной конъюнктуре не всегда своевременно отражаются в кадастровых данных.

Используемые методы оценки не всегда достаточно гибкие и адаптивные к изменениям на рынке недвижимости, что приводит к расхождению кадастровой стоимости и рыночной цены. Недостаток прозрачности в процессе создаёт благоприятную среду для коррупции и злоупотреблений, что может привести к занижению или завышению кадастровой стоимости в чьих-то интересах. [2,с.152].

Кроме того, в ряде случаев оценка не учитывает специфические особенности земельных участков, например, наличие экологических ограничений или исторической ценности. Практические примеры проблем включают споры о праве собственности из-за несоответствия кадастровой стоимости рыночной, недополучение налогов из-за заниженной кадастровой стоимости и сложности в привлечении инвестиций из-за неточностей в оценке.

Для повышения эффективности и точности кадастровой оценки необходимо внедрять современные технологии, такие как геоинформационные системы (ГИС) и автоматизированные системы оценки, которые позволят улучшить качество данных, ускорить процесс и повысить его прозрачность. Актуальная информация о состоянии земельных участков может быть получена с помощью дронов и спутниковых снимков. [3,с.657]

Необходимо обновление законодательства, пересмотр норм и правил, регулирующих кадастровую оценку, с учётом современных требований и международного опыта, усовершенствование методик оценки, обеспечение их гибкости и адаптивности к рыночным изменениям и усиление ответственности за предоставление некорректной информации.

Повышение квалификации специалистов, занимающихся кадастровой оценкой, путем проведения регулярных курсов повышения квалификации и внедрения новых методик оценки, также является необходимым шагом. Повышение прозрачности, публикация всей информации в открытом доступе, создание механизмов независимого контроля и обжалования оценок значительно снизит риски коррупции. Методики оценки должны учитывать экологические, исторические и другие специфические факторы, влияющие на стоимость земельных участков.

В заключение, кадастровая оценка играет ключевую роль в эффективном управлении земельными ресурсами. Однако существующие проблемы существенно снижают её эффективность. Комплексный подход, включающий внедрение современных технологий, обновление законодательства, повышение квалификации специалистов и обеспечение прозрачности, необходим для создания системы кадастровой оценки, способствующей устойчивому развитию и экономическому росту.

**Список источников**

1.Определение возможностей застройки при планировании развития территории на основании комплексных кадастровых работы / Д. А. Заварин, А. А. Тесаловский, Ю. М. Авдеев [и др.]. — Текст : непосредственный // журнал: . — : , 2019. — С. 322-326.

2. Исользование открытых географических источников для целей кадастра / Л. В. Шарунова, Д. А. Заварин. — Текст : непосредственный // Материалы XVII Международной научно-технической конференции.. — Вологда : Вологодский государственный университет , 2019. — С. 151-153.

3.Матросова, Ю. А. Современные ГНСС технологии для кадастровых работ. / Ю. А. Матросова, Д. А. Заварин. — Текст: непосредственный // "Актуальные вопросы научных исследований": сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. — Саратов: НОП Цифровая наука, 2023. — С. 653-659.

## THE ROLE OF CADASTRAL VALUATION IN LAND RESOURCES MANAGEMENT: PROBLEMS AND PROSPECTS

**Mautkina V.E.**
Student
Vologda State University
Vologda, Russia, leramautkina@gmail.com

*Abstract.* This article is devoted to the analysis of the role of cadastral valuation in land resources management, consideration of existing problems and search for prospects for its improvement. The relevance of the topic is due to the ever-growing need for a transparent and effective mechanism for land resources management, as well as the need to improve the quality of cadastral valuation to minimize risks and ensure fairness.

*Keywords:* cadastral valuation, land resources, management, problems, prospects, geographic information systems (GIS).

УДК 631.1

## ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КОТЛАС ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ

**Мерёжина А.А.**
Студент
*Научный руководитель Заварин Д.А., к.э.н., доцент*
Вологодский государственный университет, Вологда, Россия, apollinariamerezina@gmail.com

*Аннотация.* В данной статье рассматривается сельское хозяйство. На примере городского округа «Котлас» анализируются особенности применения правил землепользования и застройки и их влияние на земельные ресурсы, а также организация сельскохозяйственной деятельности.

*Ключевые слова:* сельское хозяйство, публичная кадастровая карта, правила землепользования и застройки, город Котлас.

Сельское хозяйство — это самая древняя отрасль, занимающаяся производством сельскохозяйственной продукции, а также развитием животноводства и растениеводства.

Для успешного ведения сельского хозяйства требуется: наличие земельных наделов, пригодных для посева культур или содержания скота; специализированная техника и оборудование; высококачественный посевной материал и посадочный материал; удобрения (органические и минеральные) для повышения урожайности; система полива или доступ к водным ресурсам; знания в области агрономии, технологий обработки земли, ухода за растениями и животными; начальный капитал для закупки необходимого (техники, семян и пр.); квалифицированный персонал; консультации специалистов (агрономов, ветеринаров); маркетинговые стратегии и каналы сбыта продукции; а также кадастровое обеспечение[1].

Поиск подходящих участков можно осуществить с помощью «Публичной кадастровой карты», содержащей информацию о границах, площади, назначении и правовом статусе земель, что позволяет оперативно оценить условия для сельского хозяйства. Карта помогает соблюдать правила землепользования и застройки и предоставляет данные об участках, предназначенных для аграрного производства.

На подавляющем большинстве территорий Архангельской области разработаны правила землепользования и застройки.

Правила землепользования и застройки (ПЗЗ) устанавливают территориальные зоны и градостроительные регламенты. Они являются неотъемлемой частью системы градостроительного зонирования, утверждаясь на местном уровне нормативными правовыми актами органов местного самоуправления, а в некоторых случаях, и органами государственной власти[2].

Онлайн-сервис «Публичная кадастровая карта» от Росреестра – незаменимый инструмент для оперативного получения данных о недвижимости. На карте отображаются кадастровые округа, районы, кварталы и отдельные объекты. Пользователи могут легко проверить границы земельных участков и узнать кадастровые номера интересующих объектов, включая здания и сооружения.

Для каждого объекта недвижимости доступна общая информация, такая как площадь, кадастровая стоимость и форма собственности. Сервис позволяет увидеть границы участка и смежных территорий (если они внесены в ЕГРН), а также оценить расположение участка на местности.

Панель управления картой позволяет выделять цветом территориальные зоны, зоны с особыми условиями использования, лесничества и лесопарки. Это помогает пользователям определить, не находится ли участок в особо охраняемой зоне и не наложены ли на него какие-либо ограничения.

Кроме того, доступны тематические карты, где объекты недвижимости выделяются цветом в зависимости от формы собственности, разрешенного использования или кадастровой стоимости. Поиск объекта возможен по кадастровому номеру, адресу или вручную на карте. Важно отметить, что участки, не поставленные на кадастровый учет или без установленных границ, на карте не отображаются.

Землеустройство способствует вовлечению земель в сельскохозяйственное производство и охране их от нерационального использования [3].

Рассмотрим регламентирование ПЗЗ сельскохозяйственных работ в Котласе, расположенном в Архангельской области, имеющем координаты 61°15′27″ с. ш., 46°38′58.6″ в. д., высоту 50 м над уровнем моря, площадь 68,039 км$^2$ и кадастровый номер 29:24:000000 (рис.1).

ПЗЗ Котласское представляет собой документ, который содержит порядок применения правил и внесения в них изменений, карту градостроительного зонирования и градостроительные регламенты[4].

В ПЗЗ Котласа содержится 102 вида разрешённого использования сведённых в 28 территориальных зон представленных на рис. 2.

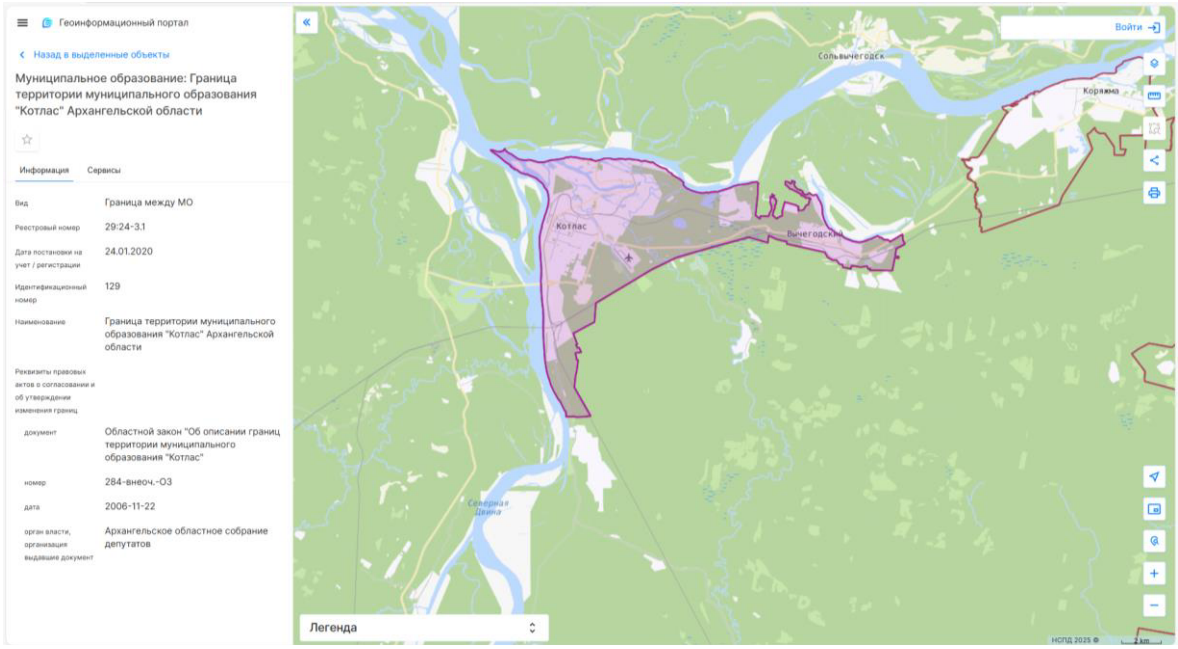



Рис. 1 Территория городского округа Архангельской области «Котлас» на ПКК

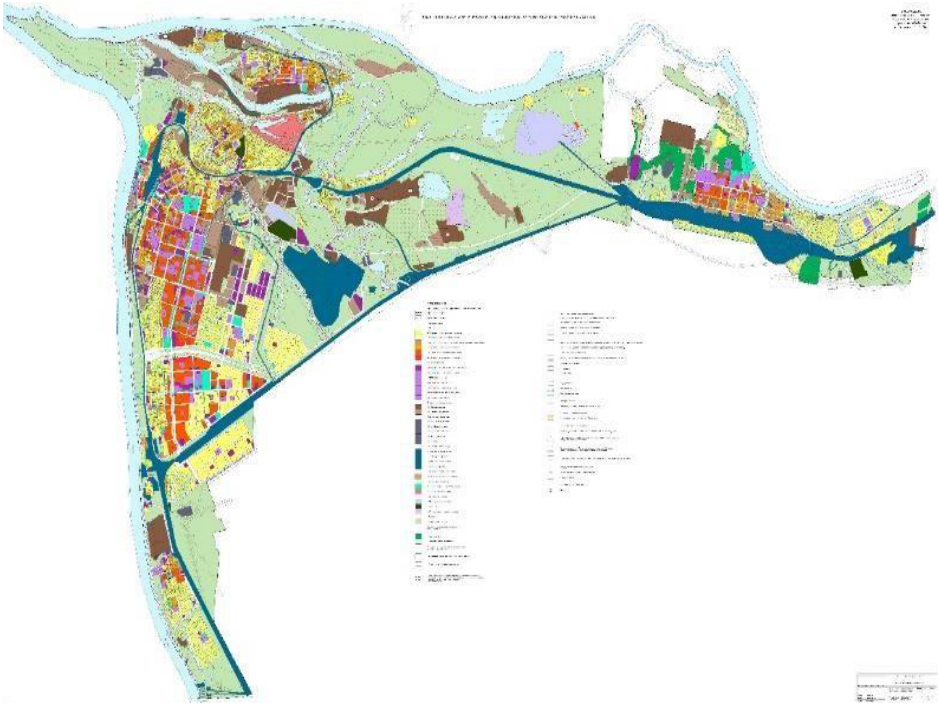


Рис. 2 Карта градостроительного зонирования территории городского округа Архангельской области «Котлас»

Рассмотрим виды разрешённого использования, напрямую связанные с сельским хозяйством. Такие виды разрешённого использования содержаться в производственной зоне, в коммунально-складской зоне и в зоне сельскохозяйственного использования. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Виды разрешённого использования и территориальные зоны, предназначенные для сельскохозяйственного использования

| **Вид разрешённого использования** | **Территориальная зона** | **Сокращённое название территориальной зоны** | **% от общей площади территории** |
|---|---|---|---|
| Птицеводство | Производственная зона | П1 | 7 |
| Животноводство | Коммунально-складская зона | П2 | 5 |
| Выращивание зерновых и иных сельскохозяйственных культур | Зона сельскохозяйственного использования | СХ1 | 1 |
| Овощеводство | | | |
| Садоводство | | | |
| Виноградарство | | | |
| Выращивание льна и конопли | | | |
| Питомники | | | |
| Сенокошение | | | |
| Итого: | | | 13 |

Котлас является городом с населением 66 838 человек. Основными направлениями его деятельности является транспорт, промышленное производство и коммунальные работы, при этом в нём, исходя из ПЗЗ, допускается ведение сельскохозяйственных работ. Исходя из таблицы 1, мы видим, что территории, допускающие ведение сельскохозяйственных работ, занимают 13 % территории Котласа. Следовательно, лишь некоторые территории города Котлас могут использоваться для сельскохозяйственных работ. Подробно эти территории на карте показаны на рис. 3.

а) СХ1 б) П1 в) П2

Рис.3 Отображение сельскохозяйственных территориальных зон на карте градостроительного зонирования города Котлас

Вывод территории сельскохозяйственного назначения города Котлас можно посмотреть как на публичной кадастровой карте, на которой пользователи могут визуализировать границы земельных участков, уточнить их кадастровые номера, площадь, вид разрешённого использования, так и на карте градостроительного зонирования территории, которая дополняет данные с ПКК, демонстрируя территориальное расположение зон с учётом их функционального назначения.

**Список источников**

1. Рассохина, Д. И. Использование публичной кадастровой карты для определения зон с особыми условиями использования территории в городе Устюжна / Д. И. Рассохина, Д.

А. Заварин. — Текст: непосредственный // Современные тенденции в кадастре, землеустройстве и геодезии. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2024. — С. 31-34.

2. Заварин, Д. А. Пространственная Основа Правил Землепользования Грязовца / Д. А. Заварин, В. Е. Мауткина. — Текст: Непосредственный // Геодезия, Землеустройство И Кадастры: Проблемы и перспективы развития. — Омск: Омский Государственный Аграрный Университет Им. П.А. Столыпина, 2024. — С. 352-355.

3. Заварин, Д. А. Геодезическая Основа Территориального Планирования Великого Устюга / Д. А. Заварин, Е. А. Архипова. — Текст: Непосредственный // Геодезия, Землеустройство И Кадастры: Проблемы и перспективы развития. — Омск: Омский Государственный Аграрный Университет Им. П.А. Столыпина, 2024. — С. 340-342.

4. Тесаловский, А. А. Определение корректировок цен земельных участков для личного подсобного хозяйства с учётов кадастрового деления и территориального зонирования / А. А. Тесаловский, Д. А. Заварин, Н. В. Анисимов. — Текст: Непосредственный // Вестник Алтайской Академии экономики и права. — 2022 . — № 6-2 . — с. 343-349.

## TERRITORIES OF THE CITY OF KOTLAS USED FOR AGRICULTURAL WORK

**Merezhina A.A.**
Student
*Scientific supervisor Zavarin D.A., Candidate of Economics, Associate Professor*
Vologda State University
Vologda, Russia, apollinariamerezina@gmail.com

*Abstract:* this article discusses agriculture. Using the example of the Kotlas urban district, the article analyzes the specifics of the application of land use and development rules and their impact on land resources, as well as the organization of agricultural activities.

*Keywords:* agriculture, public cadastral map, rules of land use and development, Kotlas city.

УДК 631.4:004.9

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ В ПОЧВЕ СРЕДСТВАМИ ГИС

**Назаров В.Н.**
Студент
*Научный руководитель Ф.Ю. Кайзер, к.г.н., доцент*
Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия, nazarovlad@vk.com

*Аннотация.* В статье описан теоретический подход к разработке клиентской части приложения показателей влажности почвы на основе технологии интернет-картографирования. Целью данной работы является междисциплинарное исследование, в ходе которого авторы совмещают агрономические исследования и ГИС-технологии, в частности, веб-картографию. В качестве полигона для исследования авторы выбрали земли с/х назначения Кемеровской области. На выбранных территориях опытным путем выявляется влажность почвы. Основными инструментами выступают оборудование для почвоотбора, открытые геотехнологии, реализованные в геоинформационной системе QGIS. Возможность дополнительного наполнения проекта данными, например, по агрохимическому анализу почв и ведение его в течении длительного периода позволяет работникам АПК проводить комплексный анализ и отслеживать тенденции, приближая свою

деятельность к точечному земледелию. В свою очередь данный комплекс мер позволяет сокращать издержки, что положительно скажется на экономической составляющей деятельности сельхозпроизводителей.

Ключевые слова: продуктивная влага, запасы влаги в почве, геоинформационные системы, веб-технологии.

**Введение**

Контроль за запасами полезной влаги в почве играет ключевую роль для растений, так как без него культуры не смогут нормально развиваться и расти. Процесс набухания и прорастания семян в почве зависит от уровня влаги. В течение вегетационного периода вода оказывает существенное влияние и имеет разнообразное значение для роста, развития и формирования урожайности сельскохозяйственных растений [2].

Авторы предлагают систему для отображения почвенных свойств и разработали модель отображения запасов продуктивной влаги в почве. Предлагается отображение в виде веб-сервиса, который в современных экономических условиях не требует много ресурсов, но по своей информативности для конечного потребителя не уступает в своих возможностях. На сегодняшний день задача адаптации геоинформационной системы для специалистов сельского хозяйства решается средствами ГИС-технологий [1]. По мнению, ряда ученых-аграриев [3-5] результат трансформации сельскохозяйственного использования земель в веб-карту позволяет специалистам без специальной подготовки использовать геоинформационную технологию для решения агрономических задач, что определяет актуальность исследований.

Целью данного исследования является теоретические описание методики формирования типовой веб-карты для предоставления результатов по запасам продуктивной влаги. Достижение поставленной цели представляет возможность сформировать данные в виде отчета выборочно по полям с указанием содержания влаги по слоям и суммарной влажности в метровом слое, что позволит провести анализ поля по всем 4 этапам отбора.

**Методы и объекты исследований**

В рамках исследования были взяты земли с/х назначения Кемеровской области. Предполагается определение содержания влаги в почве в аналитической лаборатории почвы Кемеровского государственного университета, исследование почв планируется в 2025 году при участии студентов ФГБОУ ВО КемГУ. Отбор проб разделен на 4 этапа согласно вегетационному циклу растений – перед посевом, в фазу кущения, колошения-цветения и после уборки культуры. Методика геоинформационного картирования включает в себя отрисовку границ полей, создание атрибутивной базы данных по содержанию почвенной влаги, оформление картограмм в открытой геоинформационной системе QGIS (рис. 1.).

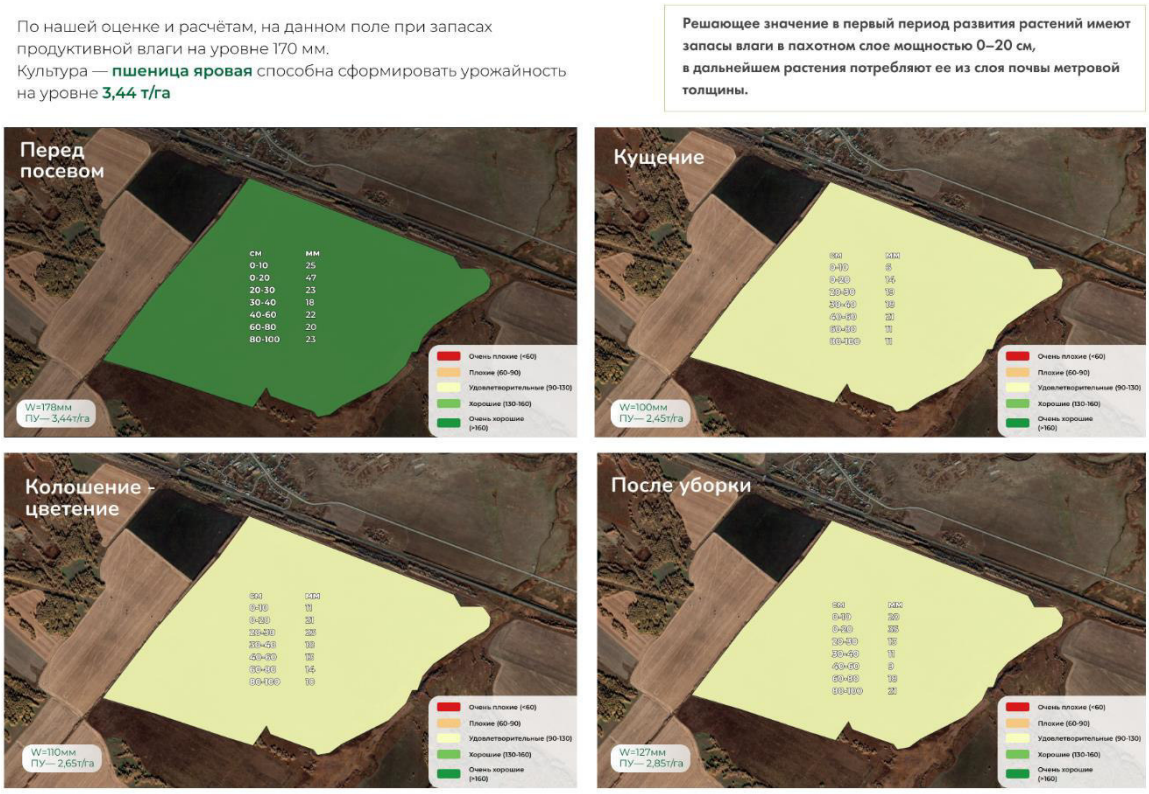



Рис. 1. Макет отображения результатов исследования продуктивной влаги в почве

Согласно выбранного ПО, для работы был создан проект, задана прямоугольная система координат WGS84/UTM zone 45N, идентификатор EPSG: 32445, так как она позволяет проводить анализ геометрии и удовлетворяет охватом район исследования. Далее были подключена подложка Google Satellite Hybrid, векторизованы территории сельскохозяйственного назначения для предстоящего исследования почв. Следующим шагом присоединена тестовая атрибутивная информация по показателям содержания запасов влаги в почве и сельскохозяйственной культуре. Также есть возможность наполнить проект данными агрохимического исследования и путем анализа выявить степень взаимосвязи между содержанием макроэлементов в почве и запасов продуктивной влаги. Созданный ГИС-проект в среде QGIS включает 3 группы слоев (табл. 1).

Таблица 1. Структура геоинформационной системы запасов продуктивной влаги

| Группа слоев | Имя слоя | Модель данных слоя | Описание |
|---|---|---|---|
| Общие данные | Границы слоев | Векторный (полигоны) | Границы исследуемых земель |
| | Data | Набор данных | CSV таблица хранящая данные |
| | Dots | Векторный (точки) | Точки в которых проводится исследование |
| Свойства почвы | Запасы продуктивной влаги | Векторный (полигоны) | Копия границ земель, отображающая показатель содержания запасов продуктивной влаги в почве |
| Базовые карты | Google Satellite Hybrid | Растровые | WMS-слой |

Дальнейшее использование программного обеспечения подразумевает под собой развертывание веб-хранилища с компиляцией на нем всей информации проекта с помощью модуля qgis2web [6]. Данный модуль воспроизводит большее количество элементов проекта, содержащие слои, стили и охват карты. Также можно хранить данные на стороне клиента, передав ему пакет информации, но доступ к данным будет только у владельца хранилища данных. Таким образом создание и размещение данных подразумевает использование открытых платформ.

**Выводы**

В ходе рассмотрения теоретического аспекта формирования картограмм по запасам продуктивной влаги, было выявлено несколько направлений дальнейшей деятельности – это проведение полевых исследований запасов продуктивной влаги в предстоящем сезоне, формирование базы данных, включающая в себя результаты обследования. Была подтверждена апробацией возможность развертывания картограмм на основе веб-сервиса.

Отмечается также доступность технологий для использования – основной потребитель данного исследования сможет без посторонней помощи воспользоваться результатом. Авторами также был сформирован пример отображения итоговых данных, включающая в себя, в том числе, отображение данных по сезону развития посеянной культуры (см. рис.1).

**Список источников**

1. Воронина М.В., Зимин М.В., Моисеева Н.А., Перминова Е.С. Спутниковые и веб-ГИС технологии как инструмент формирования ключевых компетенций для нужд цифровой экономики на примере сельского хозяйства // Цифровая география: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 Т. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет. - 2020. – С. 34-37

2. Денисов Е. П. и др. Агрофизические процессы формирования запасов продуктивной влаги в почве // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. НИ Вавилова. – 2014. – №. 8. – С. 10-15.

3. Ерунова М.Г., Шпедт А.А., Якубайлик О.Э., Трубников Ю.Н. Геопространственная база данных цифровизации системы земледелия Красноярского края // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33. – № 7. – С. 56-61.

4. Матвеев А.В. Корженевский Б.И. Разработка информационно-аналитической веб-системы для восстановления плодородия почв и рекультивации деградированных агроландшафтов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2020. – № 1. – С. 5-9.

5. Тугуз Р.К., Панеш А.Х. Использование веб-сервисов геоинформационных систем при возделывании озимой пшеницы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 11-1. – С. 118-123.

6. Плагин QGIS qgis2web [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://plugins.qgis.org/plugins/qgis2web/ (дата обращения: 27.03.2025)

## THEORETICAL ASPECTS OF MAPPING INDICATORS OF PRODUCTIVE MOISTURE IN SOIL BY MEANS OF GIS

**Nazarov V.N.**
Student
*Scientific supervisor F.Yu. Kaizer, PhD, Associate Professor*
Kemerovo State University
Kemerovo, Russia, nazarovlad@vk.com

Abstract: The article describes a theoretical approach to the development of the client part of the application of soil moisture indicators based on Internet mapping technology. The purpose of this work is an interdisciplinary study in which the authors combine agronomic research and GIS technologies, in particular, web cartography. Agricultural land in the Kemerovo region is planned to be used as a landfill for research. On which soil moisture is experimentally detected. The main tools are soil harvesting equipment and open geotechnologies implemented in the QGIS geoinformation system. The possibility of additional filling of the project with data, for example, on agrochemical soil analysis and its maintenance over a long period of time allows agricultural workers to conduct a comprehensive analysis and monitor trends, bringing their activities closer to point farming. In turn, this set of measures makes it possible to reduce costs, which will have a positive impact on the economic component of agricultural producers' activities.

Keywords: Productive moisture, soil moisture reserves, geoinformation systems, web technologies

УДК 631.1

# КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЗОН ГОРОДСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ «ВЕЛЬСКОЕ»

**Щелканова Д. А.**
Студент-бакалавр
*Научный руководитель Заварин Д.А., к.э.н., доцент*
Вологодский государственный университет, Вологда, Россия, darina_114@mail.ru

*Аннотация.* В статье исследуются методы картографического отображения сельскохозяйственных территориальных зон в границах городского поселения «Вельское». В работе также рассматриваются современные открытые картографические сервисы как инструмент для визуализации и анализа земель сельскохозяйственного назначения. Особое внимание уделяется вопросам пространственного зонирования, определению границ сельхозугодий и их взаимодействию с другими функциональными зонами поселения.

*Ключевые слова:* территориальная зона, сельское хозяйство, правила землепользования и застройки, геодезия, картография.

Агропромышленный комплекс (АПК) — это одна из ключевых отраслей экономики, которая обеспечивает продовольственную безопасность страны и играет важную роль в развитии сельских территорий. В современных условиях эффективное управление сельскохозяйственными ресурсами невозможно без использования точных данных о земельных участках, их рельефе, составе почв и других характеристиках. Именно здесь на помощь приходят геодезия и картография — науки, которые обеспечивают сбор, обработку и визуализацию пространственной информации.

Геодезия — это наука об измерении и изучении Земли, её формы, размеров и гравитационного поля. В контексте АПК геодезия занимается точным определением границ земельных участков, их площади, рельефа и других параметров, необходимых для эффективного использования земель.

Картография — это наука о создании и использовании карт, планов и других пространственных моделей. В сельском хозяйстве картография позволяет визуализировать данные о почвах, рельефе, растительности и других характеристиках, что помогает принимать обоснованные решения.

Геодезия и картография играют ключевую роль в разработке и реализации Правил землепользования и застройки (ПЗЗ). ПЗЗ — это нормативный документ, который регулирует использование земельных участков и устанавливает параметры застройки на

территории муниципальных образований [1]. ПЗЗ тесно связаны с этими дисциплинами, так как они основываются на точных геодезических измерениях и картографических материалах. В этой статье мы рассмотрим, как геодезия и картография связаны с ПЗЗ, какие задачи они решают, как их взаимодействие способствует эффективному территориальному планированию и какие перспективы они открывают для развития сельского хозяйства.

Правила землепользования и застройки (ПЗЗ) представляют собой комплекс нормативных актов, определяющих порядок использования земельных ресурсов в городских и сельских поселениях. Они также устанавливают процедуру внесения изменений в действующие ПЗЗ и одобрения их новых версий. В рамках ПЗЗ фиксируются допустимые виды деятельности на землях, максимальные размеры участков и ограничения на строительные параметры [2].

ПЗЗ разрабатываются для обеспечения рационального использования земель, создания комфортной среды для жизни и устойчивого развития территорий.

Геодезия и картография тесно связаны с ПЗЗ на всех этапах их разработки и реализации:

1. На этапе подготовки

Геодезические данные и картографические материалы используются для анализа территории, определения границ зон и разработки градостроительных регламентов. Например, геодезические измерения и карты рельефа помогают определить, где можно разместить промышленную зону.

2. На этапе утверждения

Карты зонирования и планы земельных участков, созданные с использованием геодезических данных, являются основой для утверждения ПЗЗ.

3. На этапе реализации

Геодезия и картография используются для контроля за соблюдением ПЗЗ и внесения изменений в случае необходимости. Например, геодезические измерения помогают проверить, соответствует ли новое здание установленным параметрам застройки.

На подавляющем большинстве территорий Архангельской области разработаны правила землепользования и застройки. Рассмотрим регламентирование ПЗЗ сельскохозяйственных земель на территории городского поселения «Вельское».

Вельск- город в России, на юге Архангельской области в 510 км от Архангельска, административный центр Вельского муниципального района, образует городское поселение «Вельское», в состав которого, помимо города, входят деревни Дюковская и Плесковская и железнодорожная станция Вага. Площадь города составляет 26,5 км2. Географические координаты равны: 61°04′12″ с. ш., 42°05′53″ в. д. Кадастровый номер- 29:01:190135.

ПЗЗ городского поселения «Вельское» [3] представляет собой документ, который содержит порядок применения правил и внесения в них изменений, градостроительные регламенты и карту градостроительного зонирования, представленную на рисунке 1.

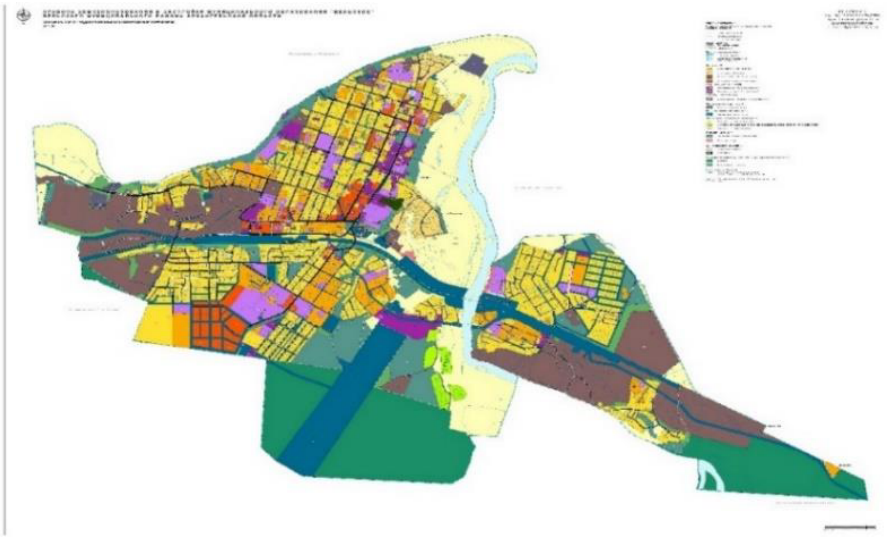


Рис. 1. Карта правил землепользования и застройки муниципального образования «Вельское» [3]

ПЗЗ городского поселения «Вельское» формирует 16 территориальных зон, при этом некоторые территориальные зоны направлены на сельское хозяйство, а некоторые исключают ведение сельского хозяйства.

Сводные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1. Территориальные зоны городского поселения «Вельское» [3].

| № | Название | Сокращенное название зоны | Кол-во видов разрешенного использования зем. уч. | Кол-во видов разрешенного использования зем. уч., связанных с с/х | Название видов разрешенного использования зем. уч., связанных с с/х |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Зона застройки индивидуальными жилыми домами | Ж-1 | 15 | 0 | - |
| 2 | Зона застройки малоэтажными жилыми домами | Ж-2 | 22 | 0 | - |
| 3 | Зона застройки среднеэтажными жилыми домами | Ж-3 | 23 | 0 | - |
| 4 | Зона личного подсобного хозяйства | Ж-1.1 | 3 | 3 | Для ведения личного подсобного хозяйства (приусадебный земельный участок), ведение огородничества, ведение садоводства |
| 5 | Многофункциональная общественно-деловая зона | ОД-1 | 19 | 0 | - |
| 6 | Зона специализированной общественной застройки | ОД-2 | 17 | 0 | - |
| 7 | Зона промышленных и коммунально-складских предприятий | ПК-1 | 18 | 1 | Хранение и переработка сельскохозяйственной продукции |
| 8 | Зона инженерной | И-1 | 8 | 0 | - |

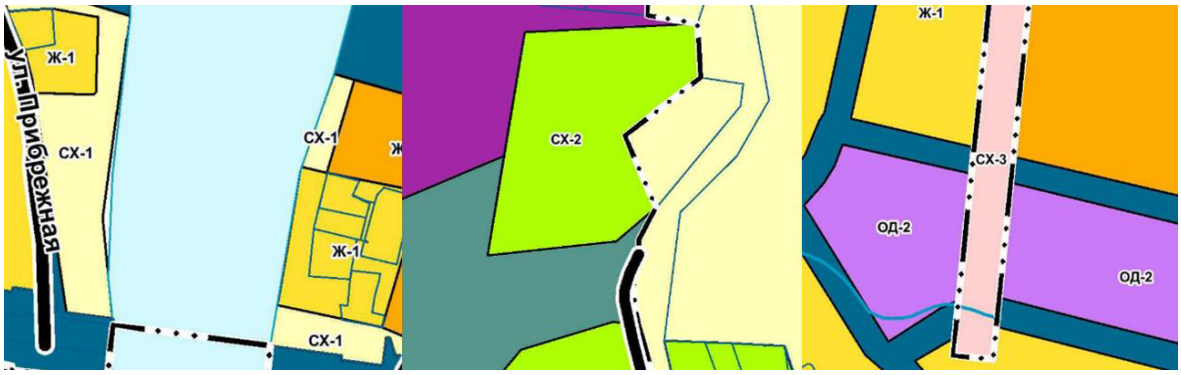
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | инфраструктуры | | | | |
| 9 | Зона транспортной инфраструктуры | Т-1 | 17 | 0 | - |
| 10 | **Зона, предназначенная для ведения сельского хозяйства, садоводства и огородничества, личного подсобного хозяйства** | СХ-2 | 4 | 3 | Земельные участки общего назначения, ведение огородничества, ведение садоводства |
| 11 | **Зона сельскохозяйственного использования** | СХ-1 | 9 | 8 | Растениеводство, научное обеспечение сельского хозяйства, питомники, сенокошение, земельные участки общего назначения, ведение огородничества, ведение садоводства, выпас сельскохозяйственных животных |
| 12 | **Зона сельскохозяйственного назначения** | СХ-3 | 9 | 8 | Растениеводство, садоводство, пчеловодство, научное обеспечение сельского хозяйства, питомники, сенокошение, выпас сельскохозяйственных животных, ведение огородничества |
| 13 | Зона зеленых насаждений общего пользования | Р-1 | 7 | 0 | - |
| 14 | Зона отдыха, туризма | Р-2 | 10 | 0 | - |
| 15 | Зона режимных территорий | С-1 | 5 | 0 | - |
| 16 | Зона кладбищ | С-2 | 4 | 0 | - |

Исходя из таблицы, мы видим, что ПЗЗ «Вельское» допускает ведение сельскохозяйственных работ. Из 16 территориальных зон в 5 можно выполнять некоторые сельскохозяйственные работы, а 3 из них напрямую предназначены для ведения сельского хозяйства.

Наибольшее количество видов разрешённого использования земельных участков, связанных с сельским хозяйством, сосредоточено в зонах сельскохозяйственного использования (8 из 9) и сельскохозяйственного назначения (8 из 9). Это подтверждает, что данные зоны предназначены для интенсивного использования в аграрных целях, включая растениеводство, садоводство, пчеловодство, сенокошение и выпас животных.

Таблица демонстрирует чёткое разделение зон по их функциональному назначению. Сельскохозяйственная деятельность сосредоточена в специализированных зонах, что способствует эффективному использованию земельных ресурсов и минимизации конфликтов между различными видами землепользования. При этом промышленные и жилые зоны практически не пересекаются с сельскохозяйственными, что подчёркивает рациональное зонирование территории.

На рис. 2 подробно показано отображение территориальных зон на примере сельскохозяйственных земель. Также данный рисунок показывает, что в условиях урбанизированных территорий зонирование различного назначения может непосредственно соприкасаться. И буквально проезжая часть улицы может делить сельскохозяйственную территорию и жилую застройку.




а) СХ-1 б) СХ-2 в) СХ-3

Рис. 2. Отображение сельскохозяйственных территориальных зон на карте ПЗЗ Вельска [3]

Результаты анализа территориального планирования указывают на возможность гармоничного развития городской среды, где сельское хозяйство, промышленность и жилая застройка сосуществуют без конфликтов. Это создаёт предпосылки для устойчивого экономического роста, повышения качества жизни населения и сохранения природных ресурсов.

**Вывод:** Геодезия и картография являются важными инструментами для разработки и реализации Правил землепользования и застройки. Они обеспечивают точные данные о земельных участках, визуализируют пространственную информацию и помогают принимать обоснованные решения. ПЗЗ же в свою очередь играют важную роль в развитии АПК, так как они регулируют использование сельскохозяйственных земель и способствуют их сохранению. В условиях роста городов и увеличения нагрузки на инфраструктуру это становится особенно важным для обеспечения баланса между интересами общества, экономики и экологии.

**Список источников**

1. Тесаловский, А. А. Определение корректировок цен земельных участков для личного подсобного хозяйства с учётов кадастрового деления и территориального зонирования / А. А. Тесаловский, Д. А. Заварин, Н. В. Анисимов. — Текст: Непосредственный // Вестник Алтайской Академииэкономики и права. — 2022. — № 6-2. — с. 343-349.

2. Заварин, Д. А. Геодезическая Основа Территориального Планирования Великого Устюга / Д. А. Заварин, Е. А. Архипова. — Текст: Непосредственный // Геодезия, Землеустройство И Кадастры: Проблемы И Перспективы Развития. — Омск: Омский Государственный Аграрный Университет Им. П.А. Столыпина, 2024. — С. 340-342.

3. Постановление Министерства строительства и архитектуры Архангельской области от 03.09.2024 № 54-п "Об утверждении правил землепользования и застройки городского поселения "Вельское" Вельского муниципального района Архангельской области" (Зарегистрирован 06.09.2024 № 29-2024-201/673) – Текст: электронный // Муниципальное образование "Вельское" Вельского муниципального района Архангельской области: [сайт]. – URL: https://velskoe-r29.gosweb.gosuslugi.ru/deyatelnost/napravleniya-deyatelnosti/gradostroitelstvo/ob-utverzhdenii-pravil/ (дата обращения: 09.03.2025).

**AGRICULTURAL TERRITORIAL ZONES OF THE URBAN SETTLEMENT "VELSKOYE"**

**Shchelkanova D. A.,**
Bachelor student

*Supervisor Zavarin D. A., PhD, Associate Professor*
Vologda State University
Vologda, Russia, darina_114@mail.ru

*Abstrac.* The article examines methods of cartographic display of agricultural territorial zones within the boundaries of the urban settlement of Velskoye. The work examines modern open cartographic services as a tool for visualization and analysis of agricultural lands. Particular attention is paid to issues of spatial zoning, determination of agricultural land boundaries and their interaction with other functional zones of the settlement.

*Keywords:* territorial zone, agriculture, land use and development rules, geodesy, cartography.

# *Животноводство*

УДК 636.2.034:577.21

## ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И КАЧЕСТВО МОЛОКА СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ СКОТА

**Авадани Д.А.,[1,2] Гончаренко Г.М.[1], Хорошилова Т.С.[1], Халина О.Л.[1], Гришина Н.Б.[1]**
Младший научный сотрудник, аспирант, заведующий лабораторией, д.б.н, старший научный сотрудник, к.б.н., научный сотрудник, старший научный сотрудник, к.б.н.
[1] – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Краснообск, Россия
[2] – Новосибирский ГАУ, Новосибирск, Россия, kehi666@mail.ru

*Аннотация.* Представлены исследования генотипической структуры стад симментальской породы скота горной местности. Выявлена генетические параметры стад на основании проведённого анализа по STR-локусам. Изучены качественные показатели молока, показаны результаты сыропригодности молока.

*Ключевые слова:* симментальская порода, ген, генотип, приватные аллели, качество молока, сыропригодность.

Введение. В настоящее время необходимым условием успешного развития молочной отрасли животноводства, является её конкурентоспособность, которая во многом определяется уровнем селекционно-племенной работы, прогрессивными методами и приёмами совершенствования животных.

Симментальская порода скота отличается высокими адаптационными качествами, хорошими показателями молочной продуктивности, оптимальными параметрами живой массы, высокой продолжительностью продуктивного долголетия, а также крепкой конституцией, что делает ее привлекательной для исследования генов.

Целью нашей работы являлось изучение генотипической структуры и качественного состава молока, а также сыропригодности молока симментальской породы.

Материалы и методы исследования. Исследования проведены на двух стадах симментальской породы, расположенных в горной местности Алтая. Стадо симменталов (n=54) АЭСХ (ф) ТГУ(Ч) представлено животными симментальской породы, длительное время разводимое без улучшения другими породами. Для повышения молочной продуктивности, формы вымени стадо симментальской породы (n=58) в ОС «Новоталицкое» (Н) было улучшено австрийскими симменталами.

Геномную ДНК выделяли из крови с использованием набора экстракции из клинического материала «Ампли Прайм ДНК-сорб-В»

Микросателлитный анализ проведён с использованием набора реагентов «GeneProfile Cattle» предназначенный для генетической идентификации и определения родства крупного рогатого скота (Bos taurus).

Праймеры для ПЦР подобраны с учётом проведения амплификации 16 STR –локусов в одной пробирке. Размер амплифицированных ПЦР- продуктов находится в диапазоне от 64 до 236 пар нуклеотидов (с учётом всех известных аллелей). Анализ результатов ПЦР – провели методом капилярного электрофореза с использованием автоматического генетического анализатора «НАНОФОР 05»

Расчёт популяционно-генетических параметров провели с использованием программ GenAlEx. Исследования качественных показателей молока проводили на приборе «Лактоскан» в утреннюю и вечернюю дойку. Сыропригодность молока определялась по методике из практикума по молочному делу.

Результаты исследований и обсуждение. Улучшение стада коров в ОС «Новоталицкое» австрийскими симменталами не оказало особого влияния. Отсутствие различий между генетическими параметрами, возможно, обусловлено недостаточной выборкой животных, с одной стороны, и принадлежностью коров исследованных стад к одной породе, с другой стороны (табл.1)

Так же были выявлены приватные аллели, которые могут служить отличительными признаками стада. К примеру, в стаде симменталов (Н), созданных с использованием быков австрийской и немецкой селекции, число приватных аллелей выше, чем в стаде (Ч) которое долгое время разводилось без улучшения другими породами (рис. 1,2).

Таблица 1. Селекционно-генетические параметры стад симменталов по STR-маркёрам

| **Стада** | **Симменталы (Н)** | **Симменталы (Ч)** |
|---|---|---|
| **Na** | 9,438±0,769 | 8,125±0,523 |
| **Na Freq. >= 5%** | 4,625±0,352 | 5,125±0,375 |
| **Ne** | 4,125±0,422 | 4,380±0,391 |
| **I** | 1,584±0,086 | 1,634±0,082 |
| **No. Private Alleles** | 2,063±0,322 | 0,750±0,171 |
| **He** | 0,721±0,027 | 0,743±0,024 |
| **uHe** | 0,724±0,027 | 0,750±0,024 |
| **F** | -0,041±0,012 | 0,014± 0,021 |

*Примечание:* Na – среднее количество аллелей на локус; Na Freq. >= 5% - количество аллелей с частотой > 5%; Ne - количество эффективных аллелей; Private Alleles - количество приватных аллелей; F – индекс фиксации; He - ожидаемая гетерозиготность.

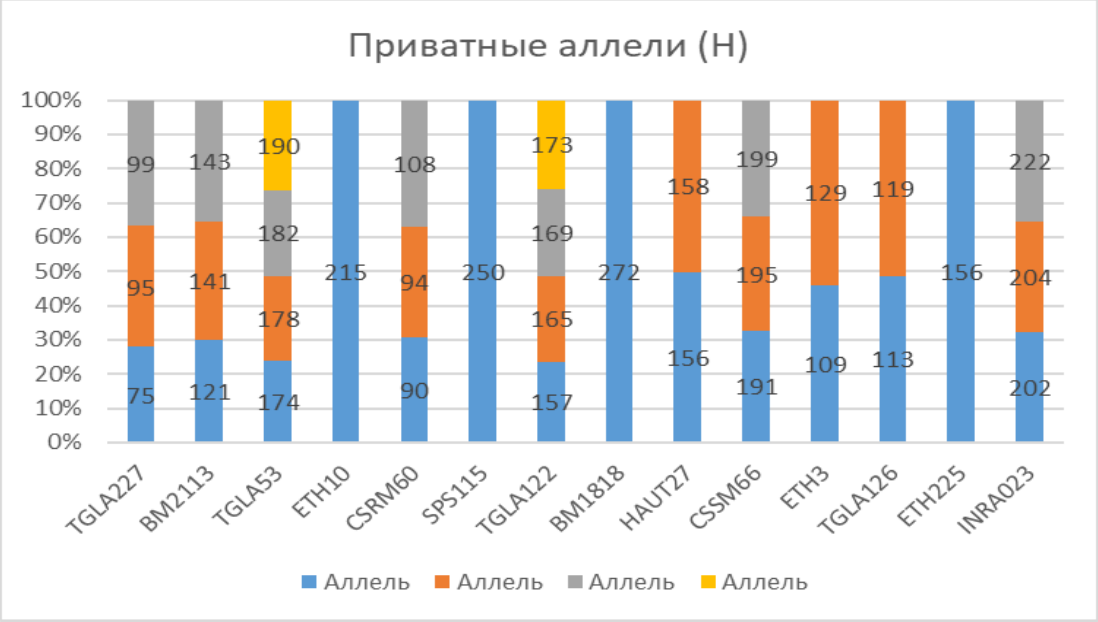



Рис.1. Приватные аллели ОС «Новоталицкое»

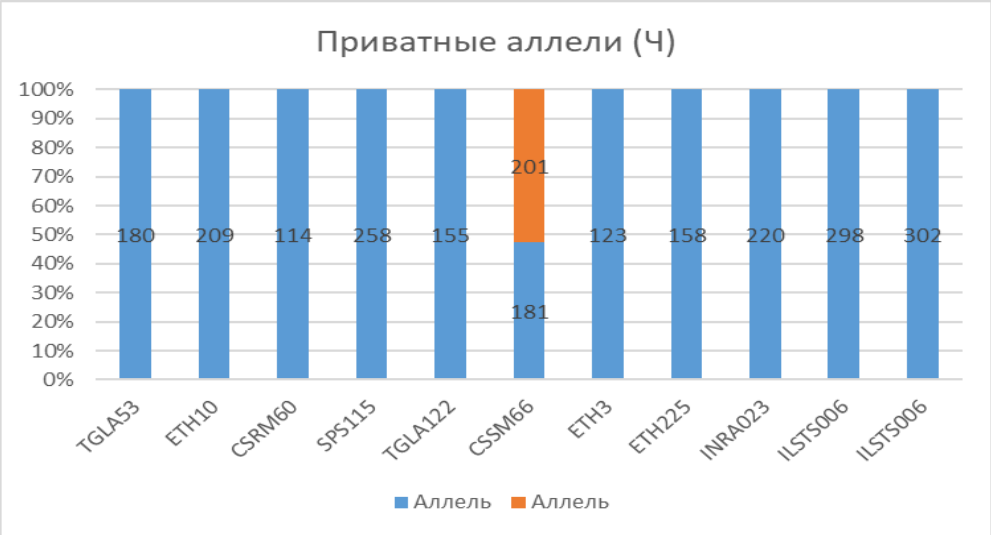



Рис. 2. Приватные аллели АЭСХ (ф) ТГУ

К наиболее информативным классическим показателям сыропригодности молока относятся скорость свёртывания молока, которую подразделяют на 2 фазы: время коагуляции и гелеобразования. По скорости сквашивания под действием сычужного фермента молоко коров двух стад относится к первой категории сыропригодности (свёрываемость меньше 15 минут). При этом следует отметить, что коагуляции молока симменталов АЭСХ (ф) ТГУ произошла быстрее на 4,81 мин., гелеобразование на 3,13 мин., чем молоко коров стада ОС «Новоталицкое» ($p \leq 0,001$; $p \leq 0,01$) (таблица 2).

Таблица 2. Показатели сычужной пробы молока в стадах симменталов

| Количество проведенных проб | n | Время коагуляции, мин. | Гелеобразование, мин. |
|---|---|---|---|
| Симменталы (Ч) | 83 | 9,47±0,73 | 12,79±0,72 |
| Симменталы (Н) | 86 | 14,28±1,04 | 15,92±0,96 |

Сопоставляя полученные нами данные с литературными, можно отметить, что молоко симментальской породы свёртывается быстрее, чем молоко других пород. По данным других авторов (Горлов и др., 2024) [2] этот показатель у голштинской породы составляет 20-25 мин. Однако по данным (Захарова В.Л. 2022) [3] продолжительность свёртывания молока под действием сычужной пробы у коров симментальской, чёрно-пёстрой и красно-пёстрой оказалась одинаковой – 10 мин. Возможно, на сыропригодность оказал качественный состав молока. В среднем в молоке коров стада АЭСХ (ф) ТГУ белка содержится больше на 0,14 %, по сравнению с австрализированными симменталами ОС «Новоталицкое». По остальным показателям разница несущественная.

Таблица 3. Качественные показатели молока симменталов разных стад горной местности

| Показатель | Симменталы (Н) | Симменталы (Ч) |
|---|---|---|
| Жир | 3,71±0,06 | 4,00±0,23 |
| Плотность | 30,09±0,19 | 30,73±0,60 |
| СОМО | 8,83±0,26 | 9,01±0,19 |
| Белок | 3,40±0,01 | 3,54±0,07 |
| Лактоза | 4,40±0,02 | 4,54±0,11 |

**Заключение.** Использование ДНК-анализа имеет первостепенное значение для идентификации животных при контроле племенных записей происхождения молодняка.

Выявление отдельных ДНК-маркёров, определение их статуса желательности по степени ассоциативных связей с хозяйственно полезными признаками животных позволит достаточно эффективно совершенствовать стадо, за счёт точного прогноза генетического потенциала маточного поголовья и производителей, а также их подбора.

**Список источников**

1. Кугенев П. В. Практикум по молочному делу / П.В. Кугенев Н.В.Барабанщиков // М.: Агропромиздат,1988- 278с.

2. Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Мосолова Н.И., Кудряшова Н.А., Ткаченкова Н.А., Пузанкова В.А. Влияние новой кормовой добавки для высокопродуктивных коров КД-БИШ на качество молочных продуктов // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т 107. №1. С.73-82.

3. Захаров В.Л., Щегольков Н.Ф., Зубкова Т.В., Волохов И.М. Влияние породы крупного рогатого скота на технологические качества молока и выработанного из него сыра для гриля // Вестник КрасГАУ. 2022. №3. С.171-181.

## GENOTYPIC STRUCTURE AND MILK QUALITY OF THE SIMMENTAL CATTLE BREED

**Avadani D.A.,[1,2] Goncharenko G.M.[1], Khoroshilova T.S.[1], Halina O.L.[1], Grishina N.B.[1]**

Junior Researcher, Postgraduate student, Head of the Laboratory, Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher, Candidate of Biological Sciences, Researcher, Senior Researcher, Candidate of Biological Sciences

[1] – Siberian Federal Research Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia

[2] – Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia, kehi666@mail.ru

*Abstract.* Studies of the genotypic structure of Simmental cattle herds in mountainous areas are presented. The genetic parameters of the herds were revealed based on the analysis of STR loci. The qualitative indicators of milk have been studied, and the results of milk's cheese suitability have been shown.

*Key words:* Simmental breed, gene, genotype, private alleles, milk quality, cheese suitability.

УДК 338.43

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

**Архипова Е.А.**

Студент

*Научный руководитель Заварин Д. А., к. э. н., доцент*

Вологодский государственный университет, Вологда, Россия, arkhipoa.katya@mail.ru

*Аннотация***.** Статья посвящена животноводству, которое характеризуются интеграцией инновационных технологий, направленных на повышение эффективности производственных процессов и улучшение качества продукции. Одним из ключевых направлений является цифровизация сельского хозяйства, которая подразумевает использование современных информационных технологий для управления и мониторинга животноводческих хозяйств. Также особое внимание уделяется внедрению GPS-трекеров для крупнорогатого скота, что значительно улучшает управление стадом и производственные показатели.

*Ключевые слова*: животноводство, GPS-трекер, современные технологии, сельское хозяйство.

Животноводство, будучи неотъемлемой частью сельского хозяйства, требует комплексного подхода к своему управлению и развитию. В данном контексте подразумевается гармоничное сочетание современных технологий, научных исследований и традиционных методов ведения хозяйства. Это включает в себя оптимизацию кормления, улучшение генетического потенциала животных, внедрение инновационных технологий, таких как системы мониторинга и GPS-трекеры, а также внимание к вопросам охраны здоровья и благосостояния животных. Этот сектор не только обеспечивает продовольственную безопасность населения, но и играет важную роль в устойчивом развитии аграрной экономики [1].

Животноводство в современных условиях испытывает значительные изменения благодаря цифровизации сельского хозяйства. Внедрение новых технологий позволяет повысить эффективность и производительность, что особенно важно для обеспечения продовольственной безопасности и сохранения конкурентоспособности аграрного сектора [2].

Одним из самых значительных достижений в этой области стало использование GPS-трекеров для крупнорогатого скота (рис.1). Эти устройства, которые используют систему GPS и ГЛОНАСС спутников, предоставляют возможность в реальном времени отслеживать местоположение животных, их поведение и физическое состояние. С помощью мобильных приложений и компьютерных программ можно отслеживать маршруты выгула и получать уведомления о выходе скота за пределы установленных границ.

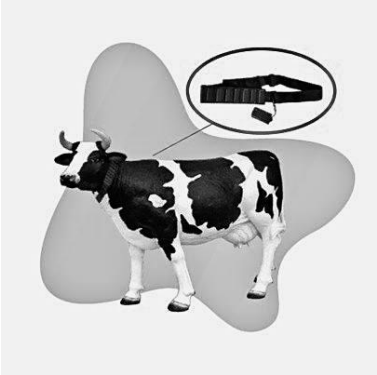


Рис. 1. GPS-трекер для крупнорогатого скота

Принцип работы GPS-приемника заключается в следующем: он получает данные о своем местоположении от спутников, которые передают информацию на сервер. Затем данные обрабатываются и отправляются пользователю посредством сети GSM. Эта сеть - глобальный стандарт цифровой мобильной связи, с разделением каналов по времени и частоте. [3]

Использование GPS-трекеров помогает решать ряд проблем в сельском хозяйстве. Во-первых, это вопрос безопасности: фермеры могут всегда знать, где находятся их животные, что снижает риск их потери. Во-вторых, это улучшение управления пастбищами: информация о перемещении животных позволяет оптимизировать использование земель и улучшить условия для выгула. Кроме того, трекеры фиксируются на ухе или шее животного и некоторые модели трекеров способны отслеживать температуру и активность животного, что позволяет фермеру своевременно заметить проблемы со здоровьем.

Стандартные трекеры могут работать от нескольких дней до нескольких месяцев, в зависимости от типа устройства и его настройки. Существует несколько типов GPS-трекеров, используемых в сельском хозяйстве (таблица 1). Стандартные трекеры

отслеживают только местоположение животного. Мультифункциональные трекеры могут предоставлять дополнительную информацию, такую как температура, активность животного, сердечный ритм, частота дыхания, и даже уровень стресса. Трекеры с функцией геозоны позволяют фермеру установить виртуальные границы на карте, чтобы получать уведомления, если животное выходит за пределы пастбища.

Таблица 1. Характеристики GPS-трекеров для крупнорогатого скота

| № | Название трекера | Размер, мм | Вес, г | Источник питания | Точность определения координат, м | Хранение маршрута | Цена, руб |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | X-Pet 3 | 72x50x21 | 110 | 2 батарейки (аккумуляторные) | 5-25 | до 98000 точек | 6 300 |
| 22 | Kingneed T500 | 117x59x30 | 210 | Li-ion 5000 mAh/3.7V аккумулятор и 10 солнечных батарей | до 5 | до 100000 точек | 9 000 |
| 33 | X-Pet 4 | 102x47x46 | 260 | Li-ion аккумулятор 5200 mAh | 5-25 | до 100000 точек | 15 200 |

Таблица 1 предоставляет полезную информацию для выбора GPS-трекера для крупнорогатого скота. Цена, размер, вес и особенности питания являются важными критериями для принятия решения. X-Pet 3 является самым компактным и легким из представленных трекеров, что обеспечивает удобство при ношении на животном. Kingneed T500 и X-Pet 4 имеют больший размер и вес, что будет актуально при условии долгого и дальнего выпаса скота. Выбор GPS-трекеров для крупнорогатого скота зависит от конкретных потребностей фермера, типа скота и условий содержания.

Таким образом, внедрение GPS-трекеров в животноводство в современных условиях является важным шагом к цифровизации сельского хозяйства. Эти устройства не только повышают эффективность управления стадом, но и способствуют улучшению здоровья животных и оптимизации процессов производства. Использование современных технологий позволяет фермерам более рационально подходить к ресурсам, снижать затраты и повышать общее качество продукции. В условиях растущей конкуренции и изменения климата интеграция таких инноваций, как GPS-трекеры, становится необходимостью для обеспечения устойчивого развития животноводства и сельского хозяйства в целом.

**Список источников**

1. Красновская, Е. Российское животноводство: ориентир на перспективу / Е. Красновская. — Текст: непосредственный // Свиноводство. — 2021. — № 6. — С. 4-7.

2. Оконешникова, Ю. А. Современная зоотехния и зоотехния в будущем / Ю.А. Оконешникова, В. П. Антипина. - текст : непосредственный // Научные исследования высшей школы. - Пенза: Общество с ограниченной ответственностью "Наука и Просвещение" , 2021. - С. 41-43.

3. Заварин, Д. А. Gps-трекеры: новая эра сельского хозяйства / Д. А. Заварин, Ю.А. Канжина. — текст: непосредственный // Сборник трудов всероссийской молодежной научной конференции с международным участием іх вильямсовские чтения. - Москва: Российский государственный аграрный университет, 2024. - С. 457-460.

## INNOVATIVE TECHNOLOGIES TO INCREASE EFFICIENCY IN ANIMAL HUSBANDRY

**Arkhipova E.A.**
Student
*Scientific supervisor Zavarin D. A., Candidate of Economics, Associate Professor*
Vologda State University, Vologda, Russia, arkhipoa.katya@mail.ru

*Abstract*. The article is devoted to animal husbandry, which is characterized by the integration of innovative technologies aimed at increasing the efficiency of production processes and improving product quality. One of the key directions is the digitalization of agriculture, which implies the use of modern information technologies for the management and monitoring of livestock farms. Special attention is also being paid to the introduction of GPS trackers for cattle, which significantly improves herd management and production performance.

*Key words*: animal husbandry, GPS tracker, modern technologies, agriculture.

УДК 636.082.2:636.034

## ДИНАМИКА ЖИВОЙ МАССЫ ГОЛШТИНСКОГО СКОТА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ ГЕНА *FGF21*

**Гайнутдинова Э.Р.**
Аспирант, н.с.
*Научный руководитель Сафина Н.Ю., к.б.н., с.н.с.,*
Казанский научный центр Российской академии наук (ТатНИИСХ), Казань, Россия,
elga120574@mail.ru

*Аннотация.* В ходе генотипирования установлено, что в популяции скота отечественной селекции отсутствуют животные-носители гомозиготного генотипа ТТ. По показателями живой массы в популяции отечественного скота статистически значимых различий установлено не было. В поголовье скота зарубежной селекции преимущество наблюдается у животных гомозиготного генотипа ТТ, что делает их желательными для разведения на улучшение этого признака.

*Ключевые слова:* ген, аллель, FGF21, фактор роста фибробластов 21, живая масса, прирост

Как репродуктивная функция, так и лактационная деятельность коровы тесно связаны с живой массой. Известно, что коровы, которые тяжелее в период полового созревания и первого отела, впоследствии имеют более высокие показатели стельности и репродуктивной способности, по сравнению с более легкими коровами в стаде. Живая масса является важнейшим показателем различных производственных результатов, включая эффективность молочной продуктивности, распространенность заболеваний молочной железы, состояние тела, репродуктивное здоровье и общее благополучие животных [1]. Абсолютный и среднесуточный прирост относится к увеличению живой массы животного за определенный период и является важнейшим показателем в управлении животноводством. На динамику живой массы и уровень прироста влияют несколько факторов, включая генетику, рацион, условия окружающей среды и стратегии управления.

Фактор роста фибробластов 21 (FGF21) был идентифицирован как важный регулятор метаболизма углеводов и липидов, участвует в контроле обмена веществ, особенно в условиях недостатка энергии или стрессовых состояний, а его полиморфизм (g.940C>T) ассоциирован с живой массой китайского скота в 18 мес. возрасте [2]. Исследователями мясного и молочного скота было установлено, что FGF21 играет обширную роль в

физиологии, включая начало полового созревания телок, адаптацию к переходу питания, скорость набора веса, циркулирующие маркеры метаболизма и скорость производства молока [3,4].

Цель исследования – изучить динамику живой массы голштинского скота отечественной и зарубежной селекции разных генотипов гена *FGF21*.

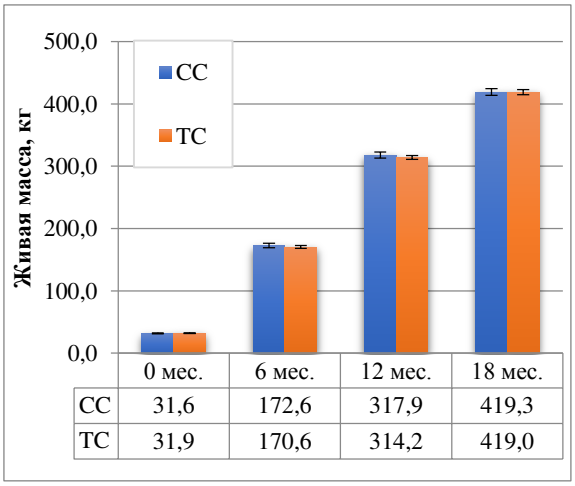
Материалы и методы исследований. Исследования проводились на голштинском скоте СХПК «ПЗ им. Ленина» Атнинского района РТ (148 коров скота отечественной селекции) и КФХ «Мухаметшин З.З.» Сабинского района РТ (231 корова нидерландской селекции). Идентификация полиморфизма гена *FGF21*, расположенного на *BTA18* (NC_037345.1; g.940C>T) проводили в отделе физиологии, биохимии, генетики и питания животных ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН. Для полимеразной цепной реакции был использован очищенный биологический материал опытных популяций, комплект праймеров заданной олигонуклеотидной последовательности [2] и реакционная смесь из реагентов (СибЭнзим, Россия). Амплификацию фрагментов осуществляли в аппаратах «MyThermalCycler» и «ThermalCycler T-100» (BIO-RAD, США) в адаптированных режимах [5]. Протокол ПДРФ включал в себя использование эндонуклеазы *Xba I* (СибЭнзим, Россия) в течение 16 ч. Генотипы выявляли по сочетаемости фрагментов (п.о.). При расчете показателей абсолютного и среднесуточного прироста использовались методы статистической обработки в генетике [6] и данные физиологического развития из программного пакета «СЕЛЭКС. Молочный скот» (АРМ «Плинор», Россия).

Результаты и обсуждение. В ходе генотипирования по гену FGF21 в популяции отечественного скота выявлено 2 аллеля и 2 генотипа (табл.). Идентификация полиморфных форм гена *FGF21* в популяции скота зарубежной селекции показала наличие в геноме животных 2 аллелей и 3 генотипов.

Таблица1. Распределение аллелей и генотипов гена *FGF1* [5,7]

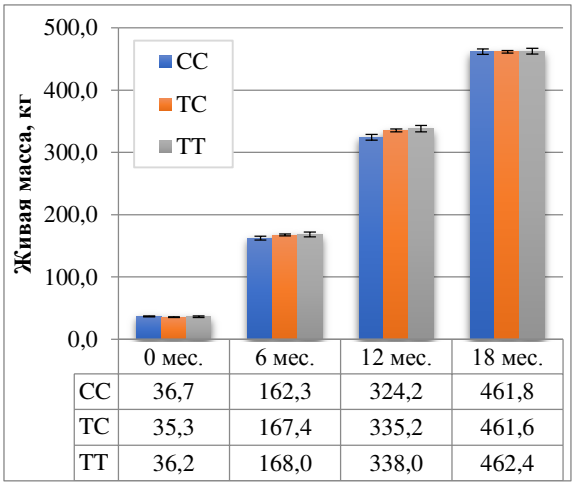
| Хозяйство | Генотипы | | | | | | Аллели | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | % | n | % | n | % | | |
| | *CC* | | *TC* | | *TT* | | *C* | *T* |
| СХПК «ПЗ им. Ленина» | 42 | 28,4 | 106 | 71,6 | 0 | 0,0 | 0,642 | 0,358 |
| КФХ «Мухаметшин З.З» | 60 | 26,0 | 152 | 65,8 | 19 | 8,2 | 0,589 | 0,411 |

Сравнение генетической структуры обеих популяций указывает на заметные различия в частотах аллелей и распределении генотипов между двумя опытными популяциями, что указывает на уникальные генетические различия, характерные для каждой из них. Анализ ассоциаций полиморфизма гена *FGF21* с показателями живой массы, характеризующими скороспелость и рост животных, в популяциях голштинского скота отечественной и зарубежной селекции проводили с учетом установленных генотипов. Динамика показателей живой массы коров СХПК «ПЗ им Ленина» в различные возрастные периоды представлена на рисунке 1. При рождении живая масса была наибольшей у телят с генотипом ТС, превышая этот показатель у особей с генотипом СС на 0,3 кг (0,9 %). А животные с генотипом СС имели максимальные значения по живой массе в 6, 12 и 18 мес. Различия по этим показателям между телятами с генотипами СС и ТС составили 2,0 кг; 3,7 и 0,3 кг (1,2 %; 1,2 и 0,1 %) соответственно.




| | 0 мес. | 6 мес. | 12 мес. | 18 мес. |
|---|---|---|---|---|
| CC | 31,6 | 172,6 | 317,9 | 419,3 |
| TC | 31,9 | 170,6 | 314,2 | 419,0 |

*а) СХПК «ПЗ им. Ленина»*

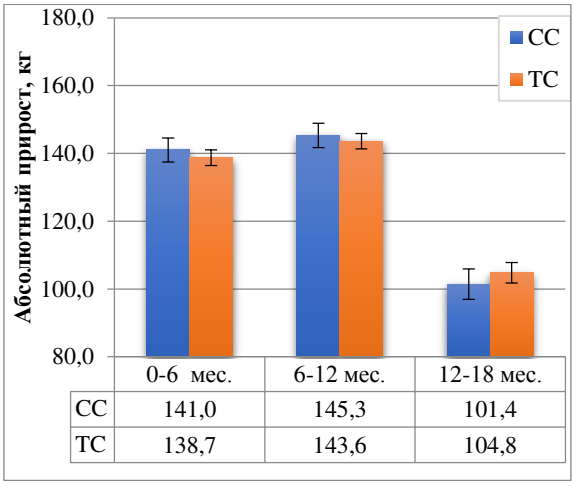



| | 0 мес. | 6 мес. | 12 мес. | 18 мес. |
|---|---|---|---|---|
| CC | 36,7 | 162,3 | 324,2 | 461,8 |
| TC | 35,3 | 167,4 | 335,2 | 461,6 |
| TT | 36,2 | 168,0 | 338,0 | 462,4 |

*б) КФХ «Мухаметшин З.З.»*

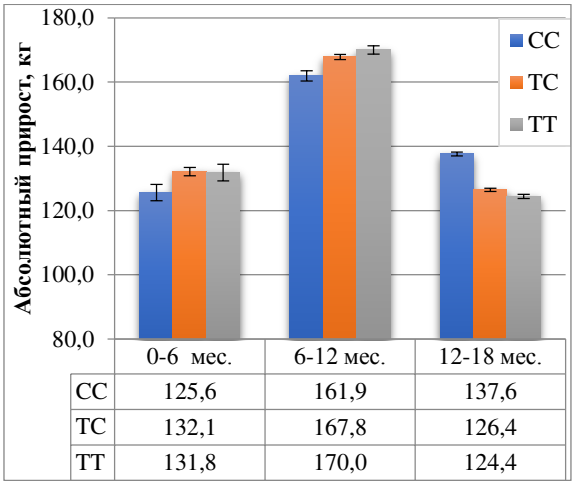
Рис. 1. Динамика живой массы коров разных генотипов гена *FGF21*

В популяции зарубежного скота КФХ «Мухаметшин З.З.» максимальной живой массой при рождении обладали телята с генотипом CC – 36,7 кг. По показателям живой массы в 6,12 и 18 мес. наивысшие значения имели животные с генотипом TT. Зафиксирована статистическая разница по показателю живой массы в 12 мес. между особями с генотипами TC и CC – 11,0 кг (3,3 %; $p < 0,05$). Мониторинг абсолютного прироста в поголовье отечественного скота показал (рис. 2), что в возрастные периоды от 0 до 6 мес. и от 6 до 12 мес. у особей с генотипом CC был больше, чем у телят с генотипом TC на 2,3 кг (1,6 %) и 1,7 кг (1,2 %). В отношении абсолютного прироста от 12 до 18 мес. наблюдается превосходство в группе животных с генотипом TC – больше на 3,4 кг (3,2 %) по сравнению с группой телят с генотипом CC.




| | 0-6 мес. | 6-12 мес. | 12-18 мес. |
|---|---|---|---|
| CC | 141,0 | 145,3 | 101,4 |
| TC | 138,7 | 143,6 | 104,8 |

*а) СХПК «ПЗ им. Ленина»*



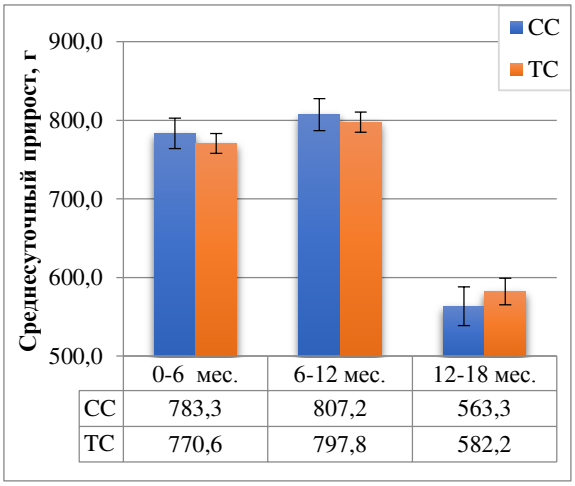

| | 0-6 мес. | 6-12 мес. | 12-18 мес. |
|---|---|---|---|
| CC | 125,6 | 161,9 | 137,6 |
| TC | 132,1 | 167,8 | 126,4 |
| TT | 131,8 | 170,0 | 124,4 |

*б) КФХ «Мухаметшин З.З.»*

Рис. 2. Динамика абсолютного прироста коров разных генотипов гена *FGF21*

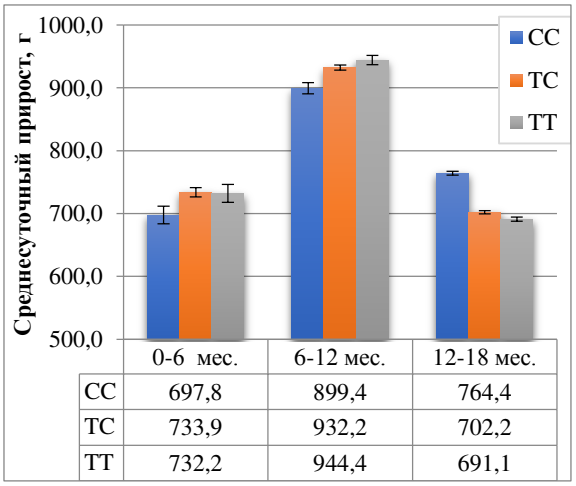
В КФХ «Мухаметшин З.З.» по абсолютному приросту от 0 до 6 мес. выгодно отличились телята с генотипом TC. Статистически значимое различие по данному показателю между группами животных TC и CC составило 6,5 кг (4,9 %; $p < 0,05$). У особей с генотипом TT показатель абсолютного прироста от 6 до 12 мес. был выше, чем у сверстниц. Разница с генотипом CC составила 8,1 кг (4,8 %; $p < 0,001$). Также выявлено статистическое различие по данному показателю между группами животных с генотипами TC и CC –5,9 кг (3,5 %; $p < 0,01$). Наибольшим абсолютным приростом от 12 до 18 мес. выделились телки с генотипом CC. Достоверная разница между особями с генотипами CC и TC составила 11,2 кг

(8,1 %; p < 0,001), с генотипами CC и TT –13,2 кг (9,6 %; p < 0,001), с генотипами TC и TT – 2,0 кг (1,6 %; p < 0,01). Между группами животных отечественной селекции, имеющими генотипы CC и TC, по показателю среднесуточного прироста в периоды от 0 до 6 мес. и от 6 до 12 мес. различие составило 12,7 г (1,6 %) и 9,4 г (1,2 %) соответственно (рис. 3).




| | 0-6 мес. | 6-12 мес. | 12-18 мес. |
|---|---|---|---|
| CC | 783,3 | 807,2 | 563,3 |
| TC | 770,6 | 797,8 | 582,2 |

*а) СХПК «ПЗ им. Ленина»*




| | 0-6 мес. | 6-12 мес. | 12-18 мес. |
|---|---|---|---|
| CC | 697,8 | 899,4 | 764,4 |
| TC | 733,9 | 932,2 | 702,2 |
| TT | 732,2 | 944,4 | 691,1 |

*б) КФХ «Мухаметшин З.З.»*

Рис. 3. Динамика среднесуточного прироста коров разных генотипов гена *FGF21*

Изученный в поголовье зарубежного скота среднесуточный прирост в период от 0 до 6 мес. у особей с гетерозиготным генотипом TC был больше, чем у телят с генотипом CC на 36,1 г (4,9 %; p < 0,05). В отношении среднесуточного прироста от 6 до 12 мес. наблюдается достоверное преимущество животных с генотипом TT над CC на 45,0 г (4,8 %; p < 0,001), с генотипом TC над CC – 32,8 г (3,5 %; p < 0,01). Между группами с генотипами CC и TC зафиксирована статистическая разница по среднесуточному приросту от 12 до 18 мес. 62,2 г (8,1 %; p < 0,001), также различия имелись между группами CC и TT – 73,3 г (9,6 %; p < 0,001), между группами TC и TT – 11,1г (1,6 %; p < 0,01). Максимальный среднесуточный прирост имели животные с генотипами TC.

**Заключение.** В ходе генотипирования установлено, что в популяции скота отечественной селекции отсутствуют животные-носители гомозиготного генотипа TT. Сравнение генетической структуры обеих популяций указывает на заметные различия в частотах аллелей и распределении генотипов между двумя опытными популяциями, что указывает на уникальные генетические различия, характерные для каждой из них. По показателями живой массы в популяции отечественного скота статистически значимых различий установлено не было. В поголовье скота зарубежной селекции преимущество наблюдается у животных гомозиготного генотипа TT, что делает их желательными для использования в селекционных мероприятиях на улучшение этого признака у молочного скота.

**Список источников**

1. Гайнутдинова Э.Р., Сафина Н.Ю., Шакиров Ш.К. Совместимость молочной продуктивности и воспроизводительной способности коров-первотелок голштинской породы // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15, № 2(58). – С. 5-9.

2. Two novel intronic polymorphisms of bovine FGF21 gene are associated with body weight at 18 months in Chinese cattle / Xiao-Mei Sun, Ming-Xun Li, Ai-Min Li et al. // Livestock Science. - 2013. Vol. 155(1). - P. 23-29. DOI: 10.1016/j.livsci.2013.03.023

3. Fibroblast Growth Factor 21 Has a Diverse Role in Energetic and Reproductive Physiological Functions of Female Beef Cattle / L.D. Prezotto, J.A. Keane, A.S. Cupp, J.F.Thorson // Animals (Basel). – 2023. – 13(20):3185. DOI: 10.3390/ani13203185

4. Гайнутдинова Э.Р., Сафина Н.Ю. Оценка молочной продуктивности коров разных генотипов гена FGF21 отечественной и зарубежной селекции // Закономерности развития региональных агропродовольственных систем. – 2024. – № 1. – С. 53-56.

5. Идентификация полиморфизма гена FGF21 в татарстанской популяции крупного рогатого скота голштинской породы / Н.Ю. Сафина, Ш.К. Шакиров, Э.Р. Гайнутдинова, Ф.Ф. Зиннатова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 242, № 2. – С. 149-152. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-242-2-149-153.

6. Меркурьева Е.К., Шангин-Березовский Г.Н. Генетика с основами биометрии. М.: Колос, 1983. 400 с

7. ДНК-тестирование полиморфизма гена FGF21-Xba I крупного рогатого скота / Э.Р. Гайнутдинова, Н.Ю. Сафина, Ш.К. Шакиров, З.Ф. Фаттахова // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, стран СНГ и BRICS : Сборник научных докладов XXV юбилейного международного научно-практического форума , Краснообск, 29 ноября 2022 года. – Краснообск: Агронаука, 2023. – С. 203-204.

## DYNAMICS OF LIVE WEIGHT OF HOLSTEIN CATTLE OF DOMESTIC AND FOREIGN SELECTION OF DIFFERENT GENOTYPES OF THE *FGF21* GENE

**Gaynutdinova E.R.**
Postgraduate student, researcher
*Scientific supervisor Safina N.Y., Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher*
Tatar Scientific Research Institute of Agriculture KSC of RAS
Kazan, Russia, elga120574@mail.ru

*Abstract.* The aim of the work is to study the dynamics of live weight of Holstein cattle of domestic and foreign selection of different genotypes of the FGF21 gene. During genotyping it was found that in the population of cattle of domestic selection there are no animals-carriers of the homozygous genotype TT. According to the indicators of live weight in the population of domestic cattle, statistically significant differences were not found. In the livestock of foreign selection, an advantage is observed in animals of the homozygous genotype TT, which makes them desirable for breeding to improve this trait.

*Key words:* gene, allele, FGF21, fibroblast growth factor 21, live weight, gain

УДК 636.082.2:636.034

## АССОЦИАЦИЯ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА *GPX-1* С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЖИВОЙ МАССЫ ГОЛШТИНСКОГО СКОТА РАЗНОЙ СЕЛЕКЦИИ

**Гайнутдинова Э.Р., Шакиров Ш.К., Сафина Н.Ю., Муханина Е.Н.**
Научный сотрудник, главный научный сотрудник, д-р с.-х. н., профессор, старший научный сотрудник к.б.н., старший научный сотрудник, к. б. н.,
Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Казань, Россия, elga120574@mail.ru

*Аннотация.* Исследование полиморфизма гена *GPX-1* показало, что популяции голштинского скота отечественной и зарубежной селекции имеют сходную генетическую структуру. В ходе анализа динамики живой массы коров разных генотипов гена *GPX-1* установлено, что в различные возрастные периоды показатели живой массы и прироста варьировали в зависимости от генотипа. У коров обеих популяций, имеющих в своем геноме аллель Т (генотипы ТС и ТТ) наблюдаются достоверно лучшие показатели живой массы и

прироста. Сравнительная характеристика показала, что коровы зарубежной селекции более тяжеловесны, чем отечественный скот.

*Ключевые слова:* живая масса, прирост, *GPX-1*, ген, полиморфизм

Живая масса является одним из признаков, имеющих экономическое значение в животноводстве, поскольку она находится в прямой связи с молочной продуктивностью коров и воспроизводительные качества. Коровы с увеличенной живой массой, как правило, обладают высоким коэффициентом молочности и способны продуцировать молока больше, чем легковесные животные. К тому же, ранее развитие и скороспелость телок позволяют осеменять их в молодом возрасте (14-15 мес.) и получать ранние отелы [1].

Глутатионпероксидаза-1 (GPX1), являясь мощным антиоксидантом и детоксикатором, защищает биомолекулы от повреждений, контролирует окислительно-восстановительный баланс в организме, обладает способностью регулировать гомеостаз [2]. Изученные ассоциации полиморфизма гена *GPX-1* с хозяйственно-полезными признаками голштинского скота указывают на то, что к моменту первого плодотворного осеменения особи с генотипом ТТ имели большую живую массу, чем их сверстницы других генотипов [3]. Эта же генетическая группа характеризовалась высоким коэффициентом воспроизводительной способности и индексом плодовитости Дохи.

Целью исследования являлось изучение ассоциаций полиморфизма гена *GPX-1* на показатели живой массы голштинского скота разной селекции.

Материалы и методы исследований. В этой работе объектами изучения являлись 2 популяции голштинского скота – отечественной и зарубежной (Нидерланды) селекции. Поголовье скота отечественной селекции насчитывало 148 гол. (СХПК «ПЗ им. Ленина» Атнинского района РТ). Коровы зарубежной селекции представляли собой стадо 231 гол. (КФХ «Мухаметшин З.З.» Сабинского района РТ). Полиморфизм гена *GPX-1* (Chromosome 22, NC_037349.1) выявляли методом ПЦР-ПДРФ с использованием очищенной ДНК, набора олигонуклеотидных праймеров [2] и компонентов реакционной смеси (СибЭнзим, Россия) на программируемом термоциклере (BIO-RAD, США) в оптимальных температурно-временных условиях [4]. Для рестрикции ампликоны обрабатывали эндонуклеазой рестрикции *Bsc4I* (СибЭнзим, Россия). Данные о показателях живой массы в различные возрастные периоды использовалась информация из ИАС «СЕЛЭКС. Молочный скот» (АРМ «Плинор», Россия). Показатели абсолютного и среднесуточного прироста живой массы были получены расчетным методом с применением формул биометрического анализа [5].

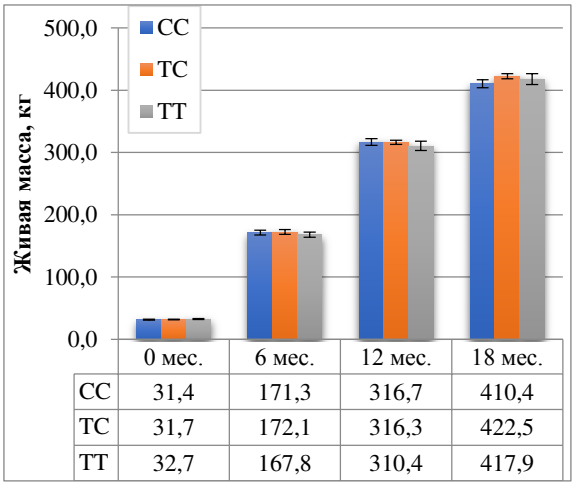
**Результаты и обсуждение.** В результате генодиагностики опытных популяций по гену *GPX-1* методом ПЦР-ПДРФ были идентифицированы 2 аллеля и 3 генотипа (табл.1).

Таблица 1. Распределение аллелей и генотипов гена *GPX-1* [4,6]

| Хозяйство | Генотипы | | | | | | Аллели | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | % | n | % | n | % | | |
| | *CC* | | *TC* | | *TT* | | *C* | *T* |
| СХПК «ПЗ им. Ленина» | 30 | 20,3 | 89 | 60,1 | 29 | 19,6 | 0,503 | 0,497 |
| КФХ «Мухаметшин З.З» | 53 | 22,9 | 131 | 56,7 | 47 | 20,3 | 0,513 | 0,487 |

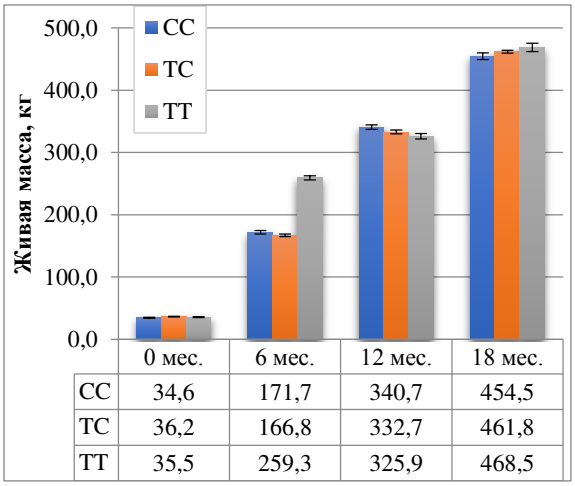
Частота встречаемости генотипов гена *GPX-1* незначительно варьировала в зависимости от селекционной группы животных. Доля гетерозиготных особей в поголовье скота отечественной селекции на 3,4 % превалировала над количеством ТС-животных в популяции зарубежной селекции. Наращивание гомозиготности, наоборот, наблюдалось у коров КФХ «Мухаметшин З.З.» с незначительным преимуществом: для СС генотипа – 2,6 %, для ТТ генотипа – 0,7 %. Распределение аллелей С и Т в сравнении двух популяций различалось на 0,010 долю, что свидетельствует о схожести генетической структуры.

Генетическую оценку популяций коров отечественной и зарубежной селекции проводили с учетом принадлежности генетических групп и выявленному полиморфизму. Показатели живой массы в динамике, ассоциированные с полиморфизмом гена *GPX-1*, представлены на рисунке 1.




| | 0 мес. | 6 мес. | 12 мес. | 18 мес. |
|---|---|---|---|---|
| CC | 31,4 | 171,3 | 316,7 | 410,4 |
| TC | 31,7 | 172,1 | 316,3 | 422,5 |
| TT | 32,7 | 167,8 | 310,4 | 417,9 |

*а) СХПК «ПЗ им. Ленина»*




| | 0 мес. | 6 мес. | 12 мес. | 18 мес. |
|---|---|---|---|---|
| CC | 34,6 | 171,7 | 340,7 | 454,5 |
| TC | 36,2 | 166,8 | 332,7 | 461,8 |
| TT | 35,5 | 259,3 | 325,9 | 468,5 |

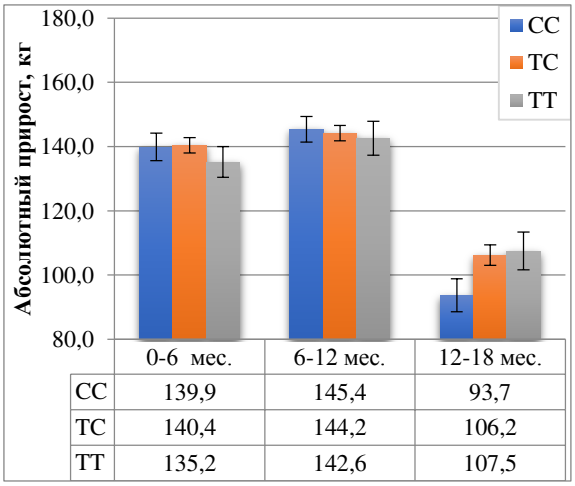
*б) КФХ «Мухаметшин З.З.»*

Рис. 1. Динамика живой массы коров разных генотипов гена *GPX-1*

Максимальная живая масса при рождении в популяции отечественного скота была отмечена у телят с генотипом ТТ. Разница по этому показателю между группами с генотипами ТТ и ТС составила 1,0 кг (3,6 %), с генотипами ТТ и СС – 1,3 кг (4,0 %). Позже во время контрольных взвешиваний в 6 и 18 мес. наибольшую живую массу имели нетели с генотипом ТС. В этом возрасте у гетерозиготных ТС- особей живая масса была выше на 0,8 кг (0,5 %) и на 12,10 кг (2,9 %) по сравнению с животными с генотипами СС, и на 4,3 кг (2,5 %), 4,6 кг (1,1 %) по сравнению с генотипом ТТ. Наивысшая живая масса в 12 мес. наблюдалась у телок с генотипом СС, которая превалировала над живой массой телок с генотипом ТС и ТТ на 0,4 кг (0,1 %) и 6,3 кг (2,0 %) соответственно.

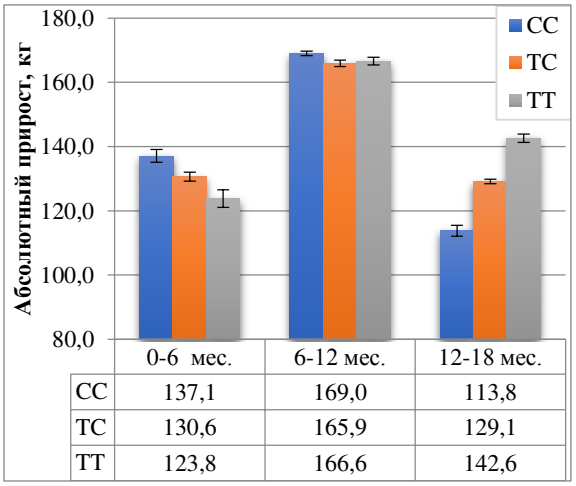
В популяции коров зарубежной селекции живая масса при рождении у телят с генотипом ТС была выше, чем у животных с генотипом СС и ТТ, на 1,6 кг (4,4 %) и 0,7 кг (1,9 %) соответственно. Достоверной разнице по живой массе в 6 мес. характеризуются особи с генотипом ТТ по отношению к особям с генотипами СС и ТС. Различие по этому показателю составило 87,6 кг (33,8 %; $p < 0,001$) и 92,5 кг (35,7 %; $p < 0,001$). Также по данному показателю замечена статистическая разница между телятами с генотипами СС и ТС – 10,9 кг (6,1 %; $p < 0,01$). Установлено, что у животных с генотипом СС статистически значимая высокая живая масса в 12 мес., которая по сравнению с особями генотипа ТТ, больше на 14,8 кг (6,1 %; $p < 0,01$). Наибольшая живая масса в 18 мес. наблюдается у телок с генотипом ТТ, этот показатель выше на 14,0 кг (3,0 %) и 6,7 кг (1,4 %), чем у особей с генотипами СС и ТС.

Анализ динамики абсолютного прироста в различные возрастные периоды коров разных генотипов гена *GPX-1* наглядно продемонстрирован на рисунке 2. В СХПК «ПЗ им. Ленина» абсолютный прирост от 0 до 6 мес. у телят с генотипом ТС был больше, чем у особей с генотипом СС на 0,5 кг (0,4 %) и с генотипом ТТ на 5,2 кг (3,7 %). По показателю абсолютного прироста от 6 до 12 мес. преимущество имели телята с гомозиготным генотипом СС. Разница по данному показателю по сравнению с телятами с генотипом ТС составила 1,2 кг (0,8 %), с генотипом ТТ – 2,8 кг (1,9 %). Абсолютный прирост от 12 до 18 мес. у телят с генотипом ТС больше на 12,5 кг (11,5 %; $p < 0,05$), чем у животных с генотипом ТТ.




| | 0-6 мес. | 6-12 мес. | 12-18 мес. |
|---|---|---|---|
| CC | 139,9 | 145,4 | 93,7 |
| TC | 140,4 | 144,2 | 106,2 |
| TT | 135,2 | 142,6 | 107,5 |

*а) СХПК «ПЗ им. Ленина»*




| | 0-6 мес. | 6-12 мес. | 12-18 мес. |
|---|---|---|---|
| CC | 137,1 | 169,0 | 113,8 |
| TC | 130,6 | 165,9 | 129,1 |
| TT | 123,8 | 166,6 | 142,6 |

*б) КФХ «Мухаметшин З.З.»*

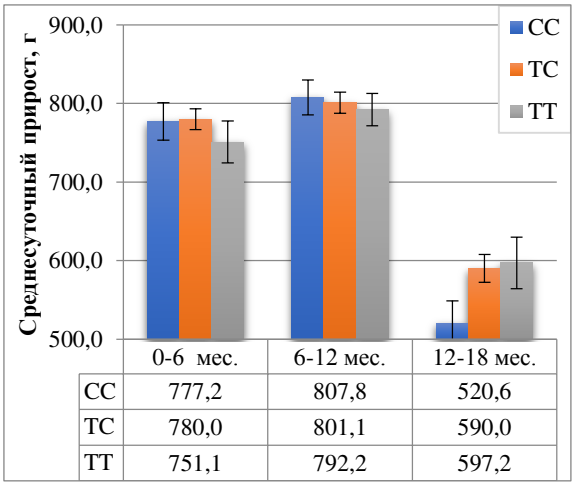
Рис. 2. Динамика абсолютного прироста коров разных генотипов гена *GPX-1*

Телки КФХ «Мухаметшин З.З.» с генотипом CC обладали наивысшим абсолютным приростом от 0 до 6 мес. Их превосходство по данному показателю над сверстницами с генотипом TC составило 6,5 кг (4,7 %; $p < 0,01$), а с генотипом TT – 13,3 кг (9,7 %; $p < 0,001$). Достоверная разница поэтому же показателю была так же между животными с генотипами TC и TT – 6,8 кг (5,2 %; $p < 0,05$). Абсолютный прирост от 6 до 12 мес. был максимальным у телят с генотипом CC. Достоверное различие по данному показателю по сравнению с особями с генотипом TC составило 3,1 кг (1,8 %; $p < 0,05$). В динамике живой массы в период от 12 до 18 мес. зафиксирована статически достоверная разница между животными с генотипами TT и CC – 28,8 кг (20,2 %; $p < 0,001$), с генотипами TT и TC – 13,5 кг (9,5 %; $p < 0,001$), с генотипами TC и CC –15,3 кг (11,9 %; $p < 0,001$).

Среднесуточный прирост в популяции животных отечественной селекции в возрасте от 0 до 6 мес. был максимальным у особей с генотипом TC (рис. 3).

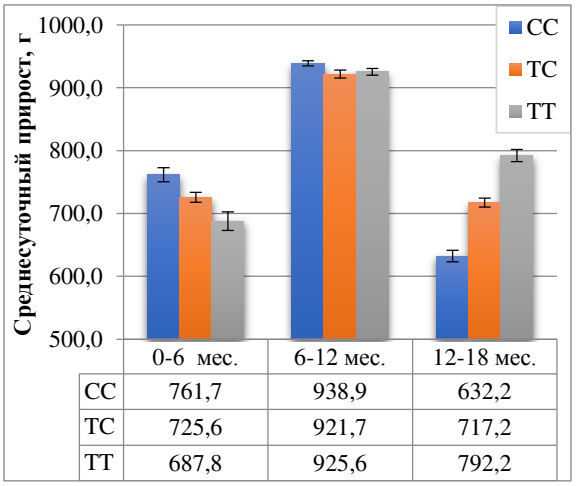
Этот показатель был выше на 2,2 г (0,3 %) по сравнению с телятами с генотипом CC, и выше на 28,9 г (3,7 %) по сравнению с животными с генотипом TT. Среднесуточный прирост от 6 до 12 мес. имел наивысшее значение у особей с генотипом CC. Различие по этому показателю по сравнению с телятами с генотипом TC составило 6,7 г (0,8 %), с генотипом TT – 15,6 г (1,9 %). Статистическая разница по среднесуточному приросту установлена лишь в интервале от 12 до 18 мес. между животными с генотипами TC и CC – 69,4 г (11,8 %; $p < 0,05$).

Наивысший среднесуточный прирост от 0 до 6 мес. отмечен у телят зарубежной селекции КФХ «Мухаметшин З.З.» с генотипом CC. Достоверное различие по этому показателю наблюдалось с животными с генотипом TC – 36,1 г (4,7 %; $p < 0,01$), с генотипом TT – 73,9 г (9,7 %; $p < 0,001$). Между особями с генотипами TC и TT по данному показателю статистическая разница составила 37,8 г (5,2 %; $p < 0,05$).




| | 0-6 мес. | 6-12 мес. | 12-18 мес. |
|---|---|---|---|
| CC | 777,2 | 807,8 | 520,6 |
| TC | 780,0 | 801,1 | 590,0 |
| TT | 751,1 | 792,2 | 597,2 |

*а) СХПК «ПЗ им. Ленина»*




| | 0-6 мес. | 6-12 мес. | 12-18 мес. |
|---|---|---|---|
| CC | 761,7 | 938,9 | 632,2 |
| TC | 725,6 | 921,7 | 717,2 |
| TT | 687,8 | 925,6 | 792,2 |

*б) КФХ «Мухаметшин З.З.»*

Рис. 3. Динамика среднесуточного прироста коров разных генотипов гена *GPX-1*

Животные с генотипом CC отличились максимальным среднесуточным приростом от 6 до 12 мес. Этот показатель был достоверно выше показателя среднесуточного прироста, чем у телят с генотипом TC на 17,2 г (1,8 %; $p < 0,05$), и чем у телят с генотипом TT – на 13,3 г (1,4 %; $p < 0,05$). Самый высокий показатель среднесуточного прироста в период от 12 до 18 мес. имели животные с генотипом TT. Достоверное различие отмечено между группами особей с генотипами TT и CC – 160,0 г (20,2 %; $p < 0,001$), с генотипами TT и TC – 75,0 г (9,5 %; $p < 0,001$), с генотипами TC и CC – 85,0 г (11,9 %; $p < 0,001$).

**Заключение.** Исследование полиморфизма гена *GPX-1* показало, что популяции голштинского скота отечественной и зарубежной селекции имеют сходную генетическую структуру и характеризуются генетическим разнообразием. Анализа динамики живой массы коров разных генотипов гена *GPX-1* наглядно демонстрирует, что в различные возрастные периоды показатели живой массы и прироста варьируют в зависимости от генотипа. У коров обеих популяций, имеющих в своем геноме аллель T (генотипы TC и TT) наблюдаются достоверно лучшие показатели живой массы и прироста. Сравнительная характеристика показала, что коровы зарубежной селекции более тяжеловесны, чем отечественный скот. Полученные данные имеют теоретическую и практическую значимость, и могут использоваться при составлении селекционно-племенных планов в программах разведения крупного рогатого скота для улучшения генетического потенциала.

## Список источников

1. Гайнутдинова Э.Р., Сафина Н.Ю., Шакиров Ш.К. Совместимость молочной продуктивности и воспроизводительной способности коров-первотелок голштинской породы // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. – Т. 15, № 2(58). – С. 5-9.

2. Molecular and Biochemical Evaluation of Indian Draft Breeds of Cattle (Bos indicus) / S. Singh, S. Sharma, J.S. Arora et al. // Biochem Genet. – 2011. – № 49. – P. 242-250. DOI:10.1007/s10528- 010-9402-8

3. Гайнутдинова Э.Р., Сафина Н.Ю., Шакиров Ш.К. Воспроизводительные качества голштинского скота с разными генотипами гена глутатионпероксидаза-1 (GPX-1) // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2020. – Т. 244, № 4. – С. 65-68. – DOI 10.31588/2413-4201-1883-244-4-65-68.

4. ДНК-тестирование полиморфизма гена GPX-1 крупного рогатого скота / Н.Ю. Сафина, Ш.К. Шакиров, Э.Р. Гайнутдинова, З.Ф. Фаттахова // Молочное и мясное скотоводство. – 2020. – № 7. – С. 37-40. – DOI 10.33943/MMS.2020.75.68.009.

5. Меркурьева Е.К., Шангин-Березовский Г.Н. Генетика с основами биометрии. М.: Колос, 1983. 400 с

6. Генетическая структура популяций голштинского скота отечественной и зарубежной селекции по гену GPX-1 / Э.Р. Гайнутдинова, Ш.К. Шакиров, Н.Ю. Сафина, З.Ф. Фаттахова // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2023. – Т. 253, № 1. – С. 54-57. – DOI 10.31588/2413_4201_1883_1_253_54.

## ASSOCIATION OF *GPX-1* GENE POLYMORPHISM ON LIVE WEIGHT TRAITS OF HOLSTEIN CATTLE OF DIFFERENT SELECTION

**Gaynutdinova E.R., Shakirov Sh.K., Safina N.Yu., Mukhanina E.N.**

Postgraduate student, researcher, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chef Researcher, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher

Tatar Scientific Research Institute of Agriculture KSC of RAS

Kazan, Russia, elga120574@mail.ru

*Abstract.* The study of *GPX-1* gene polymorphism showed that the populations of Holstein cattle of domestic and foreign selection have a similar genetic structure. In the course of analyzing the dynamics of live weight of cows of different genotypes of *GPX-1* gene it was found that at different age periods the live weight and gain indices varied depending on the genotype. The cows of both populations having allele T in their genome (genotypes TC and TT) had significantly better live weight and growth rates. Comparative characterization showed that cows of foreign selection are heavier than domestic cattle.

*Key words:* live weight, *GPX-1*, gene, polymorphism

# *Защита растений*

УДК 634.74:632.93

## ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ФУНГИЦИДОВ НА РАЗВИТИЕ МИКОЗНОГО УСЫХАНИЯ В НАСАЖДЕНИЯХ ОБЛЕПИХИ

**Зубарев Ю.А., Гунин А.В., Воробьева А.В.**
Ведущий научный сотрудник, к. с.-х. н., ведущий научный сотрудник, к.с.-х. н., научный сотрудник
Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия, nast.NV-2124@yandex.ru

*Аннотация.* Одним из наиболее значимых и очевидных ограничителей широкого распространения посадок облепихи является микозное усыхание. Полевые исследования 2024 г. на опытном участке в лесостепной зоне Алтайского Приобья показали, что различные варианты применения фунгицидов Триходерма-PRO и Инпут не привели к снижению поражения растений усыханием. Также выявлено существенное влияние сортовых особенностей на степень поражения растений. Наибольший уровень его развития наблюдался на сорте Жемчужница (от 1,4 до 2,2 балла в первый срок учета и от 3,0 до 3,4 балла – во второй). Сорт Эссель показал высокую устойчивость к микозному усыханию (от 0 баллов в первый срок учета и до 0-0,2 балла – во второй срок учета). Сорт Клавдия показал промежуточные результаты:

*Ключевые слова:* облепиха, усыхание, фунгицид.

Облепиха крушиновая (*Hippophae rhamnoides* L.) – одна из самых ценных поливитаминных культур. Свежие плоды облепихи, а также продукты переработки содержат большое количество биологически активных веществ и витаминов [1].

Одним из наиболее значимых и очевидных ограничителей широкого распространения посадок культуры являются неблагоприятные факторы среды, такие как болезни и вредители. Практически на всех плантациях облепихи распространено микозное усыхание [2].

Основными возбудителями усыхания считаются почвенные грибы из родов *Verticillium* Nees и *Fusarium* Link [3]. Симптомами микозного усыхания служат: преждевременно пожелтевшие листья в июне-июле, прекращение роста побегов, плоды мельчают, несвоевременно окрашиваются и засыхают. У пораженных растений на коре появляются вздутия оранжево-красного цвета, которые затем увеличиваются, кора темнеет и начинает растрескиваться. Выделяют скоротечную форму усыхания, когда растение засыхает в течение вегетационного периода и хроническую, когда растения погибают в течение нескольких лет [4].

В работах ряда авторов установлена высокая эффективность химических препаратов (фундазола, фентиурама и др.) для обеззараживания зеленых черенков облепихи, а также грунта в теплицах и корневой системы саженцев, есть сведения о положительном влиянии биологических препаратов, в частности Триходерма, способного оказать угнетающие действие на жизнедеятельность вредоносных микроорганизмов, блокировать их размножение и усилить ростовые процессы растения [2, 5, 6].

В связи с этим целью исследований является: изучить эффективность современных биологических и химических средств защиты от микозного усыхания в насаждениях облепихи.

**Материалы и методы исследования**. Полевые исследования проводили в 2024 г. в лесостепной зоне Алтайского Приобья (отдел НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко ФГБНУ ФАНЦА).

Объекты исследований: 3 сорта облепихи селекции ФГБНУ ФАНЦА – Эссель, Клавдия, Жемчужница (фактор – А). Применяли химический (Инпут) и биологический фунгициды (Триходерма-PRO) (фактор – В). Триходерма-PRO – биологический фунгицид для защиты растений от корневых гнилей и широкого спектра грибных и бактериальных заболеваний. Действующее вещество: споры гриба рода *Trichoderma* (консорциум штаммов *Trichoderma harzianum* и *Trichoderma lignorum* с общим титром от $2*10^9$ спор/г). Инпут – высокоэффективный фунгицид для защиты растений от грибных болезней. Действующие вещества – спироксамин (300 г/л) и протиоконазол (160 г/л).

Повторность опыта 3-х кратная, по 5 деревьев в каждом повторении 2021 г. посадки. Размещение делянок последовательное. Схема посадки растений 4х1м. Проведено две обработки препаратом Триходерма с интервалом в один месяц (5 июня и 2 июля). Препаратом Инпут проведена одна обработка в связи с выявленным фитотоксичным действием его на растения.

Биологический препарат Триходерма-PRO вносился способом полива почвы в приствольном круге в норме 2,4 г/растение (6 кг/га) при расходе рабочего раствора 8 л на растение (20 $м^3$/га) – вариант № 2; а также опрыскивания почвы в приствольном круге в норме 2,4 г/растение (6 кг/га) при расходе рабочего раствора 0,8 л на растение (2 $м^3$/га) – вариант № 5.

Химическим препаратом Инпут опрыскивали растения в норме 0,7 л/га при расходе рабочего раствора 1,25 $м^3$/га. При совместном применении препарата Инпут и Триходерма-PRO нормы внесения препаратов были такими же, как во втором и четвертом вариантах.

Схема опыта:

Фактор А – сорт
1) Эссель;
2) Клавдия;
3) Жемчужница.

Фактор В – препарат
1) без обработки;
2) Триходерма-PRO (полив);
3) Триходерма-PRO (полив) + Инпут (опрыскивание растений);
4) Инпут (опрыскивание растений);
5) Триходерма-PRO (опрыскивание почвы)

Эффективность действия препаратов анализировалась на основе визуальной оценки общего состояния растений и степени их поражения симптомами микозного усыхания на экспериментальных участках облепихи по 6-ти балльной шкале в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [7, 8] с корректировками, исходя из специфики культуры и заболевания:

0 баллов – здоровое растение;

1 балл – единичные поражения на коре в виде вздутий или опадение листьев с базальной части у 10% побегов;

2 балла – поражение коры на скелетных ветвях до 30%, пожелтение до 40% листьев;

3 балла – поражение коры на скелетных ветвях до 50%, пожелтение до 70% листьев;

4 балла – поражение коры на скелетных ветвях до 80%;

5 баллов – полная гибель растения.

Статистическая обработка результатов исследований осуществлялась по общепринятым методикам, описанным в работах Б.А. Доспехова [9].

**Результаты исследований**

Оценка степени поражения растений облепихи после проведения первой обработки показала фитотоксичное действие фунгицида Инпут (3 и 4 варианты). Около половины листьев на побегах растений (в базальной и средней части побега) пожелтели и впоследствии осыпались. Ко второму сроку обработки на растениях сорта Жемчужница признаки фитотоксичности исчезли, в отличие от сортов Эссель и Клавдия, на которых отмечено наличие значительного количества пожелтевших листьев. В связи с тем, что невозможно

провести четкой грани между признаками усыхания и фитотоксичности оценку степени поражения растений через месяц после обработки в отмеченных выше вариантах не проводили. Также была отменена вторая обработка на 3 и 4 вариантах. Во второй срок учета степень поражения оценена на всех вариантах опыта, так как исчезли признаки фитотоксичности и растения пришли в норму.

Существенное влияние на степень поражения растений облепихи микозным усыханием оказывают сортовые особенности, что статистически подтвердилось на 5% уровне значимости. Так, наибольшее значение этого показателя наблюдалось на сорте Жемчужница, варьируя от 1,4 до 2,2 балла в первый срок учета и от 3,0 до 3,4 балла – во второй, что говорит о высокой восприимчивости этого сорта к заболеванию. Сорт Эссель показал высокую устойчивость к микозному усыханию – степень поражения варьировала от 0 баллов – на всех изученных вариантах в первый срок учета и от 0 до 0,2 балла – во второй срок учета. Сорт Клавдия показал промежуточные результаты: в первый срок учета степень поражения была низкой, приближаясь к сорту Эссель, во второй – данный показатель возрос и варьировал от 0,8 до 2,2 балла на вариантах Триходерма-PRO и варианте Инпут соответственно (таблица 1).

Применение фунгицидов не привело к снижению поражения усыханием через месяц после первой обработки по сравнению с вариантом без обработки. Незначительный эффект отмечен после проведения двух обработок – так в начале сентября на варианте Триходерма-PRO (полив) и Триходерма-PRO (полив) + Инпут наблюдались наименьшие значения степени усыхания по сравнению с вариантом без фунгицидов – 1,3, 1,4 и 1,5 балла соответственно. Однако, это снижение статистически не подтверждено.

Таблица 1. Степень поражения растений облепихи после обработки фунгицидами (балл), 2024 г.

| Фактор В – препарат | Фактор А – сорт | Степень поражение растений усыханием, балл | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | первый учет (02.07.2024) | | | второй учет (05.09.2024) | | |
| | | среднее по варианту | среднее по фактору | | среднее по варианту | среднее по фактору | |
| | | | B | A | | B | A |
| Без обработки* | Клавдия | 0,1 | 0,5 | 0,1 | 1,1 | 1,5 | 1,3 |
| | Эссель | 0 | | 0 | 0,1 | | 0,1 |
| | Жемчужница | 1,4 | | 1,8 | 3,4 | | 3,1 |
| Триходерма-PRO (полив)* | Клавдия | 0 | 0,6 | - | 0,8 | 1,3 | - |
| | Эссель | 0 | | - | 0,1 | | - |
| | Жемчужница | 1,8 | | - | 3,0 | | - |
| Триходерма-PRO (полив) + Инпут | Клавдия | - | - | - | 1,1 | 1,4 | - |
| | Эссель | - | | - | 0 | | - |
| | Жемчужница | - | | - | 3,0 | | - |
| Инпут | Клавдия | - | - | - | 2,2 | 1,8 | - |
| | Эссель | - | | - | 0,1 | | - |
| | Жемчужница | - | | - | 3,1 | | - |
| Триходерма-PRO (опрыскивание почвы)* | Клавдия | 0,3 | 0,9 | - | 1,3 | 1,5 | - |
| | Эссель | 0 | | - | 0,2 | | - |
| | Жемчужница | 2,2 | | - | 3,1 | | - |
| $НСР_{05}$(A) | | 0,2 | | | 0,2 | | |
| $НСР_{05}$(B) | | $F_ф<F_т$ | | | $F_ф<F_т$ | | |
| $НСР_{05}$(AB) | | $F_ф<F_т$ | | | $F_ф<F_т$ | | |

Примечание – * - по данным первого учета $НСР_{05}$ рассчитана по трем вариантам

В целом, в течение вегетационного периода наблюдалось усиление действия микозного усыхания на растения облепихи, особенно в период созревания плодов на сортах Жемчужница и Клавдия. В связи с тем, что опытные растений молодого возраста, они в 2024 г. только что вступили в плодоношение, и урожайность их была не высокой, на некоторых растениях отмечены только единичные плоды.

Таким образом, в текущем году в результате исследований по подбору фунгицидов для борьбы с микозным усыханием растений облепихи не удалось выявить вариантов опыта, существенно снижающих поражение растений микозным усыханием, результаты являются предварительными и требуют проведения дальнейших исследований.

**Список источников**

1. Пантелеева Е.И. Облепиха крушиновая (*Hippophaerhamnoides* L.): монография. – Барнаул: ООО «Аз Бука», 2006. – 249 с.
2. Мирошников В.Г. Основные болезни облепихи и меры борьбы с ними в условиях лесостепи Западной Сибири: Автореф. дисс... канд. с.- х. наук. – Новосибирск, 1996. – 16 с.
3. Змушко А.А., Остапчук И.Н. Преждевременное усыхание облепихи (вилт) // Земледелие и растениеводство. – 2019. – № 6. – С. 51-53.
4. Шаманская Л.Д. Вредители и болезни садов Сибири / ФГБНУ Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий. – Барнаул: Новый формат, 2018 – 271 с.
5. Голованова Т.И., Долинская Е.В., Костицына Ю.Н. Влияние грибов рода *Trichoderma* на ростовые процессы растений пшеницы // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 6. – С. 53–58.
6. Громовых Т.И., Гукасян В.М., Малиновский А.Л. и др. Использование микробного антагонизма в борьбе с инфекционным полеганием сеянцев хвойных // Сибирский экологический журнал. – 1997. – № 5. – С. 501–504.
7. Кондрашов В.Т., Пантелеева Е.И., Калинина И.П., Грюнер Л.А. Облепиха // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, 1999. – С. 404–416.
8. Пантелеева Е.И. Селекция облепихи. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел, 1995. – С. 417-424.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 4-е перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

## NEW FUNGICIDES EFFICIENCY ON MYCOTIC DIEBACK CONTROL IN SEABUCKTHORN ORCHARDS

**Zubarev Y.A., Gunin A.V., Vorobjeva A.V.**
Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences, Fellow Researcher
Federal Altai Scientific Center of Agrobiotechnologies, Barnaul
Barnaul, Russia, nast.NV-2124@yandex.ru

*Abstract.* Mycotic dieback is considered as one of the biggest limitations in development of industrial seabuckthorn plantations. Field experiments in conditions of the forest-steppe zone of the Altai region, carried out in 2024, showed out that treatment by fungicides “Trichoderma-PRO” and “Input” did not reduce the level of plant damage by dieback. A significant influence of varietal characteristics on the degree of plant damage was revealed. The highest level of dieback was observed on Zhemchuzhnitsa variety (from 1.4 to 2.2 points at the first estimation period and from 3.0 to 3.4 points at the second one). Essel variety showed high resistance level to mycotic dieback (from 0 points at the first estimation period, up to 0-0.2 points at the second one). Klavdiya variety showed intermediate results.

*Keywords:* sea buckthorn, mycotic dieback, fungicide.

УДК 633.11:632.4

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

**Медведева О.Л.**
ведущий научный сотрудник, к.с.-х.н.
Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева, пос. 2 участка Института им. Докучаева, Россия, niish1c@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрены вопросы, связанные с выявлением источников устойчивости к бурой ржавчине *(Puccinia triticina = Puccinia recondita* Rob.ex Desm. f.sp. *tritici* Erikss. et Henn.) яровой пшеницы и наблюдение за изменениями, происходящими в популяции патогенов. Приведены результаты контроля изменения местной популяции бурой ржавчины с помощью изогенных линий серии Тетчер.

В результате полевых исследований были получены сведения о структуре популяции бурой ржавчины пшеницы, формирующейся на территории юго-востока Воронежской области.

Изучение проводилось на 34 линиях яровой пшеницы сорта Thatcher. Нестабильная реакция изогенных линий на заражение бурой ржавчиной в различные годы может свидетельствовать об изменчивости популяционного состава патогена, поэтому изучение их устойчивости на инфекционных фонах позволяет контролировать эффективность известных генов.

*Ключевые слова:* бурая ржавчина, яровая пшеница, изогенные линии серии Тетчер, устойчивость, Puccinia triticina, Lr-гены.

АКТУАЛЬНОСТЬ. Как известно, наиболее распространенным и вредоносным заболеванием яровой пшеницы является бурая ржавчина. В связи с тем, что возбудитель бурой ржавчины пшеницы (*Puccinia triticina = Puccinia recondita* Rob.ex Desm. f.sp. *tritici* Erikss. et Henn.) адаптирован к разнообразным климатическим условиям, это заболевание встречается ежегодно во всех регионах возделывания пшеницы в мире.

Особенно вредоносна бурая ржавчина в районах Поволжья, Северного Кавказа, ЦЧЗ, где она развивается практически ежегодно. Урожай зерна пшеницы вследствие заболевания ее бурой ржавчиной снижается до 45-50%, а в условиях сильной эпифитотии - до 70% (1).

Использование генетически обусловленной устойчивости является наиболее экономичным и поэтому наиболее предпочтительным методом снижения потерь урожая (2). В мире существуют различные программы создания сортов пшеницы, длительно сохраняющих устойчивость к ржавчине, основанные на использовании генов различных типов устойчивости. В связи с этим необходим непрерывный поиск доноров устойчивости взамен утратившим эффективность (3).

Лучшим методом изучения рассового состава паразита считается гене тическая дифференциация. Сущность ее состоит в том, что в качестве дифференциаторов используются изогенные линии, каждая из которых содержит по одному гену устойчивости.

Выявление новых источников предполагает контроль за эффективностью Lr-генов к местной популяции бурой ржавчины, который осуществляется с помощью моногенных линий (4).

МАТЕРИАЛОМ для изучения служил набор изогенных линий яровой пшеницы серии Тетчер. Посев проводили на 2-рядковых делянках, длиной 1м и шириной междурядий 15см.

Применяли искусственную инокуляцию растений смесью уредоспор бурой ржавчины и талька из расчета 15-20мг спор на 1м² с последующим укрытием пленкой. Через 10 испытуемых номеров высевали восприимчивые сорта-накопители инфекции — Саратовскую 29 и Саратовскую 46.

Интенсивность поражения устанавливали по шкале Петерсона, тип реакции по шкале Мейнса и Джексона. Пораженность растений определяли визуально по флаговому и предфлаговому листьям в 2 срока: первый через 10 дней после проявления болезни, второй — в конце вегетации.

Выявление источников устойчивости к любому заболеванию предполагает наблюдение за изменениями, происходящими в популяции патогенов. Контроль за изменением в местной популяции бурой ржавчины осуществлялся с помощью отмеченных выше изогенных линий. Изучение проводилось в 2022-2024гг. на 34 линиях яровой пшеницы сорта Thatcher на инфекционном участке (фон искусственного заражения).

В РЕЗУЛЬТАТЕ полевых исследований были получены сведения о структуре популяции бурой ржавчины пшеницы, формирующейся на территории юго-востока Воронежской области. Анализ реакции изогенных линий на заражение бурой ржавчиной показывает, что на изменчивость признака устойчивости влияет как генотип линии (Lr-гены), так и абиотические факторы (таблица). Большинство изогенных линий имело сильное поражение, что говорит о том, что большая часть известных генов Lr не обеспечивает защиты пшеницы от поражения бурой ржавчиной. Нами были выделены линии с эффективными генами устойчивости к бурой листовой ржавчине: Lr 14a, Lr 23 и Lr 26, которые обеспечивали среднюю устойчивость к бурой ржавчине до 40% в течении 2 лет (2022 и 2023гг), а также Lr 44 и Lr 37 – в 2022году до 30% .

Таблица 1. Реакция генов Lr на популяцию бурой ржавчины.

| Ген Lr | Поражение бурой ржавчиной | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2022г. | | 2023г. | | 2024г. | |
| | % | тип реакции | % | тип реакции | % | тип реакции |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 70 | 4 | 100 | 4 | 100 | 4 |
| 2a | 50 | 3.4 | 90 | 4 | 80 | 3,4 |
| 2в | 60 | 3.4 | 90 | 4 | 90 | 4 |
| 2с | 80 | 3.4 | 60 | 3,4 | 90 | 4 |
| 3ка | 70 | 3.4 | 70 | 3,4 | 70 | 3,4 |
| 3ва | **40** | **2.3** | 70 | 3,4 | 70 | 4 |
| 9 | 80 | 4.3 | 60 | 3,4 | 90 | 4 |
| 10 | 90 | 4 | 90 | 4 | 50 | 3,4 |
| 11 | 80 | 4.3 | 90 | 4 | 50 | 2,3 |
| 12 | 50 | 3.2 | 60 | 3,4 | 60 | 4,3 |
| 13 | 90 | 4.3 | 90 | 3,4 | 90 | 4 |
| 14a | **40** | **2.3** | **40** | **2,3** | **10** | **2,1** |
| 14в | **40** | **2.3** | 70 | 3,4 | 50 | 2,3 |
| 15 | 80 | 4.3 | 70 | 3,4 | 90 | 4 |
| 16 | 90 | 4.3 | 90 | 4 | 100 | 4 |
| 17 | 100 | 4 | 80 | 4 | 100 | 4 |
| 19 | 90 | 4 | 90 | 4 | 90 | 4 |
| 20 | 80 | 3.4 | 60 | 3,4 | 70 | 2,3 |
| 21 | 40 | 3.2 | 50 | 3,2 | 70 | 1,3 |
| 22 | 60 | 4,3 | 60 | 4 | 60 | 2,3 |
| 23 | **40** | **2,3** | **40** | **2,3** | **20** | **1** |
| 24 | **40** | **2,3** | 50 | 3,4 | 90 | 4 |
| 25 | 70 | 4 | 80 | 4 | 80 | 4 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 | **40** | **2,3** | **40** | **3,4** | 50 | 3,4 |
| 28 | 90 | 4 | 50 | 3,4 | **40** | **3,4** |
| 29 | **40** | **2,3** | 70 | 4 | 80 | 4 |
| 30 | 70 | 3,4 | 80 | 4 | 90 | 4 |
| 32 | 60 | 3,4 | 70 | 3,4 | 70 | 4,3 |
| 33 | 60 | 3,4 | 50 | 2,3 | 70 | 2,3 |
| 34 | 60 | 3,4 | **40** | **2,3** | **40** | **1,2** |
| 35 | **40** | **2,3** | 50 | 4,3 | 90 | 4 |
| 37 | **30** | **1,2** | 70 | 4 | 80 | 4 |
| 44 | **30** | **1,2** | 50 | 4,3 | **40** | **1,2** |
| | | | | | | |

Линий с полной устойчивостью в эти годы не наблюдалось, но в 2024 году линия Lr 23 , которая поразилась на 20% и линия Lr 14a – до 10% и имели 1 и 2 тип поражения, показали себя хорошо и обеспечивали высокую и среднюю устойчивость к бурой ржавчине.

Особо настораживает то, что такие линии как Lr 9, Lr 19, Lr 24, проявлявшие устойчивость в нашей зоне на протяжении 30-40 лет, поразились на 40 - 90%. Это может быть связано как с появлением новых вирулентных биотипов в популяции бурой ржавчины, так и с потерей эффективности указанных генов, что отмечают и другие исследователи (1).

Это очевидно обусловлено появлением новых биотипов ржавчины, а также влиянием погодных условий (засуха и высокая температура в летний период - на 5-10°С выше среднемноголетней, некоторые гены устойчивости, по литературным данным [3], снижают свою эффективность уже при температуре +26°С.

**Вывод.** Нестабильная реакция изогенных линий на заражение бурой ржавчиной в различные годы может свидетельствовать об изменчивости популяционного состава патогена. Изучение их устойчивости на инфекционных фонах позволяет контролировать эффективность известных генов. Будет проведено дальнейшее изучение изогенных линии с целью установления целесообразности введения этих генов в продуктивные сорта.

Литература.

1. Михайлова Л.А. Генетика взаимоотношений возбудителя бурой ржавчины и пшеницы. Санкт-Петербург. – 2006, 80с.

2. Волкова Г.В., Анпилогова Л.К., Алексеева Т.П. и др. Генетическая структура и изменчивость популяции возбудителя бурой ржавчины. Методические рекомендации. Санкт-Петербург, 2009, 36с.

3. Неттевич Э.Д., Давыдова Н.В. Эффективность генов Lr в условиях центрального региона России. / Докл. Рос. акад. с.-х. наук — 1999. № 3, с. 12-14.

4. Велибекова Е.И. Генетико-иммунологические аспекты устойчмвости. Воронеж: издательство «Истоки», 2016.-288с.

## IMMUNOLOGICAL ASPECTS OF THE RESISTANCE OF SPRING WHEAT GENOTYPES TO BROWN RUST IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH-EAST OF THE VORONEZH REGION

**Medvedeva O.L.**

Leading researcher, Candidate of Agricultural Sciences

Voronezh Federal Agrarian Scientific Center named after V.V. Dokuchaev

settlement 2 of the Institute named after Dokuchaev, Russia, niish1c@mail.ru

*Annotation.* The article disc usses issues related to the identification of sources of resistance to brown rust (Puccinia triticina = Puccinia reconditia Rob.ex Desm. f.sp. tritici Erikss. et Henn.) of spring wheat and monitoring of changes occurring in the pathogen population. The results of

monitoring the change in the local population of brown rust using isogenic lines of the Thatcher series are presented. As a result of field research, information was obtained about the structure of the population of brown wheat rust, which is formed in the territory of the south-east of the Voronezh region. The study was carried out on 33 such lines of Thatcher spring wheat. The unstable reaction of isogenic lines to brown rust infection in different years may indicate the variability of the population composition of the pathogen, therefore, the study of their resistance to infectious backgrounds makes it possible to control the effectiveness of known genes.

*Keywords:* brown rust, spring wheat, Thatcher series isogenic lines, stability, Puccinia triticina, Lr genes.

УДК:633.8:581.2

## УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ РАПСА К БОЛЕЗНЯМ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР

**Сибирная Л.Н., Горшков В.И.**

Старший научный сотрудник, к. с.-х. н., ведущий научный сотрудник к. с.-х. н.
Федеральный научный центр Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта (Липецкий научно-исследовательский институт рапса – филиал), Липецк, Россия, trutneval@mail.ru

*Аннотация*.Одной из ключевых задач селекционного процесса по получению новых сортов и гибридов рапса является повышение устойчивости к наиболее вредоносным болезням – альтернариозу, пероноспорозу и фузариозному увяданию. В связи с этим в Липецком НИИ рапса – филиале ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК проведено изучение устойчивости к этим заболеваниям селекционных линий конкурсного сортоиспытания. В результате исследований выявлены устойчивые к альтернариозу линии ЛК-274-22 и ЛК-277-22, к пероноспорозу - ЛК-247-22, ЛК-268-22, ЛК-269-22, к фузариозному увяданию - ЛК-966-19, ЛК-057-20, ЛК-266-22, ЛК-268-22, ЛК-269-22, ЛК-273-22. По степени поражения болезнями большинство образцов подразделялось на очень слабо и слабо поражаемые.

*Ключевые слова*: рапс яровой, селекционный материал, грибные болезни, устойчивость.

**Введение.** Ежегодно в России в результате непрерывной селекционной работы выходят в свет новые сорта ярового рапса. На разных этапах селекционного процесса существуют разные задачи отбора перспективного материала и методы их реализации. Одной из важнейших задач этого сложного и трудоемкого процесса является получение образцов, устойчивых к биотическим факторам среды, а именно, к наиболее вредоносным грибным заболеваниям [1,2,3]. Таковыми на яровом рапсе являются альтернариоз и фузариозное увядание, приводящие при сильном развитии к серьезным потерям урожая [4, 5]. А также пероноспороз, относящийся, согласно современной классификации, к грибоподобным микроогранизмам, но также способный в благоприятные для своего развития годы нанести существенный урон посевам [6, 7].

Цель работы – изучение селекционного материала ярового рапса из питомника конкурсного сортоиспытания по устойчивости к наиболее вредоносным грибным болезням (альтернариоз, пероноспороз, фузариозное увядание).

**Материалы и методы.** Исследования были выполнены в 2021-2023 гг. на опытных полях Липецкого научно-исследовательского института рапса – филиала ФГБНУ «ФНЦ ВНИИМК имени В.С. Пустовойта».

На искусственном инфекционном фоне было изучено 57 селекционных образцов ярового рапса из питомника конкурсного сортоиспытания лаборатории селекции и

семеноводства рапса по устойчивости к болезням (альтернариоз, пероноспороз, фузариозное увядание). Делянки высевались ручной сеялкой в 3 повторностях.

В полевых условиях проводились учеты поражаемости растений в баллах в соответствии с методическими указаниями ВИЗР [8, 9]. Затем рассчитывали такие показатели как распространенность и развитие болезни. Распространенность (P) рассчитывали по следующей формуле (1):

$$P = \frac{100 \times n}{N}, \quad (1)$$

где P – распространенность болезни, %; n – число пораженных растений, шт.; N – общее число растений в изучаемой пробе, шт.

Развитие болезни (R) вычисляли по следующей формуле (2):

$$R = \frac{\Sigma (a \times b)}{\Sigma N k}, \quad (2)$$

где R – развитие болезни, %; Σ(a×b) – сумма произведений числа больных растений на соответствующий балл поражения; ΣN – общее число растений в изучаемой пробе, шт.; k – максимальный балл поражения [10].

**Результаты и обсуждение.** Альтернариоз (черная пятнистость) чаще всего проявлялся на стручках в фазы желто-зеленого и желтого стручка, когда он является наиболее вредоносным в связи с тем, что способствует увеличению их растрескиваемости и, как следствие, ведет к увеличению потерь во время уборки урожая.

В среднем за 2021-2023 гг. исследований распространенность альтернариоза на селекционных линиях ярового рапсаварьировала в пределах 37,5-61,7 %, развитие болезни – 11,2-34,1%. Наиболее устойчивыми к заболеванию были 5 линии, среди которых выделились ЛК-274-22 и ЛК-277-22. Показатели распространенности у них равнялись 37,5 % и 37,7 %, развития болезни – 11,5 % и 11,2 %, соответственно. Сильнее всего поразились образцы ЛК-158-21 и ЛК-177-21. Распространенность альтернариоза у них составила 61,4 % и 61,7 %, развитие болезни – 34,1 % и 32,8 %, соответственно (таблица 1).

Таблица 1. Распространенность (P) и развитие (R) альтернариоза на образцах селекционного материала (2021-2023 гг.)

| № п/п | Образец | Альтернариоз | |
|---|---|---|---|
| | | P | R |
| 1 | Риф (ст.) | 48,2 | 23,2 |
| 2 | ЛК-067-20 | 56,3 | 33,3 |
| 3 | ЛК-154-21 | 58,2 | 26,7 |
| 4 | ЛК-158-21 | 61,4 | 34,1 |
| 5 | ЛК-163-21 | 53,8 | 30,7 |
| 6 | ЛК-176-21 | 58,8 | 28,2 |
| 7 | ЛК-177-21 | 61,7 | 32,8 |
| 8 | ЛК-249-22 | 39,7 | 11,9 |
| 9 | ЛК-270-22 | 39,0 | 12,3 |
| 10 | ЛК-273-22 | 39,7 | 13,0 |
| 11 | ЛК-274-22 | 37,5 | 11,5 |
| 12 | ЛК-277-22 | 37,7 | 11,2 |
| | max | 61,7 | 34,1 |
| | min | 37,5 | 11,2 |
| | среднее | 48,3 | 21,7 |
| | станд. отклонение | 6,1 | 7,1 |

В течение 2021-2023 гг. проявилась тенденция к смещению сроков проявления признаков пероноспороза от фазы всходов – 2-4 настоящих листьев в 2021 году до фазы

розетки листьев – начала стеблевания в 2023 г. Это может быть связано с нехваткой влаги в поверхностном слое почвы и недостаточно высокой влажностью воздуха у ее поверхности из-за недостаточного количества осадков. Также существенную роль в развитии пероноспороза играет понижение температуры воздуха до +10 °С, что обычно случается после продолжительных дождей.

За три года исследований распространенность пероноспороза изменялась в пределах 35,2-52,7 %, развитие болезни –9,0-20,4 %. Средние значения показателей равнялись 43,7 % и 14,4 %, соответственно. Устойчивыми к ложной мучнистой росе были 6 селекционных линий, среди которых лучшими на наш взгляд сталиЛК-247-22, ЛК-268-22, ЛК-269-22. Распространенность на них составила 36,8 %, 35,2 % и 37,0 %, развитие болезни – 9,5 %, 9,0 % и 9,4 %, соответственно. Восприимчивыми по итогам полевых наблюдений стали образцы ЛК-854-18 и ЛК-170-21. Значения распространенности и развития болезни на них были равны 51,7 %, 52,7 % и 20,4 %, 19,7 %, соответственно (таблица 2).

Таблица 2. Распространенность (Р) и развитие (R) пероноспороза на образцах селекционного материала (2021-2023 гг.)

| № п/п | Образец | Пероноспороз | |
|---|---|---|---|
| | | P | R |
| 1 | Риф (ст.) | 45,7 | 16,2 |
| 2 | ЛК-854-18 | 51,7 | 20,4 |
| 3 | ЛК-977-19 | 36,6 | 11,8 |
| 4 | ЛК-057-20 | 52,6 | 18,5 |
| 5 | ЛК-067-20 | 49,7 | 20,4 |
| 6 | ЛК-166-21 | 36,2 | 12,0 |
| 7 | ЛК-170-21 | 52,7 | 19,7 |
| 8 | ЛК-177-21 | 49,1 | 19,9 |
| 9 | ЛК-178-21 | 50,4 | 17,2 |
| 10 | ЛК-247-22 | 36,8 | 9,5 |
| 11 | ЛК-249-22 | 37,0 | 9,9 |
| 12 | ЛК-268-22 | 35,2 | 9,0 |
| 13 | ЛК-269-22 | 37,0 | 9,4 |
| | max | 52,7 | 20,4 |
| | min | 35,2 | 9,0 |
| | среднее | 43,7 | 14,4 |
| | станд. отклонение | 4,8 | 3,3 |

Фузариозное увядание может поражать растения уже в начале вегетационного периода, что подтверждалось нами в лабораторных условиях во влажной камере на проростках с 2-4 настоящими листьями. Однако сильнее всего заболевание проявляется в межфазный период бутонизация-цветение, когда сетчатое пожелтение нижних листьев начинает распространяться наверхние. Происходит это довольно быстро и в дальнейшем такие растения, как правило, полностью засыхают.

По результатам полевых наблюдений в 2021-2023 гг. распространенность фузариозного увядания составила 8,2-29,8 %, развитие болезни – 4,0-13,7 %. В среднем за годы исследований по устойчивости к болезни выделилось 6 селекционных линий ярового рапса ЛК-966-19, ЛК-057-20, ЛК-266-22, ЛК-268-22, ЛК-269-22, ЛК-273-22. По распространенности лучшими были линии ЛК-266-22 (9,6 %) и ЛК-273-22 (8,2 %), по развитию болезни – ЛК-966-19 (4,1 %) и ЛК-057-20 (4,0 %). Восприимчивыми к фузариозному увяданию среди изученных образцов стали 4 селекционные линии ЛК-048-20, ЛК-062-20, ЛК-068-20, ЛК-072-20. Самыми высокими показателями по распространенности

были образцы ЛК-048 (28,8 %) и ЛК-062-20 (29,3 %), по развитию болезни – ЛК-068-20 (13,2 %) и ЛК-072-20 (13,7 %) (таблица 3).

В целом, изученный селекционный материал ярового рапса по степени поражения альтернариозом (черной пятнистостью) можно разделить на очень слабо (8,8 % образцов), слабо (основная часть – 64,9 % образцов) и средне поражаемые (26,3 % образцов).

Таблица 3. Распространенность (Р) и развитие (R) фузариозного увядания на образцах селекционного материала (2021-2023 гг.)

| № п/п | Образец | Фузариозное увядание | |
|---|---|---|---|
| | | P | R |
| 1 | Риф (ст.) | 22,0 | 10,0 |
| 2 | ЛК-966-19 | 14,2 | 4,1 |
| 3 | ЛК-048-20 | 28,8 | 11,7 |
| 4 | ЛК-057-20 | 14,0 | 4,0 |
| 5 | ЛК-062-20 | 29,3 | 11,5 |
| 6 | ЛК-068-20 | 22,2 | 13,2 |
| 7 | ЛК-072-20 | 28,0 | 13,7 |
| 8 | ЛК-266-22 | 9,6 | 5,3 |
| 9 | ЛК-268-22 | 11,1 | 4,4 |
| 10 | ЛК-269-22 | 10,8 | 4,2 |
| 11 | ЛК-273-22 | 8,2 | 4,5 |
| | max | 29,3 | 13,7 |
| | min | 8,2 | 4,0 |
| | среднее | 18,5 | 7,8 |
| | станд.отклоление | 5,4 | 2,5 |

По степени поражения пероноспорозом (ложной мучнистой росой) линии разделились на очень слабо (29,8 %) и слабо поражаемые (70,2 %).

Среди изученных заболеваний меньше всего селекционные образцы поражались фузариозным увяданием. Степень поражения этим заболеваниембыла единичной у 17,5 % , очень слабой – у 77,2 % и слабой – у 5,3 % образцов.

**Выводы.** Среди изученного по трем основным заболеваниям селекционного материала ярового рапса выделено несколько устойчивых образцов по каждому из них: к альтернариозу линии ЛК-274-22 и ЛК-277-22, к пероноспорозу - ЛК-247-22, ЛК-268-22, ЛК-269-22, к фузариозному увяданию - ЛК-966-19, ЛК-057-20, ЛК-266-22, ЛК-268-22, ЛК-269-22, ЛК-273-22. По степени поражения линии в основном подразделялись на очень слабо и слабо поражаемые. Но выделились также и единично поразившиеся к фузариозному увяданию образцы и образцы, средне поразившиеся альтернариозом.

**Список литературы**

1. Горлова, Л. А. Современные методы селекции рапса / Л. А. Горлова // Современные методы в селекции и технологии возделывания масличных культур: Материалы школы молодых ученых, Краснодар, 04–05 апреля 2018 года. – Краснодар: Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта, 2018. – С. 17-27. – EDN CCTDTN.

2. Использование классических и современных методов в селекции рапса (Brassicanapus) во ВНИИМК / Л. А. Горлова, Э. Б. Бочкарева, Е. А. Стрельников, В. В. Сердюк // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180, № 4. – С. 126-131. – DOI 10.30901/2227-8834-2019-4-126-131. – EDN YXRFKS.

3. Serdyuk, O. A. The breeding of spring rapeseed and brown mustard for resistance to Fusarium blight / O. A. Serdyuk, V. S. Trubina, L. A. Gorlova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, 12 апреля 2021 года. – Michurinsk, 2021. – P. 012027. – DOI 10.1088/1755-1315/845/1/012027. – EDN JYTPSX.

4. PramodWagle,Screening of Rapeseed Genotypes against Alternaria Leaf Blight Resistance at Nawalpur, Sarlahi / Pramod Wagle, Bisheshwar Prasad Yadav, Santosh Rasaily, Anand Chaudhary, Anand Mishra, SubashSubedi // International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 14, Issue 1, January 2024, P 171-180. DOI: 10.29322/IJSRP.14.01.2024.p14515

5. Постовалов, А. А. Продуктивность, масличность и жирнокислотный состав различных сортов ярового рапса в Курганской области / А. А. Постовалов // Вестник Курганской ГСХА. – 2024. – № 1(49). – С. 3-13. – EDNIFMOBQ.

6. Сердюк О.А., Сердюк В.В., Сердюк В.В. Систематическое положение возбудителей болезней рапса // Научное обеспечение производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: Международная научно-практическая конференция, Краснодар, 09 сентября 2016 года. – Краснодар: Индивидуальный предприниматель Синяев Дмитрий Николаевич, 2016. – С. 189-194. – EDN XGQWBL.

7. Сибирная, Л. Н. Мониторинг поражаемости ярового рапса пероноспорозом в условиях ЦЧР / Л. Н. Сибирная // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4(71). – С. 54-57. – EDN HEULGZ.

8. Михина Н.Г., Бухонова Ю.В., Алехин В.И. Мониторинг вредителей и болезней рапса и горчицы (методические указания). Воронеж, 2020. – 155 с.

9.Чумаков А.Е., Захарова Т.И. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур [Текст]. М.: Агропромиздат, 1990. – 127 с.

10. Драховская М.Д. Прогноз в защите растений. Сельхозлитература, 1962. – С. 168-173.

## RESISTANCE OF RAPESEED BREEDING LINES TO DISEASES IN THE FOREST-STEPPE CONDITIONS OF THE CENTRALBLACK EARTH REGION

**Sibirnaya L.N., Gorshkov V.I.**

Ph.D.Agr., senior researcher, Ph.D.Agr., leading researcher,

Lipetsk Rapeseed Research Institute – the Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution, Federal Scientific Center, V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil crops

Lipetsk, Russia, trutneval@mail.ru

*Abstract.* One of the priorities of the breeding aimed at obtaining new rapeseed varieties and hybrids is to increase resistance to the most serious diseases - Alternaria leaf spot, downy mildew and Fusarium wilt. Therefore,Lipetsk Rapeseed Research Institute – the Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution, Federal Scientific Centerhas undertaken a study of theresistance of competitive variety trialbreeding lines to the abovementioned diseases. Consequently, it has been found out that the following lines: LK-274-22 and LK-277-22 were resistant to Alternaria leaf spot, the lines LK-247-22, LK-268-22, LK-269-22 were resistant to Peronosporosis, and the lines LK-966-19, LK-057-20, LK-266-22, LK-268-22, LK-269-22, LK-273-22 were not susceptible to Fusarium wilt. By the degree of the disease spread, most of the samples were divided into very slightly and slightly affected.

*Keywords:* spring rape, breeding material, fungal diseases, resistance.

УДК 632/937

# СИМБИОЗ ПРИРОДЫ И НАУКИ: КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА УЛУЧШАЕТ КАЧЕСТВО И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

**Тупиков Н.Ю.**
Аспирант
*Научный руководитель Прудникова Е.Г., к.с-х.н, доцент*
Орловский Государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, Орёл, Россия,
n.tupickow@yandex.ru

*Аннотация.* В статье представлен материал по исследованию влияния биологических препаратов и совместного применения химических фунгицидов с биологическими препаратами на яровой пшенице Дарья. Биологические препараты оказали влияние на степень развития заболеваний и на распространенность заболеваний на яровой пшенице, так на вариантах с применением биорепаратов Баксис+Ризоплан, Нигор и совместного использования химических и биологических препаратов Альто Супер/Оскар+Баксис+Ризоплан+Нигор++, было существенное снижение порога вредоносности таких заболеваний, как септориоз и пиренофороз. Была выявлена хорошая биологическая эффективность примененных препаратов.

На варианте с применением биологических фунгицидов Баксис+Ризоплан, Нигор прибавка к урожаю была 1,3-3 ц/га, белок был на 0,2-0,5% больше, чем на контроле, прибавке клейковины была 0,2-0,4%. На варианте с совместным применением химических и биологических препаратов Альто Супер/Оскар+Баксис+Ризоплан+Нигор++, прибавка урожая была 9,4 ц/га, содержание белка и клейковины возросло на 1,1% и 2% соответственно.

*Ключевые слова:* яровая пшеница, биологические препараты, болезни, урожай, качество.

## Введение

Современное сельское хозяйство столкнулось с несколькими проблемами связанные с необходимостью решения нескольких вопросов: во-первых, это гарантированная защита культур от вредных объектов, во-вторых – защита окружающей среды от техногенного загрязнения.

С этим связаны и вопросы получения безопасной продукции и повышения уровня конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции.

С ростом производства пропорционально растут и экономические затраты на поддержание фитосанитарного состояния посевов растениеводческого производства. [1].

Многие ученные выделяют несколько основных тенденций: с одной стороны, увеличением использования пестицидов для защиты растений, что приводит к росту пестицидной нагрузки на окружающую среду; с другой стороны, накоплением негативных последствий от их применения. Основные экологические проблемы, связанные с использованием пестицидов, включают их способность накапливаться в почве, переноситься по пищевым цепям и попадать в организм человека. Это приводит к снижению плодородия почв, нарушению работы почвенных микроорганизмов, загрязнению водоемов.
В связи с этими проблемами во всем мире, включая Россию, наблюдается растущий интерес к микробиологии в сельском хозяйстве [2]. На сегодняшний день значительно расширены знания о роли микроорганизмов в жизни растений. Определены приоритетные задачи, направленные на сокращение использования химических удобрений, замену пестицидов микробиологическими препаратами и защиту растений от стресса.
Эти технологии основаны на применении микробиологических препаратов (МБП). В большинстве случаев МБП представляют собой живые клетки микроорганизмов,

отобранных за их полезные свойства. Эти микроорганизмы могут находиться либо в культуральной жидкости, либо быть адсорбированы на нейтральном носителе [3].

**Цель исследования:** показать преимущества использования биопрепаратов для повышения качества и урожайности яровой пшеницы.

**Условия, материалы и методы**

Работа проводилась на базе АО «Агрофирмы-Мценской» на яровой пшенице Дарья, предшественник - яровая пшеница по пару [4].

Почвы светло-серые лесные, легкосуглинистая. Обеспеченность почвы азотом на глубине пахотного слоя: нитратного – 23 мг/кг– средняя; аммонийного – 47 мг/кг– средняя. Обеспеченность почвы подвижным фосфором – 171 мг/кг– высокая; обеспеченность почвы обменным калием – 158 мг/кг– высокая [4, 5, 6].

Содержание гумуса в почве – среднее – 15 кг/м2 - 4,1 % [4, 7].

Содержание микроэлементов в почве:

Таблица 1. Содержание микроэлементов в почве, мг/кг

| Кальций | Сера | Марганец | Бор | Магний | Цинк | Медь |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | 4 | 55 | 0,28 | 1,5 | 0,8 | 0,14 |

Кислотность почвы – pH 5,4 ближе к нейтральной [4].

Оценка качества почвы – 10,5 баллов, коэффициент почвенного плодородия – 0,94.

Норма высева – 4 млн. шт. всхожих зерен на гектар. Глубина заделки семян – 3 см.

Обработка препаратами, внесение удобрений, подготовка почвы [4].

Первую обработку препаратами проводили в фазу середина кущения. Вторую обработку проводили в фазу колошения [8].

В опыте выбран сорт пшеницы яровой Дарья - среднеспелый сорт с периодом вегетации 90 дней. Урожайность пшеницы сорта Дарья выше среднего стандарта [8].

С мая по август проводили фенологические наблюдения по стадиям: всходы, середина кущения, выход в трубку (начало стеблевания), колошение, начало созревания, конец молочной спелости, полная спелость [8].

Вариантами опыта служили:

0. Контроль- без фунгицидных обработок,

1. Альто Супер, 0,5 л/га – 1-я обработка; 2-я обработка – Оскар, КЭ, 0,8 л/га;

2. Баксис, 1 л/га, кратность – 2;

3. Нигор++, 0,1 л/га, кратность – 2;

4. Альто Супер 0,25 л/га + Баксис 1 л/га + Ризоплан, 1 л/га + Нигор++, 0,1 л/га – 1 обработка, Оскар 0,4 л/га + Баксис 1 л/га + Ризоплан, 1 л/га + Нигор++, 0,1 л/га – 2 обработка [9].

В опыте используются такие биологические препараты, как Нигор++, Баксис и Ризоплан. Препараты чисто биологического происхождения, обладают ярко выраженным фунгицидным и стимулирующим действием.

Биопрепарат Ризоплан, в состав которого входят бактерии Pseudomonas fluorescens штамм АР-33.

Принцип действия препарата основан на том, что бактерии Pseudomonas выделяют во внешнюю среду вещества, которые подавляют рост грибниц и бактерий фитопотагенов, также бактерии обладаю ярко выраженным эффектом стимулирования иммунитета растений, путем производимой индолил-3-уксусной кислоты (ИУК). Также бактерии способны продуцировать различные фитогормоны и органические кислоты, которые преобразуют недоступную форму фосфора с доступную [10].

Биопрепарат Баксис, живые клетки бактерии Bacillus subtilis 63-Z.

Бактерии рода Bacillus, способные к образовыванию спор, которые производят большое количество ферментов и антибиотиков. Бактерии данного рода имеют несколько штамов, разновидности определяются ареалом распространения. Препараты на основе Bacillus spp. эффективно уничтожают или подавляют рост опасных бактерий, таких как Clostridium, Corynebacterium, Staphylococcus aureus (грамположительные) и Treponema pallidum, Neisseria meningitis (грамотрицательные), а также грибков, вызывающих болезни растений (Rhizoctonia solani, Botrytis cinerea, Aspergillus niger). Данный набор положительных характеристик делают эти бактерии весьма перспективными, что дает возможность к сознанию новых продуктов для борьбы с вредными бактериями [11].

Биопрепарат Нигор++, экзометаболиты Trichoderma atrobrunneum ВКПМ F-1434 + гуминовые кислоты [12, 13].

Экзометаболиты гриба Trichodérma - это метаболиты, которые производит сама бактерия. Эти метаболиты обладают рядом положительных свойств, в первую очередь – это защита от вредных организмов (септориоз, пиренофороз, листовая ржавчина и т.д.), во-вторых это стимулирование ростовых процессов. Trichodérma также как и Pseudomonas обладает способностью к превращению недоступных форм фосфора в доступную, также бактерии оказывают влияние и на стимуляцию иммунитета, что позволяет растениям быть менее восприимчивыми к различным рода вредным объектам [14].

**Результаты и обсуждения**

В ходе проведенных исследований была установлена зависимость между степенью поражения растений заболеваниями и урожайными, и качественными данными зерна. Там, где распространенность заболеваниями была меньше и степень поражения растений была меньше, там был выше урожай и показатели качества зерна [14].

Биологическая эффективность биопрепаратов Баксис+Ризоплан и Нигор++ по степени поражения заболеваниями растений составила 14-20%, на вариантах с применением Альто Супер/Оскар, 73%, вариант с совместным применением Баксис+Ризоплан+Нигор+Альто Супер/Оскар показал 61% [14].

Из табл. 2 видно, как биологические препараты влияют на урожайность и качественные показатели яровой пшеницы.

Таблица 2. Урожайность и качественные показатели яровой пшеницы Дарья

| №/№ п/п | Варианты | Урожай, ц/га | Качество зерна | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Белок,% | Число падения, с | ИДК | натура | Клейковина,% |
| 0 | Контроль | 52,61 | 12,7 | 262 | 91 | 720 | 21,2 |
| 1 | Альто Супер; Оскар | 65,4 | 14,3 | 293 | 81 | 746 | 23,8 |
| 2 | Баксис+ Ризоплан | 55,69 | 13,2 | 271 | 88 | 729 | 21,6 |
| 3 | Нигор ++, | 53,88 | 12,9 | 266 | 90 | 725 | 21,4 |
| 4 | Альто Супер 0,25 л/га +Баксис+ Ризоплан+Нигор++. | 62,03 | 13,8 | 281 | 85 | 738 | 23,2 |

Из данной таблицы мы видим, что на вариантах, там, где были применены биологические препараты урожайность и качественные показатели больше, чем на контроле [7].

На контроле урожайность составила 52,6 ц/га [7].

На варианте с применением химических фунгицидов урожайность была 65,4 ц/га, что больше контроля на 12,8 ц/га (24,3%).

На варианте с применением Баксис+Ризоплан прибавка к урожаю была 3 ц/га (5,9%).

На варианте с применением Нигора, прибавка была 1,3 ц/га (2,4%).

На варианте с совместным применением прибавка у урожайности была 9,4 ц/га (18%).

Белок между вариантами отличается, на вариантах с применением биологических препаратов прибавка была 0,2-0,5%, вариант с применением химических пестицидов дал прибавку 1,6%, а на варианте с совместным применением биологических и химических препаратов, прибавка была 1,1% [4].

Клейковина больше на тех вариантах, где больше белок, так вариантах с биологическими препаратами прибавка была 0,2-0,4%, вариант с химическими препаратами показал 2,6%, а вариант совместного применения биологических и химических препаратов дали 2% прибавки.

Самая хорошая натура была на варианте с применением химических фунгицидов, она была больше на 26 ед, варианты с применением Баксис+Ризоплан+Нигор дали прибавку 5-9 ед, вариант с применением химических и биологических препаратов дали прибавку 18 ед.

Индекс деформации клейковины (ИДК) по вариантам удовлетворительно слабый, меньше, чем на контроле, на 1-10 ед.

**Число падения пшеницы —** это **показатель качества и класса пшеницы, который отображает активность фермента альфа-амилазы.** Чем ниже активность фермента, тем выше число падения. Это означает, что зерно менее склонно к прорастанию и, следовательно, имеет более высшее качество, число падения на вариантах была на 4-29 с. больше чем на контроле.

**Список источников**

1. Минаева О.М., Акимова Е.Е., Зюбанова Т.И., Терещенко Н.Н. М61 Биопрепараты для защиты растений: оценка качества и эффективности : учеб. пособие. – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. – 130 с.

2. Тихонович И.А., Кожемяков А.П., Чеботарь В.К., Круглов Ю.В. Биопрепараты в сельском хозяйстве. (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). М.: Издательство 2005 г. – 100 с.

3. Зинуров, М. Р. Биопрепараты в современном земледелии / М. Р. Зинуров. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2023. — № 15 (462). — С. 114-118. — URL: https://moluch.ru/archive/462/101551/ (дата обращения: 26.03.2025).

4. Тупиков Н.Ю. Влияние совместного применения биологических и химических препаратов на содержание влаги и сахаров в листьях яровой пшеницы. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 4. С. 18-24.

5. Мотузова Г.В., Безуглова О.С.. Экологический мониторинг почв: М.: Академический Проект, 2007. 237с.

6. ГОСТ Р 54650- 2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М.: Москва Стандартинформ, 2013. 2-6 с.

7. Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения.. М.: Наука, 1978. С. 42-47.

8. Тупиков Н.Ю. Снижение потерь урожайности за счет фунгицидной активности используемых препаратов. Научный журнал молодых ученых. 2024. № 2 (37). С. 45-52.

9. Тупиков Н.Ю. Снижение расхода пестицидов при совместном их применении с биостимуляторами на яровой пшенице.вестник аграрной науки. 2023. №6 (105). с. 185-190.

10. Статья «Бактериальные фунгициды – бактерия Pseudomonas». Сайт. - URL: https://rosecatalog.ru/articles/lekarstva/biofungicides/141-bakterialnye-fungicidy-bakterii-pseudomonas.html (дата обращения 18.05.2024).

11. Леляк А.А., Штерншис М.В. Антагонистический потенциал сибирских штаммов Bacillus spp. в отношении возбудителей болезней животных и растений. Вестник Томского государственного университета. Биология. 2014. № 1 (25). С. 42–55.

12. Средство для предпосевной обработки семян гороха. № 2463759.- 20 октября 2012 г, Бюллетень №29.

13. Павловская Н.Е., Гнеушева И.А., Лушников А.В., Маркина О.А. Штамм trichoderma atrobrunneum, обладающий антибактериальной активностью в отношении bacillus anthracis: пат. 2019102438 Рос. Федерация.№ 2710783 С 1; заявл. 2019.01.29; опубл. 2020.01.13, Бюл.№2. 7 с.

14. Павловская Н.Е., Тупиков Н.Ю. Действие новых биологических препаратов на хозяйственно-ценные признаки яровой пшеницы Дарья. Вестник аграрной науки. 2023. №2 (101). с. 40-48.

## SYMBIOSIS OF NATURE AND SCIENCE: HOW BIOLOGICAL PROTECTION IMPROVES THE QUALITY AND YIELD OF SPRING WHEAT

**Tupikov N.Y.,**
Graduate student
*Scientific supervisor Prudnikova E.G., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*
Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia, n.tupickow@yandex.ru

*Abstrract.* The article presents material on the study of the effect of biological preparations and the combined use of chemical fungicides with biological preparations on Daria spring wheat. Biological preparations had an impact on the degree of disease development and on the prevalence of diseases in spring wheat, as well as on variants using biological preparations Baksis+ Risoplan, Nigor and the combined use of chemical and biological preparations Alto Super/Oscar+Baksis+Rhizoplan+Nigor++, there was a significant reduction in the threshold of harmfulness of diseases such as septicariosis and pyrenophorosis. A good biological efficacy of the applied drugs was revealed. In the variant with the use of biological preparations Baksis+Risoplan, Nigor, the yield increase was 1.3-3 kg/ha, protein was 0.2-0.5% more than in the control, the gluten increase was 0.2-0.4%. On the variant with the combined use of chemical and biological preparations Alto Su-per/Oscar+Baksis+Rhizoplan+Nigor++, the increase in yield was 9.4 c/ha, the content of protein and gluten increased by 1.1% and 2%, respectively.

*Key words:* spring wheat, biological preparations, diseases, yield, quality.

УДК 632.95.025.8, 632.4

## ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА БАКОВОЙ СМЕСИ НА ВОЗБУДИТЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН

**Ферапонтова С.А.[1], Муратова Е.Н.[1,2], Кривцова М.С.[1,3],**
Научный сотрудник, лаборант и бакалавр, научный сотрудник
[1] – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Краснообск, Россия
2 – Новосибирский государственный аграрный университет
3 – ООО «ЦИОН РУС»
Новосибирск, Россия, s.ferapontovaa@mail.ru

*Аннотация.* В статье описываются результаты по сравнительной оценке эффективности обработки семян химическим протравителем на основе пираклостробина (40 г/л) и тритиконазола (80 г/л) и баковой смесью, состоящей из химического протравителя и биофунгицида Бактофит, на заражённость семян пшеницы Новосибирская 41 грибами *Fusarium* spp. и *Alternaria* spp. По результатам испытаний установлена устойчивость фитопатогенных микромицетов к действующим веществам химического протравителя.

Отмечено, что включение микробиологического компонента при протравливании семян позволяет значительно снизить инфекционную нагрузку.

*Ключевые слова*: резистентность, протравитель, баковая смесь, заражённость, *Fusarium* spp., *Alternaria* spp.

Одним из основных методов защиты от инфекций, сохраняющихся на семенах, является использование химических протравителей. Несмотря на высокую эффективность используемого метода, он сопровождается развитием резистентности фитопатогенов к действующим веществам фунгицида. Резистентность имеет общебиологический характер и представляет собой естественный процесс адаптации микроорганизмов к изменениям условий среды [1]. Из-за формирования устойчивости появляется необходимость последующих многократных обработок по вегетации, что лишь усугубляет проблему резистентности [2]. По этой причине особенно актуальным является создание новых препаратов и поиск баковых композиций фунгицидов с целью сдерживания фитопатогенных микроорганизмов [3]. Отмечается, что сочетание химических и микробиологических компонентов в баковой смеси в наибольшей степени позволяет ингибировать рост фитопатогенов [4].

Известно, что использование штаммов *Bacillus* в качестве биоагентов подавляет рост патогенов, индуцирует системную устойчивость у растений и способствует формированию защитной биоплёнки [5]. Использование микроорганизмов из р. *Bacillus* при совместном использовании с химическим протравителем позволяет снижать уровень заражённости фитопатогенами [6].

Целью нашего исследования стало изучение влияния микробиологического препарата в смеси с химическим протравителем на заражённость семян яровой пшеницы Новосибирская 41.

Материалы и методы

Для изучения были взяты химический протравитель на основе пираклостробина (40 г/л), тритиконазола (80 г/л) (0,6 л/т) и биофунгицид Бактофит на основе штамма *Bacillus subtilis* ИПМ 215 (3 л/т) с нормой расхода рабочей жидкости 10 л/т. Заражённость семенного материала оценивали на образцах пшеницы Новосибирская 41. Варианты опыта были следующие:

1. контроль – без обработки;
2. химический протравитель - пираклостробин (40 г/л), тритиконазол (80 г/л);
3. баковая смесь - пираклостробин (40 г/л), тритиконазол (80 г/л) и Бактофит.

Исследования по уровню заражённости семян проводили биологическим методом на агаровых пластинках Чапеках [7]. Скорость развития инфекции оценивали на 5 сутки. Радиальная скорость роста определяли по формуле [8]:

$$Kr = r / t,$$

где $Kr$ – радиальная скорость роста колонии, мм/сут; $r$ – радиус колонии в данный момент времени,
мм; $t$ – время роста колонии, сут.

Результаты

В ходе исследований установлен критически высокий уровень заражения семян пшеницы возбудителями альтернариоза и фузариоза – 73% и 57% соответственно (табл. 1), Заражённость семенного материала *Alternaria* spp. и *Fusarium* spp. в контрольном варианте и с применением химического протравителя практически не отличалась. При использовании баковой смеси выявлено снижение уровня заражённости по возбудителям фузариоза на 24%. Введение микробиологической части способствует подавлению альтернариозной инфекции с показателем биологической эффективности в 97%.

Таблица 1. Заражённость семенного материала пшеницы Новосибирская 41

| Вариант опыта | Заражённость, % | | | |
|---|---|---|---|---|
| | *Alternaria* spp. | *Fusarium* spp. | *Bipolaris* sp. | *Mucor* spp. |
| Контроль | 73 | 57 | 13 | 6 |
| Пираклостробин 40 г/л, тритиконазол 80 г/л – 0,6 л | 74 | 52 | 4 | 2 |
| Пираклостробин 40 г/л, тритиконазол 80 г/л – 0,6 л Бактофит 3,0 л | 2 | 33 | 0 | 0 |

Биологическая эффективность по возбудителю гельминтоспориозной гнили (*Bipolaris* sp.) при использовании химического протравителя составила 69 % и баковой смеси – 100%.

Изучение колоний грибов, формирующихся вокруг зерновки, показал, что скорость развития инфекции по вариантам опыта сильно отличалась (рис. 1, 2). Максимальной ингибирующей активностью в сравнении с контролем обладала баковая смесь – снижение по росту колоний *Alternaria* spp. и *Fusarium* в 4,8 раза и 5,4 раза против 1,6 раза и 2,9 раза в варианте с химическим протравителем.

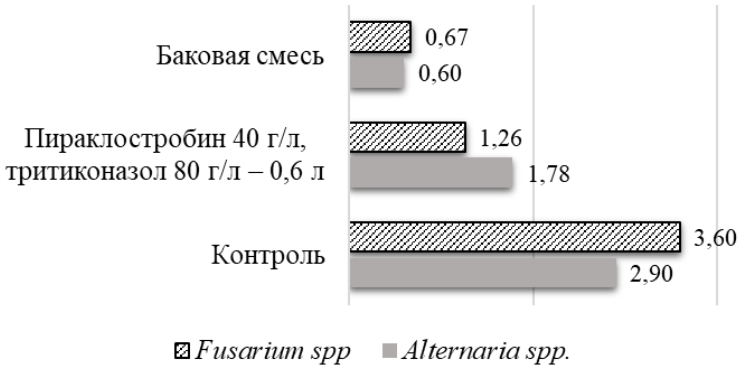



Рис. 1. Радиальная скорость роста грибов в разных вариантах опыта, мм/сут

Рис. 2. Заражённость семян и размер колоний фитопатогенных грибов по вариантам опыта

Таким образом вышеизложенные данные показывают, что микробиологическая составляющая при обработке семян помогает улучшить фитосанитарную ситуацию в отношении фитопатогенных микромицетов, значительно снижая уровень заражённости посевного материала и скорость развития инфекции. Данное исследование позволяет предположить, что используемый биофунгицид Бактофит имеет в своём составе соединения, которые могут выступать хемосенсибилизаторами, позволяя выявленным *Alternaria* spp. и *Fusarium* spp. частично или полностью преодолевать устойчивость к протравителю на основе пираклостробина (40 г/л) и тритиконазола (80 г/л).

**Список источников**

1. Выделение и оценка устойчивости микромцетов из родов Alternaria, Fusarium, Bipolaris к фунгицидам / З. Ю. Сираева, Е. В. Васильченко, Н. Г. Васильченко [и др.] // Актуальные проблемы биоразнообразия и биотехнологии : Материалы III Международной научно-практической конференции, Астрахань, 15 марта 2024 года. – Астрахань: Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева, 2024. – С. 239-240. – EDN IYMBKH.

2.Щербакова, Л. А. Развитие резистентности к фунгицидам у фитопатогенных грибов и их хемосенсибилизация как способ повышения защитной эффективности триазолов и стробилуринов / Л. А. Щербакова // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54, № 5. – С. 875-891. – DOI 10.15389/agrobiology.2019.5.875rus. – EDN MLUFKS.

3. Чекмарев В. В., Кобыльская Г. В., Бучнева Г. Н., Корабельская О. И. Резистентность грибов рода Fusarium к протравителям семян // Защита и карантин растений. 2011. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rezistentnost-gribov-roda-fusarium-k-protravitelyam-semyan (дата обращения: 08.04.2025).

4. Инновационные способы подавления микозов растений: подходы, решения, перспективы / П. П. Муковоз, С. А. Пешков, Т. В. Левенец [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 12. – С. 19-27. – DOI 10.24411/0235-2451-2020-11203. – EDN ZLAQGE.

5. Сидорова, Т. М. Особенности антагонизма бактерий рода Bacillus по отношению к токсиногенным грибам Fusarium при защите растений от болезни и контаминации микотоксинами (обзор) / Т. М. Сидорова, А. М. Асатурова, В. В. Аллахвердян // Юг России: экология, развитие. – 2021. – Т. 16, № 4(61). – С. 86-103. – DOI 10.18470/1992-1098-2021-4-86-103. – EDN ULJBHU.

6. Османов, М.А. Эффективность применения химических и биологических фунгицидов в посевах яровой пшеницы / Текст: электронный // Форум молодых ученых. - 2020. - №10(50). – URL: https://www.forum-nauka.ru/_files/ugd/b06fdc_5b809ee581df4f88b7b4529c7d6fe022.pdf?index=true

7. ГОСТ 12044–93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями. — Взамен ГОСТ 12044–81; введ. 1995–01–01. - Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2011. - 57 с.]

8. Пугачёв, Р.М. Особенности роста фитопатогенных грибов земляники садовой на различных питательных средах / Р. М. Пугачев, Т Н. Камедько, В Н. Купцов, И Г. Пугачева, М В. Сандалова. // Вестник белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. - №4. – С.84-90

## INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL COMPONENT OF TANK MIXTURE ON WHEAT DISEASE PATHOGENS DURING PRE-SOWING SEED TREATMENT

**Ferapontova S.A.[1], Muratova E.N.[1,2], Krivtsova M.S.[1,3]**

Researcher, Laboratory assistant and bachelor, Researcher

[1] – Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia

[2] – Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia,
[3] – ZION RUS LLC
s.ferapontovaa@mail.ru

*Abstract*. The article describes the results of comparative evaluation of the effectiveness of seed treatment with chemical seed dressing based on pyraclostrobin (40 g/l) and triticonazole (80 g/l) and tank mixture consisting of chemical seed dressing and biofungicide Bactofit on the infestation of seeds of wheat Novosibirskaya 41 by fungi *Fusarium* spp. and *Alternaria* spp. According to the results of the tests, resistance of phytopathogenic micro-mycetes to the active substances of the chemical dressing agent was established. It is noted that inclusion of microbiological component in seed dressing allows to significantly reduce the infectious load.

*Key words*: resistance, mordant, tank mixture, infestation, *Fusarium* spp., *Alternaria* spp.

УДК 632.95.02

# ФУНГИСТАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ ЧЕРЕЗ ГОД ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛУКА В ОДНОЛЕТНЕЙ КУЛЬТУРЕ

**Ферапонтова С.А.[1], Коробова Л.Н.[2],**
Научный сотрудник, старший научный сотрудник, д.б.н.
[1] – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Краснообск, Россия
2 – Новосибирский государственный аграрный университет
Новосибирск, Россия, s.ferapontovaa@mail.ru

*Аннотация.* Показано, что пестицидная нагрузка при выращивании лука репчатого из семян на капельном орошении в последействии приводит к снижению антагонистического потенциала выщелоченного чернозёма в отношении *Fusarium oxysporum*. Установлено, что в варианте с ограниченной пестицидной нагрузкой количество прорастающих спор было в среднем в 2 раза меньше, чем в варианте с полным блоком химической защиты. В контроле прослеживался менее активный рост мицелия. Обнаружено, что корневые выделения разных по сроку созревания луков оказывают влияние на антагонистические и фунгистатические свойства почвы.

*Ключевые слова*: фунгистазис, антагонизм, лук, пестициды, *Fusarium oxysporum.*

Почва является резерватором возбудителей корневых гнилей, споры которых в ней сохраняются и прорастают [1]. Известно, что применяемые в период вегетации пестициды проникают в почву и оказывают влияние на структуру и активность почвенных микроорганизмов, что приводит к негативным сдвигам в супрессивности почв [2]. Поэтому актуальным становится вопрос изучения и понимания воздействия пестицидных обработок на такие природные явления как фунгистатический (микробы-антагонисты создают условия, ограничивающие рост и развитие фитопатогенов) и антагонистический (микробы-антагонисты подавляют фитопатогенные микроорганизмы) потенциал почвы [3].

Целью исследования стало изучение влияние пестицидной нагрузки на показатели супрессивности выщелоченного чернозёма в Приобье через год после выращивания лука в посевной культуре на капельном орошении.

Материалы и методы

В период выращивания лука репчатого в однолетней культуре на капельном орошении проводились следующие обработки: стомп 3л/га (двукратно), миура 0,6 л/га (двукратно), гоал 2Е 50 г/га и 100 г/га (каскадно, 1-3 раза), бенорад 0,6 кг/га (двукратно),

деметра 0,4 л/га (однократно), Би-58 0,7 л/га (однократно), акробат 2 кг/га (однократно), ордан 2 кг/га (однократно), ридомил голд МЦ 2, 5кг/га (однократно), квадрис 100г/га (однократно), метаксил 2,5 л/га (однократно). В контрольном варианте с помощью экранов были исключены обработки стомпом, миурой и гоалом. В опытном варианте применялась полноценная система защиты культуры.

Модельный эксперимент по развитию гриба *Fusarium oxysporum*, вызывающего гниль донца лука, в выщелоченном чернозёме проводили в лабораторных условиях. Перед уборкой культуры с контрольных и опытных площадок отбирали образцы почвы из-под раннеспелого гибрида Solushn и среднеспелого гибрида Spirit и помещали на хранение на 9 месяцев. 1 месяц выдерживали почву в холодильнике при температуре $+5^0$С (пролонгировали осень), 6 месяцев – при температуре $-15^0$С и 2 месяца при $+5^0$С. Затем на 3 месяца почвенные образцы поместили в климокамеру с переменной температурой $20\text{-}30^0$С. Увлажненность почвы поддерживали на уровне 75% (срок периода полива культуры в поле). По истечении годового инкубирования провели оценку фунгистатических и антагонистических свойств почвы в отношении гриба *F. oxysporum* и характер роста его мицелия.

Почвенный фунгистазис и развитие фитопатогена в приконевой зоне почвы изучали методом мембранных камер [4]. На фильтр наносили суспензию спор и мицелия гриба с титром, который обеспечивал в 1 поле зрения микроскопа 20-30 шт. спор гриба. Фильтры закладывали в чашки Петри между слоями увлажненной до 60% ПВ почвы. Извлеченные из почвы фильтры окрашивали раствором карболового эритрозина (0,25%-ный эритрозин в 0,25%-ном феноле), осветляли иммерсионным маслом и микроскопировали. Учитывали процент проросших спор и характеристики мицелиального роста гриба на 3 и 5 сутки инкубации. Повторность в каждом варианте была двенадцатикратной.

Антагонистический потенциал прикорневой зоны почвы определяли по методу Г.С. Муромцева [5], засевая суспензию возбудителя болезни вместе с почвенной вытяжкой в столбик жидкой среды Чапека. Почвенные разведения брали 5-7, титр гриба – $10^4$ спор /1 мл (подсчитывали в камере Горяева). Степень антибиотической активности почвы выражали, используя таблицы Мак-Креди.

Выявили, что важным последствием применения пестицидов стало ослабление фунгистатического контроля почвы по отношению к *Fusarium sp.* Его споры через год после применения пестицидов прорастали в опытной почве гораздо активнее, чем в почве с ограниченной пестицидной нагрузкой. Под раннеспелыми гибридами – в 2,3 раза, под среднеспелыми гибридами – в 1,8 раза (табл. 1).

Таблица 1. Фунгистазис выщелоченного чернозема по отношению к *Fusarium oxysporum* через 12 месяцев после интенсивного выращивания посевной культуры лука

| Вариант | | Суммарный уровень прорастания спор за 4 суток, % |
|---|---|---|
| Раннеспелые гибриды | контроль | 32,6 |
| | опыт | 70,0** |
| Среднеспелые гибриды | контроль | 29,5 |
| | опыт | 60,0** |

Примечание. ** $P_{0,05}$ в сравнении с контролем

Это стало следствием ослабления биоконтроля за развитием фитопатогенов со стороны микробов – антагонистов [6]. Общая численность антагонистов к *Fusarium oxysporum* в почве, отобранной под среднеспелыми луками, была выше на 26,7%, чем в почве из-под раннеспелых луков. Но и там, и там из выщелоченного чернозема опытных делянок антагонистов через 12 месяцем после применения пестицидов выделялось значительно меньше, поэтому общий антагонистический потенциал опытной почвы в отношении *F.*

*oxysporum* в пересчете на 1 пропагулу возбудителя оказался в 1,5-1,6 раз ниже контрольной почвы (рис. 1).

По характеру прорастания *F. oxysporum* в почве с ограниченной и полной пестицидной нагрузкой не отличалось: число ростовых трубок составляло от 1 до 1,2 шт. на 1 спору (табл. 2). Прорастание шло в основном в концевых клетках макроконидий или в одной из 2-х клеток микроконидий, что отображено на оригинальном рис. 2. Показана фаза экспоненциального роста мицелия, когда гриб достаточно обеспечен питанием и его рост ничем не подавлен.

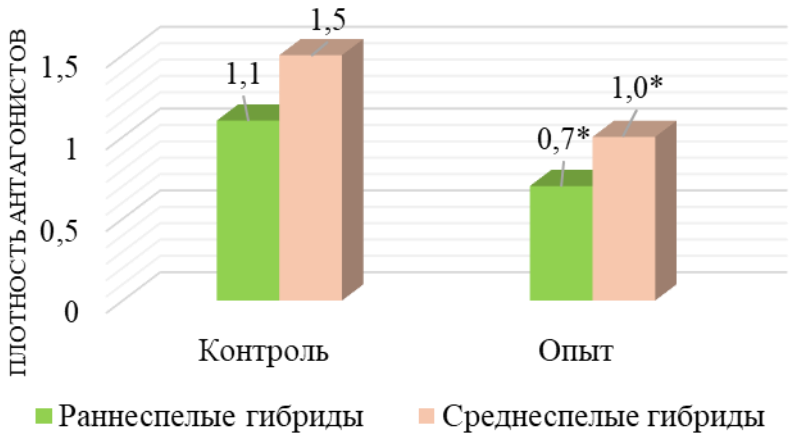



Рис. 1. Плотность микробов-антагонистов, шт/пропагулу *Fusarium oxysporum*, в выщелоченном черноземе через год после интенсивного выращивания лука

Примечание. * $P_{0,05}$ в сравнении с контролем.

Таблица 2. Характер роста мицелия *Fusarium oxysporum* в выщелоченном черноземе через 12 месяцев после интенсивного выращивания однолетней культуры лука

| Показатель | Раннеспелые гибриды | | Среднеспелые гибриды | | $НСР_{05}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | контроль | опыт | контроль | опыт | |
| Число ростковых трубок на спору, шт. | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,0 | 0,1 |
| Средняя длина мицелия, балл (1 балл = 5 мкм) | 3,1 | 9,6 | 3,6 | 4,9 | 0,6 |
| Споры с ветвящимися гифами, % | 0,0 | 13,6 | 0,0 | 0,0 | - |

Выявлено, что почве с ограниченным количеством остатков пестицидов мицелий *F. oxysporum* развивался сравнительно медленно. Например, в контрольных вариантах раннеспелых гибридов за 4 суток развития гриба прирост мицелия, развивающегося из 1 ростовой трубки, максимально достиг 25,3 мкм, среднеспелых – 27,0 мкм. В опытных вариантах, с последействием полного блока пестицидов, шло более активное нарастание мицелия. Его средняя длина в почве под раннеспелыми луками составила 48 мкм и превысила контрольный вариант в 3,1 раза. В почве под среднеспелыми луками средняя длина мицелия была выше контрольного варианта в 1,4 раза.

Рис. 2. Характер прорастания макроконидий *Fusarium oxysporum* в почве через год после завершения вегетации лука (ориг. фото)

На линейный прирост патогена в почве пролонгировано влияло то, какие возделывались гибриды. Это влияние продолжалось далеко в последействии. По истечении 1 года после завершения вегетации лука скорость прироста мицелия *Fusarium oxysporum* под разными гибридами различалась в 2 раза. В почве под раннеспелым гибридом Solushn за 4 суток пределы мицелиального роста *F. oxysporum* составили от 10,5 до 231 мкм, под среднеспелым гибридом Spirit – 15,4-42,0 мкм.

Специфика гибридов лука отразилась и на форме сформированных возбудителем колоний. В почве под среднеспелыми луками *F. oxysporum* формировал небольшие компактные колонии, а под раннеспелыми – длинные мицелиальные образования, помогающие активно колонизировать пространство и успешно находить нового растение-хозяина. Такие различия свидетельствуют о высокой адаптационной способности *Fusarium oxysporum.*

Итак, в почве под луком с интенсивной технологией выращивания возбудитель *Fusarium oxysporum* в длительном последействии успешнее прорастал, лучше накапливал мицелиальную массу и образовывал более разветвленные микроколонии, чем в почве с ограниченной пестицидной нагрузкой. Отмечено снижение антагонистического потенциала. На этом основании можно считать, что толерантность фитопатогенов в почве с пестицидными остатками в сибирском выщелоченном черноземе возрастает, и это создает дополнительную опасность массового заражения растений фитопатогенами в последующую вегетацию.

Полученные данные указывают на специфическое влияние корневых выделений разных по сроку созревания гибридов лука на фунгистатический и антагонистический потенциал почв выщелоченного чернозёма в последействии.

**Список источников**

1. Коробова, Л.Н. Последствия применения гербицидов для развития фитопатогенов в чернозёмных почвах / Л.Н. Коробова // Современная микология в России. Материалы III Международного микологического форума – 2015. - Т.5. – С. 71-74

2. Астайкина, А.А. Влияние пестицидной нагрузки на микробное сообщество агродерново-подзолистой почвы / А.А. Астайкина, Р.А. Стрелецкий, М.Н. Маслов, А.А. Беглов, В.С. Горбатов, А.Л. Степанов // Почвоведение. – 2020. - № 5 - С. 639–650

3. Гашко, Е.С. Способы снижения остаточного содержания пестицидов в зерне /Гашко Е.С., Почтовик Е.С., Гучева Н.В. // Молодой исследователь Дона. – 2017. - №6(9). – С. 13-21

4. Лагутина, Т.М. Методические указания по применению мембранных фильтров для изучения экологии микромицетов в почве (на примере фитопатогенного гриба *Verticillium dahliae* Kleb.) / Т.М. Лагутина, Н.И. Воробьев, Н.Н. Камардин. – СПб, 1992. – 49 с.

5. Сэги, Й. Методы почвенной микробиологии / Й. Сэги; под ред. Г.С. Муромцева. – М.: Колос, 1983. – 296 с.

6. Научно-методические рекомендации по использованию микробиологических показателей для оценки состояния пахотных почв Сибири (Утв. НТС МСХ РФ, пр. № 4 от 19.02.2013) / Л.Н. Коробова, А.В. Танатова, С.А. Ферапонтова, А.В. Шинделов. – Новосибирск, 2013. – 38 с.

## FUNGISTATIC PROPERTIES OF SOIL ONE YEAR AFTER THE APPLICATION OF INTENSIFICATION MEASURES IN ONION CULTIVATION ONION IN ANNUAL CROP

**Ferapontova S.A.[1], Korobova L.N.[2]**

Researcher, senior researcher, doctor of biology,

[1] – Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia

[2] – Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia, s.ferapontovaa@mail.ru

*Annotation*. It is shown that pesticide load during onion cultivation from seeds on drip irrigation subsequently leads to a decrease in the antagonistic potential of leached chernozem with respect to *Fusarium oxysporum*. It was found that in the variant with limited pesticide load the number of germinating spores was on average 2 times less than in the variant with full block of chemical protection. Less active growth of mycelium was traced in the control. It was found that root secretions of onions of different maturities influence antagonistic and fungistatic properties of soil.

*Key words*: fungistasis, antagonism, onion, pesticides, *Fusarium oxysporum*.

УДК 633.491:631.53:578

## ВЛИЯНИЕ АНТИВИРУСНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ОЗДОРОВЛЕННЫХ МИКРОРАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ СОРТА ЧАРОИТ

**Хаксар Е.В., Романова М.С., Манукян А.И., Сухопаров А.А.**

Научный сотрудник, научный сотрудник, научный сотрудник, научный сотрудник, ведущий научный сотрудник

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал),Томск, Россия, mileno4ka1988@mail.ru

*Аннотация.* В работе изложены результаты научно-исследовательской работы по использованию препаратов, обладающих противовирусной активностью при оздоровлении микрорастений картофеля сорта Чароит в лабораторных условиях. Описываются результаты экспериментов, демонстрирующие влияние этих препаратов на рост и развитие микрорастений. Анализ охватывает все этапы развития микрорастений картофеля под воздействием исследуемых веществ. Полученные данные позволяют оценить степень эффективности каждого препарата в борьбе с вирусами и его влияние на жизнеспособность микрорастений картофеля сорта Чароит in vitro.

*Ключевые слова:* картофель, антивирусные свойства, микрорастения, ризогенез, экспланты, меристемно-тканевая культура, ростовые процессы, вирусная инфекция.

В России картофель занимает важное место в сельском хозяйстве и обеспечивает значительную часть продовольственной безопасности страны. Однако огромный разрыв между потенциальной урожайностью некоторых сортов, достигающей впечатляющих 100 тонн с гектара, и реальной продуктивностью, колеблющейся в среднем по России на уровне 14-15 тонн с гектара, является серьёзной проблемой, требующей пристального внимания. Эта существенная разница обусловлена, прежде всего, накоплением патогенов в посадочном материале – вирусов, вироидов и микоплазм [1].

Традиционно используемое многократное вегетативное размножение картофеля способствует быстрому распространению этих инфекционных агентов, превращая здоровые поля в очаги заболеваний. В настоящее время науке известно более 40 вирусов, способных поражать картофель, и это число постоянно растёт благодаря совершенствованию методов молекулярной диагностики. Среди них наиболее распространены и экономически опасны вирус Y (PVY), вирус X (PVX), вирус S (PVS), вирус M (PVM), вирус скручивания листьев картофеля (PLRV) и вироид веретеновидности клубней картофеля (PSTVd). Каждый из этих патогенов, в зависимости от сорта картофеля, условий окружающей среды и степени заражения, может приводить к значительным потерям урожая – от 10 до 60%, а в отдельных случаях и к полному его уничтожению [2].

Для оздоровления картофеля от вирусов активно применяются современные биотехнологические методы, которые не только способствуют улучшению качества растительного материала, но и значительно ускоряют процесс его получения, увеличивая скорость более чем в два раза. Это особенно важно в условиях растущего спроса на картофель и необходимости повышения его урожайности [3].

Оздоровление растений картофеля может привести к увеличению урожайности данной культуры в несколько раз, что делает его ключевым элементом в агрономии и сельском хозяйстве в целом. В лабораторных условиях для оздоровления картофеля используются различные подходы, среди которых особое внимание уделяется антивирусным препаратам, известным как химиотерапия. Этот метод предполагает использование химических веществ, которые способны подавлять вирусные инфекции, что, в свою очередь, помогает восстановить здоровье растений. Однако стоит отметить, что эффективность антивирусной терапии может варьироваться. В некоторых случаях одни и те же препараты могут давать разные результаты в зависимости от условий их применения и сорта картофеля. Это подчеркивает важность научных исследований в данной области, так как для достижения оптимальных результатов необходимо разрабатывать технологии, адаптированные под конкретные сорта картофеля [4,5].

## Материалы и методы исследования

Работа проводилась в СибНИИСХиТ - филиале СФНЦА РАН в 2021 году. Для изучения влияния антивирусных препаратов в качестве исходных эксплантов использовали экспланты из глазков клубней картофеля сорта Чароит.

В первой части работы зараженные клубни картофеля проращивали для получения ростков. С каждого заранее пронумерованного клубня картофеля брали по 3 экспланта размером 0,5-1 см и стерилизовали в растворе белизны в течение 10 минут, с последующей трехкратной промывкой эксплантов стерильной $H_2O$. Простерилизованные экспланты переносили в стерильную чашку Петри, подсушивали на фильтровальной бумаге и стерильным пинцетом переносили на поверхность питательной среды в соответствии со схемой опыта. (Таб.1)

Таблица 1. Схема лабораторного опыта

| Номер варианта | Питательные среды |
|---|---|
| 1 Контроль ( К) | Экспланты картофеля на среде Мурасиге-Скуга с модицикациями (МС). |
| 2 вариант | Экспланты картофеля на среде МС с модицикациями и добавлением Рибавирина в концентрации 20 мг/л. |
| 3 вариант | Экспланты картофеля на среде МС с модицикациями и добавлением Фармайода в концентрации 0,5 мл/л. |

Пробирки закрывали ватной пробкой над пламенем спиртовки и ставили в штатив. Культивирование эксплантов картофеля проводили в течение 28 суток с фотопериодом 16/8 часов свет/темнота. В качестве источника освещения использовали линейные люминесцентные лампы холодного дневного света. Освещенность секции светового стеллажа 5 тыс. люкс.

Основные показатели роста микрорастений картофеля: (высота, период появления корней и их наличие, количество междоузлий, количество листьев) измеряли на 3, 7, 14, 21, 28 дни культивирования (Таб.3).

Во второй части исследования одну часть 28-дневных эксплантов картофеля отправляли на ПЦР-РВ-диагностику для определения вирусной нагрузки, другую часть – на измерение морфометрических показателей (высота, число междоузлий и листьев, масса листьев, масса стебля, масса побега, масса корневой системы, длина корневой системы, площадь листовой поверхности) (Таб.4)

Для статистической обработки полученных результатов использовался пакет программ для Windows Statistica 10.0. Для сравнения численных значений показателей использовался непараметрический критерий Манна-Уитни.

Таблица 2. Составы питательной среды для выращивания микрорастений картофеля

| Номер варианта | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Наименование | Среда МС, мг/л ( К) | Среда МС с добавлением Рибавирина, мг/л | Среда МС с добавлением Фармайода, мг/л |
| Макросоли | | | |
| NH4NO3 | 1 650 | 1 650 | 1 650 |
| KNO3 | 1 900 | 1 900 | 1 900 |
| CaCl2 . 2H2O | 440 | 440 | 440 |
| MgSO4 . 4H2O | 370 | 370 | 370 |
| KH2PO4 | 170 | 170 | 170 |
| Микросоли | | | |
| H3BO3 | 6,2 | 6,2 | 6,2 |
| MnSO4 . 4H2O | 22,3 | 22,3 | 22,3 |
| CoCl2 . 6H2O | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| ZnSO4 . 7H2O | 8,6 | 8,6 | 8,6 |
| CuSO4 . 5H2O | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| Na2MoO4 . 2H2O | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| KI | 0,83 | 0,83 | 0,83 |
| Хелат железа | | | |
| Fe2SO4. 7H2O | 27,8 | 27,8 | 27,8 |
| Na2-ЭДТА . 2H2O | 37,3 | 37,3 | 37,3 |
| Витамины и органические вещества | | | |
| Тиамин | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Пиридоксин | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| АС-К | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Сахароза | 30 000 | 30 000 | 30 000 |
| Агар-агар | 7 000 | 7 000 | 7 000 |
| Противовирусные препараты | | | |
| Рибавирин | - | 20 мг/л | - |
| Фармайод | - | - | 0,5 мл/л |

**Основные результаты и обсуждение**

В данном разделе представлены результаты изучения влияния различных антивирусных препаратов на рост, развитие и наличие возбудителей вирусных заболеваний в микрорастениях картофеля сорта Чароит.

Таблица 3. Влияние различных составов питательной среды на показатели развития микрорастений картофеля сорта Чароит на разных сроках выращивания

| Показатель | Вариант опыта | Сутки | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 7 | 14 | 21 | 28 |
| Высота, см | 1 (К) | 0,01±0,010 | 1,18±0,140 | 4,05±0,460 | 6,83±0,066 | 8,86±0,750 |
| | 2 | 0,05±0,010* | 0,76±0,080 | 3,29±0,280 | 6,34±0,074 | 9,48±0,770 |
| | 3 | 0,05±0,010* | 0,78±0,050 | 1,49±0,120*** | 2,48±0,120*** | 3,81±0,240*** |
| Число междоузлий, шт. | 1( К) | 0±0 | 1,63±0,150 | 2,50±0,210 | 4,50±0,430 | 5,25±0,400 |
| | 2 | 0±0 | 1,25±0,140 | 2,13±0,130 | 4,13±0,220 | 5,38±0,180 |
| | 3 | 0±0 | 1,25±0,140 | 2,00±0,210 | 2,75±0,140** | 3,63±0,250** |
| Число листьев, шт. | 1( К) | 0±0 | 3,00±0,260 | 4,25±0,270 | 6,50±0,470 | 6,75±0,450 |
| | 2 | 0±0 | 2,00±0,180** | 3,13±0,130** | 5,63±0,310 | 6,63±0,180 |
| | 3 | 0±0 | 2,50±0,100 | 3,00±0,210** | 4,38±0,210*** | 4,75±0,200*** |
| Число растений с появившимися корнями, шт. | 1 ( К) | 0 | 21 | 21 | 24 | 24 |
| | 2 | 3 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| | 3 | 6 | 24 | 24 | 24 | 24 |

Примечания: * - отличия статистически значимы с p <0,05 по сравнению с контролем; ** - отличия статистически значимы с p <0,01 по сравнению с контролем; ***- отличия статистически значимы с p < 0,001 по сравнению с контролем.

Как видно из таблицы 2, использование Рибавирина в составе питательных сред не привело к изменению ростовых показателей микрорастений картофеля сорта Чароит. Единственное отличие появлялось на 7 и 14 сутки культивирования и выражалось в снижении количества листьев (на 33 и 26% соответственно), но к окончанию срока выращивания в момент готовности растений к следующему черенкованию (28 сутки) данный эффект исчез.

Добавление Фармайода привело к угнетению развития микрорастений картофеля сорта Чароит: высота растений уменьшилась, начиная с 14 суток культивирования (на 63; 64 и 57%); число междоузлий уменьшилось на 21 и 28 сутки культивирования (на 39 и 31% соответственно); количество листьев - на 14, 21 и 28 сутки (на 29, 33 и 30% соответственно).

Таблица 4. Влияние различных составов питательной среды на морфологические показатели микрорастений сорта Чароит на 28 день выращивания

| Вариант опыта | Масса листьев, г | Масса стебля, г | Масса побега, г | Масса корневой системы, г | Длина корневой системы, см | Суммарная площадь листовой поверхности, $см^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,12±0,01 | 0,34±0,06 | 0,45±0,06 | 0,12±0,06 | 5,20±1,0 | 5,24±0,48 |
| 2 | 0,16±0,01 | 0,22±0,10 | 0,39±0,10 | 0,18±0,06 | 6,90±1,4 | 8,13±0,63 |
| 3 | 0,06±0,02* | 0,05±0,01* | 0,11±0,02* | 0,09±0,03 | 5,90±0,90 | 2,46±0,70* |

Примечание: * - отличия статистически значимы с p < 0,05 по сравнению с контролем.

При добавлении в питательную среду Фармайода в изучаемой концентрации наблюдалось уменьшение массы листьев (на 50%), массы стебля (на 85 %) и массы побега (на 76%) микрорастений сорта Чароит. Кроме того, суммарная площадь поверхности

листовых пластин также была снижена (на 53%). Рибавирин не вызвал статистически значимых изменений изучаемых показателей.

В результате проведенного с помощью метода ПЦР-РВ анализа наличия в растительном материале вирусов X, Y, S, A, M и L, а также вироида, было обнаружено наличие вируса X в растениях картофеля сорта Чароит. Результаты изучения влияния различных противовирусных препаратов на степень зараженности растений картофеля приведены в таблице 5.

Таблица 5

Усредненные результаты ПЦР-анализа микрорастений картофеля сорта Чароит

| Проба | Варианты опыта | Рост сигнала флуоресценции (цикл) по каналу FAM (вирус PVX) |
|---|---|---|
| 1 | 1 | 18,6±0,35 |
| | 2 | 19,0±0,11 |
| | 3 | 20,9±0,01 |

По результатам проведенных исследований выявлено, что при использовании препарата Рибавирин произошло незначительное снижение концентрации вирусных частиц в растительном материале картофеля сорта Чароит.

Использование препарата Фармайод привело к оздоровлению 50% микрорастений картофеля сорта Чароит. В остальных 50 % микрорастений, концентрация возбудителей вирусных заболеваний снизилась почти в 4 раза.

Резюмируя сказанное выше, можно отметить, что при изучении морфометрических показателей микрорастений картофеля при выращивании его в лабораторных условиях in vitro было выявлено, что использование для оздоровления микрорастений картофеля Рибавирина не приводит к изменению показателей развития растений, и вызывает незначительное снижение концентрации вируса X в растительных пробах.

Применение препарата Фармайод привело к угнетению развития растений, начиная с 14 суток культивирования, но при этом наблюдалось оздоровление 50% обследованных микрорастений и снижение концентрации вируса X в оставшихся микрорастениях картофеля сорта Чароит.

**Список источников**

1. Грибанов В.С., Моисеев А.Д. Инновационное развитие картофелеводства как фактор продовольственной безопасности России // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-4. – С. 799-803.

2. Трускинов Э.В., Фролова Д.В. Вирусологическая оценка мировой коллекции картофеля. Вестник защиты растений, 2002, 1, с. 22-26.

3. Безвирусное семеноводство картофеля (рекомендации). -М.: Агропромиздат, 1990. -26 с.

4. Яловик, А. В. Вопросы оздоровления картофеля от вирусов / А. В. Яловик, Ю. Н. Федорова // Проблемы инновационного развития АПК: материалы Международной научно-практической конференции. – Великие Луки, 2017. – С. 34-37.

5. Федорова, Ю. Н. Влияние противовирусных препаратов на процесс оздоровления растений картофеля в условиях in vitro / Ю. Н. Фёдорова, А. В. Яловик, Л. И. Яловик. – Текст: непосредственный // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета / Российский государственный аграрный заочный университет (Балашиха). – 2017. – № 25 (30). – С. 8-13.

**INFLUENCE OF ANTIVIRAL DRUGS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF HEALTHY MICROPLANTS OF CHAROIT POTATO VARIETY**

**Khaksar E.V., Romanova M.S., Manukyan A.I., Sukhoparov A.A.**
Researcher, Researcher, Researcher, Researcher, Leading Researcher
Siberian Research Institute of Agriculture and Peat – branch of the Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences
Tomsk, Russia, mileno4ka1988@mail.ru

*Abstract.* The paper presents the results of research work on the use of drugs with antiviral activity in the improvement of potato microplants of the Charoit variety in laboratory conditions. The results of experiments demonstrating the effect of these drugs on the growth and development of micro plants are described. The analysis covers all stages of plant development under the influence of the studied substances. The data obtained make it possible to evaluate the degree of effectiveness of each drug in the fight against viruses and its effect on the viability of potato microplants of the Charoit variety in vitro.

*Key words:* potato, antiviral properties, micro plants, rhizogenesis, explants, meristem tissue culture, growth processes, viral infection.

УДК 632.937.33; 574.24

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭНТОМОФАГА *TRISSOLCUS KOZLOVI***

**Ходакова А.В.[1,2], Андреева И.В.[1,2]**
Младший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник, к. с.-х.н., доцент
[1] – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий российской академии наук, Краснообск, Россия
[2] – Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия, khodakova.alevtina@bk.ru

*Аннотация.* Представлено краткое описание биоэкологических характеристик сибирской популяции яйцееда *Trissolcus kozlovi,* позволяющие использовать его в качестве энтомофага растительноядных клопов. Приведены факторы, влияющие на жизнеспособность и размножение яйцееда в лабораторных условиях, включающие температуру его содержания, качество углеводной подкормки, оптимальное соотношение полов в популяции. Выявлены виды потенциальных клопов-хозяев и их влияние на развитие энтомофага.

*Ключевые слова:* клопы вредители, биоагент, паразит, разведение энтомофагов, *T. kozlovi*

В последнее десятилетие за рубежом и в южных регионах РФ зафиксирован рост численности и расширяющийся ареал вредных для сельского хозяйства видов клопов (Hemiptera) [1, 2]. Данное явление исследователи связывают с изменением климата и интенсификацией систем земледелия [1, 3]. Местный вид энтомофага – *Trissolcus kozlovi* Rjachovsky, впервые выделенный из природной среды Новосибирской области в 2021 году, эффективен против клопов семейств Щитников и Щитников-черепашек (Hemiptera: Pentatomidae; Scutelleridae). Яйцеед успешно паразитирует на *Palomena prasina* (L.) и *Piezodorus lituratus* Fabricius, а также на некоторых экономически значимых видах полужесткокрылых [4]: *Eurygaster integriceps* Puton, *Aelia* sp., *Graphosoma lineatum* (L.), *Dolycoris baccarum* (L.). В связи с этим, поиск и оценка возможности применения естественных врагов клопов-фитофагов является актуальным решением проблемы их возрастающей вредоносности.

Для того чтобы ввести ранее не используемый в практике защиты растений вид энтомофага – необходимо предварительно изучить его биоэкологические характеристики и ряд факторов, влияющих на благополучное прохождение всех этапов его онтогенеза. В результате проведенных экспериментов были выявлены основные факторы, влияющие на развитие и выживаемость *Trissolcus kozlovi* в лабораторных условиях: температура развития, виды потенциальных хозяев, соотношение полов в популяции, роль углеводной подкормки и др. [5].

Оптимальной для содержания яйцееда оказалась температура +24 ºС ± 1, при которой его развитие на яйцах лабораторного хозяина – клопа *Podisus maculiventris Say*, завершалось в среднем за 11,5 и 13,5 суток для самцов и самок соответственно. На других видах хозяев, продолжительность развития энтомофага варьировала от 10 до 15 дней для самцов и от 12 до 18 суток для самок.

Соотношение полов в популяции триссолькуса регулируется рядом факторов, важнейшим из которых является оплодотворенность самок [6]. При соотношении оплодотворенных самок к яйцам лабораторного клопа-хозяина 1 : 10 – выход дочернего поколения энтомофага достигал 94 %, а половой индекс был равен 0,79, благодаря чему, популяция яйцееда может длительное время поддерживаться в искусственных условиях, сохраняя при этом высокий уровень воспроизводства. Также была выявлена возможность заселения самками *T. kozlovi* яиц клопа-хозяина на поздних стадиях его эмбрионального развития без особых количественных потерь в новой генерации энтомофага [5]. Так, количество дочернего поколения яйцееда при заселении однодневных яиц хозяина, составившее 90%, достоверно не отличалось от численности имаго паразита (87%), вылетевших из трехдневных яиц.

Наличие углеводной подкормки, а также её качественные характеристики – значительно отражаются на продолжительности жизни и плодовитости паразита. Экспериментальным путём было доказано положительное влияние сахарной подкормки, проявляющееся в значительном увеличении периода жизни и плодовитости имаго яйцееда.

Таким образом, в результате трехлетних испытаний были выявлены эколого-биологические особенности энтомофага растительноядных клопов *T. kozlovi* и факторы, влияющие на его выживаемость и развитие. Полученные данные являются основой для разработки способа лабораторного разведения яйцееда, и в дальнейшем должны быть учтены при создании технологии его применения в агробиоценозах.

**Список источников**

1. Карпун Н.Н., Борисов Б.А., Журавлева Е.Н., Борисова И.П., Надыкта В.Д., Мусолин Д.Л. Расширение ареалов и повышение вредоносности растительноядных клопов-щитников (Heteroptera: Pentatomidae) (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Т. 57. – №. 3. – С. 542–554.

2. Invasive stink bugs and related species (Pentatomoidea). Biology, higher systematics, semiochemistry, and management /J.E. McPherson (ed.). CRC Press, 2018.

3. Мусолин Д.Л., Саулич А.Х. Реакции насекомых на современное изменение климата: от физиологии и поведения до смещения ареалов // Энтомологическое обозрение. – 2012. – Т. 91. – №. 1. – С. 3–35.

4. Насекомые и клещи вредители сельскохозяйственных культур. Т. 1. Насекомые с неполным превращением // Бей-Биенко Г.Я., Вишнякова В.Н., Данциг Е.М. и др. (сост.). Л., 1972.

5. Ходакова А.В., Андреева И.В., Шаталова Е.И. Разведение энтомофага яйцееда *Trissolcus kozlovi* (Hymenoptera: Scelionidae) на нецелевом хозяине – хищном клопе *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2024 – № 4 – С. 96–101.

6. Ходакова А.В. Регулирование полового соотношения в популяции яйцееда *Trissolcus kozlovi* при разведении в лабораторных условиях // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: сборник материалов IX международной научно-практической конференции. Новосибирск, 2023. Том I. – С. 178–180.

## ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NATURAL ENEMY *TRISSOLCUS KOZLOVI*

**Khodakova A.V.[1,2], Andreeva I.V. [1,2]**

Junior research fellow, PhD in Agricultural Sciences, leading research fellow, PhD in Agricultural Sciences, associate professor

[1] – Siberian Federal Research Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia

[2] – Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia, khodakova.alevtina@bk.ru

*Annotation.* A brief description of the bioecological characteristics of the Siberian egg parasitoid population of *Trissolcus kozlovi* is presented, allowing it to be used as an entomophage against herbivorous bugs. The factors influencing the viability and reproduction of the egg parasitoid in laboratory conditions, including the temperature of its content, the quality of carbohydrate top dressing, and the optimal sex ratio in the population, are given. The types of bugs – potential hosts and their influence on the development of the entomophage have been identified.

*Key words:* pest bugs, bioagent, parasite, rearing of entomophages, *T. kozlovi*

УДК 632.4, 633.1

## ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2023-2024 гг.

**Чернобровкина К. С.,**

Аспирант, младший научный сотрудник

*Научный руководитель Конькова Э. А., к. с.-х. н, ведущий научный сотрудник*

Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока, Саратов, Россия, chernobrovkinaks2017@mail.ru

*Аннотация.* В связи со стабильным ростом численности населения планеты, а также наблюдающимися за последние десятилетия глобальными климатическими изменениями, особую важность, как в мире, так и в нашей стране, имеет решение проблемы обеспечения продовольственной безопасности. Особую опасность для потенциального урожая сельскохозяйственных культур представляют собой болезни и вредители растений В данной статье приведены результаты фитосанитарных обследований посевов яровой и озимой мягкой пшеницы в условиях Саратовской области в период 2023-2024 годов, включающие данные по степени поражения посевов испытуемых сортов указанных культур наиболее вредоносными болезнями.

*Ключевые слова:* пшеница, бурая ржавчина, стеблевая ржавчина, септориоз, пиренофороз, мучнистая роса.

Среди болезней зерновых культур особое место занимают грибковые инфекции, отличающиеся значительно большими экономическим ущербом и видовым разнообразием возбудителей, а также имеющие более широкое распространение. Согласно данным специалистов Международного центра улучшения кукурузы и пшеницы (CIMMYT), всего на пшенице было зафиксировано 36 инфекционных заболеваний, 25 из которых возникают в

результате воздействия фитопатогенных грибов [1]. Стоит также отметить, что видовой состав возбудителей болезней озимой и яровой пшеницы различаются незначительно.

На территории Саратовской области к наиболее распространенным и вредоносным болезням пшеницы можно отнести бурую (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss.)[2] и стеблевую ржавчину (*Puccinia graminis f.sp. tritici* Erikss. Et Henn.) [3], а также септориоз (*Zymoseptoria tritici*, *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvlieg, Verkley&Crous, *P. pseudonodorum*) [4], пиренофороз или желтую пятнистость пшеницы (*Pyrenophora tritici-repentis* Died. Drechsler.)[4] и мучнистую росу (*Blumeria graminis* DC. f. sp. tritici Marchal) [5].

Рис. 1. Бурая ржавчина озимой мягкой пшеницы (восприимчивый сорт Калач).

**Целью** настоящего исследования является изучение фитосанитарного состояния посевов яровой и озимой пшеницы в условиях ФГБНУ "ФАНЦ Юго-Востока» (Саратовская область).

**Материалы и методы исследований.** Полевую оценку устойчивости посевов яровой и озимой пшеницы к развитию указанных выше болезней выполняли на опытных полях ФАНЦ Юго-Востока в условиях естественного инфекционного фона в период 2023–2024 гг.

Учеты и наблюдения в данном исследовании проводились согласно общепринятым методикам. Так, для учета степени поражения растений пиренофорозом, септориозом и мучнистой росой в полевых условиях применялась модифицированная и дополненная шкала Саари и Прескотта [6, 7]. Степень поражения пшеницы бурой и стеблевой ржавчиной (в %) оценивалась по шкале Петерсона [8].

**Результаты и их обсуждение.** В период 2023-2024 гг. на территории селекционных питомников ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» в полевых условиях на естественном инфекционном фоне была проведена оценка устойчивости сортообразцов озимой и яровой мягкой пшеницы к ряду листостебельных болезней.

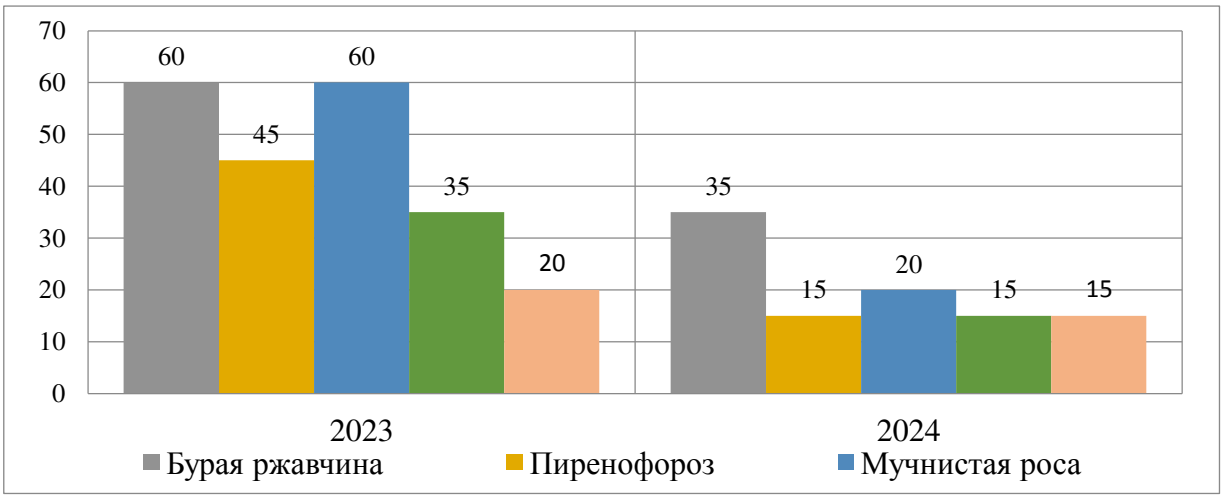



Рис. 2. Степень поражения озимой мягкой пшеницы в период 2023-2024 гг.

На протяжении хода исследования наибольшая степень поражения озимой мягкой пшеницы (Рис. 2) наблюдалась в результате воздействия возбудителей бурой ржавчины и мучнистой росы: степень поражения бурой ржавчиной на восприимчивых сортах достигала 50%, а в 2024 г – 20%. Для мучнистой росы эти показатели составляют соответственно 60% и 20%. Значительное снижение поражения озимой пшеницы наблюдалось и в случае возбудителей пиренофороза (45% в 2023 и 15% в 2024) и септориоза (35% в 2023 и 15% в 2024). Показатели же стеблевой ржавчины в ходе наблюдения изменились незначительно: 20% в 2023 году и 15% в 2024 году.

Наблюдающаяся в случае озимой мягкой пшеницы динамика снижения выраженности поражения сохраняется, отчасти, и в случае яровой мягкой пшеницы (Рис. 3). Так, поражение исследуемых сортов бурой ржавчиной снизилось с 55% в 2023 году до 20% в 2024, септориозом – с 30% в 2023 году до 10% в 2024 году, а стеблевой ржавчины – с 15% в 2023 году до 5% в 2024 году. Уровень поражения насаждений яровой пшеницы мучнистой росой в ходе наблюдения не изменился, составив как в 2023, так и в 2024 году 50%. Показатели же пиренофороза демонстрируют положительную динамику – с 15% в 2023 году до 35% в 2024 году.

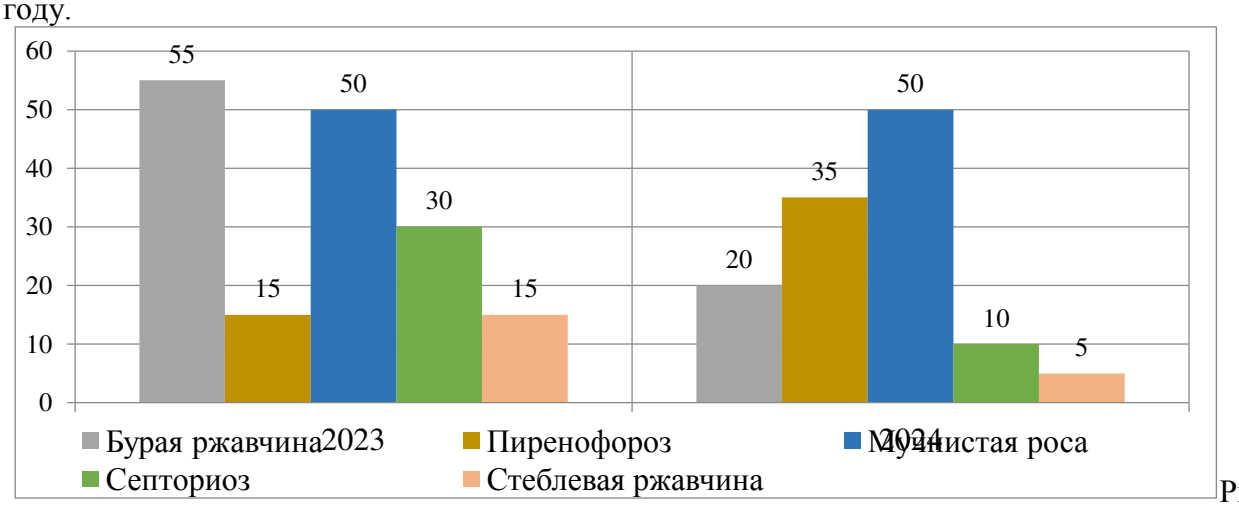



Рис. 3. Степень поражения яровой мягкой пшеницы в период 2023-2024 гг.

Согласно данным, представленным в приведенных выше графиках, можно сделать вывод, что в целом показатели, характеризующие поражение как озимой, так и яровой, пшеницы за 2023 год значительно превосходят аналогичные показатели за 2024 год. Связано это, вероятно, со сложившимися на втором году исследований в Саратовском регионе неблагоприятными для развития указанных патогенов климатическими условиями. Так, в 2023 году на территории области ГТК не превышал значения 0,7 [9], а в 2024 и вовсе оказался ниже 0,4 [10].

Стоит также отметить, что в целом показатели поражения озимой мягкой пшеницы листостебельными болезнями превышали соответствующие показатели яровой мягкой пшеницы. Это может быть с характерным для озимых культур более длительным вегетационным периодом, за время которого наиболее вероятно совпадение необходимых для развития патогенных организмов условий.

**Список источников**

1. Койшыбаев М. Болезни пшеницы: монография. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО). - Антара. - 2018. - 394 с.

2. Гультяева Е.И. Генетическая структура российских и казахстанских популяций возбудителя бурой ржавчины Puccinia triticina Erikss. по вирулентности и SSR маркерам /

Е.И. Гультяева, Е.Л. Шайдаюк, В.П. Шаманин и др.// Сельскохозяйственная биология. – 2018. – №1. – С.85-95.

3. Баранова О.А., Сибикеев С.Н., Конькова Э.А. Анализ вирулентности Поволжских популяций *Puccinia graminis* F. SP. Tritici 2022-2023гг. // Современная микология в России. МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОГО МИКОЛОГИЧЕСКОГО ФОРУМА. – Москва. - 2024. - 236-238 с.

4. Конькова Э.А., Лящева С.В., Зеленева Ю.В., Коваленко Н.М. Характеристика перспективных сортов пшеницы (Triticum aestivum L.), допущенных к возделыванию в Нижневолжском регионе, по устойчивости к возбудителям пиренофорозной и темно-бурой пятнистости. // Сельскохозяйственная биология. – 2023. - Т. 58. - № 5. - 852-863с.

5. Пискарев В.В., Бойко Н.И., Апарина В.А., Зуев Е.В. Характеристика образцов пшеницы мягкой яровой, устойчивых к поражению мучнистой росой в условиях лесостепи Приобья Новосибирской области // Биосфера. - 2022. - Т. 14.- № 4. - 364-367с.

6. Saari E. E., Prescott J. M. A scale for appraising the foliar intensity of wheat disease // Plant Disease Reporter. 1975. V. 59 (5). P. 377–380.

7. Коломиец Т.М., Пахолкова Е.В., Дубовая Л.П.Отбор исходного материала для создания сортов пшеницы с длительной устойчивостью к септориозу. М.: Печатный город, - 2017, - 56 с.

8. Peterson R.F., Cambell A.B., Hannah A.E. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals // Can. J. Res. 1948. V. 26. P. 496–500.

9. Зайцев, С., Бабушкин, Д., Рожкова, А., & Башинская, О. (2024). ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ЛЬНА В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ. // *Сельскохозяйственный журнал ISSN (Print): 2687-1246, ISSN (Online): 2687-1254*, *17*(1).

10. Метеорологические итоги 2024 года по степной зоне Поволжья и Южного Урала // «Институт степи Уральского отделения РАН» URL: https://orensteppe.org/news/meteorologicheskie-itogi-2024-goda-po-stepnoy-zone-povolzhya-i-yuzhnogo-urala (дата обращения: 28.03.2025).

## PHYTOSANITARY STATUS OF WINTER AND SPRING WHEAT CROPS ON THE TERRITORY OF THE SARATOV REGION IN 2023-2024

**Chernobrovkina K. S.,**
Postgraduate student, Junior Research Associate
*Research Supervisor Konkova E. A., Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher*
Federal Agricultural Research Center of the South-East
Saratov, Russia, chernobrovkinaks2017@mail.ru

*Annotation.* In connection with the stable growth of the world population, as well as global climatic changes observed in recent decades, the solution of the problem of food security is of particular importance both in the world and in our country. Plant diseases and pests pose a special threat to the potential yield of agricultural crops. This article presents the results of phytosanitary surveys of spring and winter wheat crops in the Saratov region in the period 2023-2024, including data on the prevalence of the most harmful diseases affecting plantations of these crops.

*Keywords.* Wheat, leaf rust, Stem rust, septoriosis, pyrenophorosis, powdery mildew.

УДК 632.937.33; 574.24

# ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВЫПУСКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНТОМОФАГА *PODISUS MACULIVENTRIS* НА КАРТОФЕЛЕ

**Шаталова Е.И., Андреева И.В., Ходакова А.В.**

Старший научный сотрудник, к.б.н., ведущий научный сотрудник, к.с.-х. н., доцент, младший научный сотрудник

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российиской академии наук, Краснообск, Россия, elenashatalova@mail.ru

*Аннотация.* Хищный клоп *Podisus maculiventris* с середины XX века применяется для защиты пасленовых культур. Однако в Сибири его использование ограничено из-за недостаточной доступности и неотработанных методик применения в органическом земледелии. Исследования на цветном сорте картофеля Rosemaria в 2022-2023 гг. показали, что биологическая эффективность энтомофага при равномерном выпуске выше точечного — 87,8-90,9% против 63,8-64,4%. Урожайность картофеля увеличивалась в 1,3-1,5 раза при применении энтомофага.

*Ключевые слова: Podisus maculiventris*, колорадский жук, биологический контроль, способ выпуска, урожайность.

Климатические изменения в Сибири повысили актуальность использования энтомофагов для регуляции численности вредителей. *P. maculiventris* — перспективный агент, но его эффективность зависит от методов выпуска и погодных условий.

Целью работы являлось оценка влияния способа выпуска энтомофага *P. maculiventris* (равномерный или точечный выпуск) и норм внесения на подавление роста численности колорадского жука.

## Материалы и методы

Объектами исследования являлись нимфы *P. maculiventris* (2–3 возраст) и популяция колорадского жука на картофеле *Rosemaria*. Опыты закладывали на полевом стационаре СФНЦА РАН в 2022-2023 гг., территориально расположенном в лесостепи Новосибирского Приобья в районе п. Краснообск Новосибирской области. Дизайн эксперимента включал варианты – контроль (без проведения защитных мероприятий), равномерный выпуск по всем растениям на делянке, точечный выпуск в одной точке на делянке (3 повторности). Выпуск подизуса осуществляли двукратно: при яйцекладке и массовом отрождении личинок колорадского жука. Оценку численности вредителя проводили с интервалом 2-5 дней после выпуска хищного клопа на посадки картофеля, поврежденность листьев картофеля оценивали по 5-балльной шкале. Биологическая эффективность выпуска энтомофага рассчитывалась по формуле Аббота. В конце сезона проводили учет урожайности путем поделяночного взвешивания клубней с разделением на фракции (для учета товарной продукции) и пересчетом полученных результатов на 1 га.

## Результаты

Установлено, что в годы исследований перезимовавшие имаго колорадского жука появлялись во второй декаде июня, а массовое отрождение личинок наблюдалось в третьей декаде июня. В 2022 году первый выпуск энтомофага был проведен 28.06 (при плотности 4,2-5,6 личинок колорадского жука/растение) и сопровождался неблагоприятными погодными условиями, что снизило количество выпущенных клопов в 23-29,5 раз. В связи с чем, при повторном внесении (8.07.) норма выпуска была увеличена до 216 нимф/делянку, что обеспечило его эффективность до 90,9% при равномерном распределении.

В более теплом 2023 году отмечено развитие двух поколений вредителя. Несмотря на выпуск энтомофага до отрождения яйцекладок колорадского жука (26.06), высокая температура июля ускорила развитие фитофага, увеличив его вредоносность. Тем не менее,

равномерное распределение особей хищного клопа обеспечило эффективность 87,8%, что на 24-26,5% больше, чем в варианте с точечным выпуском энтомофага.

Поврежденность листьев картофеля оценивали во второй декаде июля после ухода на окукливание личинок вредителя первого поколения. В 2022 году варианты с выпуском подизуса показали достоверно меньшую поврежденность и увеличение урожайности в 1,5 раза (до 149,9 ц/га) по сравнению с контролем, при преобладании средней и крупной фракций клубней. В 2023 году урожайность также была выше на 30%, но статистически значимых различий не выявлено из-за высокой вариабельности данных, в связи с неравномерным распределением колорадского жука по растениям.

**Заключение**

Проведенные в 2022-2023 гг. полевые исследования продемонстрировали существенное влияние абиотических факторов на развитие колорадского жука на посадках картофеля сорта Rosemaria. Особенно показательным стал вегетационный период 2023 года, когда более теплые температурные условия по сравнению со среднемноголетними значениями привели к формированию двух поколений вредителя. Результаты исследований подтвердили, что эффективность хищного клопа *P. maculiventris* зависит от комплекса факторов: погодных условий, сроков и норм выпуска, а также способа внесения энтомофага. Наибольшая биологическая эффективность (87,8-90,9%) была достигнута при равномерном распределении энтомофага с двукратным выпуском. Применение *P. maculiventris* позволило не только значительно снизить поврежденность растений колорадским жуком, но и повысить урожайность картофеля на 30-50% по сравнению с контрольными участками. Полученные данные свидетельствуют о перспективности использования данного энтомофага в системе защиты картофеля при учете местных климатических особенностей и оптимизации технологий применения.

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РНФ № 23-26-00073.*

**Список литературы**

1. Шаталова Е.И., Андреева И.В., Ходакова А.В. Значение экологических факторов в регуляции численности колорадского жука при использовании хищного клопа Podisus maculiventris. *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет).* 2024;(4):124-133. https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-73-4-124-133

## THE INFLUENCE OF RELEASE METHOD ON THE EFFICACY OF THE ENTOMOPHAGE *PODISUS MACULIVENTRIS* IN POTATO CULTIVATION

**Shatalova E.I., Andreeva I.V., Khodakova A.V.**

Senior researcher, candidate of biological sciences, candidate of agricultural sciences Sc., senior researcher, associate professor, junior researcher

Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology, Russian Academy of Sciences

Krasnoobsk, Russia, elenashatalova@mail.ru

*Abstract.* The predatory bug *Podisus maculiventris* has been used for protecting solanaceous crops since the mid-20th century. However, its application in Siberia remains limited due to insufficient availability and underdeveloped methodologies for use in organic farming. Studies conducted on the colored potato variety *Rosemaria* demonstrated that uniform release of the entomophage yields higher biological efficacy (87.8–90.9%) compared to point release (63.8–64.4%). Potato productivity increased by 1.3–1.5 times when using the entomophage.

*Keywords: Podisus maculiventris*, Colorado potato beetle, biological control, release method, yield

УДК 632.937.33; 574.24

# ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗООФАГОВ И ЗООФИТОФАГОВ ПОДОТРЯДА ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ (HEMIPTERA) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

**Шаталова Е.И. [1,2] Воронкова А.В.[1,2]**

Старший научный сотрудник, к.б.н, лаборант и бакалавр

[1] – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российиской академии наук, Краснообск, Россия

[2] – Новосибирский государственный аграрный университет

Новосибирск, Россия, elenashatalova@mail.ru

*Аннотация.* В работе представлены результаты экспериментального изучения биологических особенностей представителей подотряда полужесткокрылых, способных употреблять в пищу насекомых, включая вредителей сельского хозяйства. Исследование проводилось в контролируемых лабораторных условиях с целью оценки перспектив их использования в биологической защите растений. Особое внимание уделено особенностям онтогенеза, трофическим предпочтениям и репродуктивным характеристикам изучаемых видов (*Nabis ferus, Picromerus bidens, Arma custos*). Полученные данные позволяют расширить представления о биологическом потенциале данной группы насекомых для разработки современных методов биоконтроля.

*Ключевые слова:* полужесткокрылые, зоофаги, зоофитофаги, лабораторное культивирование насекомых, биологический контроль

Современная система защиты растений сталкивается с проблемой резистентности вредителей к инсектицидам и экологическими рисками, что требует поиска альтернативных методов контроля численности фитофагов. Одним из перспективных направлений является применение хищных клопов (Heteroptera), способных эффективно регулировать популяции вредителей. Полужесткокрылые представляют особый интерес для биологической защиты растений благодаря разнообразию трофических стратегий. Среди них выделяются: облигатные хищники (зоофаги) и факультативные хищники (зоофитофаги) обладающие значительным потенциалом для регуляции численности фитофагов. Однако многие аспекты их биологии при искусственном содержании остаются малоизученными. Зоофаги и зоофитофаги представляют интерес по ряду причин: широкий спектр трофических связей, высокая поисковая активность, способность к расселению в агроценозах, минимальное воздействие на нецелевые организмы. Среди клопов наибольший интерес для биозащиты представляют представители семейств Nabidae, Anthocoridae и Pentatomidae, демонстрирующие различные трофические специализации. В России уже нашли применение такие виды как *Orius* spp., *Macrolophus pygmaeus* и *Podisus maculiventris*, однако биоресурсный потенциал этой группы насекомых, обитающих на территории Западной Сибири используется недостаточно.

В ходе исследований 2023-2024 гг. на территории Сибири изучалась возможность лабораторного разведения местных видов хищных клопов, выделенных из районов Новосибирской области, а также близлежащих регионов. Для *Nabis ferus* удалось получить семь поколений, подтвердив его перспективность против тлей. *Picromerus bidens* показал высокую суточную прожорливость (2-4 особи фитофагов/сутки) к различным вредителям, включая колорадского жука. Популяция *Arma custos* успешно поддерживается в лаборатории (12 поколений), демонстрируя стабильную хищническую активность в отношении насекомых из числа как жесткокрылых, так и чешуекрылых.

Полученные результаты свидетельствуют, что хищные полужесткокрылые представляют ценную группу энтомофагов, способную снизить зависимость сельского хозяйства от химических пестицидов. Для широкого внедрения этих видов требуются

дальнейшие исследования по оптимизации методов массового разведения и интеграции в агротехнологии.

*Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (№ 23-26-00073).*

**Список источников**

1. Шаталова Е.И., Ходакова А.В., Кондратюк Е.Ю., Ульянова Е.Г., Андреева И.В. Представители Полужесткокрылых (Hemiptera) Западной Сибири – возможные агенты биологического контроля фитофагов. *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. 2024;(3):113-122. https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-72-3-113-122

2. Wang J. et al. Population growth performance of *Arma custos* (Faricius)(Hemiptera: Pentatomidae) at different temperatures //Journal of Insect Science. – 2022. – Т. 22. – №. 5. – С. 12. doi.org/10.1093/jisesa/ieac058

3. Волков О. Г., Мешков Ю. И., Яковлева И. Н. Развитие и хищничество *Picromerus bidens* (Heteroptera: Pentatomidae) на *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) //Russian Entomological Journal. – 2013. – Т. 22. – №. 1. – С. 43-50.

4. Dumont F; Solà M; Provost C; Lucas E The Potential of *Nabis americoferus* and *Orius insidiosus* as Biological Control Agents of *Lygus lineolaris* in Strawberry Fields. // Insects. – 2023. – 14. – p. 385. https://doi.org/ 10.3390/insects14040385

5. Cabello T, Gallego Granados J, Fernandez-Maldonado F, Soler A, Beltran D, Parra A, Vila E The damsel bug *Nabis pseudoferus* (Hem.: Nabidae) as a new biological control agent of the South American Tomato Pinworm, *Tuta absoluta* (Lep.: Gelechiidae), in tomato crops of Spain. // Bulletin IOBC/WPRS. – 2009. – 49: pp. 219–223

## STUDY OF BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ZOOPHAGOUS AND ZOOPHYTOPHAGOUS TRUE BUGS (HEMIPTERA) UNDER LABORATORY CONDITIONS

**Shatalova E.I. [1,2], Voronkova A.V.[1,2]**

Senior researcher, candidate of biological sciences, laboratory assistant and bachelor

[1] – Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology, Russian Academy of Sciences Krasnoobsk, Russia,

[2] – Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia, elenashatalova@mail.ru

*Abstract.* The paper presents the results of an experimental study on the biological characteristics of true bugs (Hemiptera) capable of preying on insects, including agricultural pests. The research was conducted under controlled laboratory conditions to assess their potential for use in biological plant protection. Special attention was given to the ontogenetic features, trophic preferences, and reproductive characteristics of the studied species (*Nabis ferus, Picromerus bidens, Arma custos*). The obtained data contribute to a better understanding of the biological potential of this insect group for developing modern biocontrol methods.

*Keywords:* true bugs, zoophagous, zoophytophagous, laboratory insect rearing, biological control

# *Земледелие, агрономия и мелиорация*

УДК 631.811.9 : 631.4 (470.324)

## ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ЦИНКА В ПОЧВАХ РЕПЕРНЫХ УЧАСТКОВ ФГБУ ГЦАС «ВОРОНЕЖСКИЙ»

**Волкодавов А.В.**
Аспирант
*Научный руководитель Новичихин А.М., старший научный сотрудник, к с.- х. н.*
Воронежский федеральный аграрный научный центр имени В. В. Докучаева, Таловая, Россия, volkodavov93@mail.ru

*Аннотация*. На основе анализа результатов локального агрохимического мониторинга, проведенного в течение 20-летнего периода на закрепленных реперных участках ФГБУ ГЦАС «Воронежский» установлено существенное снижение содержания подвижного цинка в пахотных почвах. Это дает основание рекомендовать товаросельхозпроизводителям обратить более серьезное внимание на проблему применения цинковых удобрений.

*Ключевые слова:* цинк, микроэлементы, черноземы, мониторинг, реперные участки.

Введение. Цинк является жизненно важным микроэлементом в жизни растений. Он необходим в качестве компонента активного центра многих ферментов, обеспечивающих протекание рядовых биохимических реакций (РНК-полимераза, гидрогенеза, карбоангидраза и др.), а также важен для организации генетического материала в структуре белков-гистонов, которые взаимодействуют с молекулами ДНК [1, 2]. Цинк важен для синтеза белков, липидов, метаболизма углеводов и нуклеиновых кислот.

Цинк играет существенную роль при в образовании фитогормона ауксина. При его внесении повышается содержание ауксинов и увеличиваются темпы роста растений. При нехватке цинка возрастает проницаемость мембран, нарушается фосфорный обмен – происходит накопление фосфора в корнях, задерживается его транспорт в надземные органы, становится более медленным превращение фосфора в органические формы. При дефиците цинка в почве в растениях отмечается уменьшение содержания сахарозы и крахмала, возрастает количество органических кислот и небелковых соединений азота – амидов и аминокислот. Также в несколько раз уменьшается скорость деления клеток, в результате чего наблюдаются морфологические изменения листьев, нарушение растяжения клеток и дифференциации тканей. Самым явным признаком цинкового голодания растениями — это задержка роста междоузлий и листьев, появление хлороза и развитие розеточности [3].

Таким образом, недостаток цинка может выступать лимитирующим фактором получения высоких урожаев растениеводческой продукции, во избежание чего необходимо проводить мероприятия по внесению этого микроэлемента в почву [4-6]. Данные исследований отечественных авторов свидетельствуют об эффективном влиянии цинковых удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур. Так, в условиях Кубани внесение цинковых удобрений из расчета 2 кг/га д.в. привело к увеличению урожайности зерна риса на 0,2-0,3 т/га [7].

Исследования по действию цинковых удобрений на урожай озимой пшеницы на дерново-подзолистых почвах Калининградской области показали, что некорневая подкормка растений раствором сернокислого цинка привела к увеличению урожая зерна на 0,31 т/га (7%) при урожайности 4,78 т/га [8].

Положительное действие цинковых удобрений было отмечено в условиях Западной Сибири [9]. Их внесение в дозах 4 и 8 кг/га позволило сформировать высокую прибавку

урожая озимой пшеницы – 0,64 и 0,50 т/га (при урожайности в контрольном варианте 2,43 т/га).

В литературных источниках накоплено достаточно сведений о снижении содержания подвижного цинка в почве при сельскохозяйственном ее использовании. Так, в условиях Липецкой области за временной интервал с 1995 по 2012 годы отмечено более чем трехкратное снижение содержания подвижных форм цинка в пашне. [10]. Данные исследований, проведенных в Курской области также свидетельствуют о существенном снижении его содержания в обрабатываемых землях [11].

Материалы и методы. В основе работы лежат данные локального мониторинга, проведенного специалистами ФГБУ ГЦАС «Воронежский» в базовых хозяйствах Воронежской области на закрепленных реперных участках в период с 2003 по 2023 годы.

Реперный участок — это обрабатываемое поле или отдельный участок площадью не более 40 и не менее 4 га с точными географическими координатами и привязкой к постоянным ориентирам на местности. Почвенный покров реперного участка, интенсивность и характер применения средств химизации на нем, типичны для окружающих полей расположенных в окрестности. Почвы реперных участков находятся всегда в производственном сельскохозяйственном использовании и не исключаются из севооборота.

Специалистами агрохимической службы ежегодно весной проводилось обследование почв на реперных участках. Они разбивались на четыре одинаковых элементарных участка, на каждом из которых отбиралось не менее 20 точечных проб с последующим объединением в одну. На пашне пробы отбирали на глубину пахотного слоя, а на орошаемых участках – на глубину пахотного и подпахотного горизонтов).

Анализы для определения содержания подвижных форм цинка выполнены в соответствии с принятым в агрохимслужбе атомно-абсорбционным методом из ацетатно-аммонийного буфера с pH=4,8 в модификации ЦИНАО, ГОСТ Р 50683-94, ГОСТ Р 50686-94, ГОСТ Р 50685-94.

Результаты и обсуждение. Мониторинг содержания подвижной формы цинка в почвах реперных участков Воронежской области за 20-ти летний период (рис. 1) свидетельствует о заметном снижении этого показателя потенциального плодородия почв.

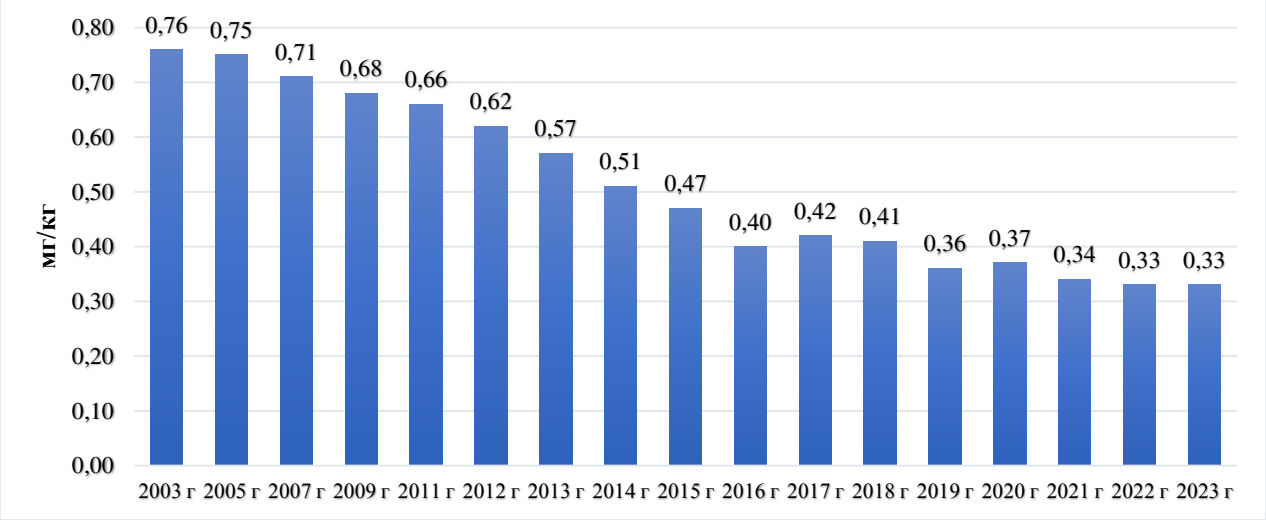



Рис. 1. Динамика среднего содержания подвижной формы цинка на реперных участках ФГБУ ГЦАС «Воронежский»

Так, если в 2003 году в среднем по обследуемым участкам содержание подвижного цинка в пахотном слое почвы составляло 0,76 мг/кг, то за следующий десятилетний период

снизилось до 0,63 мг/кг и на момент 2023 г. оно составляло 0,33 мг/кг. Такая закономерность отслеживается на всех отдельно взятых участках за весь период наблюдения.

С целью оценки представленных нами данных обеспеченности почв Воронежской области подвижным цинком ниже в таблице приводится общепринятая группировка почв Центрально-Черноземного региона по содержанию этого элемента минерального питания определяемого в вытяжке ацетатно-аммонийного буферного раствора с (pH=4,8) [12].

Таблица1. Градация почв по содержанию подвижной формы цинка мг/кг.

| Микроэлемент | Низкое | Среднее | Высокое |
|---|---|---|---|
| Цинк | <2,0 | 2,1-5,0 | >5,0 |

При сравнении данных представленных на рисунке 1 и в таблице следует, что как 20 лет назад, так и в настоящее время обеспеченность пахотных земель Воронежской области была и остается низкой. При этом за этот период она снизилась более, чем в два раза.

Причинами негативной динамики изменения содержания подвижного цинка в почвах области за 20-летний период, считаем, являются следующие:

1. Недостаточное его поступление с минеральными и органическими удобрениями;

2. Нейтральная реакция почвенной среды (для подавляющего большинства почв исследуемых участков характерна нейтральная и близкая к нейтральной реакция среды, однако, как известно доступность цинка культурным растениям выше на кислых почвах вследствие его более высокой подвижности) [9];

3. Возрастающее отчуждение цинка с урожаями сельскохозяйственной продукции. Так, основываясь на справочных данных по выносу цинка основными сельскохозяйственными культурами [12, 13], данных Росстата о посевных площадях и урожайности культур за исследуемый период [14] нами установлено, что только за период с 2006-2010 гг. по 2021-2023 гг. ежегодное отчуждение цинка с урожаями сельскохозяйственных культур увеличилось с 2,17 до 2,59 кг/га (рис. 2).

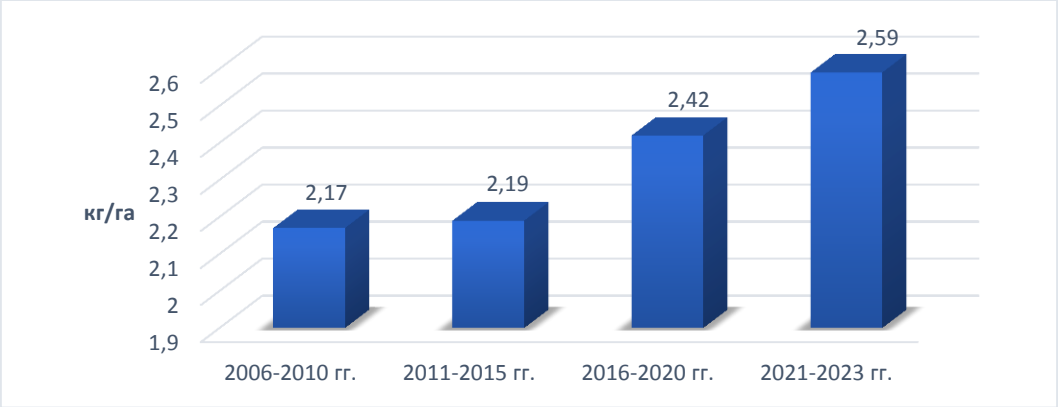



Рис. 2. Отчуждение цинка с урожаем основных сельскохозяйственных культур в Воронежской области.

Заключение. Мониторинг содержания подвижных форм цинка в пахотных почвах Воронежской области позволяет сделать следующие основополагающие выводы:

– на всех реперных участках наблюдается дефицит подвижных соединений цинка с содержанием менее 1,0 мг/кг почвы. Это может являться существенной причиной недополучения урожаев возделываемых культур;

– за 20-летний период наблюдений в пахотных почвах Воронежской области произошло более чем двукратное снижение содержания подвижного цинка.

– судя по низкой обеспеченности почв подвижным цинком можно с большой долей уверенности утверждать, что превышение ПДК цинка как в основной, так и в побочной продукции не актуально.

Таким образом, полученные результаты исследований свидетельствуют о необходимости увеличения объемов применения цинковых удобрений на пахотных почвах Воронежской области.

**Список источников**

1. Иванищев В.В. Молекулярная биология: учебник, 2-изд. М.: РИОР: ИНФФРА-М, 2020. 233 с. DOI: https://doi.org/10.29039/01857-6.
2. Иванищев В.В. Цинк в природе и его значение для растений. д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой, – Тула, 2022. – 36 с.
3. Физиология растений / под ред. И.П. Ермакова. М.: Академия, 2007. С. 411 – 415.
4. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеивание. М.: Мысль, 1983. – 272 с. Научный журнал КубГАУ, №95(01), 2014 года.
5. Ковальский В.В., Андрианова Т.А. Микроэлементы в почвах СССР. М.: Наука, 1970. – 179 с.
6. Состояние окружающей среды. Программа ООН по окружающей среде. М.: ВИНИТИ, 1980. – 162 с.
7. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Гуторова О.А. и др. Способ предпосевного внесения в почву под семена риса цинковых удобрений в условиях Кубани / Патент на изобретение. Кубань, 2023.
8. Депутатов К.В. Зависимость зерновой продуктивности озимой пшеницы от внесения цинковых удобрений / Балтийский морской форум. Калининград, 2022. – С. 145-150.
9. Боренко И.А., Гоман Н.В., Попова В.И., Болдышева Е.П. Эффективность основного внесения цинковых удобрений под озимые зерновые культуры на лугово-черноземной почве Западной Сибири / Омский научный вестник. Омск, 2011. – С. 246-250.
10. Воропаев В.Н., Сотников Б.А., Астахов Ю.А. и др. О многолетней динамике содержания цинка в почвах пашни и залежи чернозема выщелоченного и его накопление в растительной продукции / Экология Центрально-Черноземной области Российской Федерации. – Елец, 2014. – С. 24-28.
11. Митрохина О.А. Динамика содержания цинка и меди в почвах ЦЧР / Окружающая среда: комфортность и экологическая безопасность / Курский государственный университет. Курск, 2021.
12. Волошин Е.И. Баланс микроэлементов в земледелии Красноярского края // Вестник Красноярского ГАУ, 2008, № 5. - С. 6з-66.
13. Зборищук Ю.Н., Турусов В.И. Микроэлементы в почвах Каменной Степи / Монография. – Воронеж, 2019. – 94 с.
14. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) / Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.fedstat.ru/organizations

## DYNAMICS OF ZINC CONTENT IN SOILS IN REFERENCE AREAS OF THE VORONEZH REGION.

**Volkodavov A.V.**
Graduate Student
*Scientific supervisor Novichikhin A.M., s.r.f., Candidate of Agricultural Sciences*
Voronezh Federal Agrarian Scientific Center named after V.V.Dokuchaev

Talovaya, Russia, volkodavov93@mail.ru

*Abstract.* Based on the analysis of the results of local agrochemical monitoring conducted over a 20-year period at the fixed reference sites of FGBI GCAS Voronezh, a significant decrease in the content of mobile zinc in arable soils has been established. This gives reason to recommend agricultural producers to pay more serious attention to the problem of using zinc fertilizers.

*Keywords:* zinc, trace elements, chernozems, monitoring, reference sites.

УДК 631.46 : 635.655

## ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В РИЗОСФЕРЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

**Киселёва А.А., Шулико Н.Н.**
Младший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник, к. с.-х. н.
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия, alina.veinbender@mail.ru

*Аннотация.* Представлены данные по изучению влияния биологических препаратов Мизорин и Флавобактерин на активность фосфатмобилизующей микрофлоры в ризосфере яровой мягкой пшеницы. Более отзывчивой на инокуляцию была прикорневая микробиота пшеницы сорта Омская 42, при бактеризации Флавобактерином увеличение составило 80% в 2023 г., 45% в 2024 г. относительно контроля.

*Ключевые слова:* микробоценоз, ризосфера, биопрепараты, бактеризация, сорта.

*Финансирование: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-10064, https://rscf.ru/project/23-76-10064/.*

**Введение.** К основным факторам регулирования почвенного плодородия относятся почвенные микроорганизмы. Динамика их численности зависит от множества факторов: погодные условия, агроприемы, а также виды возделываемых культур [1]. Одним из популярных агроприемов является инокуляция семян перед посевом. В настоящее время поиск штаммов микробных препаратов, стимулирующих азотфиксирующую способность растений, относится к перспективным научным направлениям [2, 3].

**Цель исследований**: определить влияние предпосевной инокуляции семян на численность фосфатмобилизующих микроорганизмов в ризосфере различных сортов яровой мягкой пшеницы.

**Методы исследований.** Исследования проводили на полях Омского аграрного научного центра в 2023-2024 гг. Метеоусловия лет исследований были контрастными. Засушливые условия с недостаточным увлажнением сложились в 2023 году, ГТК - 0,8. В 2024 году отмечалось сильное весеннее увлажнение, с резкими ливневыми осадками в течении вегетационного периода, ГТК – 1,7. Мелкоделяночный полевой опыт заложен на лугово-черноземной среднемощной среднегумусовой тяжелосуглинистой почве, в четырехкратной повторности, площадь одной делянки составляет 15 м$^2$. В качестве объекта исследований выбраны сорта мягкой яровой пшеницы селекции Омского АНЦ – Омская 42, Тарская 12.

*Сорт Омская 42* - среднепоздний, вегетационный период - 83-105 дней. Обладает устойчивостью к полеганию и засухоустойчивостью на уровне стандарта. Устойчив к различным болезням (стеблевой ржавчин, бурой ржавчине, септориозу и т. д.).

*Сорт Тарская 12* - скороспелый, отличается высокой урожайностью, устойчивость к листовым заболеваниям и высокое качество зерна. Включен в список сортов сильной пшеницы.

Семенной материал обрабатывали биологическими препаратами Мизорин (*Arthrobacter mysoren*s 7) и Флавобактерин (*Flavobacterium sp.* L-30). Биологические препараты предоставлялись из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Пушкин).

Учет численности фосфатмобилизующих микроорганизмов проводили на твердой питательной среде Муромцева-Герретсена из разведения $10^{-6}$ [4]. Почвенные образцы отбирали три раза в течении вегетационного периода в основные фазы развития культуры (кущение, колошение, налив зерна).

**Результаты и обсуждение**. Фосфатмобилизующие бактерии - разлагают фосфорсодержащие органические вещества в почве и усиливают мобилизацию фосфора из труднодоступных соединений почвы в легкодоступные для растений.

Численность фосфатмобилизующих микроорганизмов в 2023 г. варьировала в пределах 22,3-40,3 млн КОЕ/г, в 2024 г. количество бактерий было существенно выше, составляя 67,3-131,0 млн КОЕ/г, данная тенденция может быть связана с различными метеоусловиями периодов вегетации (рисунок). Отмечен рост тестируемой группы бактерий при обработке семян биопрепаратом Флавобактерин на 80%, Мизорин на 19% в 2023 г. у сорта Омская 42. В ризосфере сорта Тарская 12 отмечен рост бактерий при инокуляции Флавобактерином на 20% к контролю.

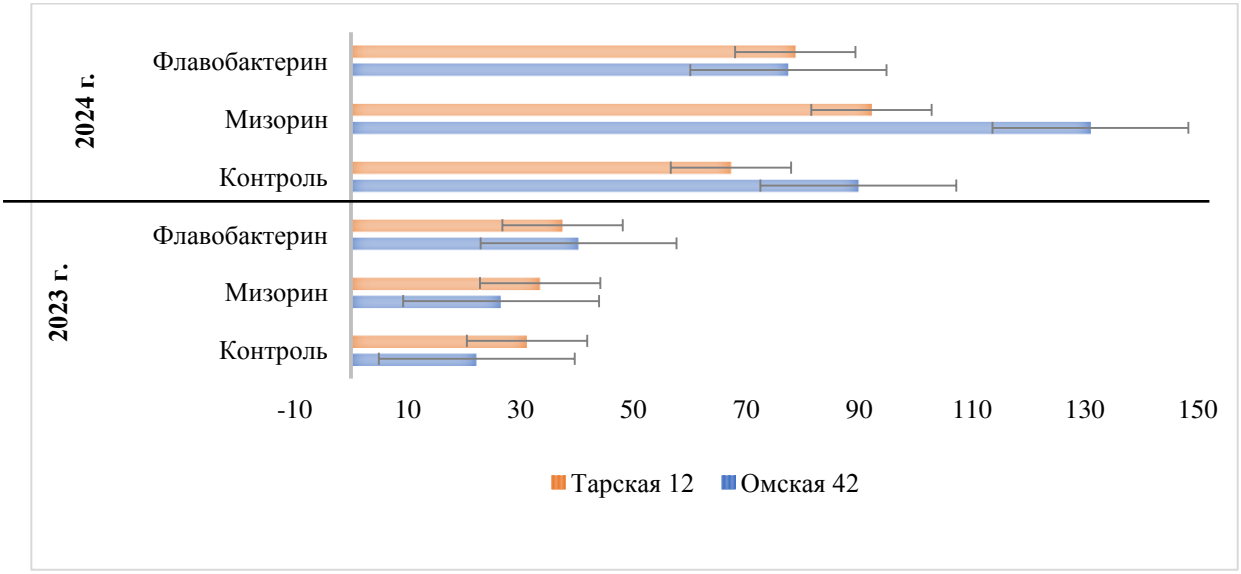



Рис. 1. Количество фосфатмобилизующих бактерий в ризосфере яровой мягкой пшеницы при инокуляции, n=6

В условиях 2024 г. предпосевная бактеризация семян сорта Омская 42 стимулировала рост бактерий на 45% в сравнении с контролем. Стоит отметить и ингибирующее влияние микробного препарата Флавобактерин на численность бактерий (77,5 млн. КОЕ/г) при уровне на контроле 89,9 млн КОЕ/г. Применение биопрепаратов стимулировало активность фосфатмобилизующих бактерий в прикорневом слое сорта Тарская 12 на 36 % при интродукции в почву *Arthrobacter mysoren*s 7 и на 16% при *Flavobacterium sp.* L-30.

**Заключение.** Таким образом, предпосевная инокуляция семян способствовала росту активности фосфатмобилизующих бактерий, участвующих в питании растений.

## Список источников

1. Селюк, М. П. Микробиологическая активность сибирских почв / М. П. Селюк, Т. В. Шульга, Е. Ю. Торопова // Инновационные решения молодых ученых в аграрной науке : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 26 декабря 2018

года. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2019. – С. 10-15. – EDN MAFRAK

2. Чевердин, А. Ю. Эффективность диазотрофных препаратов в агроэкологических условиях Центрального Черноземья / А. Ю. Чевердин // Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве : Материалы XI Международной научно-практической конференции, Киров, 02–04 апреля 2024 года. – Киров: Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, 2024. – С. 289-293. – EDN DKKEMZ.

3. Чевердин, А. Ю. Состав микробного ценоза в посевах сои / А. Ю. Чевердин, Ю. И. Чевердин // Инновационные пути развития адаптивно-ландшафтных систем земледелия : Сборник докладов VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения чл.-корр. РАСХН В.М. Володина, Курск, 25–27 сентября 2024 года. – Курск: Курский федеральный аграрный научный центр, 2024. – С. 436-438. – EDN RRUQRC.

4. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии 4-е изд., перераб. и доп. / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева // М.: Колос, 1993. – 175 с

## THE EFFECT OF BIOLOGICAL PRODUCTS ON THE NUMBER OF PHOSPHATE-MOBILIZING MICROORGANISMS IN THE RHIZOSPHERE OF SPRING SOFT WHEAT

**Kiseleva A.A., Shuliko N.N.**
m.n.s., v.s.s., Candidate of Agricultural Sciences
Omsk Agricultural Research Center
Omsk, Russia, alina.veinbender@mail.ru

*Annotation.* Data on the study of the effect of biological preparations Mizorin and Flavobacterin on the activity of phosphate-mobilizing microflora in the rhizosphere of spring soft wheat are presented. The Omsk 42 wheat variety is more responsive to associative nitrogen fixation when bacteritized with Flavobacterin by 80 in 2023, by 45% to control in 2024.

*Keywords:* microbiocenosis, rhizosphere, biological products, bacterization, varieties.

УДК 631.8

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНДОФИТНЫХ ГРИБОВ В ПОСЕВАХ ОВСА

**Кривоносова Л.А.**
Магистрант
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия,
krivonosoval17@gmail.com

*Аннотация.* Исследовано влияние эндофитных грибов *Beauveria bassiana* и *Metarhizium robertsii* на рост и развитие овса сорта Краснообский в условиях лесостепной зоны Новосибирской области. Показано, что препарат на основе эндофитных грибов положительно влияет на биометрические показатели овса и повышает урожайность культуры.

*Ключевые слова:* эндофитные грибы, овес, урожайность овса, Beauveria *bassiana, Metarhizium robertsii.*

Объемы использования пестицидов в сельском хозяйстве России за последние десятилетия демонстрируют рост. Площадь сельскохозяйственных угодий, обработанная пестицидами, в 2023 году составила 93704 тыс. га, что составляет 42,2% от общей площади

сельскохозяйственных угодий [1]. Но на сегодняшний день традиционные методы ведения сельского хозяйства превращаются в агроэкологические методы, которые лучше учитывают биологические механизмы и сохраняют экосистемы [2].

Биологические методы (такие как биопрепараты, полезные микроорганизмы и биостимуляторы) становятся все более популярными благодаря росту интереса к органическому земледелию и экологически чистому производству продуктов питания. Они позволяют снизить зависимость от синтетических агрохимикатов, уменьшить экологические риски, связанные с остатками пестицидов в почвах и загрязнением подземных вод.

Один из альтернативных способов повышения продуктивности и защиты растений от стрессовых факторов, болезней и вредителей является применение эндофитных грибов, то есть грибов, присутствующих в растительных тканях бессимптомно и не сопровождающихся какими-либо патологическими изменениями растений [3].

Многие исследования показали, что энтомопатогенные грибы, в частности Beauveria *bassiana* и *Metarhizium robertsii* могут стимулировать рост растений, особенно в условиях стресса. Примеры с *M.robertsii* включают значительное увеличение урожайности лука [4], более крупные растения томатов [5], а также усиленный рост рассады сои в условиях солевого стресса [6]. В большинстве этих исследований *M. Robertsii* применялся в качестве инокулянта для обработки почвы или семян. Применение *B. bassiana* способствовало увеличению биомассы растений, улучшению роста корневой системы и повышению урожайности фасоли [7], в исследованиях на кукурузе колонизация грибом привела к ускорению цветения и повышению устойчивости к засухе [8], в условиях осмотического стресса у томатов улучшила поглощение воды и морфологию устьиц, что способствовало выживанию растений [9]. В целом, грибы-ассоциаты способствуют ускорению роста растений за счет усвоения фосфора и других питательных элементов, поглощения азота из разлагающейся органики и содействия накоплению углерода в почве.

Для разработки в качестве биопестицидов особенно хорошо подходят энтомопатогенные грибы, поскольку в отличие от бактерий и вирусов, которые должны попадать в организм, чтобы вызывать заболевания, грибы обычно поражают насекомых путем прямого проникновения через кутикулу. Эти грибы способны разрушать, проникать и ассимилировать кутикулу насекомых, используя комбинацию ферментов, разрушающих кутикулу, и механического давления, преодолевая при этом любые возникающие нагрузки [10].

Цель работы – изучить влияние эндофитных грибов Beauveria *bassiana* и *Metarhizium robertsii* на рост и развитие овса в условия лесостепной зоны Западной Сибири.

Объектом наших исследований стал овес сорта *Краснообский*. Овес является важной продовольственной и кормовой культурой, возделываемой в России и в Западной Сибири, в частности. Новосибирская область входит в десять основных регионов-производителей этой культуры. В связи с этим, применение экологически безопасных способов повышения продуктивности овса является особенно актуальным.

Опыт по влиянию эндофитных грибов B.bassiana и *M*.robertsii на рост и развитие овса сорта *Краснообский* проводился с мая по сентябрь 2024 года в СибНИИ кормов СФНЦА РАН на черноземе выщелоченном среднемощном среднесуглинистом. Посев проведен 18 мая.

Опыт закладывался в пятикратной повторности по паровому предшественнику, размещение вариантов систематическое, посевная и учетная площадь делянок 4х15 м = 60 м$^2$. Норма высева овса 5,5 млн. всхожих зерен на гектар.

Схема опыта:

1. Овес, контроль;
2. Овес, обработанный грибами *Metarhizium robertsii + Beauveria bassiana*;

Учеты высоты растений, количества стеблей, массы корня и массы растений проводились несколько раз за период вегетации, в фазу трубкования, начала формирования

зерна, молочной спелости, а также проводился учет фактической и биологической урожайности в фазу полной спелости зерна.

Учет массы корней растений овса в фазу трубкования показал достоверное увеличение данного показателя на варианте с предпосевной обработкой семян на 26% (p = 0,005), в фазу начала формирования зерна на 9% (p=0,006), в фазе молочной спелости на 10,5% (p = 0,0209) (рис. 1.).

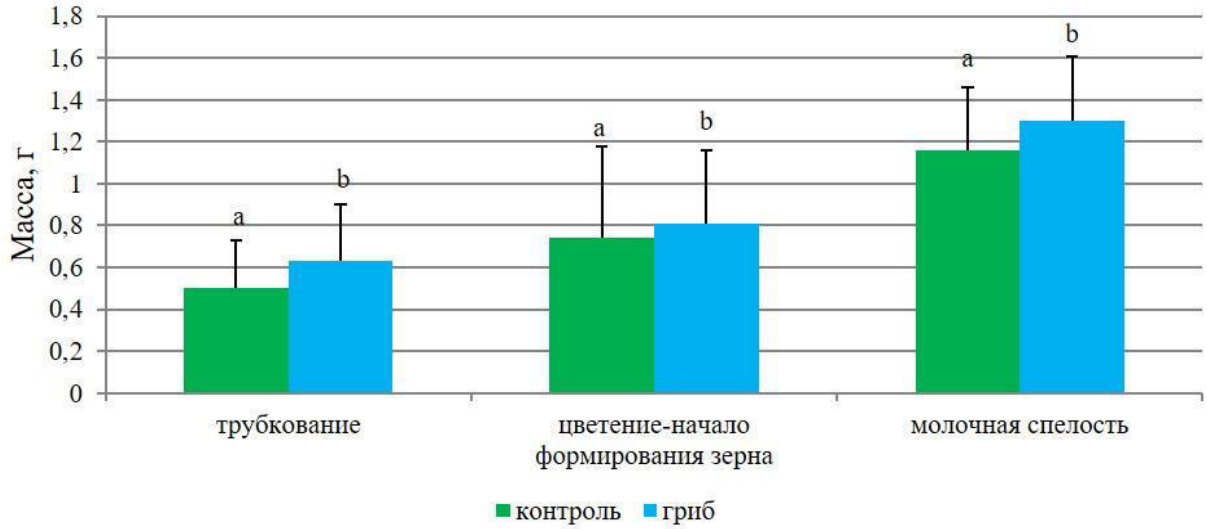



Рис. 1. Масса корней растений овса по основным фазам развития, 2024 г., см. Планки погрешностей – стандартное отклонение, буквы – значимость отличия по тесту Манна-Уитни (p < 0,05)

В фазу трубкования на варианте с предпосевной обработкой семян высота растений достоверно увеличилась на 8,5% (p = 0,003), (рис. 2.) в фазу начала формирования зерна на 15,7% (p=0,0006), в фазу молочной спелости высота увеличилась на 8,1% (p = 0,008).

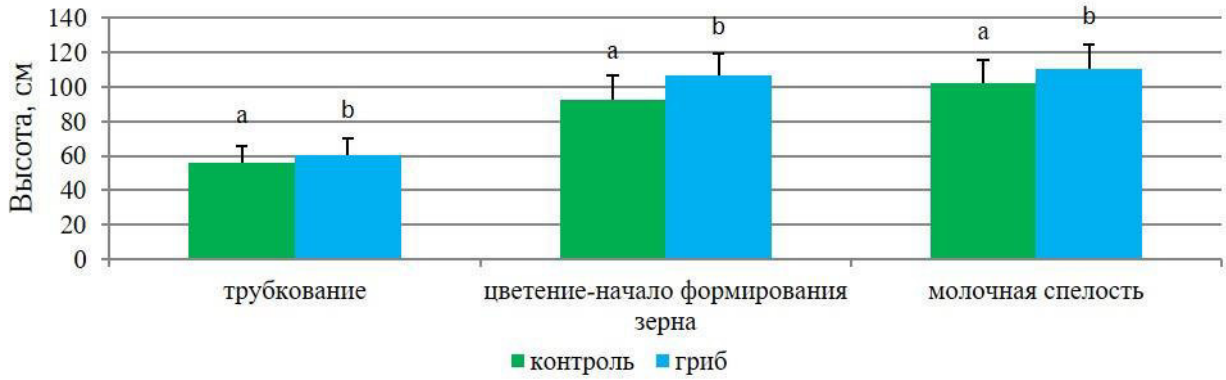



Рис. 2. Высота растений овса по основным фазам развития растений, 2024 г., см. Планки погрешностей – стандартное отклонение, буквы – значимость отличия по тесту Манна-Уитни (p < 0,05)

Можно также отметить достоверную прибавку массы растения в основные фазы роста и развития культуры (рис. 3.). В фазу трубкования средняя масса растения на варианте с предпосевной обработкой составила 6, 47 г, что на 22,4% больше контроля (p = 0,003), в фазу начала формирования зерна прибавка составила 23,4% (p = 0,005), в фазу молочной спелости зерна – 21,3% (p = 0,019).

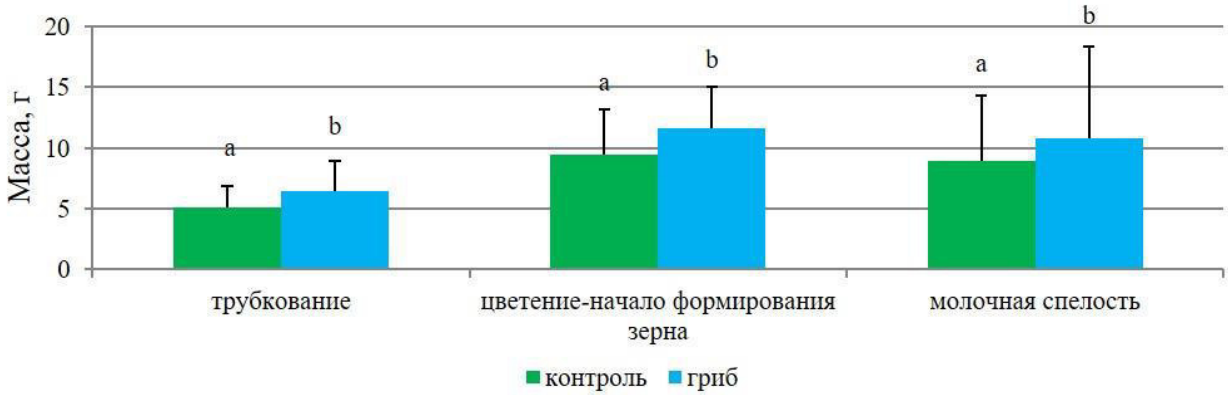



Рис. 3. Масса растений овса по основным фазам развития, 2024 г., см. Планки погрешностей – стандартное отклонение, буквы – значимость отличия по тесту Манна-Уитни ($p < 0,05$)

На формирование количества стеблей растений овса применение эндофитных грибов не оказало достоверного влияния.

Предпосевная обработка семян конидиями грибов *M. robertsii* + *B. bassiana* достоверно увеличила урожайность овса на 17,6% или 5,03 ц/га ($p = 0,0158$). Применение обработки положительно отразилось на элементах структуры урожая овса (табл. 1). Количество зерен с одного растения увеличилось на 7 шт. ($p = 0,543$) с достоверным увеличением массы зерна с одного растения на 0,4 г (на 17,4%) ($p = 0,03041$)

Таблица 1. Продуктивность элементов структуры урожая овса

| Вариант | Урожай-ность, ц/га | Прибавка к контролю, ц/га | Биологи-ческий учет, ц/га | Масса 1000 зерен, г | Количество зерен с одного растения, шт | Масса зерна с одного растения, г |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Контроль | 28,4 | - | 30,3 | 37,1 | 53 | 1,9 |
| Овес+гриб | 33,5 | 5,1 | 35,3 | 35,0 | 60 | 2,3 |

На основе приведенных данных можно сделать вывод о высокой эффективности применения биопрепарата на основе эндофитных грибов *Beauveria* и *Metarhizium* в условиях лесостепной зоны Западной Сибири для повышения продуктивности овса сорта Краснообский.

**Список источников**

1. Основные показатели охраны окружающей среды : статистический бюллетень. – Москва : Росстат, 2023. – URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/oxr_bul_2023.pdf (дата обращения: 18.02.2025).

2. Курамшина, З. М. Влияние биоудобрения на основе микоризных грибов на рост и микоризацию корней культурных растений / З. М. Курамшина, К. В. Свиридова // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 12. – С. 39-43. – DOI 10.17513/use.37733. – EDN SOHVVL.

3. Schulz B., Boyle C. The endophytic continuum // Mycol. Res. 2005. V. 109. P. 661–686.

4. Maniania N. K. et al. A field trial of the entomogenous fungus Metarhizium anisopliae for control of onion thrips, Thrips tabaci //Crop protection. – 2003. – Т. 22. – №. 3. – С. 553-559.

5. Elena G. J. et al. Metarhizium anisopliae (Metschnikoff) Sorokin promotes growth and has endophytic activity in tomato plants //Adv Biol Res. – 2011. – Т. 5. – №. 1. – С. 22-27.

6. Khan A. L. et al. Pure culture of Metarhizium anisopliae LHL07 reprograms soybean to higher growth and mitigates salt stress //World Journal of Microbiology and Biotechnology. – 2012. – Т. 28. – С. 1483-1494.

7. Afandhi A. et al. Endophytic fungi Beauveria bassiana Balsamo accelerates growth of common bean (Phaeseolus vulgaris L.) //Chemical and Biological Technologies in Agriculture. – 2019. – Т. 6. – №. 1. – С. 1-6.

8. Kuzhuppillymyal-Prabhakarankutty L. et al. Endophytic Beauveria bassiana promotes drought tolerance and early flowering in corn //World Journal of Microbiology and Biotechnology. – 2020. – Т. 36. – С. 1-10.

9. Guo W. et al. Endophytic Colonization of Beauveria bassiana Enhances Drought Stress Tolerance in Tomato via “Water Spender” Pathway //International Journal of Molecular Sciences. – 2024. – Т. 25. – №. 22. – С. 11949.

10. Ortiz-Urquiza A., Keyhani N. O. Action on the surface: entomopathogenic fungi versus the insect cuticle //Insects. – 2013. – Т. 4. – №. 3. – С. 357-374.

## PROSPECTS FOR THE USE OF ENDOPHYTIC FUNGI IN OAT CROPS

**Krivonosova L.A.**
Master's degree student
Novosibirsk State Agrarian University
Novosibirsk, Russia, krivonosoval17@gmail.com

*Abstract*. The effect of endophytic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium robertsii* on the growth and development of Krasnoobsky oats in the forest-steppe zone of the Novosibirsk region has been studied. It has been shown that the preparation based on endophytic fungi has a positive effect on the biometric parameters of oats and increases crop yield.

*Key words*: endophytic fungi, oats, productivity of *Beauveria bassiana* oats, *Metarhizium robertsii*.

УДК631.415.2 (470.324)

## ДИНАМИКА КИСЛЫХ ПОЧВ ВСЕВЕРНЫХ И ЮЖНЫХ РАЙОНАХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

**Медведев Д.А.**
Аспирант
*Научный руководитель Новичихин А.М., старший научный сотрудник., к с.- х. н.*
Воронежский федеральный аграрный научный центр имени В. В. Докучаева, Таловая, Россия, medwedewdimas@yandex.ru

*Аннотация.* Исследования проводили с целью изучения динамики изменения обменной кислотности почв северной и южной части Воронежской области. Для этого проанализированы данные за более чем 40-летний период проведения агрохимического мониторинга почв в Верхнехавском, Новоусманском, Панинском, Эртильском, Богучарском и Кантемировском районах. Анализ динамики обменной кислотности выявил увеличение доли кислых почв в структуре пашни рассматриваемых районов за последнее время.

Представленные данные могут быть использованы с целью более оптимального использования пашни рассматриваемых районов путем корректировки внесения удобрений и планирования проведения химической мелиорации почв, что скажется на экономической эффективности использования угодий в сельскохозяйственном производстве.

*Ключевые слова:* кислотность почв, динамика, агрохимическое обследование, черноземы

*Введение.* Воронежская область – одна из южных областей Центрального Федерального округа, расположена в центральной зоне европейской части России и входит в Среднерусскую провинцию. Почвенный покров региона характеризуется высоким плодородием пахотных земель. Существенным фактором, влияющим на плодородие почв, служит кислотность. Влияние кислой реакции сопровождается снижением роста растений, содержания доступных для растений форм основных питательных элементов, уменьшением содержания гумуса и ухудшением его качества, снижением биологической активности и ухудшением физико-химических свойств почвы [1-4].

Ежегодные потери урожая, обусловленные ее неблагоприятным влиянием на растения, в масштабах страны оцениваются в 10-12 млн. т. зерна [5]. Изменение реакции почвенной среды в кислую сторону может происходить вследствие возросших темпов интенсификации земледелия, миграции кальция и магния из корнеобитаемого слоя с инфильтрационными водами, применения физиологически кислых минеральных удобрений и т.д. [6, 7].

С началом учета кислых почв агрохимической службой, который берет свое начало с 1979 г., их доля в структуре пашни Воронежской области постепенно увеличивалась [8]. Так, по данным агрохимического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения по состоянию на 01.01.2020 г. в регионе 31,0% или 699,5 тыс. га пахотных земель имели избыточную кислотность ($pH_{kcl}$< 5,6). При чем в структуре пашни северных районов области доля кислых почв существенно выше, чем в южных. Это послужило поводом к исследованию динамики изменения кислотности почв и ее сравнения между северной и южной частью Воронежской области.

*Цель работы* – изучить динамику изменения кислотности пахотных почв северной и южной части Воронежской области в процессе длительного сельскохозяйственного использования.

*Материалы и методы.* В работе использованы материалы сплошного агрохимического обследования пахотных почв, проводимого агрохимической службой Воронежской области. Для сравнения и анализа динамики изменения кислотности почв были выбраны Верхнехавский, Новоусманский, Панинский и Эртильский районы северной части области и Богучарский с Кантемировским – южной части (рис. 1).

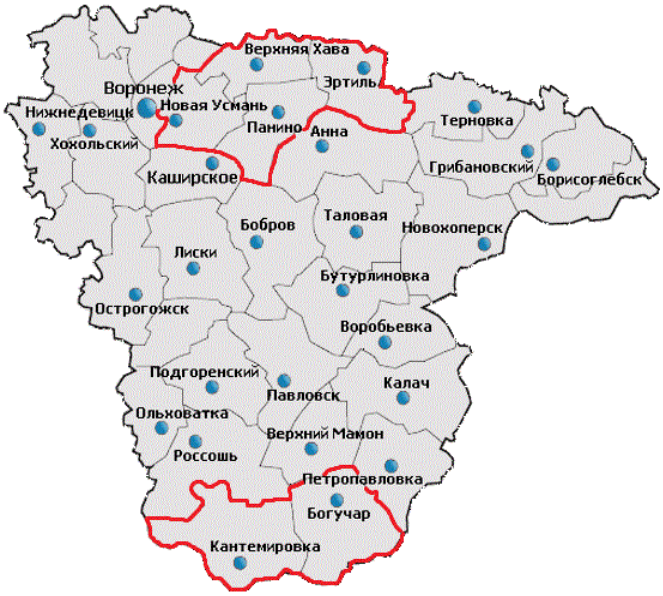



Рис. 1. Районы исследования на карте Воронежской области

Общая площадь территории Верхнехавского, Новоусманского, Панинского и Эртильского районов составляет 387,5 тыс. га, в том числе сельскохозяйственных угодий 378,7 тыс. га, из них пашни – 341,0 тыс. га [9]. Площадь Богучарского и Кантемировского районов составляет 338,8 тыс. га, среди которой 321,5 тыс. га приходится на сельскохозяйственные угодья и 252,8 тыс. га – на пашню.

По характеру почв исследуемая территория делится на лесостепную и степную части. К первой относятся районы, расположенные в северной части области, для которых характерно преобладание черноземов выщелоченных и типичных. Ко второй – южные районы области, где наибольшее распространение получили черноземы обыкновенные и южные [10].

Периодичность агрохимического обследования почв для хозяйств, представленных районов области составляет 5 лет. В настоящее время полностью закончен 10-й тур агрохимического обследования. При агрохимическом обследовании пахотного слоя почвы отбиралась одна объединенная почвенная проба, состоящая из 20 точечных проб, с площади 15 га – для лесостепной зоны и с 25 га – для степной.

*Результаты и обсуждение.* В ходе анализа агрохимических данных за III цикл обследования (1979-1985 гг.) было установлено, что доля кислых почв в северных районах области составила 31,7%, в то время как в южных – 7,6% (рис. 2). Наибольшая доля кислых почв в структуре пашни оказалась в Новоусманском районе, наименьшая – в Кантемировском, где они занимали соответственно 60,6% и 6,5% от обследованной площади.

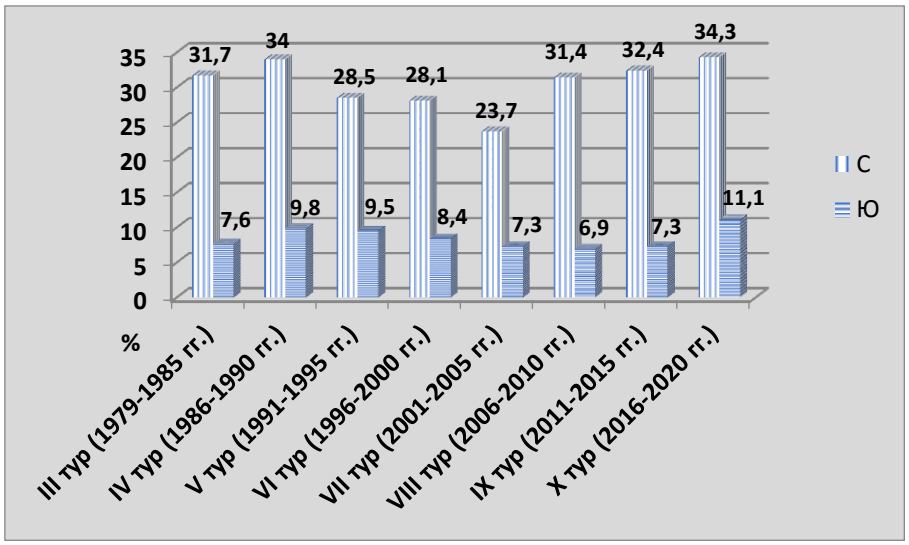



Рис. 2. Динамика распределения кислых почв в северных и южных районах области. Условные обозначения: С – северные районы (Верхнехавский, Новоусманский, Панинский, Эртильский); Ю – южные районы (Богучарский, Кантемировский)

Данные IV тура агрохимического обследования (1986-1990 гг.) свидетельствуют об увеличении доли кислых почв в структуре пашни на 2,3% – для северных районов и на 2,2% – для южных. Отдельно можно выделить Новоусманский и Богучарский районы, где кислые почвы занимали 69,0% и 13,7% от обследуемой площади пашни, что на 8,4% и 4,8% соответственно больше относительно предыдущего цикла. Это произошло на фоне интенсивной химизации сельского хозяйства. Так, согласно архивным данным ФГБУ ГЦАС «Воронежский», уровень применения минеральных удобрений в рассматриваемый промежуток времени достиг 136,5 кг/га д.в. в северных районах области и 108,0 кг/га д.в. в южных, что является максимумом за весь период агрохимического мониторинга (рис.3).

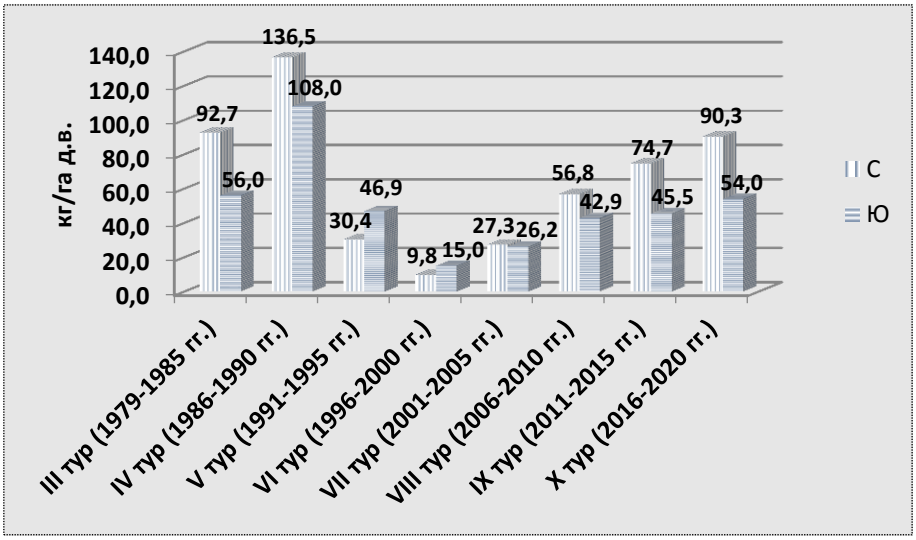



Рис. 3. Динамика внесения минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры в Воронежской области. Условные обозначения: С – северные районы (Верхнехавский, Новоусманский, Панинский, Эртильский); Ю – южные районы (Богучарский, Кантемировский)

На протяжении следующих трех циклов агрохимического обследования (1991-2005 гг.) прослеживается тенденция снижения доли кислых почв в структуре пашни рассматриваемых районов. Так, по окончанию VII тура (2001-2005 гг.) в северных районах области они занимали 23,7% обследуемой площади, а в южнных – 7,3%, что на 10,3% и 2,5% соответственно меньше относительно IV цикла агрохимического обследования (1986-1990 гг.). Вероятно, это могло произойти вследствие резкого снижения темпов применения минеральных удобрений в связи с сельскохозяйственным кризисом в стране (рис. 3) [11].

Однако начиная с VIII цикла агрохимического обследования (2006-2010 гг.) доля кислых почв в структуре пашни региона стала постепенно возрастать и на момент 01.01.2021 г. стала составлять 34,3% для северных и 11,1% –для южных районов области, что является максимумом за весь период проведения агрохимического мониторинга (см. рис. 2). В разрезе северных районов области кислые почвы стали занимать 42,2% обследуемой площади в Верхнехавском, 74,8% – в Новоусманском, 23,0% – в Панинском и 20,6% – в Эртильском районе. На юге области в Богучарском и Кантемировском районах доля кислых почв стала составлять 14,9% и 8,9% соответственно. Увеличение доли кислых почв произошло в силу совокупности факторов, среди которых можно выделить возросшие объемы внесения минеральных удобрений, недостаточные темпы известкования, снижение обеспеченности пашни органическими удобрениями.

Кроме того прослеживается закономерность – в структуре пашни северных районов доля кислых почв возрастает большими темпами, чем в южных. В частности, если по итогу проведения VII тура обследования (2001-2005 гг.) в Верхнехавском, Новоусманском, Панинском и Эртильском районах они занимали 23,7% обследуемой площади и 7,3% в Богучарском с Кантемировским, то за следующий 15-ти летний период их доли выросли на 10,6% и 3,8% соответственно. Вероятно дело в том, что на юге Воронежской области карбонатный горизонт залегает ближе к поверхности, что делает его доступным корневой системе растений, в результате чего запускается процесс самомелиорации. Его суть заключается в том, что корневые системы растений в процессе жизнедеятельности выделяют в почву углекислый газ, который взаимодействуя с почвенной влагой, образует угольную кислоту. Кислота хоть и слабая, но при взаимодействии с карбонатом кальция (карбонатный горизонт в обыкновенных черноземах начинается с глубины 40-50 см, а в типичных – чуть глубже) способствует образованию бикарбоната кальция. Бикарбонату кальция присуща хоть

и небольшая, но все же растворимость в воде. Далее, когда по почвенным капиллярам раствор бикарбоната кальция в воде из нижележащих горизонтов почвы поступает в пахотный слой, ион кальция замещает в почвенно поглощающем комплексе ион водорода, внедренный туда в результате применения физиологически кислых удобрений и отчуждения кальция с урожаем полевых культур. Происходит самомелиорация.

*Заключение.* Таким образом, в динамике кислых почв на территории северных и южных районов области прослеживается три периода. Первый период включает в себя III и IV циклы агрохимического обследования (1979-1990 гг.), когда вследствие интенсивной химизации сельского хозяйства доля кислых почв возрастала. Второй период с V по VII туры включительно (1991-2005 гг.), когда объемы применения минеральных удобрений были существенно снижены произошло уменьшение доли кислых почв и третий период на протяжении последующих циклов (2006-2020 гг.), с увеличением объемов применения минеральных удобрений доля кислых почв в структуре пашни рассматриваемых районов снова начала возрастать. При этом доля кислых почв в структуре пашни южных районов Воронежской области возрастает заметно меньшими темпами, чем в северных, что обусловлено, видимо, более эффективным процессом самомелиорации обыкновенных и южных черноземов.

**Список источников**

1. Сиротина Е.А. Сорокин И.Б. Влияние разных доз извести на агрохимические показатели серой оподзоленной почвы и урожайность сельскохозяйственных культур // Агрохимический вестник. 2019. № 4. С. 19-23.

2. Гладышева О.В. Пестряков А.М., Свирина В.А., Красников Н.Г. Известкование для улучшения плодородия темно-серой лесной почвы // Вестник РАСХН. 2014. № 6. С. 26-27.

3. Шильников И.А., Аканова Н.И., Темников В.Н. Значение известкования и потребность в известковых удобрениях // Агрохимический вестник.– 2008.–№ 6. С. 28-31.

4. Калимуллин Н.М. Роль агрохимической службы по сохранению плодородия почв в современных условиях / Н.М. Калимуллин, Р.М. Миннуллин // Агрохимический вестник. – 2009. –№ 6. С. 2-4.

5. Чекмарев П.А., Лукин С.В., Сискевич Ю.И. и др. Мониторинг кислотности пахотных почв центрально-черноземного района / Достижения науки и техники АПК – 2011. - № 7. С. 6-8.

6. Захарова И.А. Изменение кислотности черноземных почв Челябинской области / И.А. Захарова // АПК России. – 2017. –№ 4. –С. 940-943.

7. Якушев В.П., Осипов А.И. Миннуллин Р.М., Воскресенский С.В. К вопросу об известковании кислых почв в России // Агрофизика. – 2013.–№ 2. С. 18-24.

8. Корчагин В.И., Кошелев Ю.А. Мониторинг агрохимических показателей плодородия почв и урожайность основных сельскохозяйственных культур Воронежской области / Плодородие. – 2016. – № 3. С. 10-13.

9. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года по Воронежской области / Земельные ресурсы и их использование. – 2018. 123 с.

10. Смольянинов В.М. Подземные воды Центрально-Черноземного региона: условия их формирования, использование: Геология и подземные воды Воронежской области Монография. – Воронеж: Изд-во Воронежского госагроуниверситета, 2003. – 250 с.

11. Четвертакова В.П. / Ценовая политика в АПК и ее влияние на сельскохозяйственное производство. – 1998. – С. 45-51.

**DYNAMICS OF ACIDIC SOILS IN THE NORTHERN AND SOUTHERN REGIONS OF THE VORONEZH REGION**

**Medwedew D.A.**

Graduate Student
*Scientific supervisor Novichikhin A.M., s.r.f., Candidate of Agricultural Sciences*
Voronezh Federal Agrarian Scientific Center named after V.V.Dokuchaev
Talovaya, Russia, medwedewdimas@yandex.ru

*Abstract.* The research was conducted to study the dynamics of changes in the metabolic acidity of soils in the northern and southern parts of the Voronezh region. For this purpose, data for more than 40 years of agrochemical soil monitoring in Verkhnekhavsky, Novousmansky, Paninsky, Ertilsky, Bogucharsky and Kantemirovsky districts were analyzed. An analysis of the dynamics of metabolic acidity revealed an increase in the proportion of acidic soils in the structure of arable land in theareas under consideration inrecent years. The presented data can be used for the purpose of more optimal use of arable land in the considered areas by adjusting the application of fertilizers and planning chemical soil reclamation, which will affect the economic efficiency of land use in agricultural production.

*Keywords:* soilacidity, dynamics, agrochemical survey, chernozems

УДК 633.853.52

## МОРФО-АНАТОМИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ СТРОЕНИЯ КСИЛЕМЫ СТЕБЛЕЙ СОРТОВ СОИ С РАЗНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ПОЛЕГАНИЮ

**Миназов В.В.**
Магистр
*Научный руководитель Цаценко Л.В., д.б.н., профессор*
Кубанский государственный аграрный университет и.м. И. Т. Трубилина, Краснодар, Россия, warface761@mail.ru

*Аннотация.* Приведены результаты изучения и сравнения морфо-анатомических различий строения тканей ксилемы в средней части стебля растений устойчивого к полеганию сорта сои Ирбис и слабоустойчивого к полеганию сорта Ягуар.

*Ключевые слова:* соя, полегание, морфо-анатомический признак, структура ткани, ксилема.

Благодарность. Работа проводилась под руководством Цаценко Людмилы Владимировны д-р биол. наук, проф. и Зеленцова Сергея Викторовича д-р с.-х. наук, и я благодарю их за опыт и помощь во всех аспектах нашего исследования и за помощь в написании статьи.

Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта на реализацию Программы развития Кубанского ГАУ на 2021-2030 гг. (Программа стратегического академического лидерства "Приоритет-2030".)

Введение. Практически во всех соесеющих странах, и особенно в регионах с избытком осадков или при орошении, возделывание сои (*Glycine max* (L.) Merr.) нередко сопровождается полеганием растений. Наиболее склонны к полеганию высокорослые сорта сои. Поэтому в большинстве соепроизводящих стран предпочитают возделывать низкорослые детерминантные сорта, обеспечивающие повышенную устойчивость к полеганию. Однако низкорослость сои имеет свои недостатки. Прежде всего, это пониженная засухоустойчивость в годы с дефицитом осадков, которая вызвана неглубокой корневой системой детерминантных сортов. Низкорослость сои приводит к более низкому расположению нижних бобов на растениях, в результате чего увеличиваются потери при уборке урожая. Низкорослые сорта быстрее затеняются сорными растениями, что при

прочих равных условиях также ведёт к недобору урожая. Высокорослые сорта этих недостатков лишены, но более склонны к полеганию. В связи с этим очень актуальным является селекция высокорослых сортов с повышенной устойчивостью к наклону и полеганию [1].

Однако признак устойчивости к полеганию мало изучен. По сведениям И. Лукьяновой (2008) при реализации селекционных программ, этот признак, как правило, оценивается только по факту на основе балльной шкалы степени полегания растения. При этом морфо-анатомические особенности строения стебля, обеспечивающие или не обеспечивающие устойчивость растений сои к полеганию, практически не изучены [2].

Полегание растений наблюдается при нарушении соотношения между массой надземной части растения и прочностью нижней части стебля, вызванной недостаточным утолщением и слабым развитием в нем механических элементов. Полегание делится на два типа: стеблевое и прикорневое. Стеблевое полегание чаще встречается у сортов с прочным тонким стеблем. Причинами корневого полегания чаще всего являются: чрезмерное разрастание надземных органов растения и относительно слабое развитие корневой системы. Исследования ВНИИМК также показали, что между глубиной залегания корневой системы и высотой растения сои имеется высокая корреляционная связь $r = 0{,}96$. Это означает, что чем выше растение, тем глубже корневая система, и наоборот. Как показали исследования Н.И. Бочкарёва с соавторами (2018) низкорослые детерминантные сорта дальневосточного (РФ), западноевропейского (ЕС) и канадского происхождения малопригодны для возделывания в засушливых условиях юга России в связи с тем, что их корневая система не проникает в почву глубже полутора метров. [3]

Борьба с полеганием сельскохозяйственных культур – одна из важнейших задач сельского хозяйства. В каждом конкретном случае необходимо использовать соответствующие агротехнические приемы. К ним относятся правильная обработка почвы, глубина заделки семян, соблюдение научно обоснованных норм высева семян и густоты стояния растений. Важными факторами также являются организация, частота и объемы поливов, соотношение азотно-фосфорно-калийных удобрений при внесении в почву, подбор сортов, устойчивых к полеганию, а при необходимости применение ретардантов – веществ, сдерживающих рост растений в высоту [4].

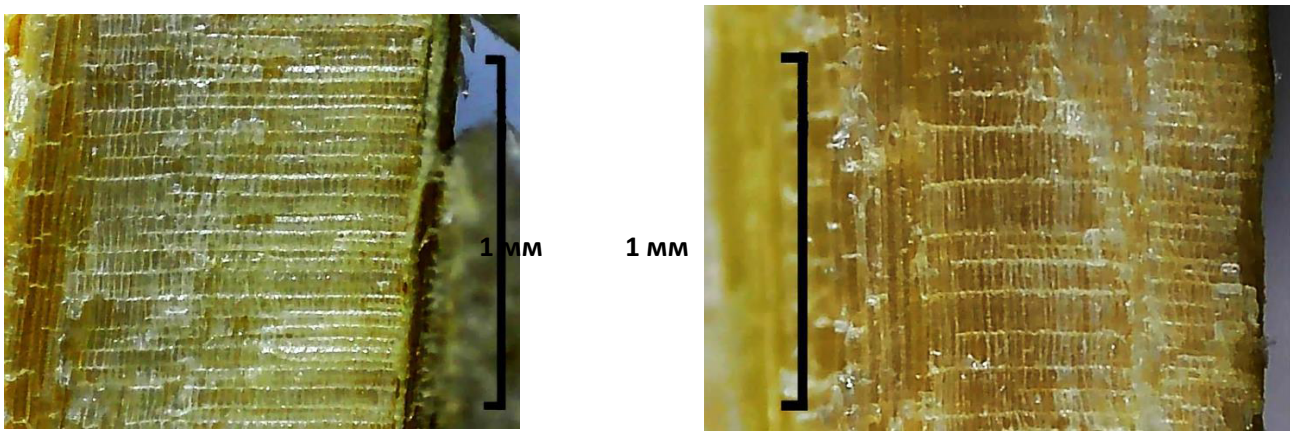
Ю.П. Федулов с коллегами (2015) разделяли факторы, вызывающие полегание у растений, на три группы: а) анатомо-морфологическое строение стебля; б) физические: ветер, дождь, град, низкие температуры; в) агротехнические: высокое содержание или недостаток минерального питания, избыток увлажнения [4]. Кохли и Макхерджи (цит. по: [4] добавили еще два фактора: заражение растений грибами, повреждение вредителями и высота растений. Кроме этого, полегание сои находится в большой зависимости от морфо-анатомического строения, физико-технических особенностей и химического состава элементов стебля, которые определяются сортовыми особенностями и условиями внешней среды [4].

Одним из основных методов борьбы с полеганием является выведение неполегающих сортов на основе селекционных признаков, обеспечивающих повышенную устойчивость генотипов. В связи с этим целью наших исследований было изучить морфо-анатомические признаки стеблей, влияющие на степень устойчивости сои к полеганию.

Материалы и методы. Исследования проводили в 2024 г. в лаборатории селекции и семеноводства сои отдела сои ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, г. Краснодар. В качестве модельных объектов для исследований были выбраны растения устойчивого к полеганию сорта сои Ирбис, и растения неустойчивого к полеганию сорта сои Ягуар с признаками наклона стеблей в нижнем ярусе. У отобранных образцов этих сортов был проведён морфо-анатомический анализ структуры тканей продольных срезов стеблей в наиболее часто встречающихся местах изгиба – в нижнем и среднем ярусах побегов. Для обеспечения ровных продольных срезов без замятия краёв срезанных волокон созревших растений сои их

фрагменты в течение суток предварительно вымачивали в 10%-ном водном растворе аммиака (нашатырный спирт). После вымачивания фрагменты стеблей промывали в водопроводной воде и бритвенным лезвием выполняли продольные срезы стеблей на фрагменты длиной 8–10 мм. После выполнения срезов, полученные фрагменты стеблей подсушивали в течение 24 ч для при комнатной температуре до достижения равновесной влажности и завершения процессов сжатия подсыхающих тканей фрагментов стеблей. Для измерения ширины и длины слоя клеток ксилемы сухих продольных срезов стеблей сои производили снимки образцов и линейки на микроскопе для дальнейшего линейных размеров тканей в масштабе.

Результаты и обсуждения. При осмотре продольных срезов стеблей сортов Ирбис и Ягуар выявлены некоторые различия между этими сортами. У сорта Ягуар выявлена несимметричность толщины ксилемы на продольных срезах стеблей на участках изгиба в нижнем ярусе растений. Толщина ксилемы со стороны наружной части изгиба сформировалась более толстой, а толщина ксилемы со стороны внутренней части изгиба стебля, наоборот, сформировалась более тонкой. Длина и размеры клеток ксилемы в среднем ярусе растений устойчивого к полеганию сорта Ирбис визуально были меньше по сравнению с этим показателем у неустойчивого к полеганию сорта Ягуар (рис. 1).




*а* *б*

Рисунок 1 – Анатомические различия в строении ксилемы (древесины) в средней части стебля растений устойчивого к полеганию сорта Ирбис (а) и слабоустойчивого к полеганию сорта Ягуар (б)

Полученные в ходе прямых замеров показатели ширины и длины клеток ксилемы от внешней, прилегающей к коре, до внутренней, прилегающей к сердцевинной паренхиме, части древесины растений устойчивого к полеганию сорта Ирбис, и слабоустойчивого к полеганию сорта Ягуар представлены в таблице (таблица)

Таблица – Средняя длина и ширина клеток ксилемы сортов сои Ирбис и Ягуар от внешней до внутренней части, мкм

ФГБНУ ВНИИМК, Краснодар, 2024 г.

| Сорт | Устойчивый к полеганию сорт сои Ирбис | | Склонный к полеганию сорт Ягуар | |
|---|---|---|---|---|
| | длина клеток, мкм | ширина клеток, мкм | длина клеток, мкм | ширина клеток, мкм |
| Прилегающая к коре внешняя часть ксилемы | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Средняя часть ксилемы | 17 | 17 | 52 | 26 |
| Прилегающая к сердцевинной паренхиме внутренняя часть ксилемы | 26 | 26 | 96 | 26 |

Размеры исследуемых продольных срезов стеблей устойчивого к полеганию сорта Ирбис, и слабоустойчивого к полеганию сорта Ягуар имели близкие значения. Длина и ширина клеток устойчивого к полеганию сорта Ирбис, в среднем, у внешнего края древесины составляла 17 мкм, в средней части древесины, в среднем 42–52 мкм. Ширина клеток ксилемы этого сорта в прилегающей к коре внешней части древесины также составляла, в среднем, 17 мкм, в средней части древесины – 17–26 мкм. Длина и ширина клеток ксилемы у слабоустойчивого к полеганию сорта Ягуар в среднем у внешнего края древесины, также, как и у сорта Ирбис, в среднем, составляла 17 мкм. Однако в средней части древесины сорта Ягуар длина клеток ксилемы увеличилась до 52 мкм, а ширина – до 26 мкм. Размеры клеток ксилемы сорта Ягуар во внутренней части древесины сформировались ещё боле крупными, и в среднем, по длине составили 96 мкм, по ширине – 26 мкм.

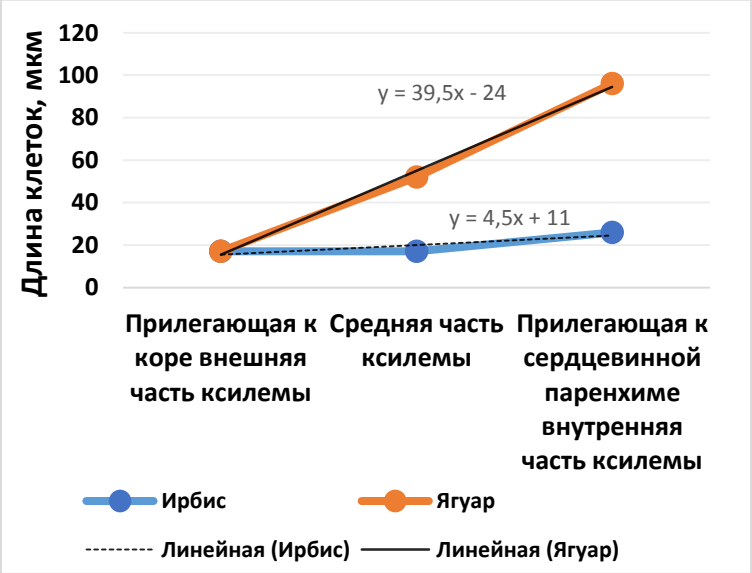



Рисунок 2 – Динамика длины клеток ксилемы от внешней к внутренней части древесины стеблей устойчивого к полеганию сорта Ирбис, и слабоустойчивого к полеганию сорта Ягуар

Анализ представленных на рисунке 2 данных показал, что у слабоустойчивого к полеганию сорта Ягуар клетки ксилемы во внутренней части древесины имеют намного большую длину, по сравнению с устойчивым сортом Ирбис. Увеличенная длина клеток влечет за собой снижение механической устойчивости к изгибу по сравнению с аналогичными показателями у сорта Ирбис.

Заключение. Проведенные исследования особенностей анатомического строения древесины стеблей сои позволяют сделать предварительный вывод о том, что повышенная склонность к полеганию у этой культуры может быть связана с уменьшением механической прочности и упругости стеблей вследствие увеличения длины клеток ксилемы во внутренней части стебля.

Выявленные особенности анатомического строения древесины стебля устойчивых к полеганию форм сои в дальнейшем могут представлять собой новый селекционный признак для отбора в расщепляющихся гибридных популяциях особей с признаком повышенной устойчивости к полеганию за счёт повышенной механической прочности стеблей.

**Список источников**

1. Зеленцов С.В., Мошненко Е.В., Трунова М.В., Будников Е.Н., Саенко Г.М., Савиченко В.Г. Очень высокорослый среднеспелый сорт сои Мамонт. // Масличные Культуры, 2023. – Вып. 4 (196). – С. 110–115

2. Лукьянова, И.В. Анализ видовых и сортовых особенностей устойчивости стеблей злаковых культур к полеганию с учетом их физико-механических свойств и архитектоники для использования в селекции. Автореф. диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Краснодар, 2008.

3. Особенности сортов сои селекции ФГБНУ ВНИИМК: Агропромышленная газета юга России / Н. Бочкарев, С. Зеленцов, В. Хатнянский, 2018.

4. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды: учеб. пособие / Ю. П. Федулов, В. В. Котляров, К. А. Доценко. – Краснодар : КубГАУ, 2015.

## MORPHO-ANATOMICAL DIFFERENCES IN THE STRUCTURE OF THE XYLEM OF SOYBEAN STEMS WITH DIFFERENT LODGING RESISTANCE

**Minazov V.V.**
Master's Degree
*Scientific supervisor Tsatsenko L.V., Doctor of Biological Sciences, Professor*
Kuban State Agrarian University I.M. I. T. Trublina
Krasnodar, Russia, warface761@mail.ru

Abstract. The results of studying and comparing the morpho-anatomical differences in the structure of xylem tissues in the middle part of the stem of plants of the lodging-resistant soybean variety Irbis and the lodging-resistant variety Jaguar are presented.

Key words: soybean, lodging, morpho-anatomical feature, tissue structure, xylem.

УДК 631.459.2

## ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ НА ТОЧНОСТЬ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЕСЕННЕТАЛОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ ПОДТАЙГИ ПРИТОМЬЯ

**Савельева Д.А.[1],**
Научный сотрудник,
*Научный руководитель - Каличкин В.К.[2], главный научный сотрудник, д.с.-х. н., профессор*
[1] – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук (Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал)
[2] – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Краснообск, Россия, daria.a.saveleva@yandex.ru

*Аннотация.* В статье представлены результаты оценки точности геоинформационной модели весеннеталой эрозии почв пашни для подтаежной зоны Западной Сибири, выполненной на основе модели USLE с учетом характеристик снежного покрова и особенностей снеготаяния. Показано, что наибольшая точность прогнозирования достигается в годы с минимальным количеством осадков.

*Ключевые слова*: весеннеталая эрозия, USLE, R-фактор, количество осадков.

**Введение.** В пределах подтаежной зоны Западной Сибири объем весеннеталой эрозии почв пашни может составлять в среднем 85% годового смыва, поэтому при разработке прогнозных моделей смыва почвы этот вопрос требует наибольшего внимания. Очевидно, что в период весеннего снеготаяния влияние фактора эродирующей способности осадков на величину смыва почвы максимальное. Из исследований известно, что средняя точность моделирования эрозии на основе USLE колеблется около 60% относительно реального смыва [1], но для изучаемой территории для условий периоды снеготаяния такие данные не обнаруживаются.

Целью данного исследования является оценка влияния уровня увлажнения на качество и точности геоинформационного моделирования весеннеталой эрозии почв.

**Материалы и методы.** Исследования проводили на территории научно-производственной площадки СибНИИСХиТ – филиала СФНЦА РАН (Томская область). Условия: подтаежная зона, междуречье Томь-Яя, серые и темно-серые пахотные почвы разной степени смытости. Рассматривали, как количество поступившей на поверхность почвы воды в виде жидких атмосферных осадков и талой воды в период снеготаяния влияли на качество и точность модели весеннеталой эрозии почв пашни. Модель была выполнена на основе Универсального уравнения потерь почвы (USLE) с помощью программ QGiS, GRASS, SAGA, по методике, описанной в [2].

Для оценки качества модели использовали такие показатели как коэффициент корреляции Спирмена r, коэффициент детерминации $R^2$, средняя относительная ошибка MRE, средняя абсолютная ошибка MAE, среднеквадратичная ошибка MSE). Сравнивали с фактическим смывом, определенным методом учета струйчатых размывов С.С. Соболева [3] в период 2015-2024 гг. Площадь исследования – 53,4 га. Измерения выполняли на делянках площадью по 0,1 га, учитывали объем смыва с 1 делянки и с 1 га.

**Результаты.** Сумма жидких осадков, поступивших на поверхность почвы в виде дождя и воды, запасенной в снеге, в период снеготаяния в 2015-2024 гг. составила от 113,1 до 183,7 мм в разные годы. В соответствии с суммой жидких осадков средняя величина фактора эродирующей способности осадков R изменялась в пределах 325-689 единиц. Данные были сгруппированы по величине R-фактора: 300-400, 400-500, 500-600 и 600-700.

Основные данные, характеризующие качество и точность разработанной модели весеннеталой эрозии почв пашни представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Величины смыва и отклонений данных модели от факта, среднее±ст.ош.среднего, 2015-2024 гг.

| R-фактор | Фактический смыв, $м^3$ | | Предсказанный смыв, $м^3$ | | Величина отклонения модели от факта, среднее (min-max), % |
|---|---|---|---|---|---|
| | с одной делянки | с 1 га | с одной делянки | с 1 га | |
| 300-400 | 0,41±0,035 | 3,90±0,257 | 0,36±0,022 | 3,41±0,188 | -12,2±3,86 (-17,7…+4,3) |
| 400-500 | 0,54±0,055 | 5,13±0,394 | 0,40±0,025 | 3,83±0,214 | -25,9±6,30 (-58,3…+13,6) |
| 500-600 | 0,60±0,056 | 5,71±0,397 | 0,50±0,031 | 4,72±0,264 | -16,7±7,09 (-45,2…+29,2) |
| 600-700 | 0,76±0,074 | 7,21±0,516 | 0,60±0,037 | 5,67±0,318 | -21,2±6,67 (-49,2…-2,8) |

Таблица 2. Основные показатели качества модели, средние (средний минимум – средний максимум), 2015-2024 гг.

| R-фактор | Показатель | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Коэффициент корреляции Спирмена r | $R^2$ | MRE | MAE | MSE |
| 300-400 | 0,84 (0,60-0,98) | 0,67 (0,27-0,93) | 0,38 (0,21-0,64) | 0,16 (0,08-0,39) | 0,10 (0,01-0,42) |
| 400-500 | 0,81 (0,41-0,96) | 0,60 (0,08-0,90) | 0,40 (0,22-0,86) | 0,28 (0,07-1,33) | 0,54 (0,01-5,12) |
| 500-600 | 0,79 (0,32-0,97) | 0,58 (0,10-0,92) | 0,45 (0,22-0,76) | 0,29 (0,09-1,31) | 0,45 (0,02-4,26) |
| 600-700 | 0,76 (0,27-0,95) | 0,55 (0,06-0,89) | 0,52 (0,33-0,82) | 0,40 (0,10-1,48) | 0,90 (0,03-7,33) |

При увеличении объема жидких осадков, поступивших на поверхность почвы в период снеготаяния, наблюдали следующее:

1) Увеличение разницы между предсказанными и фактическими данными смыва в тренде как при поделяночном, так и при погектарном учете.

2) Снижение величины коэффициента корреляции Спирмена: при минимальных значениях R-фактора коэффициент не опускался ниже среднего значения (по шкале Чеддока); при значениях R-фактора в пределах 400-600 ед. отмечало 3-4% данных со слабой

связью, а при значениях R-фактора более 600 ед. – до 12% данных со слабой и очень слабой связью.

3) Снижение величины коэффициента детерминации $R^2$: при низком уровне увлажнения для 50% данных полученная модель показала высокую и очень высокую сходимость с фактическими данными, для 25% данных - заметный уровень сходимости; для группы данных, полученных при значениях R-фактора 400-600 ед. отмечается снижение количества данных с высоким и очень высоким уровнем $R^2$ (29-47% в общем объеме данных) и ростом (до 14-17% в общем объеме данных) количества данных со слабым уровнем $R^2$; при максимальном уровне увлажнения – 8% данных модели показали отсутствие сходимости с фактическими данными, 38% данных модели характеризуются высокой сходимостью.

4) Рост средней относительной ошибки MRE в среднем от 38 до 52% фактической величины смыва. Хороший прогностический потенциал (MRE<0,09) модели отмечен на 12 и 15% территории при максимальном и минимальном увлажнении соответственно; плохой прогностический потенциал (MRE>0,5) – на 49% и 21% территории соответственно.

5) Рост средней абсолютной ошибки MAE в среднем от 0,16 до 0,40, что характеризует модель, созданную для условий минимального увлажнения в 2,5 раза более точной, чем модель, созданную для условий с максимальным уровнем увлажнения.

6) Рост количества крупных ошибок, что отражается величиной среднеквадратичной ошибки MSE.

**Заключение.** Таким образом, точность геоинформационного моделирования объемов весеннеталогой эрозии в описанных условиях зависел от количества поступившей на поверхность почвы воды. При увеличении уровня увлажнения характер изменения предсказанных величин смыва в пространстве становится менее связанным с изменением фактических данных. Полученная геоинформационная модель хуже описывала характер изменений величины смыва почвы в пространстве при более высоком уровне увлажнения.

Наибольшая точность прогнозирования достигалась при минимальных количествах осадков. Средняя относительная ошибка MRE имела наименьшие значения – среднее отклонение величин предсказанных данных составило не 38% от факта. Также не менее чем для 79% территории MRE не превышала 0,5, в то время как при максимальном уровне увлажнения в среднем для 49% территории модель давала плохой прогноз. Также при минимальном уровне увлажнения модель была на 75-150% более точной в целом. Результат работы может быть применен при прогнозировании объемов весеннеталой эрозии в годы с уровнем увлажнения, выраженным величиной R-фактора в пределах 300-600 единиц на местности без выраженных крупных линейных форм эрозии, а также может быть полезен для решения задач повышения точности и качества подобных моделей.

*Выполнено в рамках работы над диссертацией на соискание степени кандидата сельскохозяйственных наук под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора В.К. Каличкина (СФНЦА РАН).*

## Список источников

1. Christine Alewell, Pasquale Borrelli, Katrin Meusburger, Panos Panagos Using the USLE: Chances, challenges and limitations of soil erosion modelling // International Soil and Water Conservation Research. 2019. №7. Pp. 203-225. DOI: 10.1016/j.iswcr.2019.05.004.

2. Савельева Д.А. Геоинформационное моделирование потенциала весеннеталой эрозии пашни / Актуальные проблемы науки и практики в исследованиях молодых ученых. Сборник I международной научно-практической конференции. Новосибирск, 2024. С. 532-535.

3. Соболев С.С. Развитие эрозионных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. С. 81-86.

## INFLUENCE OF PRECIPITATION ON THE ACCURACY OF GEOINFORMATION MODELING OF SPRING-MELT EROSION IN THE PRITOMYE TOM' RIVERINE REGION IN SUBTAIGA

**Saveleva D.A.[1],**
Kalichkin V.K.[2] **-** Researcher, Scientific supervisor, chief researcher, Grand PhD in Agricultural sciences, professor,
[1] – Siberian Research Institute of Agriculture and Peat – branch of the Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia
[2] – Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Russia, daria.a.saveleva@gmail.com

*Abstract.* The article presents the results of the accuracy assessment of the geoinformation model of spring-melt erosion of arable soils for the subtaiga zone of Western Siberia, based on the USLE model, taking into account the characteristics of the snow cover and snowmelt features. It is shown that the greatest forecasting accuracy is achieved in years with minimal amount of precipitation.

*Key words:* spring melt erosion, USLE, R-factor, amount of precipitation.

УДК 332.133.2, 631.1

## ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ КОРНЕВОГО СЕЛЬДЕРЕЯ

**Меркушева Е.К.**
Студент
*Научный руководитель Соромотина Т.В. к.с.-х.н, доцент*
Пермский государственный аграрно- технический университет, Пермь, Россия,
merkusheva983@gmail.com

*Аннотация.* В 2024 году в учебно-научном центре «Липогорье» Пермского ГАТУ был проведен эксперимент, направленный на изучение влияния плотности посадки на морфометрические характеристики растений корневого сельдерея. Исследуемым фактором является густота посадки, выраженная в шт./м²: 8,9; 7,4; 6,3; 5,6; 6,7; 5,6; 4,8; 4,2; 5,7; 4,8; 4,1; 3,6. Выращивание осуществлялось рассадным способом, при этом возраст рассады составлял 60 дней. Посадка рассады в открытый грунт была осуществлена 30 мая при температуре почвы 12-15 °С. Объектом исследования выступал сельдерей сорта «Силач». Результаты проведенных исследований показали, что более высокие морфометрические показатели формируются при выращивании корневого сельдерея с междурядьем 60 см и шагом посадки 35 и 40 см, при густоте 4,2-4,8 шт./м².
*Ключевые слова:* сельдерей корневой, густота посадки, ширина междурядий, морфометрические показатели.

*Введение.* До недавнего времени сельдерей в России в основном выращивался дачниками, так как организация промышленного производства не представляла особой целесообразности: небольшим аграриям было затруднительно конкурировать с зарубежными производителями. Однако введённые в ответ на антироссийские санкции меры продовольственного эмбарго ограничили поставки сельдерея из ряда стран. Это обстоятельство стало стимулом для российских сельскохозяйственных производителей обратить внимание на данную культуру, ранее не известную им.

В настоящее время выращивание корневого сельдерея в России находится на стадии формирования. Основные площади его возделывания сосредоточены в Центрально-Черноземной зоне, южных регионах НЗ, на Северном Кавказе, а также в Приморском крае, где климатические условия более благоприятны для его роста [5,8].

Культура не требовательна к условиям выращивания (теплу, почвам) и есть все возможности для оптимального раскрытия её потенциала в НЗ, однако у аграриев к сожалению, не нашла широкого распространения.

Корневой сельдерей (Apium graveolens var. rapaceum) играет значимую роль среди овощных культур благодаря своим питательным характеристикам и универсальности в кулинарной практике. Культура богата клетчаткой, что способствует улучшению пищеварительных процессов. В его листьях, корнях и черешках присутствуют витамины группы В, К, С, А, Е и РР, а также каротин. Сельдерей является источником макроэлементов, среди которых К (430 мг/100 г), Р (77 мг/100 г) и Са (72 мг/100 г), а также микроэлементы, которые имеют особую ценность - магний, железо, марганец и цинк [2,3,4,9].

В корнях, листьях и особенно в семенах(до 5-6%) содержится различное количество эфирных масел, которые придают продуктам из него своеобразный вкус и аромат.

Густота стояния растений представляет собой важный компонент структуры урожайности овощных культур и оказывает значительное влияние на обеспечение каждого растения необходимыми условиями для полноценного роста.

Оптимальная площадь питания зависит не только от конкретной культуры и сорта, но и от внешних факторов, таких как условия окружающей среды и приемы агрономической практики. При улучшении климатических условий, увеличении плодородия почвы и повышении качества агромероприятий, минимальная площадь питания для растений снижается, что позволяет увеличить их количество на единице площади и, соответственно, повысить уровень урожайности [4,6,10].

*Методика.* В 2024 году в учебно-научном центре «Липогорье» Пермского ГАТУ был заложен опыт с целью изучения влияния густоты посадки на показатели габитуса корневого сельдерея.

Почва на опытном участке дерново-подзолистая среднесуглинистая с высоким содержанием элементов минерального питания.

Опыт однофакторный

Изучаемый фактор - густота посадки, шт./м$^2$.

Густота посадки в зависимости от схемы посадки(см) составляет

| | | | |
|---|---|---|---|
| 45×25 - 8,9 | 45×30 - 7,4 | 45×35 - 6,3 | 45×40 – 5,6 |
| 60×25 - 6,7 | 60×30 - 5,6 | 60×35 - 4,8 | 60 × 40 – 4,2 |
| 70×25 - 5,7 | 70×30 - 4,8 | 70×35 - 4,1 | 70 × 40 – 3,6 |

Повторность вариантов в опыте – четырехкратная.

Размещение вариантов – систематическое.

Растения сельдерея характеризуются длительным вегетационным периодом (от массовых всходов до достижения технической спелости составляет 180-190 дней, а общий цикл от посева семян до момента наступления технической спелости может достигать 200 дней, что эквивалентно 6-7 месяцам). В отличие от других корнеплодных овощей семейства Зонтичных, для сельдерея рекомендуется рассадный метод культивирования [2,8].

Способ выращивания – рассадный. Возраст рассады – 60 дней.

Рассаду в открытый грунт высаживали 30 мая, когда почва прогрелась до 12-15°С. Для проведения научного эксперимента использовали сорт «Силач».

Закладку опыта проводили по общепринятым методикам[1,6].

Показатели габитуса определяли по методике Госсортсети в динамике.

Один раз в десять дней. В процессе исследований фиксировались высота растений (в сантиметрах), количество листьев (в штуках), диаметр розетки, длина листьев (в сантиметрах), длина черешков (в сантиметрах), длина листовой пластинки (в сантиметрах) и количество сегментов в листовой пластинке (в штуках) [6].

Уход за посевами включал рыхление междурядий, умеренное окучивание, прополку и полив при необходимости. В ходе проведенных исследований не было выявлено признаков поражения растений вредителями или болезнями.

*Результаты исследований.* Температура воздуха и содержание влаги в почве в начальный период вегетации оказались ключевыми факторами, влияющими на рост корневого сельдерея, в результате чего не было отмечено значительных различий в темпах развития растений. Лишь с началом фазы формирования корнеплодов была зафиксирована зависимость роста от густоты посадки. Расстояние между рядами и растениями в ряду, а также число растений на м$^2$ повлияли на биометрические показатели сельдерея (табл. 1).

Таблица 1. Показатели габитуса растений корневого сельдерея в зависимости от густоты посадки,2024 г.

| Схема посадки, см | Густота посадки, шт/м² | Высота растений, см | Кол-во листьев в розетке, шт. | Диаметр розетки, листьев, см | Длина черешка, см | Длина листовой пластинки, см | Кол-во сегментов в листовой пластинк, шт. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 45*25 | 8,9 | 61,0 | 12,0 | 42,0 | 34,0 | 27,0 | 9 |
| 45*30 | 7,4 | 56,7 | 13,6 | 45,0 | 32,2 | 24,5 | 7 |
| 45*35 | 6,3 | 52,2 | 14,4 | 48,4 | 30,6 | 21,6 | 7 |
| 45*40(к) | 5,6 | 50,0 | 18,2 | 50,2 | 30,0 | 20,0 | 7 |
| *Среднее А1* | | 55,0 | 14,5 | 46,4 | 31,7 | 23,3 | 7,5 |
| 60 *25 | 6,7 | 57,4 | 16,0 | 42,5 | 33,0 | 24,4 | 9 |
| 60 *30 | 5,6 | 54,8 | 16,2 | 46,0 | 31,6 | 23,2 | 7 |
| 60 *35 | 4,8 | 53,1 | 17,0 | 51,4 | 30,7 | 22,4 | 7 |
| 60 *40 | 4,2 | 51,9 | 17,2 | 52,2 | 29,8 | 22,1 | 7 |
| *Среднее А2* | | 54,3 | 16,6 | 48,0 | 31,3 | 23,0 | 7,5 |
| 70 *25 | 5,7 | 49,8 | 14,2 | 47,0 | 34,6 | 15,2 | 7 |
| 70 *30 | 4,8 | 48,8 | 14,8 | 48,2 | 34,0 | 14,8 | 7 |
| 70 *35 | 4,1 | 47,0 | 15,0 | 49,8 | 33,0 | 14,0 | 7 |
| 70*40 | 3,6 | 45,2 | 15,5 | 50,8 | 31,0 | 14,2 | 5 |
| *Среднее А3* | | 47,7 | 14,9 | 48,9 | 33,1 | 14,6 | 6,5 |

Показатель «высота растений» в зависимости от густоты посадки варьировался от 45,2 до 61,0 см. При большем количестве растений на единице площади был отмечен более интенсивный рост растений. Так, при плотности посадки 8,9–6,7 шт./м² растения имели высоту на 12,6–15,8 см больше, чем в остальных вариантах, достигая 56,7–61,0 см.

Снижение количества растений на единицу площади до 5,6–6,3 шт./м² приводило к уменьшению высоты до 49,8–54,8 см, что составляет 12,2–13,0 % по сравнению с предыдущими значениями. Дальнейшее уменьшение густоты посадки до 3,6–4,8 шт./м² вызывало более значительное снижение данного показателя, который составил 45,5–53,1 см.

При выращивании растений с междурядьями шириной 45 см средняя высота составила 55,0 см, при междурядьях 60 см – 54,3 см, при междурядье 70 см – 47,7 см.

Для достижения оптимальной продуктивности растений необходимо формирование эффективного ассимиляционного аппарата. Количество листьев на растениях находилось в обратной корреляции с густотой посадки: при увеличении плотности посадки на 1 м² фиксировалось снижение числа листьев на отдельном растении.

В зависимости от густоты посадки количество листьев на одно растение варьировалось в диапазоне от 12 до 18,2 единиц. В частности, при плотности посадки в пределах 8,9–6,7 шт./м² на каждом растении наблюдали формирование от 12 до 16 листьев.

При снижении плотности посадки растений до 5,6-5,7 шт./м² фиксируется заметное увеличение количества листьев на одно растение, достигающего 14,2-18,2 единиц, что соответствует возрастанию данного показателя на 10-14%.

Снижение плотности посадки до 3,6-4,8 шт./м² приводит к уменьшению числа листьев на одном растении до диапазона 15,0-17,2 единиц. В среднем, при проведении агрономических исследований по выращиванию растений...с междурядьями шириной 45 и 70 см число листьев на растение составляет примерно 14,5-14,9 штук, в то время как при междурядье 60 см этот показатель увеличивается до 16,6 штук.

Диаметр листовой розетки варьировался в пределах от 42,0 до 52,2 см в зависимости от экспериментальных условий. Независимо от ширины междурядья растения, высаженные с шагом 40 см, демонстрировали больший диаметр, составляющий 50,2-52,2 см.

В то же время, растения, высаженные с шагом 25 см, имели значительно меньшие размеры, с диаметром от 42,0 до 47,0 см. В среднем, в зависимости от ширины междурядья, данный показатель изменялся в диапазоне от 46,4 до 48,9 см.

Длина черешка листа демонстрирует обратную зависимость: при увеличении плотности посадки наблюдается увеличение длины черешка. Например, при густоте посадки 8,9-6,7 шт./м² длина черешка составляет 32,2-34,0 см, в то время как при плотности 3,6-4,8 шт./м² данный показатель уменьшается до 29,8-33,0 см. Ширина междурядья не оказала значительного влияния на этот параметр.

Длина листовой пластинки колеблется в пределах от 14,0 до 27,0 см. При выращивании растений с междурядьями шириной 45 и 60 см длина листовой пластинки составляет 20,0-27,0 см, в среднем этот показатель находится в диапазоне 23,0-23,3 см.

Увеличение ширины междурядья до 70 см приводит к снижению длины листовой пластинки до 14,0-15,2 см, со средним значением 14,6 см.

Количество сегментов в листовой пластинке в зависимости от изучаемых факторов варьирует от 7 до 9 штук.

*Вывод.* Результаты проведенных исследований указывают на то, что более высокие морфометрические показатели растений корневого сельдерея достигаются при его выращивании с междурядьем 60 см и с шагом посадки 35 и 40 см, при густоте 4,2-4,8 шт./м².

**Список источников**

1. Белик В.Ф. Методика физиологических исследований в овощеводстве и бахчеводстве. - М.: НИИОХ, 1970. - 257 с.

2. Бугайченко Н. Сельдерей и вкусен, и полезен // Картофель и овощи. – 2004. – № 6. – С. 17–18.

3. Кароматов, И. Д. Эффективное лечебное средство -сельдерей / И. Д. Кароматов, Р. Ганиев // Биология и интегративная медицина. – 2018. – № 6(23). – С. 188-201.

4. Левандовская, Л.И. Сельдерей - Apium L. / Культурная флора СССР / Л.И. Левандовская. — Л.: Колос. – 1971 - Т. 19 – С. 393-409.

5. Литвинов С.С. Научные основы современного овощеводства / С.С. Литвинов – Москва: Росельхозакадемия ГНУ ВНИИО, 2008. – 772 с.

6. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / ред. П.Е. Маринеч, Е.Н. Ушакова, Г.Г. Багромов (и др.). – Москва: Сельхозиздат, 1975. – 261 с.

7. Папонов, А.Н. Овощи – источник здоровья: монография / А.Н. Папонов. – Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2007. – 159 с.
8. Пивоваров, В. Ф. Овощи России / В. Ф. Пивоваров – М.: ГНУ ВНИИССОК, 2006. – 380с.
9. Столовые корнеплоды: морковь, свекла, редис, брюква, сельдерей, пастернак. -Мн. Н ООО «Харьвест», 2002. – С. 3-7.
10. Циунель, М. М. Корневой сельдерей: биология и агротехника / М. М. Циунель // Гавриш. – 2007. – № 6. – С. 4-6.

## THE EFFECT OF PLANTING DENSITY ON THE MORPHOMETRIC PARAMETERS OF CELERY ROOT PLANTS

**Merkusheva E.K.,**
Student
*SoromotinaT.V., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*
Perm State Agrarian and Technical University
Perm, Russia, merkusheva983@gmail.com

*Abstract:* In 2024, an experiment was conducted at the Lipogorye Educational and Scientific Center of the Perm State Pedagogical University aimed at studying the effect of planting density on the morphometric characteristics of celery root plants. The studied factor is the density of planting, expressed in pcs/m2.: 8,9; 7,4; 6,3; 5,6; 6,7; 5,6; 4,8; 4,2; 5,7; 4,8; 4,1; 3,6. Thecultivation was carried out by seedling method, while the age of seedlings was 60 days. Seedlings were planted in the open ground on May 30 at a soil temperature of 12-15 °C. The object of the study was celery of the "Strongman" variety. The results of the conducted studies have shown that higher morphometric indicators are formed when growing root celery with a row spacing of 60 cm and a planting pitch of 35 and 40 cm, with a density of 4.2-4.8 pcs/ m2.

*Keywords:* root celery, planting density, row spacing, morphometric parameters.

УДК 635.611

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ И ГИБРИДОВ ДЫНИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

**Соромотина Т.В., Ташкинов Е.В.**
канд. с.-х. наук, доцент, аспирант
Пермский государственный аграрно-технологический университет, Пермь, Россия,
soromotiha60@mail.ru, zafranceperm@mail.ru

*Аннотация.* Научная работа была проведена в 2024 в УНЦ Липогорье Пермского ГАТУ. Почва опытного участка – дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая высокоокультуренная. Показатели пахотного (0-20 см) слоя почвы: гумус – 7,2 %; $pH_{KCl}$ – 6,9; подвижные формы фосфора и калия – 496 и 412 мг/кг почвы. Объект изучения – восемь сортов и гибридов дыни разных сроков созревания – Дачница F1 (к); Апельсинка; Золотой нектар; Медуница; Солнечный сахар; Злато скифов F1; Медовая лакомка; Сладкоежка. Возраст рассады – 35 дней. Схема посадки 100×50 см, густота посадки – 2,0 растения на квадратный метр. Посадка рассады в открытый грунт была проведена 10 июня, при температуре почвы в диапазоне 16-20 °С. Результатами проведенных исследований установлено, что в условиях Среднего Предуралья первый сбор продукции можно получить через 48-55 дней после посадки рассады в открытый грунт. На основании результатов

экологического испытания новых сортов дыни в условиях Среднего Предуралья были выделены наиболее перспективные: из группы раннего срока созревания – гибриды Дачница F1 и Злато скифов F1, а также сорт Золотой нектар, с урожайностью от 21,4 до 25,3 т/га.

*Ключевые слова:* дыня, сорт, гибрид, урожайность, средняя масса плода, товарность.

**Введение.** Одним из подходов к решению проблемы полного обеспечения населения России плодами овощных и бахчевых культур является создание современных конкурентоспособных сортов и гибридов новых сортов и гибридов, адаптированных к условиям изменяющегося климата, которые будут способствовать обеспечению сектора овощеводства отечественным семенным материалом и содействует переходу отрасли на качественно новый уровень развития.

Бахчевые культуры в настоящее время выращивают более чем в 95 странах мира, в которых площади посева составляют порядка 4,0 млн. га. Ежегодный сбор плодов составляет более 93, млн. т, при урожайности 18,7 т/га.

В РФ промышленным выращиванием данной группы культур занимаются шесть основных регионов, где под посевами занято около 85 % площадей и собирают более 80,0 % плодов.

Площади, занятые дыней на территории России незначительны в сравнении с другими культурами, такими как арбуз и тыква, их доля составляют менее 5 % от общей площади, занятой бахчевыми культурами. Это связано с более высокими агрономическими требованиями, предъявляемыми к культуре дыни, а также с проблемами, связанными с транспортировкой и хранением её плодов.

Норма потребления бахчевых составляет 28-30 кг на душу населения, в том числе 25 % (6-8 кг) приходится на дыню. Этот показатель очень изменяется по регионам – 60 кг, где ее массово возделывают и один кг в северных регионах [1,2].

Дыня широко используется в рационе питания. Ее потребление в основном осуществляется в свежем виде, однако она также находит применение в вяленом, сушеном и переработанном виде, из нее готовят повидло, мед, цукаты, варенье и маринады.

Дыня богата витамином С – в 100 г содержится около 50 % от суточной, при этом она обладает нейтральным вкусом и не имеет кислоты. Кроме того, дыня содержит значительное количество витамина А, который способствует нормализации обмена веществ, поддержанию здоровья глаз, кожи, костей и иммунной системы, а также витаминов Е и группы В.

Плоды отличаются высоким содержанием калия – около 12 % от рекомендуемой суточной нормы. Это благотворно для функционирования сердца, мышечной активности и поддержания нормального кровяного давления. В мякоти дыне присутствуют такие микроэлементы, как железо, магний, кальций, фолиевая кислота, ниацин, холин, фосфор и селен [3,4].

В результате работы селекционеров наблюдается постепенное расширение зон возделывания дыни. Новые сорта дыни обладают большей адаптивной способностью к различным регионам России и могут быть использованы как для коммерческого выращивания, так и на приусадебных участках, что позволяет удовлетворять разнообразные потребительские предпочтения.

Сорта дыни, предназначенные для возделывания в открытом грунте Нечерноземной зоны, должны соответствовать следующим критериям: районирование в условиях конкретного региона; устойчивость к болезням и вредителям, скороспелость и урожайность, холодостойкость, а также качество продукции; способность формировать высокие урожаи в характерных почвенно-климатических условиях; низкие затраты на процесс выращивания.

На сегодняшний день в Государственный реестр включено 196 сортов и гибридов дыни, как отечественной, так и зарубежной селекции, из которых 8 сортов были добавлены в 2024 году [6].

Правильный выбор сортов и гибридов дыни является одним из ключевых технологических аспектов её выращивания. Этот элемент технологии позволяет учитывать характеристики, специфичные для определённого региона, а также на ранних этапах планирования сельскохозяйственных угодий прогнозировать ожидаемую урожайность, качество продукции и её устойчивость к вредителям и заболеваниям.

Исследования в области селекции сортов дыни могут способствовать не только финансовой стабильности аграрных предприятий, но и способствовать получению экологически чистой продукции.

**Цель настоящего исследования** заключается в проведении сравнительной оценки сортов и гибридов дыни, предназначенных для культивирования в условиях Среднего Предуралья, с акцентом на их практическое применение в товарном производстве.

**Задачи исследования** включают отбор наиболее адаптированных и продуктивных сортов и гибридов дыни, которые обладают комплексом хозяйственно ценных признаков и способны обеспечивать стабильный урожай в условиях изменяющегося климата данного региона.

**Материал и методы.** В 2024 году на базе УНЦ «Липогорье» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Пермского государственного аграрно-технологического университета были заложен эксперимент и проведены исследования.

Почва опытного участка – дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая высокоокультуренная – гумус – 7,2%; $pH_{KCl}$ – 6,9; $P_2O_5$ и $K_2O$ – 496 и 412 мг/кг почвы.

Закладка опыта проводилась в полевых условиях в соответствии с существующими методиками [8,9].

Объект изучения – восемь сортов и гибридов дыни разных сроков созревания.

$A_1$ – Дачница F1 (к); $A_2$ – Апельсинка;

$A_3$ – Золотой нектар; $A_4$ – Медуница;

$A_5$ – Солнечный сахар; $A_6$ – Злато скифов F1;

$A_7$ – Медовая лакомка; $A_8$ – Сладкоежка.

Повторность вариантов в опыте – четырехкратная.

Размещение вариантов – систематическое.

Для посева использовали семена возрастом 3-4 года, обработку которых от вирусных и грибных заболеваний провели посредством термической обработки.

Посев семян на рассаду был осуществлён в первой декаде мая 2024 года. При этом в каждый пластиковый стакан объемом 0,8 л было посеяно по 1-2 семени.

Возраст рассады на момент посадки составил 35 дней.

За неделю до высадки рассады в открытый грунт была проведена процедура закаливания растений, осуществленная путем открытия дверей для снижения температуры.

Схема посадки составила 100×50 см, что соответствует густоте посадки в 2,0 растения на квадратный метр. Посадка рассады в открытый грунт была проведена 10 июня, при температуре почвы в диапазоне 16-20 °С.

В дальнейшем уход за рассадой включал полив по мере необходимости, рыхление и внесение подкормок, формирование растений.

Учёт урожая сплошной, поделяночный, по мере поспевания плодов с оценкой их товарности.

**Результаты и обсуждения**. Значения суммы активных температур выше 10 °С вегетационного периода 2024 года варьировались. Минимальная сумма была зарегистрирована в мае и составила 71,5 °С, тогда как максимальная величина наблюдалась в июле – 584,3 °С. В период с мая по сентябрь сумма активных температур составила 2055 °С.

В 2024 году уровень осадков, в основном, превышал многолетние нормы, что оказало негативное воздействие на урожай. Значительное количество осадков в июле и августе способствовало развитию антракноза и мучнистой росы, в результате чего плоды

подвергались растрескиванию и гниению. В то же время, в июне обильные осадки, сочетавшиеся с жаркой погодой, способствовали быстрому укоренению и росту рассады после высадки.

Сбор плодов, достигших товарной готовности, осуществлялся вручную с первой декады августа до второй декады сентября. Созревание дыни определялось по нескольким признакам: высохший хвостик на плодоножке, который был сухим по всей длине; лёгкость отделения плодов от засохшей плодоножки; кожица, обладающая гибкостью, что проявлялось при надавливании на боковую сторону плода; разнообразие цветовой гаммы в зависимости от сортовых особенностей; звук, возникающий при постукивании, являлся глухим, что отличало зрелую дыню от незрелого арбуза, у которого звук более звонкий. При полной зрелости корка была упругой и равномерно окрашенной. В процессе осмотра дыня не должна была иметь повреждений, разноцветных пятен или подгнивших участков, а также иметь приятный, душистый аромат.

В соответствии с требованиями ГОСТ 7178-2015, продукция должна соответствовать следующим критериям: она должна быть чистой, целой, здоровой и не содержать избыточной внешней влаги, а также соответствовать установленным стандартам по форме и окраске, характерным для данного ботанического вида [5].

Плоды сортов с ранним сроком созревания обязаны сохранять плодоножку, в то время как плоды сортов со средним сроком созревания могут быть как с плодоножкой, так и без неё.

В табл. 1 представлены элементы структуры урожайности изучаемых сортов и гибридов дыни. Средняя масса товарных плодов варьировалась в зависимости от сорта и составила от 156 до 695 г. Наибольшие размеры отмечены у плодов сортов Апельсинка, Дачница F1 и Золотой нектар, чья масса составила 629-695 г.

Плоды гибрида Злато скифов F1 имели массу на 8,4-17,2 % меньше, достигая 576 г. Плоды сортов Медуница и Сладкоежка имели вес в диапазоне 439-497 г.

В значительной степени меньшей массой обладали плоды сортов Солнечный сахар и Медовая лакомка, весившие 156-187 г, что существенно ниже контрольных и оптимальных значений. В среднем по всем вариантам опыта показатель средней массы плода составил 481,7 г.

Таблица 1. Элементы структуры урожайности сортов и гибридов дыни, 2024 г.

| Сорт/Гибрид | Кол-во плодов, шт. | Средняя масса плодов, г | Продуктив-ность одного растения, кг | Урожайность, т/га | + - к контролю | Товарность, % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Дачница F1 (к) | 1,7 | 629 | 1,07 | 21,4 | -– | 42 |
| Апельсинка | 1,3 | 678 | 0,88 | 17,6 | –3,8 | 17 |
| Золотой нектар | 1,7 | 695 | 1,18 | 23,6 | + 2,2 | 52 |
| Медуница | 1,5 | 497 | 0,75 | 15,0 | – 6,4 | 34 |
| Солнечный сахар | 1,3 | 184 | 0,24 | 4,8 | – 16,6 | 0 |
| Злато скифов F1 | 2,2 | 576 | 1,27 | 25,3 | + 3,9 | 58 |
| Медовая лакомка | 1,2 | 156 | 0,19 | 3,8 | –17,6 | 0 |
| Сладкоежка | 1,5 | 439 | 0,66 | 13,2 | – 8,2 | 34 |
| Среднее | 1,6 | 481,8 | 0,87 | 15,6 | – | 26,1 |
| $НСР_{05}$ | $F_ф<F_т$ | $F_ф<F_т$ | 0,12 | 0,95 | – | 1,37 |

В процессе выращивания на растениях было сформировано от 1,2 до 2,2 плодов. Наибольшее количество плодов (2,2 штуки), наблюдалось у гибрида Злато скифов F1. У сортов Сладкоежка, Медуница, Золотой нектар и Дачница F1 количество плодов колебалось

от 1,5 до 1,7 штук. Существенно меньшее количество плодов, составившее от 1,2 до 1,3 штуки, было зафиксировано у сортов Апельсинка, Солнечный сахар и Медовая лакомка.

Продуктивность одного растения, в зависимости от указанных показателей, варьировала от 0,19 до 1,27 кг. Наивысшие значения данного показателя были зарегистрированы у сорта Золотой нектар и гибридов Дачница F1 и Злато скифов F1, составив 1,07-1,27 кг.

Указанные показатели оказали существенное влияние на величину урожайности плодов дыни. При густоте посадки 20 тыс. растений на 1 га данный показатель варьировался по вариантам опыта от 3,8 до 25,3 т/га. Наивысшая урожайность была зарегистрирована у гибридов Злато скифов и Золотой нектар, составившая 23,6-25,3 т/га, что превышает контрольные значения на 2,2-3,9 т/га или на 10,8-18,2 %.

Урожайность остальных изучаемых сортов находилась значительно ниже контрольных значений и составила от 13,2 до 17,6 т/га. Особенно низкие результаты были зафиксированы у сортов Солнечный сахар и Медовая лакомка, где урожайность составила 3,8-4,8 т/га. В среднем по исследуемым сортам и гибридам показатель урожайности составил 15,6 т/га.

С учетом совокупности климатических факторов плоды сортов Солнечный сахар и Медовая лакомка не успели достичь полной зрелости, в то время как урожай остальных сортов и гибридов дыни оказался ниже средних значений, установленных Госсорткомиссией.

Товарные качества продукции определялись, в первую очередь, климатическими условиями вегетационного периода. В период формирования плодов температура воздуха значительно отличалась от оптимальных значений, а также наблюдалась повышенная влажность как почвы, так и воздуха. В результате большинство плодов дыни подверглись поражению фузариозом и антракнозом, что негативно сказалось на товарных качествах продукции: уровень товарности варьировался по сортам в диапазоне от 0 до 52,5 %.

В случае сортов Солнечный сахар и Медовая лакомка вся собранная продукция была признана нетоварной. У гибридов Дачница F1 и Злато скифов F1, а также у сорта Золотой нектар, товарность плодов составила от 42 до 58 %. Несмотря на сравнительно высокие показатели урожайности сорта Апельсинка, уровень товарности его плодов оказался низким и составил всего 17,0 %.

В первой декаде августа начался сбор плодов дыни у раннего гибрида Дачница F1 и составил 2,35 т/га или 11 % от общей урожайности. В это же время начали собирать плоды у гибрида Злато скифов F1, доля ранней продукции составила 2,0 % от общей собранной продукции за сезон.

Во второй декаде августа начался сбор плодов у раннеспелых сортов Апельсинка и Золотой нектар, а также у среднепозднего сорта Сладкоежка.

В третьей декаде к ним добавился среднеранний сорт Медуница, а в первой декаде сентября начался сбор продукции среднераннего сорта Солнечный сахар и среднеспелого сорта Медовая лакомка.

Максимальный объем продукции (по среднему значению) по всем сортам и гибридам был достигнут в третьей декаде августа и составил 42,7 % от общего урожая. Наиболее устойчивыми к поражению основными болезнями в условиях эксперимента оказались гибриды Дачница F1 и Злато скифов F1, а также сорт Золотой нектар.

Качество плодов дыни оценивалось по нескольким ключевым показателям: содержанию сухого вещества, общей сумме сахаров и уровню нитратов. Высокие показатели содержания сухих веществ (от 13,9 % до 14,6 %) и сахаров в мякоти плодов (от 12,9 % до 14,4 %) были зафиксированы у сортов Золотой нектар, Сладкоежка и гибрида Злато скифов F1.

**Выводы.** В условиях Пермского края первый сбор продукции можно осуществить через 48-55 дней после высадки рассады в открытый грунт. На основе результатов экологического испытания новых сортов дыни, проведенного в условиях Среднего

Предуралья, были выделены наиболее перспективные сорта из группы раннего срока созревания – гибриды Дачница F1 и Злато скифов F1, а также сорт Золотой нектар, с урожайностью в диапазоне от 21,4 до 25,3 т/га.

**Список источников**

1. Пивоваров В.Ф., Солдатенко А.В., Пышная О.Н., Надежкин С.М., Гуркина Л.К. Овощеводство – одно из приоритетных направлений сельскохозяйственного производства // Овощи России. – 2020 – № 1. – С. 3-15.
2. Быковский Ю.А. Проблемы и перспективы развития бахчеводства России // Картофель и овощи. – 2014. – № 6. – С. 2-7.
3. Майданюк В, Брытик О. Дыня – царица полей // Овощеводство. – 2013. – № 9. – С. 25-31.
4. Медведев Г.А. Бахчеводство : учебник для вузов / Г. А. Медведев, А. Н. Цепляев. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 192 с.
5. ГОСТ 7178-2015. Дыни свежие. Технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 2017-01-01 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Изд. официальное. – Москва : Стандартинформ, 2016.
6. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений / [Электронный ресурс] // ФГБУ «Госсорткомиссия» : [сайт]. – URL: https://reestr.gossortrf.ru/search/vegetable/ (дата обращения: 19.02.2025).
7. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть [Текст] : / ФГБУ «Госсорткомиссия». – Москва, 2019. – 329 с.
8. Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С Литвинов // М., Россельхозакадемия. – 2011 – 650 с.

## COMPARATIVE EVALUATION OF DOMESTIC MELON VARIETIES AND HYBRIDS BY ECONOMIC VALUE TRAITS IN THE MIDDLE URALS

**Soromotina T.V., Tashkinov E.V.**
Ph.D. of Agricultural sciences., docent, Postgraduate student
Perm State Agrarian and Technological University
Perm, Russia, soromotiha60@mail.ru, zafranceperm@mail.ru

*Abstract.* The scientific work was carried out in 2024 at the Lipogorye Scientific Research Center of the Perm State Agrarian and Technological University. The soil of the experimental site is sod-medium podzolic, medium loamy, highly cultivated. Indicators of the arable (0-20 cm) soil layer: humus – 7.2 %; $pH_{KCL}$ – 6.9; mobile forms of phosphorus and potassium – 496 and 412 mg/kg of soil. The object of study is eight varieties and hybrids of melon of different maturation periods – Dachnitsa F1 (c); Apelsinka; Zolotoy nektar; Medunica; Solnechnyy sakhar; Zlato skifov F1; Medovaya lakomka; Sladkoyezhka. Seedlings are 35 days old. The planting scheme is 100×50 cm, the planting density is 2.0 plants per square meter. Seedlings were planted in the open ground on June 10, at a soil temperature in the range of 16-20 °C. The results of the conducted research have shown that in the conditions of the Middle Urals, the first harvest can be obtained 48-55 days after planting seedlings in the open ground. Based on the results of ecological testing of new melon varieties in the conditions of the Middle Urals, the most promising ones were identified: from the group of early ripening hybrids Dachnitsa F1 and Zlato skifov F1, as well as the Zolotoy nektar variety, with yields from 21,4 to 25,3 t/he.

*Key words:* melon, variety, hybrid, yield, average fruit weight, marketability.

УДК 631.811.1

# ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ АЗОТОМ РАСТЕНИЙ СОИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УДОБРЕНИЙ И МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ

**Чевердин А.Ю., Чевердин Ю.И.**
Старший научный сотрудник, главный научный сотрудник
Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В.Докучаева, пос. 2 участка Института им. Докучаева, Россия, cheverdin@bk.ru

*Аннотация.* В статье представлены результаты проведенных исследований по влиянию минерального удобрения и симбиотического биопрепарата на обеспеченность чернозема в посевах растений сои. Установлено положительное влияние изучаемых факторов на обеспеченность растений подвижным азотом.

*Ключевые слова:* соя, азот, чернозем, симбиотические бактерии, Ризобин-Агро.

*Введение.* Азот является важным макроэлементом для жизни растений. В первую очередь он необходим для полноценного роста и развития вегетативной массы растений. Так же азот входит в состав белков, нуклеиновых кислот и является неотъемлемой частью процесса фотосинтеза.

Рядом различных исследователей установлено, что включение биологического азота в систему питания растений в значительной степени позволяет повысить содержание нитратного азота в почве [1; 2, 3,].

Использование биопрепаратов(азотфиксирующих штаммов) на фоне минерального удобрения позволяют снизить потери азота в процессах восстановления азота в почвах [4].

Использование Ризоторфина позволяет повысить количество доступных растениям биогенных элементов. Наибольшая оптимизация условий питания растений наблюдалось при комбинации Ризоторфина и удобрений [5].

Инокуляция микробиологическим препаратом посевного материала повышает усвояемость растениями нитратов с 45% до 56%. Также данный биопрепарат благоприятно влиял на количество конечной продукции [6].

Биопрепараты на основе микробных штаммов являются перспективным инструментом регулирования пищевого режима почв и стимулирования вегетационного развития сельскохозяйственных растений [7; 8].

Целью наших исследований являлось изучить закономерности изменения азотного питания растений под действием биопрепарата Ризобин-Агро.

*Методы.* Исследовательская работа проводилась в течение 2024 году в условиях юго-восточной части Центрального Черноземья, на опытных полях «Воронежского ФАНЦ им. В.В.Докучаева». Объектом исследования являлась соя. Сорт - Аванта. Опыт 2-х факторный: 1й фактор – варианты минерального питания (Б/У и $N_{60}P_{60}K_{60)}$. Второй фактор без обработки и обработка симбиотическими бактериями- Ризобин-Агро. Минеральное удобрение-нитроаммофоска с соотношением питательных элементов 16:16:16. Удобрение вносилось под предпосевное культивирование почвы. В качестве основной обработки почвы проводилась вспашка на глубину 20-22 см. Предшественник- чистый пар. Почвенный покров участка закладки опыта - чернозем сегрегационный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса 6,7%. Общая площадь делянки - 8 $м^2$ , учетная-5,0 $м^2$. Количество повторений опыта – 4. Посев широкорядный - междурядья 45 см. Уборка производилась в сентябре комбайном САМПО по достижению равномерного созревания.

*Результаты.* Одним из направлений наших исследований являлась задача оценки изменения обеспеченности растений нитратным азотом. Результаты исследований говорят о различном влиянии нитроаммофоски и биопрепарата на исследуемый показатель. Рассматривая вариант опыта с естественным уровнем плодородия стоит отметить, что здесь самое высокое содержание нитратного азота отмечено в начальные этапы развития растений

сои. Так на абсолютном контроле, количество нитратного азота находилось на уровне 16,4 мг/кг. Предпосевная инокуляция семян сои способствовала улучшению условий обеспеченности подвижным азотом растений. В начальные этапы органогенеза обеспеченность была выше контроля на 3,8 мг/кг (23,2% в относительном выражении). В дальнейшем в течение развития растений к фазе ветвления, в связи с расходом на рост и развитие количество азотной пищи снижается. Но сохраняется отмеченная тенденция положительного влияния биопрепарата. Если на контроле содержалось 14,2 мг/кг, то под действием Ризобина-Агро было выше и равнялось 16,7 мг/кг (выше контроля на 17,6%). К фазе полной спелости происходит дальнейшее снижение содержания нитратного азота в почве по обоим вариантам. Но здесь стоит отметить некоторую особенность. На контрольном варианте обеспеченность почвы азотом снижается до минимальных значении (11,9 мг/кг). На варианте с использованием инокулянта содержание азота отмечено на более высоком уровне-15,7 мг/кг. Можно констатировать о положительном влиянии симбиотического препарата на обеспеченность сои нитратным азотом на естественном уровне минерального питания, несмотря высокое природное плодородие черноземов.

Таблица 1. Запасы нитратного азота в слое почвы 0-30 см по фазам развития растений сои, мг/кг 2024 г

| Фон удобренности | Варианты опыта | Всходы | Ветвление | Спелость |
|---|---|---|---|---|
| Без удобрений | контроль | 16,4 | 14,2 | 11,9 |
| | Ризобин Агро | 20,2 | 16,7 | 15,7 |
| | Среднее | 18,3 | 15,5 | 13,8 |
| $N_{60}P_{60}K_{60}$ | контроль | 32,3 | 27,4 | 12,2 |
| | Ризобин Агро | 23,6 | 32,9 | 14,3 |
| | Среднее | 28,0 | 30,2 | 13,3 |
| **$НСР_{05}$** | | 2,3 | 2,4 | 2,9 |

Предпосевное внесение комплексного минерального удобрения закономерно способствовало повышению содержания нитратного азота в пахотном слое почвы. При этом на варианте с совместным использованием фона минеральной удобренности и инокулянта по мере развития растений сои увеличивалось количество доступного азота..

В фазе всходов на контроле (без инокуляции семян), количество подвижного азота в почве находилось на уровне 32,3 мг/100г (на абсолютном контроле 16,4 мг/кг). На варианте совмещения минерального удобрения и микробного штамма произошло некоторое снижение (по отношению к контролю) $N\text{-}NO_3$ до 23,6 мг/кг. В дальнейшем к фазе ветвления наблюдается неоднозначная закономерность изменения питания растений азотом. В варианте только с минеральным удобрением происходит снижение по отношению к предыдущей фазе развития обеспеченности растений азотом – до 27,3 мг/кг, Использование дополнительной инокуляции способствует существенному повышению данного показателя до 32,9 мг/кг. Данное явление, по нашему мнению, может быть обусловлено деятельностью симбиотических бактерий и изменения микробиологической активности почвы (вследствие примененного бактериального препарата). К концу вегетации растений, также как и на неудобренном варианте, наблюдается общее снижение запасов азота в почве – до значений 12,2 мг/кг (контроль) и 14,3 мг/кг (Ризобин-Агро).

*Выводы.* Таким образом, содержание нитратного азота в почве находилось в зависимости от инокулянта и минерального удобрения. Наиболее высокое количество азота в почве в течение вегетации отмечено на варианте с комбинацией микробного препарата и удобрения в дозе 60 кг. д.в. Вариант, где использовался только один Ризобин-Агро, также охарактеризовался повышенным содержанием подвижного азота.

**Список источников**

1. Вейнбендер А.А. Влияние применения биопрепарата Ризоторфин на содержание нитратного азота в ризосфере сои / А.А. Вейнбендер, Н.Н. Шулико // Достижения и перспективы селекции и технологий возделывания сельскохозяйственных культур: Международная научная конференция, посвященная 140-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, лауреата Государственной премии, Героя Социалистического Труда Виктора Евграфовича Писарева, Москва, 29–30 марта 2023 года. – Москва: ФИЦ «Немчиновка», 2023. – С. 264-269.

2. Варганова Д.А. Особенности режима нитратного азота в агрочерноземе при применении биопрепаратов с микроводорослями / Д.А. Варганова, Н.В. Абакумова // Студенческая наука - взгляд в будущее: Материалы XIX Всероссийской студенческой научной конференции, Красноярск, 27–29 февраля 2024 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2024. – С. 43-45.

3. Каменева И.А Патент № 2815232 C1 Российская Федерация, МПК A01N 63/00. Биопрепарат на основе штамма азотфиксирующих бактерий Azotobacter vinelandii для стимуляции роста сельскохозяйственных культур, повышения урожайности и активации микробиологических процессов в ризосфере: № 2023101258 : заявл. 20.01.2023 : опубл. 12.03.2024 / И.А. Каменева, А.И. Якубовская, И.И. Смирнова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма".

4. Завалин А.А. Использование яровой пшеницей азота удобрения при инокуляции семян биопрепаратами / А.А. Завалин, Д. Ньямбосе, Л.С. Чернова [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2022. – № 6. – С. 9-13. – DOI 10.31857/S2500262722060023.

5. Волков А.А. Обеспеченность растений ячменя и клевера азотом и фосфором в зависимости от применения фосфорных удобрений и биопрепаратов / А.А. Волков // Агрохимический вестник. – 2011. – № 3. – С. 38-40.

6. Алферов А.А. Оценка эффективности действия азотного удобрения при использовании ризоагрина на яровой пшенице / А.А. Алферов, Л.С. Чернова, Н.Я. Шмырева, А.А. Завалин // Плодородие. – 2016. – № 6(93). – С. 4-6.

7. Чевердин А.Ю. Изменение обеспеченности чернозема нитратным азотом под воздействием диазотрофных ризобактерий / А.Ю. Чевердин // Состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса юга России : Сборник докладов по материалам Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Майкоп, 11–13 ноября 2020 года. – Майкоп: Издательство "Магарин Олег Григорьевич", 2020. – С. 312-315.

8. Каменева И.А. Влияние ризобактерий на рост и ферментативную активность Triticum Aestivum (L.) / И.А. Каменева, А.И. Якубовская, И.И. Смирнова, М.В. Гритчин // X Съезд общества физиологов растений России "Биология растений в эпоху глобальных изменений климата": Всероссийская научная конференция с международным участием : тезисы докладов, Уфа, 18–23 сентября 2023 года. – Уфа: Уфимский Федеральный исследовательский центр РАН, 2023. – С. 167.

## NITROGEN SUPPLY TO SOYBEAN PLANTS UNDER THE INFLUENCE OF FERTILIZERS AND MICROBIAL PREPARATIONS

**Cheverdin A.Y., Cheverdin Y.I.**
Senior Researcher, Chief Researcher
Voronezh Federal Agrarian Research Center named after. V.V. Dokuchaeva
pos. 2 sites of the Institute. Dokuchaeva, Russia, cheverdin@bk.ru

*Abstact.* The article presents the results of studies on the effect of mineral fertilizer and symbiotic biological product on the availability of black soil in soybean crops. The positive influence of the studied factors on the supply of plants with mobile nitrogen has been established.

*Key words:* soybean, nitrogen, chernozem, symbiotic bacteria, Rizobin-Agro,

УДК 631.8

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Юртаева Я.О.**
Лаборант
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия, ya.yurtaeva@anc55.ru

*Аннотация.* Работа посвящена изучению влияния различных доз аммиачной селитры на биометрические показатели и урожайность яровой пшеницы, оценке их эффективности в условиях степной зоны.

*Ключевые слова:* почвенный покров, яровая пшеница, агрофизические, агрохимические и биологические показатели.

Уровень плодородия почв является определяющим фактором в получении высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур. Ведущее место в сохранении плодородия почв, продуктивности и устойчивости земледелия занимает обеспечение оптимального питательного, водного, теплового и воздушного режимов с учетом биологических требований сельскохозяйственных растений, их сортовых особенностей. Успешное решение этой проблемы связано с использованием энергоресурсосберегающих технологий выращивания сельскохозяйственных культур, с научно обоснованным применением минеральных и органических удобрений. Поэтому установление влияния минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур с учетом экологических условий региона является основой для ведения эффективной деятельности сельхозтоваропроизводителей. Обеспечение устойчивого развития сельского хозяйства возможно в том случае, когда земледелие будет адаптировано к местным природным экосистемам [1].

Цель исследования − установить эффективность разных доз аммиачной селитры при выращивании зерновых культур в условиях степной зоны.

Объектом исследования являются − почвенный покров ОАО Целинное Русско-Полянского района Омской области, яровая пшеница сорта «Уралосибирская», включённого в реестор в 2012 году, и азотные удобрения (аммиачная селитра).

*Объекты и методы исследований.* Объектом исследований является яровая пшеница сорта Уралосибирская.

Данные исследования получены опытным путем при работе на производственных полях ОАО Целинное Русско-Полянского района в 2023 году.

В основе исследования лежит производственный опыт. Основное значение производственных опытов с удобрениями – проверка и уточнение в хозяйственных условиях рекомендаций научно-исследовательских учреждений по применению удобрений в данной зоне. Главным в таких опытах должно быть установление агрономической и экономической эффективности видов, форм и способов применения удобрений, рекомендуемых научно-исследовательскими учреждениями [2].

Основными показателями, определяемыми в почвенном покрове, были:

- определение реакции среды в почве потенциометрическим методом;
- определение нитратного азота дисульфофеноловым методом;

- определение подвижных форм фосфора и калия по методу Мачигина.

Для оценки влияния разных доз минеральных удобрений, при выращивании пшеницы, были:

- определение биометрических показателей.

Полевой опыт был заложен в трёхкратной повторности с тремя повторениями. Расположение делянок – однорядное. Такое расположение обязательно в опытах по изучению техники внесения удобрений. Делянки вытянуты в том направлении, в котором изменяются свойства участка.

Для определения урожайности пшеницы были использованы следующие показатели: масса 1000 зёрен, число зёрен с одного колоса и продуктивная кустистость.

Анализ показал, что максимальная по опыту продуктивная кустистость (таблица 1)наблюдалась в варианте без удобрений (192 шт/м$^2$). На варианте с внесением удобрения в дозе $N_{60}$ наблюдается увеличение числа зерен с колоса (21 шт.), массы 1000 зерен (38,2 г) и урожайности (14,2 ц/га).

Таблица 1. Показатели структуры урожая яровой пшеницы сорта «Уралосибирская» (средние данные по вариантам опыта)

| Показатель | Вариант опыта | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Без удобрений | $N_{30}$ | $N_{60}$ | $N_{90}$ |
| Продуктивная кустистость, шт/м$^2$ | 192 | 167 | 182 | 162 |
| Число зёрен с колоса, шт | 16 | 17 | 21 | 16 |
| Масса 1000 зёрен, г | 36,3 | 33,5 | 38,2 | 34,6 |
| Урожайность, ц/га | 9,1 | 9,3 | 14,2 | 10,3 |

Для оценки достоверности полученных данных математическое моделирование играет ключевую роль [3, 4].

Прибавка урожая отмечается на всех вариантах с внесением удобрений (таблица 2). По сравнению с контрольным вариантом, в котором урожайность равна 9,1 ц/га, $N_{30}$ имеет 9,3 ц/га, $N_{60}$– 14,2 ц/га и$N_{90}$– 10,3 ц/га, прибавка к контролю не значительна в вариантах $N_{30}$(0,2 ц/га) и $N_{60}$(1,1 ц/га), в дозе $N_{60}$ прибавка составляет 5,1 ц/га.

Таблица 2. Влияние доз азотных удобрений на урожайность яровой пшеницы

| Вариант опыта | Повторности | | | Среднее значение | Прибавка к контролю | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | | ц/га | % |
| Без удобрений | 9,0 | 9,5 | 8,7 | 9,1 | - | - |
| $N_{30}$ | 9,2 | 8,8 | 10,0 | 9,3 | 0,2 | 2,2 |
| $N_{60}$ | 12,7 | 15,7 | 14,2 | 14,2 | 5,1 | 56,0 |
| $N_{90}$ | 10,0 | 10,5 | 10,2 | 10,2 | 1,1 | 12,1 |
| $НСР_{05}$ | - | - | - | 1,64 | - | - |

При этом на варианте с наименьшей дозой ($N_{30}$) наблюдается повышенное число сорных растений (49,5 %) и не высокая урожайность из-за быстрого потребления сорняками удобрений. На варианте с дозой азота $N_{60}$ урожайность самая высокая, так как пшеница смогла конкурировать с сорными растениями по доступности элементов питания (таблица 3).

Таблица 3. Засоренность посевов пшеницы сорта «Уралосибирская» ЗАО Целинное Русско-Полянского района

| Фаза развития растений | Среднее число сорняков по опыту | | | |
|---|---|---|---|---|
| | без удобрений | $N_{30}$ | $N_{60}$ | $N_{90}$ |
| Всходы, шт./м$^2$ | 285 | 235 | 262 | 212 |
| Кущение, шт./м$^2$ | 151 | 140 | 150 | 210 |
| Выход в трубку, шт./м$^2$ | 157 | 361 | 158 | 356 |
| Полная спелость, шт./м$^2$ | 214 | 191 | 163 | 303 |
| Полная спелость, гр./м$^2$ | 212 | 296 | 134 | 228 |
| Засоренность, % | 90,2 | 49,5 | 36,6 | 57,6 |

Необходимо отметить нелинейную зависимость величины урожайности яровой пшеницы от дозы азотного удобрения. Данные коэффициента корреляции показали среднюю корреляционную связь r = 0,5.

Рассматривая экономические показатели, рассчитанные в процессе исследования, можно сделать вывод, что использование аммиачной селитры в дозе 60 кг д.в. экономически не выгодно и затраты, связанные с приобретением, внесением удобрения и уборкой прибавки урожая превышают доход от реализации продукции (Чд составил -853,8 руб.).

Выводы.

В ходе исследования установлено зависимость между урожаем пшеницы и дозами вносимых удобрений (r = 0,5). Наиболее засорённым оказался вариант без внесения удобрений. Оптимальным для формирования повышенных значений числа зерен с колоса (21 шт.), массы 1000 зерен (38,2 г) и урожайности оказался вариант с дозой $N_{60}$.

Рассматривая экономические показатели, можно сделать вывод, что использование аммиачной селитры в дозе 60 кг д.в. экономически не выгодно и затраты, связанные с приобретением, внесением удобрения и уборкой прибавки урожая превышают доход от реализации продукции.

**Список источников**

1. Чекусов М.С. Особенности проведения весенне-полевых работ в хозяйствах Омской области в 2021 году: Методическое издание : рекомендации / М.С. Чекусов, Н.В. Дрофа. – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2021. – 68 с. – Текст : непосредственный.

2. Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований. – 2-е изд., перераб. и доп. / Ф.А. Юдин. – М.: Колос, 1980. – 366 с. – Текст : непосредственный.

3. Харитонова Н.Д. Математическое моделирование в геологии / Н.Д. Харитонова, Я.О. Юртаева, А. В. Лебедева // Роль научно-исследовательской работы обучающихся в развитии АПК : Сборник Всероссийской (национальной) научно - практической конференции, Омск, 18 февраля 2021 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 646-650.– Текст : непосредственный.

4. Харитонова Н. Д. Математическое моделирование в геологии / Н.Д. Харитонова, Я.О. Юртаева, А.В. Лебедева // Каталог научных и инновационных исследований ФГБОУ ВО Омский ГАУ: Сборник материалов по итогам научно-исследовательской деятельности. – Омск : Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2022. – С. 259-260.

## INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON WHEAT YIELD IN THE STEPPE ZONE OF OMSK REGION

**Yurtaeva Y.O.**
Laboratory assistant
Omsk Agricultural Research Center

Omsk, Russia, ya.yurtaeva@anc55.ru

*Abstract.* The work is devoted to the study of the influence of various doses of ammonium nitrate on biometric indicators and yield of spring wheat, and the assessment of their effectiveness in the conditions of the steppe zone.

*Key words*: soil cover, spring wheat, agrophysical, agrochemical and biological indicato

# *Зоотехния и биотехнология*

УДК 636.084.1

## ПРИМЕНЕНИЕ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОК

**Белозерова О.В.**
Аспирант
*Научный руководитель Бильков В. А., д-р. с.-х. н., профессор,*
Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, г. Вологда-Молочное, Россия, 79210697429@yandex.ru

*Аннотация.* В публикации обсуждаются результаты научно-хозяйственного опыта по применению кормовых дрожжей «Клювер Про +» в рационах ремонтных телок голштинской породы в первые полгода их выращивания (в молочный и переходные периоды). Исследования проведены в промышленных условиях СПК (колхоз) «Племзавод Пригородный» Вологодской области. Согласно цели исследований изучено влияние дрожжей в количестве 4 г (1 опытная) и 8 г (2 опытная) на голову в сутки на динамику роста растущих животных. Включение в суточный рацион телок 4 г «Клювер Про +» оказало менее заметное влияние на изменение их живой массы в сравнении с удвоенной дозировкой. Установлено, что наиболее оптимальной является доза в 8 г на голову в сутки, что обеспечивает достоверное повышение живой массы ремонтных телок (198,3 кг против 181,0 кг в контроле) и увеличение среднесуточных приростов на 12,2 % (с 786 г до 882 г).

*Ключевые слова:* ремонтный молодняк, рацион, дрожжи, живая масса, прирост.

*Актуальность исследований.* В Российской Федерации особое внимание уделяется вопросам дальнейшего подъема такой отрасли, как молочное скотоводство. Обеспечение потребностей россиян в молочных продуктах требует планомерного увеличения объемов производства молока, что зависит от поголовья и продуктивности коров. В соответствии с этим подготовка в достаточном количестве высококачественного маточного поголовья для комплектования и интенсивного использования стад является важным фактором роста продуктивности животных и повышения эффективности отрасли [1,2].

Направленному выращиванию ремонтных телок способствуют инновационные подходы в организации правильного кормления растущих животных. Детальное и научно-обоснованное кормление ремонтных телок с раннего возраста и до отелов позволяет обеспечивать получение планируемых приростов по возрастным периодам и формирование здоровых и хорошо развитых животных молочного типа [2,3,4].

В этой связи своевременным и целесообразным можно считать изучение эффективности использования кормовых дрожжей «Клювер Про +» в рационах ремонтных телок голштинской породы, что обуславливает актуальность и практическую ценность исследований.

*Цель исследований* – выявить влияние дрожжей «Клювер Про +» на динамику живой массы ремонтных телок в молочный и послемолочный периоды (до 7–месячного возраста).

Кормовые дрожжи «Клювер Про +» представляют из себя безопасную (без ГМО) добавку, произведенную на основе штаммов молочных дрожжей (Kluyveromyces marxianus). Данный вид дрожжей продуцирует фермент лактозу, что способствует более лучшему усвоению теленком молока, а, в последующем, и других кормов. По сведениям разработчиков «Клювер Про +» обеспечит более раннее формирование процессов пищеварения у жвачных животных и получение желаемой динамики и роста.

*Материалы и методы исследований.* Опыт по применению «Клювер Про +» проводился с 2024-2025 гг. в СПК (колхоз) «Племзавод Пригородный» Вологодской области

(с. Непотягово). Для исследований (по принципу аналогов) сформированы были три группы телочек голштинской породы в количестве по 14 голов в каждой [5]. При подборе животных учитывалось их происхождение и живая масса, состояние здоровья и внешний вид. Во время эксперимента телочки находились в одинаковых условиях содержания, обслуживания и кормления (за исключением изучаемого фактора).

Продолжительность научно-хозяйственного опыта почти 180 суток, главный (учетный) период начинался с 7-суточного возраста (после получения молозива) и завершением в 6 месяцев с последующим анализом роста телок в заключительный период эксперимента. Животные контрольной и опытных групп получали за основу хозяйственный рацион (основной). Отличия в кормлении были в том, что телкам 1 и 2 опытных групп дополнительно к хозяйственному рациону ежедневно применяли «Клювер Про +» в количестве 4 и 8 г на голову соответственно. Во время выпойки молока (0,2 по 3 месяц) изучаемую добавку в дозировке 4 г на голову скармливали в его составе. Оставшиеся 4 г на голову во 2 опытной группе включали в состав комбикорма-концентрата. В послемолочный период (с 4 по 6 месяц) дрожжи в необходимом количестве вводили в состав сложных кормовых смесей, состоящих из грубых, сочных, концентрированных кормов и балансирующих добавок.

Рост ремонтных телок оценивали по результатам ежемесячных взвешиваний и расчета среднесуточных приростов. Цифровой материал подвергался биометрической обработке с указанием достоверности разности показателей.

*Результаты исследований.* К настоящему времени наукой обоснованы параметры живой массы ремонтных телок в молочных стадах с годовым удоем 8,0 тыс. кг и более [4,5]. Согласно их живая масса телок в шестимесячном возрасте должна составлять 186-200 кг. Голштинские животные, как известно, при сбалансированном кормлении способны максимально реализовать свой продуктивный потенциал и обеспечивать с раннего возраста интенсивный рост. О динамике роста подопытных животных в обсуждаемых исследованиях можно судить по материалам таблицы 1.

Таблица 1. Показатели живой массы телок (кг), M±m

| Период | Возраст, мес. | Группы | | |
|---|---|---|---|---|
| | | контрольная | 1 опытная | 2 опытная |
| Молочный | При рождении | 39,5±1,2 | 39,4±1,3 | 39,4±1,2 |
| | 1 | 54,7±1,3 | 56,1±1,3 | 58,7±1,7 |
| | 2 | 78,2±1,8 | 80,4±3,0 | 83,5±2,3 |
| | 3 | 104,4±1,7 | 107,1±1,7 | 110,6±1,9* |
| Переходный | 4 | 127,4±2,3 | 132,2±3,0 | 135,0±2,9 |
| | 5 | 151,3±3,6 | 158,4±5,6 | 164,5±4,4* |
| | 6 | 181,0±4,3 | 190,4±6,4 | 198,3±5,9* |

*$p \leq 0,05$

Анализируя показатели живой массы ремонтных телок за шесть месяцев следует отметить, что молочный и переходный периоды животные опытных групп превосходили своих контрольных сверстниц по динамике роста. При использовании дрожжей «Клювер Про +» прослеживается увеличение массы тела телок опытных групп во все месяцы эксперимента. Так, к семимесячному возрасту живая масса животных контрольной группы (в среднем по 14 головам) достигла 181 кг, в то время как в 1 и 2 опытных – соответственно 190,4 и 198,3 кг. Достоверна разность по 2 опытной группе в сравнении с контрольным вариантом ($p \leq 0,05$). В среднем за опыт среднесуточные приросты телок контрольной, 1 и 2 опытных групп соответствуют рекомендуемым значениям и достигли соответственно 786,

839, 882 г. Об изменении приростов животных с 1 по 6 месяц. Рождения имеется возможность проследить по информации рисунка 1.

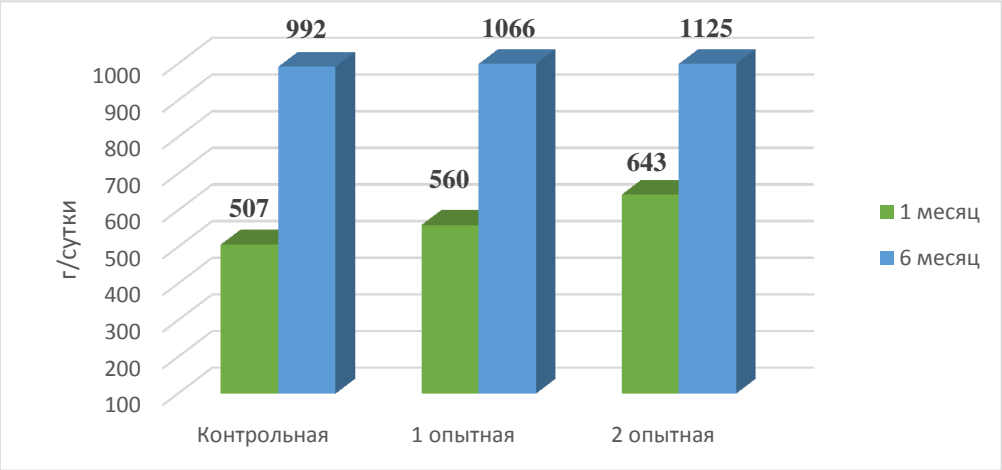



Рис. 1. Приросты телок, г/сутки

Анализ величины среднесуточных приростов показывает, что после рождения животные имели невысокую энергию роста 507-643 г. Но уже после первого месяца жизни телки 1 и 2 опытных групп, которым скармливали дрожжи, имели более высокий (на 10,4 и 26,8 %) уровень приростов в сравнении с животными, находящимися на хозяйственном рационе. За шестой месяц выращивания эта разница составила 7,5 и 13,4 % (1066, 1125 г против 992 г).

При завершении молочного и переходного периодов нами исследовался морфологический и биохимический состав крови телок. Значительных отличий по группам по состоянию обмена веществ не выявлено. Однако детальный анализ показателей биохимического статуса подопытных животных показал, что в крови телок опытных групп с применением «Клювер Про +» улучшилось содержание глюкозы (на 5,7 и 7,2 %), общего белка (2-1,6 %), и других метаболитов (щелочного резерва, кальция и фосфора), что свидетельствует о положительном влиянии изучаемого продукта на здоровье ремонтных телок.

**Заключение.** Использование в кормлении ремонтных телок голштинской породы кормовых дрожжей «Клювер Про +» обеспечивает увеличение их продуктивности. Наиболее целесообразно в первые шесть месяцев их выращивания скармливать добавку в количестве 8 г/гол в сутки с целью повышения среднесуточных приростов (с 786 до 882 г).

**Список источников**

1. Балнев, А.В. Сегодня – телочка, завтра – корова / А.В. Балнев // Животноводство России. - 2008. - №2. - С. 51-53.

2. Буряков, Н.П. Кормление ремонтной телочки молочного скота / Н.П. Буряков. - М.: Промбиотех, 2016. - 123 с.

3. Головин, А.В. Рекомендации по детализированному кормлению молочного скота / А.В. Головин, А.С. Аникин, Н.Г. Первов и др. - Дубровицы: ВИЖ им. Л.К. Эрнста, 2016. - 217 с.

4. Зуев, А.В. Направленное выращивание молодняка / А.В. Зуев, Т.В. Зуева, О.Ю. Осадчая, Ю.Н. Григорьев // Азбука животноводства. 100 вопросов и ответов. Изд.2$^{e}$ дополн. - М, 2007. - С. 119-137.

5. Гамко, Л.Н. Основы научных исследований в животноводстве / Л.Н. Гамко, И.В. Малявко. - Брянск, 1998. - 124 с.

## THE USE OF FEED YEAST IN THE CULTIVATION OF REPAIR HEIFERS

**Belozerova O.V.**
Postgraduate Student,
*Scientific supervisor Bilkov V.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor*
Vologda State Dairy Farming Academy named after N.V. Vereshchagin
79210697429@yandex.ru

*Abstract.* The publication discusses the results of scientific and economic experience on the use of Kluver Pro + feed yeast in the diets of Holstein repair heifers in the first six months of their cultivation (during dairy and transitional periods). The research was carried out in the industrial conditions of the breeding complex (collective farm) "Prigorodny Stud Farm" in the Vologda region. According to the research objective, the effect of yeast in the amount of 4 g (1 experimental) and 8 g (2 experimental) per head per day on the growth dynamics of growing animals was studied. The inclusion of 4 g of Kluver Pro + in the daily diet of heifers had a less noticeable effect on the change in their body weight compared with the doubled dosage. It was found that the most optimal dose is 8 g per head per day, which provides a significant increase in the live weight of repair heifers (198.3 kg versus 181.0 kg in the control) and an increase in average daily gains by 12.2% (from 786 g to 882 g).

*Key words:* repair young animals, diet, yeast, live weight, growth.

УДК 66.061.3

## ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ ФЛЮИДНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕТУЛИНА ИЗ КОРЫ БЕРЕЗЫ

**Захаренко А.М., Памирский И.Э., Подолец А.М.**
Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия, zakharenko@sfsca.ru

*Аннотация.* Исследование параметров СКФЭ диоксидом углерода коры *Betula* spp. позволило разработать оптимальную технологию получения стандартизированных экстрактов. Использовали два типа сырья: бересту и щепу березы (0,5-2,5 см) при давлении 30 МПа, температуре 60°С и скорости потока $CO_2$ 40 л/ч. Выход экстракта составил 480±8 г для бересты и 431±10 г для щепы. Экстракты показали стабильные характеристики: перекисное число 1,3±0,2 мэкв/кг, кислотность 0,5±0,1 мг КОН/г (береста) и 0,8±0,1 мг КОН/г (щепа). Хроматографический анализ (ГЖХ-МС и ВЭЖХ) выявил 15 соединений в экстракте бересты и 8 - в щепе, с преобладанием бетулина (68-75%), бетулиновой кислоты (12-15%) и лупеола (3-5%). Полученные данные подтверждают эффективность СКФЭ для промышленного получения стандартизированных экстрактов с высоким содержанием биологически активных тритерпеноидов.

*Ключевые слова*: сверхкритическая флюидная экстракция, *Betula* spp., бетулин.

Результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России, проект № FSWM-2024-0009.

В последние десятилетия наблюдается устойчивый рост интереса к природным биологически активным соединениям растительного происхождения, что обусловлено их высокой терапевтической эффективностью при минимальных побочных эффектах по сравнению с синтетическими препаратами [1]. Особое место в этом ряду занимает кора березы (Betula spp.), которая представляет собой ценный источник пентциклических тритерпеноидов, преимущественно бетулина и его производных [2].

Современные исследования подтверждают широкий спектр фармакологической активности этих соединений, включая: противоопухолевое действие (ингибирование ангиогенеза, индукция апоптоза) [3]; противовирусную активность (включая ВИЧ и вирус герпеса) [4]; гепатопротекторные свойства [5]; противовоспалительный и анальгетический эффекты [6].

Несмотря на очевидные преимущества, широкому применению экстрактов березы препятствуют технологические ограничения традиционных методов экстракции: использование токсичных органических растворителей (гексан, хлороформ), длительность процессов экстракции (8-24 часа), термическая деградация термолабильных соединений, сложность последующей очистки от остаточных растворителей [7].

СКФЭ $CO_2$ представляет собой инновационную альтернативу, сочетающую: экологическую безопасность ($CO_2$ нетоксичен и негорюч), селективность (регулируемую изменением параметров), отсутствие остаточных растворителей, сохранение термолабильных соединений [8]. Целью настоящего исследования являлась комплексная оценка параметров СКФЭ коры березы и сравнительный анализ химического состава экстрактов, полученных из разных морфологических частей растения.

Для проведения исследования использовались два типа растительного сырья: отбеленная береста (наружный слой коры *Betula pendula*, очищенная от пробковых наслоений) и щепа березы того же вида (фракция 0,5-2,5 см). Сырье было заготовлено в экологически чистых районах Новосибирской области. Перед экстракцией проводили предварительную обработку, включающую сушку до постоянной массы при 40°C в течение 48 часов, определение влажности методом высушивания до постоянной массы и измельчение до заданной фракции. Сверхкритическую экстракцию проводили с использованием аппарата для экстракции сверхкритического давления HA120-50-05-C (Nantong Huaan Supercritical Extraction Co., Ltd.) при следующих параметрах: давление 30 МПа, температура 60°C, скорость потока $CO_2$ 40 л/ч, время экстракции после стабилизации давления - 3 часа, масса загрузки 1,5 кг, количество повторностей эксперимента - 3. Для анализа полученных экстрактов использовали комплекс методов: физико-химические показатели определяли гравиметрически (выход экстракта), по ГОСТ 26593-85 (перекисное число) и ГОСТ 5476-80 (кислотное число); хроматографический анализ включал ГЖХ-МС на системе Agilent 7890B/5977A (США) с колонкой HP-5MS (30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм) при температурном режиме от 50°C (2 мин) до 300°C (10 мин) со скоростью нагрева 10°C/мин, ионизацией электронным ударом (70 эВ) и диапазоном масс 40-600 m/z, а также ВЭЖХ на системе Shimadzu LC-20 (Япония) с колонкой Luna C18(2) (250 × 4,6 мм, 5 мкм) с подвижной фазой ацетонитрил-вода (градиент), скоростью потока 1 мл/мин и детектированием при 210 нм.

Результаты и обсуждение. Проведенные исследования позволили получить комплексные данные о параметрах сверхкритической экстракции коры березы и характеристиках полученных экстрактов. Анализ результатов выявил ряд важных закономерностей, требующих детального рассмотрения.

Первым ключевым аспектом исследования стал сравнительный анализ выхода экстрактов из разных типов сырья. Статистическая обработка данных продемонстрировала достоверные различия ($p < 0,05$) между экстрактами, полученными из бересты и щепы. Средний выход для бересты составил 320,0 ± 5,3 г/кг (стандартное отклонение 1.7%), тогда как для щепы этот показатель был значимо ниже – 287,3 ± 6,7 г/кг (стандартное отклонение 2.3%). Такая разница может быть объяснена несколькими факторами. Во-первых, береста, являясь наружным слоем коры, содержит более высокую концентрацию тритерпеноидов, которые преимущественно локализованы в пробковой ткани. Во-вторых, морфологические различия в структуре тканей приводят к разной доступности биологически активных соединений при экстракции. В-третьих, процесс предварительной обработки щепы мог привести к частичной потере активных компонентов. Эти данные согласуются с

результатами предыдущих исследований, отмечавших зависимость выхода экстрактов от морфологических особенностей растительного сырья [9].

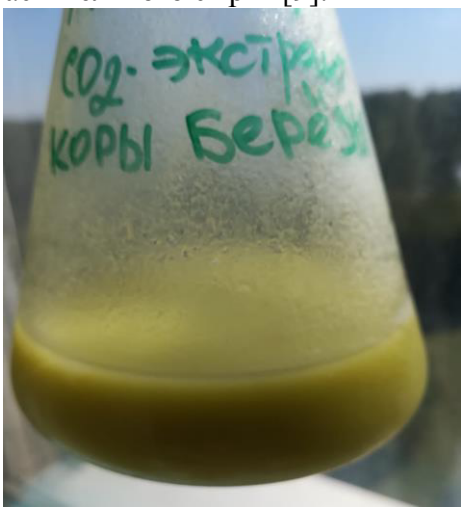



Рис. 1. Экстракт коры березы

Особый интерес представляют данные по физико-химическим характеристикам полученных экстрактов. Измеренное перекисное число для всех образцов не превышало 1.5 мэкв/кг, что полностью соответствует строгим фармакопейным требованиям к растительным экстрактам. Этот показатель свидетельствует о минимальной степени окисления липидных компонентов в процессе экстракции, что подтверждает щадящий характер применяемой технологии. При этом было обнаружено статистически значимое различие ($p < 0,01$) в кислотных числах экстрактов: для щепы этот показатель составил 0,8 ± 0,1 мг КОН/г против 0,5 ± 0,1 мг КОН/г для бересты. Такое различие может быть обусловлено несколькими причинами. Основной из них является более высокое содержание бетулиновой кислоты - карбоксилированного производного бетулина, которое естественным образом повышает кислотность экстракта. Дополнительный вклад могут вносить другие кислотные компоненты, присутствующие в щепе в больших количествах, такие как кофейная и галловая кислоты, идентифицированные при хроматографическом анализе.

Хроматографические исследования предоставили наиболее ценные данные о качественном и количественном составе экстрактов. ГЖХ-МС анализ позволил идентифицировать в общей сложности 23 соединения, среди которых доминирующими компонентами оказались тритерпеноиды. Бетулин, являющийся основным тритерпеновым спиртом коры березы, составлял 68-75% от общего состава экстрактов. Этот результат имеет особое значение, так как именно бетулин рассматривается как наиболее перспективное соединение для фармацевтического применения благодаря своей доказанной гепатопротекторной и противовоспалительной активности [5]. Вторым по содержанию компонентом оказалась бетулиновая кислота (12-15%), известная своей противоопухолевой активностью [3]. Примечательно, что соотношение бетулин/бетулиновая кислота в экстрактах из бересты было несколько выше, чем в экстрактах из щепы, что может быть связано с различной ферментативной активностью в разных тканях растения.

Дополнительную ценность полученным экстрактам придает наличие лупеола (3-5%) - тритерпена с выраженной антимикробной и ранозаживляющей активностью [7]. Интересно отметить, что, несмотря на относительно невысокое содержание, именно лупеол может играть ключевую роль в синергетическом эффекте экстрактов, потенцируя действие основных компонентов. Этот аспект требует дополнительного изучения в рамках дальнейших фармакологических исследований.

Результаты ВЭЖХ анализа показали присутствие 11 фенольных соединений, содержание которых в сумме не превышало 5% от общего состава. Среди них были

идентифицированы кверцетин, галловая кислота, катехин и рутин - соединения с доказанной антиоксидантной активностью. Хотя их содержание относительно невелико, именно эти компоненты могут обеспечивать дополнительную стабильность экстрактов, предотвращая окислительную деградацию основных тритерпеноидов. Особого внимания заслуживает факт обнаружения кофейной кислоты, которая, по данным литературы, может усиливать биологическую доступность тритерпеноидов [10].

Сравнительный анализ экстрактов из разных типов сырья выявил не только количественные, но и качественные различия. В экстракте из бересты было идентифицировано на 7 соединений больше, чем в экстракте из щепы. Это может быть связано как с действием более агрессивных условий при подготовке щепы, так и с естественными биохимическими различиями между разными тканями растения. Данное наблюдение имеет практическое значение для стандартизации экстрактов, так как указывает на необходимость строгого контроля исходного сырья.

Важным аспектом проведенного исследования стала оценка воспроизводимости процесса экстракции. Трехкратное повторение экспериментов показало хорошую сходимость результатов с отклонениями в пределах 5-8%, что свидетельствует о стабильности применяемой методики. Этот параметр особенно важен для возможного масштабирования процесса в промышленных условиях.

**Заключение.** Проведена комплексная оценка параметров сверхкритической флюидной экстракции (СКФЭ) диоксидом углерода коры березы (*Betula* spp.) с целью получения стандартизированных экстрактов, обогащенных биологически активными соединениями. Экспериментальная работа включала сравнительный анализ двух типов сырья - отбеленной бересты и щепы березы (фракция 0,5-2,5 см) при следующих оптимальных параметрах экстракции: давление 30 МПа, температура 60°C, скорость потока $CO_2$ 40 л/ч без использования со-растворителей. Средний выход экстракта составил 480 ± 8 г для бересты и 431 ± 10 г для щепы. Комплексный анализ физико-химических характеристик показал стабильность полученных экстрактов: перекисное число 1,3 ± 0,2 мэкв/кг, кислотное число 0,5 ± 0,1 мг КОН/г (береста) и 0,8 ± 0,1 мг КОН/г (щепа). Применение современных хроматографических методов (ГЖХ-МС и ВЭЖХ с УФ-детектированием) позволило идентифицировать 15 тритерпеноидных и фенольных соединений в экстракте бересты и 8 - в экстракте щепы. Количественный анализ выявил доминирование тритерпенов: бетулин (68-75%), бетулиновая кислота (12-15%) и лупеол (3-5%). Полученные результаты подтверждают перспективность использования СКФЭ для промышленного получения стандартизированных экстрактов березы с выраженной биологической активностью, что открывает новые возможности для их применения в фармацевтике, косметологии и пищевой промышленности.

**Список источников**

1.Krasutsky P. A. Birch bark research and development // Natural Product Reports. 2006.

2.Alakurtti S. et al. Pharmacological properties of the ubiquitous natural product betulin // European Journal of Pharmaceutical Sciences. 2006.

3.Chemat F. et al. Green extraction of natural products // Ultrasonics Sonochemistry. 2017.

4.Pereira C.G., Meireles M. A. A. Supercritical fluid extraction of bioactive compounds // Food and Public Health. 2010.

5.Tolstikova T.G. et al. Betulin and its derivatives // Chemistry and Biological Activity. 2006.

6.Fulda S. Betulinic acid for cancer treatment // Molecular Nutrition & Food Research. 2009.

7.Saleem M. Lupeol, a novel anti-inflammatory agent // Cancer Research. 2009.

8.Pantic M. et al. Supercritical fluid extraction in herbal analysis // J. Sep. Sci. 2021.

9.Ермаков В.В. Современные методы анализа растительных экстрактов. М.: Химия, 2022.

10.WHO guidelines on quality control of herbal extracts. Geneva, 2023.

## APPLICATION OF SUPERCRITICAL FLUID EXTRACTION FOR OBTAINING BETULIN FROM BIRCH BARK

**Zakharenko A.M., Pamirskiy I.E., Podolets A.M.**
National Research Tomsk State University

*Abstract.* The study of the parameters of SFE of Betula spp. bark with carbon dioxide allowed us to develop an optimal technology for obtaining standardized extracts. Two types of raw materials were used: birch bark and birch chips (0.5-2.5 cm) at a pressure of 30 MPa, a temperature of 60°C and a $CO_2$ flow rate of 40 l/h. The extract yield was 480±8 g for birch bark and 431±10 g for chips. The extracts showed stable characteristics: peroxide value of 1.3±0.2 meq/kg, acidity of 0.5±0.1 mg KOH/g (birch bark) and 0.8±0.1 mg KOH/g (chips). Chromatographic analysis (GC-MS and HPLC) revealed 15 compounds in the birch bark extract and 8 in the wood chips, with the prevalence of betulin (68-75%), betulinic acid (12-15%) and lupeol (3-5%). The obtained data confirm the efficiency of SFE for the industrial production of standardized extracts with a high content of biologically active triterpenoids.

*Keywords:* supercritical fluid extraction, Betula spp., betulin.

# *Кадровое обеспечение АПК, профориентация и агрообразование*

УДК 377

## РЕГИОНАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КАДРОВ В ЕНИСЕЙСКОЙ ГУБЕРНИИ В 1920-Е ГОДЫ

**Романова Н.С.**
канд. пед. наук, старший преподаватель
Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск, Россия,
meencanta@yandex.ru

*Аннотация.* Статья посвящена вопросам подготовки сельскохозяйственных кадров в Енисейской губернии в 1920-е годы. Особый акцент сделан на реализации краеведческой направленности построения содержания образования в сельскохозяйственных учебных заведениях.

*Ключевые слова:* профессиональное образование, сельскохозяйственное образование, региональная направленность, Енисейская губерния.

Система профессиональной подготовки сельскохозяйственных кадров в настоящее время определяется инновационными изменениями, связанными, в первую очередь, с регионализацией российского образования. Регламентированный Законом РФ «Об образовании» принцип регионализации предусматривает обеспечение всех областей страны региональными образовательными программами и проведение специальных научных исследований в этой сфере. Включение краеведческого компонента в процесс профессиональной подготовки будущих специалистов в максимальной степени позволяет реализовать ведущие тенденции развития отечественного образования, позволяя перейти от общего образования гражданина вообще, независимо от его места жительства, к образованию представителя конкретного территориального социокультурного сообщества и человека со всеми его индивидуальными особенностями и способностями. В этой связи актуальным становится обращение к историческому региональному опыту подготовки сельскохозяйственных кадров в 1920 гг. – периода, когда советская власть активно реализовывала краеведческий принцип в профессиональном образовании.

В начале 1920-х гг. в Енисейской губернии сельское хозяйство находилось в кризисном состоянии, причиной чего являлись различные естественноисторические, экономические и социокультурные явления: суровые климатические условия, огромные расстояния между хозяйствами, затруднявшие обмен информацией, а также культурная отсталость населения, привычка вести хозяйство устаревшими методами, узкий рынок сбыта продукции [6, с. 95]. Кроме того, в Енисейской губернии как регионе Сибири исторически не было ограничений на пользование землей [2, с. 276]. Новая экономическая политика, начавшаяся в 1921 г., способствовала снабжению деревень необходимой техникой, инвентарем, расширению помощи в области агрономии и ветеринарии. Всё это требовало увеличения числа работников сельскохозяйственной отрасли, обучения способам хозяйствования, применимым в сибирском климате. Решать эту задачу были призваны учебные заведения профессионального образования региона.

До 1921 г. единственным сельскохозяйственным учебных заведением Енисейской губернии была Рыбинская сельскохозяйственная школа, открытая ещё в 1907 г. в селе Рыбинское Канского уезда. Школа занималась распространением на селе основных знаний по ведению сельского хозяйства, главным образом, путем практических занятий, как в самой школе, так и на участках родителей учеников [1, Л. 12]. После реорганизации школы в 1920

г. в сельскохозяйственное училище учебный план был расширен как за счёт увеличения часов общеобразовательных предметов, так и расширения специальных дисциплин. Большой упор в преподавании специальных дисциплин ставился на региональных особенностях ведения хозяйства. Так, при преподавании ботаники большой акцент ставился на сельском хозяйстве, составлении гербариев растений, произрастающих на территории Канского уезда, почвоведении – на изучении состава сибирских почв, метеорологии – на изучении колебания температур Рыбинского района и т.д. Причем, содержание дисциплин выстраивалось следующим образом: в первую очередь общие закономерности и лишь к концу изучения дисциплины – углубление в региональные особенности природы и местности. Учебно-практические занятия состояли в уходе за скотным двором школы, отдельным полевым, огородническим и садовым работам.

В Минусинском сельскохозяйственном техникуме, открытом в 1921 г., учащиеся изучали полеводство, животноводство, огородничество, сельскохозяйственные машины и орудия и другие отрасли, из которых слагается сельского хозяйство. Зимой обучение велось теоретически, а летом практически: на огороде, опытном поле, питомнике, а с 1924 г. и на учебном совхозе [5, Л. 133, 161]. Учащиеся получали необходимые знания и навыки ведения сельского хозяйства в местных условиях.

В Земельном политехникуме, объединившем в себе в 1921 г. несколько Красноярских средних профессиональных учебных заведений, существенная роль в обучении была отведена экскурсионному методу: несколько раз в год студенты выезжали на различные природные достопримечательности, производства и музеи региона с целью сбора информации об особенностях окружающей среды, культурной и экономической составляющих жизни губернии. Метод оказывал существенную помощь учебному процессу техникума, так как был прост в применении и не требовал существенных экономических ресурсов (учебных пособий, лабораторного оборудования и т.д.). Практические занятия в техникуме проводились летом, так, на сельскохозяйственном отделении учебная практика проходила в учебном совхозе, где учащиеся принимали непосредственное участие в полном круге работ по сельскому хозяйству [3, Л. 126].

В 1927 г. Земельный политехникум был переименован в Сельскохозяйственный, происходило постепенное укрепление материальной базы, расширение числа лабораторий. Учебный процесс плавно переходил на главенство лабораторно-исследовательского метода и постепенный отход от изучения региональных особенностей хозяйствования в «полевых» условиях. Тем не менее, до конца 1920-х гг. в техникуме региональная направленность сохранялась за счет летней практики, на которой выполнялись исследовательские и практические задачи изучения региональных особенностей орошения почв, посева и сбора злаков, заготовки сена, растений и насекомых-вредителей.

На последнем, четвертом курсе студенты готовили и защищали исследовательский проект, основанный на производственной практике. В работе освещались вопросы: описания производимых работ и особенностей района, где они проводились, анализа прогрессивности сдвига в сельскохозяйственном производстве и его влияния на хозяйствование соседних землепользований, прогноз необходимых работ в ближайшие 5-10 лет [4, Л. 30].

В 1930-е гг. сельскохозяйственное образование стало отходить от «узости» регионального подхода и сосредоточилось на универсальных знаниях и навыках.

Таким образом, в 1920-х гг. в Енисейской губернии в подготовке сельскохозяйственных кадров существенная роль отводилась изучению региональных особенностей хозяйствования. На наш взгляд, такой подход позволяет не только подготовить специалиста, по выходу из учебного заведения готового к работе в местных условиях, но и воспитывает уважение и особенное отношение к природе и быту малой родины.

**Список источников**

1. Докладная записка заведующего Рыбинского сельскохозяйственного училища о реорганизации училища в школу крестьянской молодежи / Государственный архив Красноярского края. – Фонд Р-93. – Опись 1. – Дело 242.
2. Михайлов, Д.Р. История возникновения сельскохозяйственного образования в Енисейской губернии в Императорский период / Студенческая наука – взгляд в будущее: материалы XVII Всероссийской студенческой научной конференции. – Красноярск, 2022. – С. 276-278.
3. Отчет о работе Красноярского землеустроительного техникума / Государственный архив Красноярского края. – Фонд Р-93. – Опись 1. – Дело 134.
4. Отчеты о работе политико-просветительного подотдела и его секций / Государственный архив Красноярского края. – Фонд Р-93. – Опись 1. – Дело 44.
5. Постановления Совета народных комиссаров и народного комиссариата просвещения РСФСР / Государственный архив Красноярского края. – Фонд Р-93. – Опись 1. – Дело 1.
6. Романова, Н.С. Становление и развитие среднего сельскохозяйственного образования в Енисейской губернии (Красноярском крае) в 1920-30-х годах / Е.Н. Белова, Н.С. Романова // Экономические и гуманитарные исследования регионов. – 2021. – №1. – С. 94-99.

## REGIONAL FOCUS OF AGRICULTURAL STAFF TRAINING IN YENISEI PROVINCE IN THE 1920s

**Romanova N.S.**
Candidate of Pedagogical Sciences, Senior lecturer
Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
meencanta@yandex.ru

*Abstract.* The article is devoted to the issues of training agricultural personnel in the Yenisei province in the 1920s. Particular emphasis is placed on the implementation of the local history focus of the construction of educational content in agricultural educational institutions.

*Keywords:* vocational education, agricultural education, regional focus, Yenisei province.

УДК 65.011

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ВЛИЯНИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ НА РЫНОК ТРУДА

**Сапарова Ш. О.[1], Шаммедов М. Н.[2], Атаев Р. Х.[2]**
к.э.н., старший преподаватель, к.т.н., старший преподаватель, преподаватель
[1] – Международный университет гуманитарных наук и развития, руководитель научного отдела, Туркменистан, г. Ашхабад
[2] – Туркменский сельскохозяйственный университет имени С.А. Ниязова, начальник отдела науки, Туркменистан, г. Ашхабад

*Аннотация.* Цифровизация, как глобальный тренд, оказывает существенное влияние на все сферы жизни, включая и рынок труда. Туркменистан, активно внедряющий цифровые технологии в различные отрасли экономики, также сталкивается с новыми вызовами и возможностями в области трудовой деятельности. Цифровизация проникая во все сферы жизни, неизбежно трансформирует рынок труда Туркменистана. В связи с этим, законодательство страны активно адаптируется к новым реалиям, создавая правовую основу для развития цифровых технологий в трудовой сфере.

*Ключевые слова:* трудовая деятельность, цифровизация, информационные технологии, трудовые отношения.

**Введение.** Развитие экономики Туркменистана на современном этапе, в связи с внедрением новых цифровых технологий во всех отраслях промышленного и сельскохозяйственного секторов, топливно-энергетического комплекса, характеризуется масштабной индустриализацией, инновациями и модернизацией социально-экономической сферы. «Мы успешно проводим в жизнь политику, выстраиваемую на принципах «Государство – для человека!», «Государство является государством только с народом!», – подчеркнул Президент Туркменистана Сердар Бердымухамедов, подводя итоги уходящего 2023 г., при этом с удовлетворением констатировав, что во всех регионах нашей независимой Отчизны продолжается строительство объектов промышленной и социальной инфраструктуры, крупных жилых комплексов [1]. Проводимая в стране планомерная, экономически и социально-ориентированная политика развития государства обеспечивает макроэкономическую стабильность страны, рост в промышленности, инвестиционном секторе, сельском хозяйстве. Все это, в конечно итоге, дает возможность решить основную задачу по обеспечению повышения уровня благосостояния населения страны.

Необходимо отметить, что по итогам 2023 г. обеспечен устойчивый рост во всех отраслях национальной экономики. Это подтверждено темпом роста ВВП, который за 2023 г. вырос на 6,5 % [2].

Все это является свидетельством того, что занятость населения в условиях цифровых преобразований в экономике приобретает совершенно новый смысл. Более 75% новых рабочих мест за этот период было открыто в частном секторе экономики, что стало возможным благодаря поддержке государства, предоставлению льготных кредитов и созданию благоприятных условий для развития бизнеса. В целях обеспечения занятости населения путем повышения эффективности использования льготных ресурсов, механизмов и преференций, направленных на поддержку предпринимательской деятельности и создание новых рабочих мест, а также совершенствования системы поощрения граждан, официально занятых в отраслях экономики, Туркменистан вступил в членство Международной организации труда (МОТ) 24 сентября 1993 г. и присоединился к семи конвенциям МОТ.

Человеческий капитал в условиях ускоряющейся эволюции технологий может быть сосредоточен на кадровых стратегиях: планирования, перепрофилирования, внешнего найма и переобучения, подготовки необходимых специалистов под конкретные условия и необходимости их одновременного применения. Вопросы найма и проблемы обучения в цифровой организационной среде будут только возрастать и создавать реальные препятствия в реализации крупных цифровых проектов.

**Основная часть.** Цифровые преобразования – один из главных факторов экономического роста. Термин цифровая экономика означает тип экономической системы, где важное место приобретают отношения экономических субъектов по поводу воспроизводства, обработки, хранения, передачи и применения информационных данных [3]. Хотя цифровизация позволит улучшить многие аспекты экономической эффективности, общественной безопасности и производительности труда, но это также потребует дополнительных мер по обеспечению кибербезопасности и защиты конфиденциальности. На сегодняшний день весь мир стоит на пороге новой промышленной революции под названием «Индустрия 4.0» или 4IR, направленной на рост производительности труда, экономики и развитие конкурентоспособности. Ежегодно проводимый в Швейцарии, в Давосе, Всемирный экономический форум (ВЭФ), решает достаточно глобальные современные проблемы, центральной темой которого является четвертая Промышленная революция. Профессор Клаус Шваб, основатель и бессменный руководитель ВЭФ, вот уже более четырех десятилетий находится в центре глобальных событий. Он убежден, что: «мы находимся в начале революции, которая коренным образом изменит наш образ жизни,

деятельности и взаимоотношений» – он называет это четвертой промышленной революцией. Мир принял идеи Клауса Шваба, и многие страны уже готовятся к тому, чтобы наилучшим образом применить плоды науки и техники. В выступлении Героя-Аркадага в Академии Наук Туркменистана по вопросам развития Центральной Азии говорится о том, что: «Туркменистан готов к особому планированию и напряженной работе с целью извлечения выгоды из головокружительных темпов научных и социальных преобразований, окружающих нас» [4].

Важно отметить, что настоящий этап революции в научно-технической сфере, в том числе появление цифровизации, показывает совершенно иной масштаб, глубину и скорость изменений в экономике, по сравнению со всеми предыдущими. Переменами сегодня захвачены все общественные и экономические сферы жизни многих стран мира. Все более сильное влияние они оказывают на всю систему образования, которая является одним из важных и основных фундаментов для долгосрочного экономического роста в стране. Характерным в этой проблеме является то, что не совсем просто выявить изменения, которые являются основными по отношению ко всем остальным. То есть все процессы цифровизации многогранно всеохватывающие, что многие изменения одновременно происходят почти во всех сегментах экономики. При всем этом самые важные перемены происходят на трудовом рынке.

Основные преимущества цифровизации экономической системы и её эффекты определены в научной работе авторов Климовицкого С.В. и Осипова Г.В. [5]:

- новые возможности трудоустройства;
- социальный лифт и рост вовлечённости;
- комфортность для жизни города;
- привлекательность экономики для квалифицированных кадров;
- доступная, качественная медицина и образование;
- рост производительности труда и снижение издержек производства;
- удобные цифровые сервисы;
- более полное удовлетворение потребностей населения, рост покупательной способности населения;
- национальная, экономическая и общественная безопасность.

Нематериальные цифровые активы, такие как программные решения, веб-сервисы, а в последнее время - алгоритмы глубокого обучения, искусственный интеллект и цифровые платформы, все чаще используются благодаря распространению и развитию информационных и коммуникационных технологий. Различные наблюдатели утверждают, что общество может быстро приблизиться к технологической сингулярности (постоянному развитию), ведущей к взрывному экономическому росту. Одним из факторов, который позволит достичь этой планки, является кардинальное влияние цифровых технологий на производительность труда.

Важными направлениями на ближайшую перспективу определены внедрение новых методов государственного управления и переход к системе цифровой экономики, действующей сегодня в нашей стране. Современный промышленный и индустриальный сектор все больше демонстрирует готовность полностью отказаться от использования человеческих ресурсов на рабочих местах. Передовые технологии и прорывные цифровые инновации все больше заменяют рутинные задачи, вытесняя низкоквалифицированных работников [6]. В тоже время, уже сегодня появление новых цифровых технологий привело к снижению спроса на работников среднего звена, выполняющих рутинные ручные и когнитивные задачи, однако, с другой стороны, это способствовало увеличению спроса на высокооплачиваемую не рутинную когнитивную работу и низкооплачиваемую неспециализированную работу. Именно правильный подход управленческого персонала, самих предприятий и непосредственно работников к этой теме будет способствовать экономическому росту благодаря эффективному использованию новейших технологий,

обновлению устоявшихся взглядов на труд и трудовые отношения в контексте фундаментальных изменений, которые претерпевает мировая экономика в начале третьего тысячелетия. Быстрый переход к цифровой экономике меняет способы ведения бизнеса во всех отраслях. До сих пор размер компаний служил гарантией успеха этих компаний. Обычные компании основывались на принципе, согласно которому рост эффективности пропорционален увеличению объема производства. Сегодня на смену крупным предприятиям приходят более мелкие и более мобильные предприятия. Крупные компании часто сталкиваются с большим количеством работников и имеют меньше возможностей привлекать работников, способных мыслить творчески. Многие профессионалы считают, что будущее будет за виртуальными компаниями, которые объединятся для выполнения конкретной задачи, а затем разделятся и перегруппируются, чтобы взяться за следующий проект. Сторонники таких идей отмечают, что, в отличие от крупных компаний, затраты таких фирм будут ниже, но у них будет больше возможностей использовать средства коммуникации, необходимые для сотрудничества с глобальными рынками [7].

При изучении вопросов влияния цифровизации на производительность труда, так называемая четвертая промышленная революция представляет собой некую «угрозу» и требует углубленного анализа, который находит свое проявление в виде новых вызовов для работодателей и нанятого персонала. По мере ускорения технического прогресса у предприятий остается все меньше возможностей для конкуренции, основанной на статических сравнительных преимуществах, таких как богатые природные ресурсы и низкоквалифицированная рабочая сила. Экономическое развитие и цифровые трансформации требуют перераспределения ресурсов в сторону инновационной и наукоемкой продукции, а также диверсификации продуктового ряда с быстро растущим внутренним и внешним спросом. Цифровизация рассматривается как ключевая цель для достижения регионального и национального процветания. Цифровизация влияет на оплату труда, долговечность рабочих мест и экономический рост в целом. Поэтому для создания передовой экономики необходимо помочь населению повышать квалификацию именно цифровым способом. Цифровые технологии в повышении производительности труда – это внедрение обновленного и значительно улучшенного продукта (товара или услуги), а также процесса более прогрессивных инструментов маркетинга или организационных приемов в деловой практике, организации рабочих мест или внешних связях, что кардинально повышает производительность труда. Кроме того, передовые технологические инновации, применяемые в процессе изготовления товаров, могут создать базу для внедрения новых коммерческих решений предприятий за счет уменьшения информационной асимметрии и транспортных расходов. Однако, прямой линейной зависимости между внедрением цифровых технологий и повышением производительности труда пока не установлено. Мировой опыт и практика свидетельствует о том, что величина положительного эффекта зависит от незаменимых и дополнительных факторов, включая надлежащий доступ к цифровым технологиям и их распространение, здоровую динамику бизнеса, участие предприятия в цифровой трансформации отрасли, адекватную транспортную связь и навыки, а также достаточную конкуренцию в цифровой экономике [8].

В более широком смысле, цифровые технологии открывают перспективы роста производительности в долгосрочной перспективе, поскольку они могут поддерживать исследования и инновации фирм и правительств, а также создавать условия для повышения квалификации персонала, например, благодаря онлайн-курсам и образовательным программам [9].

В то же время некоторые (относительно менее изученные) последствия внедрения цифровых технологий также могут отрицательным образом сказаться на производительности труда. Например, частое использование экранов, переизбыток информации и потенциальные отвлекающие факторы способны повлечь за собой недосыпание персонала и снижение способности работников концентрировать внимание. Кроме того, имеются данные

о причинно-следственной связи между более широким доступом к высокоскоростному Интернету и более низким количеством и качеством сна и, в свою очередь, о том, что более низкая продолжительность сна может снизить производительность труда [10]. Неоднозначно также цифровые технологии влияют на производительность труда в зависимости от конкретной отрасли или специфики выпускаемого товара. Если речь идет о традиционных системах массового производства, продукты которых требуют огромного количества ресурсов и относительно меньшего вклада знаний, то цифровые технологии дают несомненный положительный эффект, удешевляя, ускоряя и оптимизируя повторяющиеся, рутинные операции. Если же речь идет о высокотехнологичных компаниях, продукты которых характеризуются высоким уровнем знаний, внедрение цифровых технологий без наличия должного человеческого потенциала, необходимых знаний и опыта будет иметь сомнительный эффект и в большинстве случаев производство остановится на определенной точке без возможностей дальнейшего развития [11].

В исследовании ВЭФ выделено 10 компетенций, которые станут наиболее приоритетными у работодателей при поиске новых сотрудников: умение решать комплексные задачи, критическое мышление, креативность, умение управлять людьми, умение сотрудничать с другими, эмоциональный интеллект, рассудительность и умение принимать решения, ориентированность на сервисы, умение вести переговоры [12].

Все чаще практически все рабочие места за последние десятилетия претерпевают большие изменения, в той или иной степени, после внедрения и использования цифровых технологий. К тому же все чаще использование этих технологий показывает, что многие важные производственные и технологические процессы не требуют присутствия и участия в них человека. Все новые информационные и коммуникационные процессы в соединении с технологиями автоматизации и роботизации сделали необязательным присутствие человека во множестве технологических процессов. Следует отметить, что цифровизация за собой влечет массовое исчезновение основных и важных профессий, в которых были заняты люди [13].

Цифровая экономика оказывает глубокое влияние на рынок труда и в нашей стране. Изменились целые отрасли, такие как туризм, телекоммуникации, полиграфия, банковское дело, розничная торговля, системы автомобильного транспорта, традиционная медицина, системы обслуживания и другие. Эти изменения были вызваны появлением некоторых новых видов рабочих мест и повлияли на предложение рабочей силы. К такому типу относится работа на расстоянии. Желание работать эффективно – это не успех на работе, а получение быстрых результатов, что мотивирует людей, готовых адаптироваться к изменениям на рынке труда. Они не любят долгосрочного планирования. Этот слой привлекает нестандартный подход к организации труда, гибкие уставы и отсутствие привязки к месту работы. Многие молодые специалисты ищут работу, чтобы не быть привязанными к своему офису. Многие из них также соглашаются работать за низкую зарплату, чтобы иметь больше свободного времени. Сегодня в нашей стране, благодаря совершенной образовательной системе, много квалифицированных специалистов, которые работают не по найму и зарабатывают достаточный доход. Работодатели также будут вынуждены научиться обращаться с удаленными работниками, возможности удаленной работы и ее организации. Наряду с новыми технологиями основными причинами перемен являются высокая арендная плата за офисы, демографические показатели, а также привлекательность частной собственности (особенно для женщин). Исследования показывают, что половину рабочего времени в офисе люди заняты собственной работой. Производительность труда повышается при работе на дому. Информационные сети позволяют компаниям быстро предоставлять доступ к информации. Это позволяет организациям не только сэкономить офисные площади, но и сократить количество сотрудников. Однако все эти преимущества не означают, что нет проблем, и работа на дому не всегда эффективна. Большинство руководителей думают, что пребывание дома означает,

что вы не участвуете в работе организации, а дома есть много отвлекающих факторов. Многие люди не работают даже тогда, когда должны. Отсутствие собственного рабочего места в офисах сети оставляет им возможность думать над собственными решениями.

Таким образом, последствия цифровизации можно классифицировать по следующим признакам:

- изменение всей структуры экономики и рынка труда в целом;
- уменьшение промышленного сектора и увеличение реального сектора сферы торговли и услуг;
- всеобщее развитие и ускорение производственных и управленческих процессов;
- фактор неопределенности развития технологий и технологических процессов (например, трудно определить и сделать какой-то прогноз на период ближайшего десятилетия, какими могут стать многие производственные технологии);
- распространённость удаленной работы, разрушающая все привычные нам представления о профессии и рабочем месте;
- большой рост рисков неопределенности на рынке труда;
- неравное распределение дохода на труд, чем дохода на капитал;
- ограниченность предложенных профессий на цифровом рынке труда для работников среднего класса;
- возникновение все более новых профессий и расширение и без того большого перечня навыков для рабочих среднестатистического уровня.

**Заключение.** В зависимости от потребностей рынка труда, на котором появляются новые профессии, требуются изменения в подготовке специалистов. Менеджеры по бизнес-аналитике, менеджеры по обслуживанию клиентов, электронному рекрутингу, менеджеры по архитектуре виртуальной реальности, сетевые менеджеры, аналитики информационной безопасности -потребность в таких навыках и специальностях приобретает все большее значение в настоящий период экономического развития. Единственной расширяющейся системой экономики является интеллектуальный сектор. Поэтому в условиях перехода к цифровой экономике подготовка специалистов, необходимых рынку труда, повышение квалификации и переподготовка специалистов является одним из важнейших вопросов.

Таким образом, цифровизация является чрезвычайно важной тенденцией современного мира и вызывает трудности в оценке ее влияния на рабочую силу и рынки труда — в перспективе могут происходить как изменения количественных параметров рынка труда, так и модификация практического формата взаимодействия между работниками и работодателями. Внедрение цифровых технологий, сопровождаясь возрастанием роли одних видов человеческого труда и обесцениванием других, усложняет прогнозирование занятости уже в среднесрочной перспективе. Для принятия обоснованных решений требуется более детализированная информация о прогрессе и последствиях цифровизации для каждой профессии и отрасли в целом.

**Список источников**

1. Газета «Нейтральный Туркменистан», 30.12. 2023 г.
2. Газета «Нейтральный Туркменистан», 9.02. 2024 г.
3. Климовицкий С.В., Осипов Г.В. Влияние цифровизации на рынок труда. Сборник статей по материалам III краевой конференции молодых ученых. Барнаул, 2019. С.144-150
4. https://www.weforum.org/events/world-Economic-forum-annual-meeting-2018, Ашхабад, 26.01.2018 г.
5. Климовицкий С.В., Осипов Г.В. Влияние цифровизации на рынок труда. Сборник статей по материалам III краевой конференции молодых ученых. Барнаул, 2019. С.144-150
6. Ковалев, М. М. Цифровая экономика – шанс для Беларуси: моногр. / М. М. Ковалев, Г. Г. Головенчик. – Минск: Изд. центр БГУ, 2018. С.327

7. Алиев И.М. Влияние цифровой экономики на производительность труда // Журнал «Экономика труда». 2021. Т. 8. № 9. С. 917–930

8. Productivity drivers: empirical evidence on the role of digital capital, FDI and integration. Luxembourg: Publications Office of the EU, 2020. 119 p

9. Голиницкий П.В. Влияние цифровизации на эффективность технологических процессов современного производства. Журнал «Компетентность». 2021. № 8. С. 48–54.

10. Gray A. The 10 skills you need to thrive in the Fourth Industrial Revolution. https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution

11. Коновалова В.Г. Цифровые технологии и автоматизация меняют рынок труда: новые профессии, компетенции и условия работы. Сборник статей XI Кадрового форума Черноземья (седьмое международное заседание). – Воронеж: ВГУ, 2018. -- С. 176.

12. Журнал «Образовательная политика». РАНХиГС, 2022 г. №1 (89). С.110

13. Кузнецов Н.В. Изменение структуры занятости и профессионально-квалификационных требований в эпоху цифровизации экономики // Журнал «Современные проблемы науки и образования». 2018. № 5. С. 24-29

## CURRENT ISSUES OF THE IMPACT OF THE DIGITAL ECONOMY ON THE LABOR MARKET

**Saparova Sh. O. [1], Shammedov M. N. [2], Atayev R. H. [3]**

[1]) International University for Humanities and Development, Head of the Research Department, Senior Lecturer, Candidate of Economic Sciences, Turkmenistan, Ashgabat

[2]) Turkmen Agricultural University named after S.A. Niyazov, Head of the Science Department, Senior Lecturer, Candidate of Technical Sciences, Turkmenistan, Ashgabat

[3]) Turkmen Agricultural University named after S.A. Niyazov, Lecturer of the Department of Organization and Management of Agriculture, Turkmenistan, Ashgabat

*Abstract.* Digitalization, as a global trend, has a significant impact on all areas of life, including the labor market. Turkmenistan, actively implementing digital technologies in various sectors of the economy, is also facing new challenges and opportunities in the field of labor. As digitalization permeates all aspects of life, it inevitably transforms the labor market in Turkmenistan. In this regard, the country's legislation is actively adapting to the new realities, creating a legal framework for the development of digital technologies in the labor sector.

*Keywords:* labor productivity, digitalization, information technology, labor relations.

# *Лесное хозяйство*

УДК 631.311; 631.316.44

## ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ ПОД ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ В БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЕ

**Ботвин М. В.**
Студент-магистрант
*Научный руководитель Карбасникова Е. Б. д.с.-х.н., профессор*
Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, г. Вологда-Молочное, Россия, karbasnikova.e.b@2.molochnoe.ru

*Аннотация.* Статья посвящена анализу различных технологий подготовки почвы под лесные культуры. Проведены оценка сохранности, определение густоты и биометрических показателей. Установлено, что приживаемость и темпы роста лесных культур в значительной степени зависят от вида используемого посадочного материала, а не от технологий подготовки почвы. Прирост лесных культур, высаженных после обработки почвы экскаватором, превышает прирост культур, созданных на участках с подготовкой почвы плугом. Кроме того, количество нежелательной растительности на участках, обработанных экскаватором, оказалось ниже по сравнению с участками, подготовленными плугом. Результаты исследования позволили сделать вывод о необходимости проведения дополнительных лесоводческих уходов на участках с подготовкой почвы трактором ТДТ-55, агрегатированным с плугом ПЛ-1, направленных на уничтожение нежелательной растительности, а также оптимизации расходов на подготовку почвы с использованием экскаватора Volvo.

*Ключевые слова:* механизированная подготовка почвы, сохранность лесных культур, густота, приживаемость.

Многофункциональное использование лесных ресурсов является ключевым направлением для развития лесного хозяйства. Это предполагает согласование всех мероприятий в области лесоводства с целью комплексного использования всех доступных лесных ресурсов. Улучшение технологий в области эксплуатации и восстановления лесов — это те области, которые прежде всего требуют кардинальных изменений. Даже сегодня соблюдение норм и стандартов лесовосстановления зачастую вызывает больше вопросов, чем даёт ответов. Восстановление лесов является краеугольным камнем не только в экологическом, но и в экономическом контексте и обязательно должно осуществляться теми, кто использует лесные ресурсы. Невыполнение мероприятий по восстановлению леса, а также несоблюдение сроков и параметров этих мероприятий могут привести к снижению эффективности воспроизводства лесов, ухудшению продуктивности насаждений и уменьшению полезных функций, которые выполняют леса [1, 2].

Целью работы является сравнительный анализ качества лесных культур при различных технологиях подготовки почвы.

Для проведения оценки были определены следующие показатели: густота на момент исследования, сохранность, биометрические показатели растений. Для этого была проведена их инвентаризация. В ходе работы подсчитывалось количество здоровых, сомнительных и погибших растений.

Для определения сохранности лесных культур сначала устанавливалась первоначальная густота — то есть количество посадочных мест на площади с учетом схемы посадки. Затем рассчитывался процент сохранившихся растений от общего числа погибших [2]. Определение сохранности лесных культур позволяет оценить качество посадочного материала, его

способность приживаться, а также эффективность подготовительных работ, посадки и последующего ухода за растениями.

Исследования проводились в Великоустюгском муниципальном округе, где были подобраны участки лесных культур, созданных посадочным материалом с открытой и закрытой корневыми системами в разные годы (таблица 1).

В работе сравнивались две технологии подготовки почвы. На участках 1 и 2 использовалась механизированная обработка почвы с применением экскаватора «Volvo». Посадка осуществлялась трёхлетними сеянцами вручную, мечом Колесова. На участках 3 и 4 проводилась механизированная подготовка почвы, частичная, бороздами. Использовался трактор ТДТ-55 с плугом ПЛ-1. Посадка сеянцев с закрытой корневой системой производилась с помощью лесопосадочной трубы.

Таблица 1. Описание лесокультурных площадей

| № уч. | Год посадки | Вид посадоч-ного материала | Тип условий местопроизрастания | Технология подготовки почвы | Схема посадки | | Густота посадки, шт./га |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | между рядами, метров | в рядах, метров | |
| 1 | 2022 | ОКС | Ельник кисличный | Экскаватор «Volvo» | 3,5-5 | 0,6-0,7 | 3 000 |
| 2 | 2020 | ОКС | Ельник кисличный | | 3,5-5 | 0,5-0,6 | 3 000 |
| 3 | 2022 | ЗКС | Ельник кисличный | трактор ТДТ-55 с плугом ПЛ-1 | 5-6 | 1-1,2 | 2 000 |
| 4 | 2020 | ЗКС | Ельник кисличный | | 5-6 | 0,6-0,7 | 2 000 |

Исследуемые лесокультурные площади были заложены на вырубках из-под ельника кисличного. На них было проведено искусственное лесовосстановление с использованием сеянцев с открытой корневой системой (ОКС) и закрытой корневой системой (ЗКС) в 2020 и 2022 годах. На одном из участков (номер 3) междурядья вдвое шире по сравнению с другими участками. Первоначальная густота соответствует нормативным требованиям.

При оценке сохранности лесных культур определялась первоначальная густота насаждений, соответствующая числу посадочных мест на единице площади согласно принятой схеме посадки. Процент сохранившихся лесных культур устанавливался на основе учета числа погибших растений (табл. 2).

Таблица 2. Сохранность лесных культур

| № участка | Год посадки | Вид посадочного материала | Первоначальная густота шт./га | Густота на момент исследования, шт./га | Сохранность % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2022 | 3-летние сеянцы, ОКС | 3124 | 2686 | 86 |
| 2 | 2020 | 3-летние сеянцы, ОКС | 3486 | 3137 | 90 |
| 3 | 2022 | 3-летние сеянцы, ЗКС | 2100 | 1785 | 85 |
| 4 | 2020 | 3-летние сеянцы, ЗКС | 2982 | 2333 | 87 |

Сохранность лесных культур на всех пробных площадях составляет от 85 до 90%, что соответствует нормативу. На участке 2 первоначальная густота лесных культур наибольшая, она составляет 3486 шт./га, здесь же и самый большой процент сохранности. В то же время

на участке 3 густота (2100 шт./га) и сохранность (85%) самая низкая. Сохранность лесных культур незначительно выше на участках при подготовке почвы под экскаватор (на 2%).

Средний прирост по высоте, свидетельствует о скорости роста лесных культур и их послепосадочной адаптации (рис. 1).

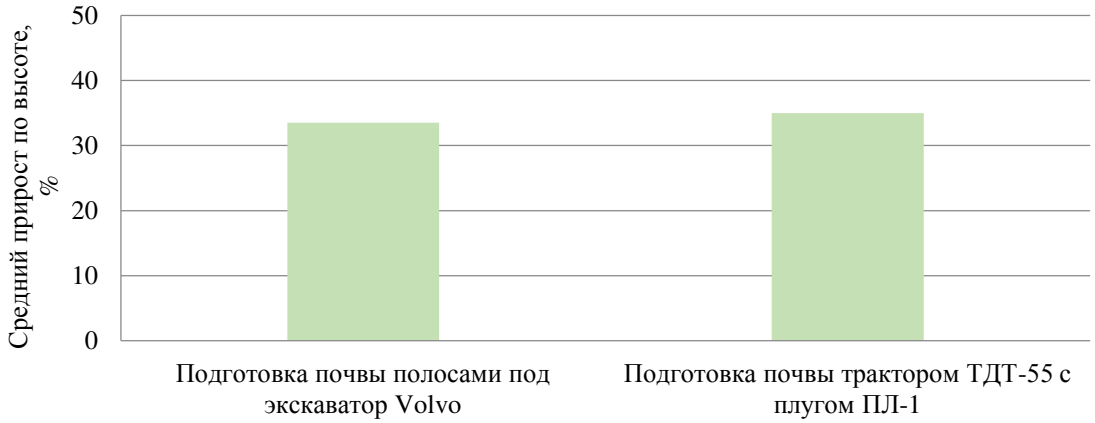



Рис. 1. Средний прирост по высоте лесных культур на участках с различными технологиями подготовки почвы

Средний прирост по высоте выше на участках с подготовкой почвы под трактор с плугом, но такое значение, скорее всего, связано не с подготовкой почвы, а с тем, что используется посадочный материал с ЗКС. По данным многих исследователей, такие сеянцы быстрее проходят период адаптации.

Приживаемость и скорость роста в большей степени зависит от используемого посадочного материала, а не от технологий подготовки почвы.

Таблица 3. Степень зарастания нежелательной растительностью

| № П/П | Технология обработки | Высота саженцев ели, см | Высота нежелательной растительности | Отклонение % |
|---|---|---|---|---|
| ПП 1 | Экскаватор «Volvo» | 179 | 0 | + 100 |
| ПП 2 | | 185 | 0 | + 100 |
| ПП 3 | трактор ТДТ-55 с плугом ПЛ-1 | 187 | 250 | - 33 |
| ПП 4 | | 192 | 275 | - 43 |

После обработки почвы механизированным способом с использованием экскаватора нежелательная растительность не растет, что дает возможность культурам легче адаптироваться к новым условиям (рис. 4.8). При это после обработки ТДТ-55 с ПЛ-1, нежелательная растительность превышает в росте лесные культуры на 33-43% (рис. 4.9). Ель в меньшей степени страдает от затенения лиственными породами, тем не менее возникает конкуренция, что также может повлиять на рост сеянцев.

В результате проведенной работы по оценке технологий подготовки почвы под лесные культуры в Великоустюгском муниципальном округе Вологодской области, были сделаны следующие выводы: прирост культур посаженых под экскаватор превышает прирост культур, посаженных при помощи подготовки почв плугом; количество нежелательной растительности при подготовке почв экскаватором ниже, чем при подготовке почв плугом.

Для повышения эффективности мероприятий по воспроизводству лесов рекомендуется следующее: провести на площадях с подготовкой почвы трактором ТДТ – 55 агрегатируемым с плугом ПЛ-1 дополнительный вид лесоводственных уходов для уничтожения

нежелательной растительности; оптимизировать затраты на подготовку почвы экскаватором Volvo.

**Список источников**

1. Васильева Д.А. Оценка естественного лесовозобновления на вырубках в Верховажском районе Вологодской области // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. - 2022. - С. 183-186.

2. Карбасникова Е.Б., Карбасников А.А, Кирьянова В.С. Сравнительная характеристика лесных культур, созданных различными методами // Проблемы и мониторинг природных экосистем. Сборник статей VII Всероссийской научно-практической конференции. - 2020. - С. 69-72.

3. Попов Н.В., Шайкин Е.С. Сравнительная характеристика лесных культур, созданных по различным технологиям // Практические аспекты ведения хозяйства и использования лесов. - 2023. - С. 84-87.

4. Шайкин Е.С., Попов Н.В. Анализ влияния лесозаготовительной техники на подрост // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Сборник научных трудов по результатам работы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2023. С. 297-300.

## ASSESSMENT OF SOIL PREPARATION TECHNOLOGY FOR FOREST CULTURES IN THE BOREAL ZONE

**Botvin M.V.,**

Master's student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda-Molochnoye, Russia

*Scientific supervisor Karbasnikova E. B., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Forestry Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda-Molochnoye, Russia,* karbasnikova.e.b@2.molochnoe.ru

*Abstract.* The article is devoted to the analysis of various technologies of soil preparation for forest crops. A safety assessment was performed, density and biometric indicators were determined. It has been established that the survival rate and growth rates of forest crops are largely determined by the type of planting material used, rather than by the technologies of soil preparation. The growth of forest crops planted after tillage by an excavator exceeds the growth of crops created in areas with soil preparation by a plow. In addition, the amount of unwanted vegetation in the areas treated by the excavator turns out to be lower compared to the areas prepared by the plow. The results of the study allowed us to formulate conclusions, which consist in the need for additional forestry work on sites with soil preparation by the TDT-55 tractor, aggregated with the plow PL-1, aimed at destroying unwanted vegetation, as well as optimizing the cost of preparation

*Keywords:* mechanized soil preparation, preservation of forest cultures, density, survival rate.

УДК 635.92

# ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА КЛЕНА ТАТАРСКОГО (ACER TATARICUM L.) ПРИ ИНТРОДУКЦИИ

**Горбунов И.Н., Ворошнина М.Д.**
Студент-магистрант
*Научный руководитель Карбасников А.А. к.с.-х.н., доцент*
Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина, г. Вологда-Молочное, Россия, karbasnikov.a.a@2.molochnoe.ru

*Аннотация.* Статья посвящена исследованию репродуктивных свойств клена татарского (Acer tataricum L.) в условиях интродукции в северные регионы, в частности в Вологодской области. Исследования проводились на аллейных и групповых посадках в дендрологическом саду Вологодской ГМХА. Анализируются морфометрические и качественные характеристики семян, такие как длина, ширина, толщина, масса, выход семян, чистота, жизнеспособность и доброкачественность. Результаты показывают, что семена клена татарского сохраняют стабильные морфологические признаки и хорошую приспособленность к условиям интродукции, хотя наблюдаются значительные колебания в выходе семян, что требует дальнейшего изучения и стандартизации процессов сбора и подготовки семян. Исследование подчеркивает важность качественного посадочного материала для устойчивого озеленения городских территорий и сохранения декоративных качеств растений в сложных климатических условиях северных регионов.

*Ключевые слова:* интродукция, озеленение, морфометрические показатели, качество семян

Люди всегда стремились находиться в непосредственной близости к природе благодаря её многогранному воздействию на окружающую среду и человека. В этой связи городские озелененные территории имеют огромное значение в жизни городского населения. Парковые зоны не только обеспечивает жизненно важные функции, такие как очистка воздуха и производство кислорода, но также привлекает внимание своим эстетическим многообразием. В них каждое растение и природный объект обладают уникальной формой и структурой, формирующими целостную картину ландшафтов.

Особенно это важно для северных регионов, одним из которых является Вологодская область, характеризующаяся продолжительным зимним периодом (с ноября по март-апрель). В этот период городские парки и скверы теряют свою привлекательность: отсутствие листвы на деревьях и кустарниках, ограниченное количество цветущих растений и снежный покров, скрывающий формы объектов, значительно обедняют визуальное восприятие городской среды. В связи с этим возникает большая потребность в ярких красках весенне-летних парков. Особое значение приобретает высадка деревьев с декоративными качествами, способных гармонизировать городской ландшафт и улучшать его эстетический облик [1].

Хорошо зарекомендовал себя в городском озеленении клен татарский (Acer tataricum L.). Он неприхотлив, устойчив к городским условиям и хорошо адаптирован в условиях Европейского Севера. Распускается один из первых и сохраняет свою декоративность до поздней осени. Чаще всего это небольшое деревце высотой до 5 м. Формирует плотную, округлую крону, которая выглядит декоративно даже без обрезки. Листья клена татарского имеют насыщенный зеленый цвет летом и ярко-красный или оранжевый оттенок осенью, что делает его особенно привлекательным в осенний период. Весной дерево украшено мелкими белыми или кремовыми цветами, собранными в метелки, которые придают дереву воздушность и легкость. После цветения появляются плоды-крылатки, которые добавляют дереву декоративности вплоть до поздней осени.

Для эффективного озеленения городских территорий и формирования устойчивых зеленых насаждений необходим качественный посадочный материал, определяющий успех мероприятий по благоустройству. Семенной материал должен соответствовать специфическим

требованиям конкретного вида, обладая высокими показателями всхожести и энергии прорастания [1,2].

Целью исследования являлась оценка репродуктивных свойств клена татарского, произрастающего в условиях интродукции.

Объектами исследования выступают аллейные и групповые посадки изучаемого вида в дендрологическом саду Вологодской ГМХА. Дендрологический сад находится в пригородной зоне города г. Вологды [3].

Высоту и диаметр деревьев определяли с помощью мерной вилки и высотомера. Для измерения величины и массы семян применяли электронный штангенциркуль и весы. Жизнеспособность определяли в соответствии с ГОСТ 13056.7-93.

Морфометрические особенности крылаток клена татарского определяли после их полного созревания. Сбор осуществлялся в средней части кроны в октябре. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1. Морфологические особенности семян клена татарского

| Показатели | Значения | | | Стандартная ошибка | Дисперсия выборки | Коэффициент изменчивости, % | Точность опыта, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | min | max | среднее | | | | |
| Длина, см | 1 | 1,7 | 1,18 | 1,18±0,027 | 0,019 | 1,6 | 0,32 |
| Ширина, см | 0,4 | 0,8 | 0,59 | 0,59±0,024 | 0,014 | 2,38 | 0,48 |
| Толщина, см | 0,24 | 0,31 | 0,26 | 0,26±0,0036 | 0,0003 | 0,13 | 0,25 |
| Масса, г | 0,02 | 0,07 | 0,044 | 0,044±0,0021 | 0,0001 | 0,25 | 0,05 |
| Выход семян,% | 56 | 100 | 91 | 90,76±2,55 | 163,27 | 180 | 35,98 |
| Масса 1000 шт, г. | 42 | 46 | 44 | 44±0,182 | 0,83 | 0,019 | 0,0038 |

Морфометрический анализ семян клена татарского выявил ряд особенностей, характерных для данного вида. Длина семян варьирует от 1 до 1,69 см, при среднем значении 1,18±0,027 см, коэффициент вариации составляет 1,6%. Ширина семян колеблется от 0,4 до 0,8 см, среднее значение составляет 0,59± 0,024 см, с коэффициентом вариации 2,38%.

Толщина семян находится в пределах от 0,24 до 0,31 см, средняя толщина составляет 0,26 ±0,0036 см, при этом коэффициент вариации является наименьшим среди всех показателей – 0,13%. Масса одного семени составляет от 0,02 до 0,07 г, средний показатель массы равняется 0,044 ± 0,0021 г, коэффициент вариации – 0,25%.

Процент выхода семян варьирует от 56% до 100%, при средней величине 91±2,55%, с наибольшим коэффициентом вариации среди исследуемых показателей – 180%.

Полученные результаты подчеркивают стабильность большинства морфологических признаков семян клена татарского, что свидетельствует о хорошей приспособленности данного вида к условиям интродукции. Однако значительные колебания в выходе семян указывают на возможные различия в качестве исходного материала, что требует дополнительного изучения и стандартизации процессов сбора и подготовки семян перед использованием в озеленительных мероприятиях.

Помимо количественных показателей, были определены и качественные характеристики семенного материала. Они включали в себя определение доброкачественности, чистоты и жизнеспособности. Доброкачественность определяли на основе наличия и окраски зародыша семени, чистоту – по числу кондиционных семян,

жизнеспособность - путем вырезывания и замачивания в растворе красителей. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2. Оценка жизнеспособности семян клена татарского

| Номер образца | Чистота, % | Жизнеспособность, % | Доброкачественность, % |
|---|---|---|---|
| 1 | 97 | 47 | 82 |
| 2 | 96 | 51 | 86 |
| 3 | 93 | 49 | 89 |
| 4 | 95 | 56 | 87 |

Показатель чистоты варьируется незначительно, составляя от 93% до 97%. Это свидетельствует о высоком уровне очистки семян от примесей и посторонних включений. Минимальные значение данного показателя, согласно ГОСТ 13857-95, не может быть ниже 87% [5]. Доброкачественность семян находится в диапазоне от 82% до 89%, демонстрируя достаточно высокий уровень соответствия стандартам качества. Процент жизнеспособных семян колеблется от 47% до 56%, что характеризует среднюю степень способности семян к прорастанию. Но даже образец с самой высокой жизнеспособностью не соответствует ни одному классу качества. 3 класс качества должен иметь жизнеспособность не ниже 70%.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что в условиях интродукции клена татарского в северные регионы формируются полнозернистые семена. Они имеют размеры, соответствующие тем, что образуются в условиях естественного ареала. В условиях Вологодского округа возможно генеративное размножение вида, позволит увеличить объемы воспроизводства клена татарского и улучшить качество посадочного материала.

Учитывая устойчивость клена татарского к суровым зимним условиям, его можно активно использовать для озеленения северных регионов, таких как Вологодская область [6]. Это поможет поддерживать декоративные свойства парков и скверов в течение длительного периода. Рекомендуем интегрировать клен татарский в программы озеленения, обеспечивая сохранение и улучшение эстетического облика городских территорий, особенно в северных регионах.

**Список источников**

1. Карбасникова Е.Б. Обзор методик оценки декоративности деревьев и кустарников // Передовые достижения науки в Молочной отрасли. – Вологда-Молочное, 2024. - С.115-118.

2. Карбасникова Е.Б., Суров В.В. Ступенчатая интродукция клена Гиннала (Acer ginnala) н Европейский Север // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. материалы XXI Международной научно-технической конференции. – Вологда, 2023. – С. 50-54.

3. Миничев Н.Д. Краткий обзор коллекционного фонда северных дендрариев //Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. – Вологда-Молочное, 2024. – С.300-305.

4. ГОСТ 13056.7-93 Семена деревьев и кустарников. Методы определения жизнеспособности

5. ГОСТ 13857-95 Семена деревьев и кустарников: Методы определения чистоты, отхода, массы 1000 семян и всхожести

6. Суров В.В. Сезонное развитие клена Гиннала в дендрологическом саду Вологодской ГМХА // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Сборник научных трудов по результатам работы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 2023. – С. 284-288.

## ASSESSMENT OF THE QUALITY OF SEED MATERIAL OF THE TATAR MAPLE (ACER TATARICUM L.) DURING INTRODUCTION

**Gorbunov I.N., Voroshnina M.D.**
Undergraduate Student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda-Molochnoye, Russia
Scientific supervisor Karbasnikov A.A. Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Forestry Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Vologda State Dairy Academy named after N.V. Vereshchagin, Vologda-Molochnoye, Russia
karbasnikov.a.a@2.molochnoe.ru

*Abstract.* The article is devoted to the study of the reproductive properties of the Tatar maple (Acer tataricum L.) under conditions of introduction to the northern regions, in particular in the Vologda region. The research was carried out on alley and group plantings in the arboretum garden of the Vologda State Agricultural Academy. Morphometric and qualitative characteristics of seeds are analyzed, such as length, width, thickness, weight, seed yield, purity, viability and good quality. The results show that the seeds of the Tatar maple retain stable morphological characteristics and good adaptability to the conditions of introduction, although significant fluctuations in seed yield are observed, which requires further study and standardization of seed collection and preparation processes. The study highlights the importance of high-quality planting material for sustainable landscaping of urban areas and the preservation of decorative qualities of plants in the difficult climatic conditions of the northern regions.

*Keywords:* introduction, landscaping, morphometric indicators, seed quality

УДК 630.1

## ОЦЕНКА ПРОДУЦИРОВАНИЯ КИСЛОРОДА И ДЕПОНИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА ЛЕСНЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ ВО ВЛАЖНЫХ ДУБРАВАХ КАШАРСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Пузанков А.А.[1], Бабошко О.И.[2]**
Аспирант, преподаватель
[1] – Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия.
[2] – Донской государственный аграрный университет (Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А.К. Кортунова – филиал), Новочеркасск, Россия, puzankov-01@mail.ru

*Аннотация.* Статья посвящена оценке продуцирования кислорода и депонирования углерода лесными насаждениями во влажных дубравах Кашарского лесничества Ростовской области. В исследовании применили методику Д.Г. Замолодчикова для расчёта объёмов углерода и кислорода, накапливаемых и выделяемых различными типами древостоев. Результаты показали, что влажные лесорастительные условия способствуют повышению продуктивности лесных насаждений, при этом максимальные значения прироста по запасу и надземной фитомассы наблюдаются в молодых ясеневых и средневозрастных дубовых насаждениях. Установлено, что наибольший потенциал депонирования углерода и продуцирования кислорода наблюдается в молодых и средневозрастных древостоях, что подчеркивает их важность для экосистемных функций и климатической регуляции.

*Ключевые слова:* лесные насаждения, продуцирование кислорода, депонирование углерода, влажные дубравы, методика Замолодчикова, фитомасса

**Введение.** Леса занимают приблизительно 31% всей площади суши на Земле и оказывают значительное влияние на процессы, протекающие в биосфере. Их вклад в экономическое развитие стран также весьма существенен. Леса регулируют водный баланс

почв, способствуют увеличению их плодородия, аккумулируют солнечную энергию и биомассу [1]. Лесные массивы служат основным источником кислорода на планете, очищают атмосферу и предотвращают эрозию почв. Все леса в данном регионе классифицируются как защитные, их основная функция заключается в выполнении водоохранных, защитных, санитарно-гигиенических и рекреационных задач [2]. В связи с этим целью исследования стала оценка производства кислорода и накопления углерода чистыми и смешанными древостоями во влажных условиях Кашарского лесничества Ростовской области.

**Методика исследования:** Оценка накопления углерода и производства кислорода чистыми и смешанными древостоями во влажных дубравах Кашарского лесничества проводилась с использованием методики Д.Г. Замолодчикова. Суть метода заключается в расчёте объёмов углерода и кислорода, накапливаемых и выделяемых соответственно, на основе данных о среднем годовом приросте надземной фитомассы деревьев [3].

**Результаты и обсуждения:** Данные расчёта по надземной фитомассе во влажных дубравах Кашарского лесничества приведены в таблице 1.

Таблица 1. Расчёт среднего годичного прироста надземной фитомассы во влажной дубраве ($Д_2$, $Е_2$)

| № п/п | Состав древостоя | Возраст, лет / Класс возраста | Класс бонитета | Запас насаждения, $м^3$/га | Средний годичный прирост запаса, $м^3$/га | Средний годичный прирост надземной фитомассы, т/га |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| 1 | 10Дбн+Лп+Ос+Бр | 65/VII | III | 141 | 2,2 | 1,876 |
| 2 | 10Дбн+Клп+Бр | 75/VIII | III | 131 | 1,7 | 1,450 |
| 3 | 10Дбн+Бр+Клп | 60/VI | III | 150 | 2,5 | 2,132 |
| 4 | 10Дбн+Яо+Лп | 65/VII | III | 120 | 1,8 | 1,535 |
| 5 | 10Дбн+Клп+Ос+Гш | 65/VII | III | 140 | 2,2 | 1,876 |
| 6 | 7Дбн2Б1Яз | 53/III | III | 100 | 1,9 | 1,249 |
| 7 | 5Дбн5Яз | 56/III | III | 110 | 2,0 | 1,315 |
| 8 | 7Дбн3Лп+Ос | 65/VII | III | 120 | 1,8 | 1,535 |
| 9 | 5Яо3Клп1Дпн1В+Ос | 60/VI | III | 139 | 2,3 | 1,284 |
| 10 | 8Яз2А | 20/II | III | 60 | 3,0 | 2,396 |

Исходя из полученных данных (таблица 1) строится график среднего годичного прироста по запасу (рисунок 1) и надземной фитомассе во влажных дубравах (рисунок 2).

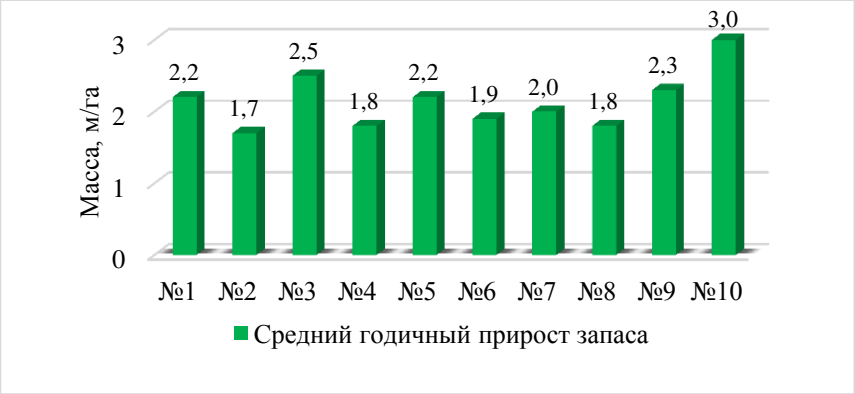



Рис.1. График годичного прироста по запасу во влажных дубравах ($Д_2$, $Е_2$)

Рис. 2. График годичного прироста по надземной фитомассе во влажных дубравах ($Д_2$, $Е_2$)

Во влажных дубравах значения прироста по запасу варьируется от 1,7 $м^3$/га до 3,0 $м^3$/га и надземной фитомассы от 1,249 т/га до 2,396 т/га. Это связано с тем, что влажные лесорастительные условия благотворно влияют на рост и развитие лесных насаждений [4,5]. Наибольший прирост по запасу и надземной фитомассе во влажных дубравах наблюдается в ясеневых молодняках 2-го класса возраста (8Яз2А) и в дубовых средневозрастных насаждениях 4 класса возраста (10Дбн+Бр+Клп). Наименьшим приростом по запасу и надземной фитомассе характеризуются спелые и приспевающие дубовые насаждения 8-го класса возраста (10Дбн+Клп+Бр) и 7-го класса возраста (10Дбн+Яо+Лп, 7Дбн3Лп+Ос).

После расчёта годичного прироста по запасу и надземной фитомассе, согласно методике Д.Г. Замолодчикова, был произведён расчёт депонируемого насаждениями углерода (С, тонн/га) и продуцированного кислорода ($О_2$, тонн/га) во влажных дубравах, который представлен в таблице 2.

Таблица 2. Оценка депонирования углерода и продуцирования кислорода твердолиственными насаждениями III-го класса бонитета в условиях влажных дубрав

| № п/п | Состав древостоя | Класс возраста | Средний годичный прирост надземной фитомассы, т/га | Количество углерода ($Q_c$, т/га) год | Количество углекислого газа ($Q_{co2}$, т/га) год | Количество кислорода, ($Q_{o2}$, т/га) год |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 10Дбн+Лп+Ос+Бр | VII | 1,876 | 0,938 | 3,442 | 2,513 |
| 2 | 10Дбн+Клп+Бр | VIII | 1,450 | 0,725 | 2,661 | 1,943 |
| 3 | 10Дбн+Бр+Клп | VI | 2,312 | 1,066 | 3,912 | 2,856 |
| 4 | 10Дбн+Яо+Лп | VII | 1,535 | 0,768 | 2,819 | 2,058 |
| 5 | 10Дбн+Клп+Ос+Гш | VII | 1,876 | 0,938 | 3,442 | 2,513 |
| 6 | 7Дбн2Б1Яз | III | 1,249 | 0,625 | 2,294 | 1,674 |
| 7 | 5Дбн5Яз | III | 1,315 | 0,658 | 2,415 | 1,763 |
| 8 | 7Дбн3Лп+Ос | VII | 1,535 | 0,768 | 2,819 | 2,059 |
| 9 | 5Яо3Клп1Дпн1В+Ос | VI | 1,284 | 0,642 | 2,356 | 1,720 |
| 10 | 8Яз2А | II | 2,396 | 1,198 | 4,397 | 3,210 |

Согласно полученным данным в таблице 2, был построен график депонирования углерода и продуцирования кислорода во влажных дубравах (рисунок 3).

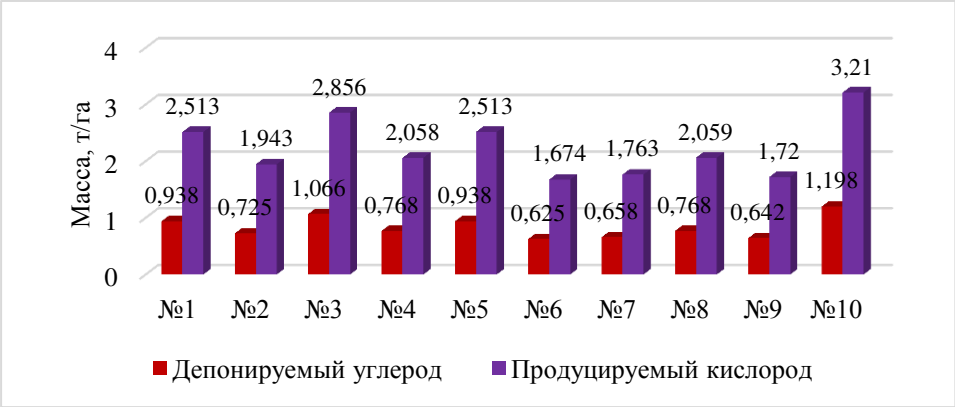



Рис. 3. График депонирования углерода и продуцирования кислорода насаждениями во влажных дубравах

Данный график показывает, что наибольшим количеством продуцируемого кислорода (3,21-2,856 т/га) и депонируемого углерода (1,198-1,066 т/га) во влажных дубравах обладают молодые насаждения с преобладанием в составе ясеня ланцетного (8Яз2А) 2-го класса возраста и чистые средневозрастные дубовые древостои 6-го класса возраста с примесью бересклета и клёна полевого (10Дбн+Бр+Клп). Наименьшем количеством продуцируемого кислорода (1,674-1,72 т/га) и депонируемого углерода (0,625-0,642 т/га) характеризуются средневозрастные смешанные дубовые насаждения 3-го класса возраста (7Дбн2Б1Яз) и спелые ясенёвые насаждения 6-го класса возраста (5Яо3Клп1Дпн1В+Ос).

**Заключение.** Проведённые исследования в дубравах Кашарского лесничества позволили выявить закономерности формирования надземной фитомассы, динамики годичного прироста, а также потенциала депонирования углерода и продуцирования кислорода в различных типах насаждений. Установлено, что влажные лесорастительные условия способствуют повышению продуктивности дубрав: максимальные значения прироста по запасу (до 3,0 м³/га) и надземной фитомассы (до 2,396 т/га) характерны для молодых ясенёвых (8Яз2А) и средневозрастных дубовых насаждений с примесью бересклета и клёна полевого (10Дбн+Бр+Клп). Наименьшая продуктивность отмечена в спелых и приспевающих древостоях, что подчёркивает снижение функциональной активности стареющих экосистем.

Расчёты по методике Д.Г. Замолодчикова подтвердили связь между возрастом, составом насаждений и их экологическими функциями. Наибольший потенциал депонирования углерода (1,066–1,198 т/га) и продуцирования кислорода (2,856–3,21 т/га) характерен для молодых и средневозрастных древостоев. Таким образом, влажные условия способствуют более интенсивному росту и продуктивности лесных насаждений, что подчеркивает их важность для экосистемных функций и климатической регуляции [6].

## Список источников

1. Пузанков, А. А. Оценка продуцирования кислорода и депонирования углерода лесными насаждениями в сухих дубравах Кашарского лесничества Ростовской области / А. А. Пузанков // Мелиорация и водное хозяйство : Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Шумаковские чтения), посвящённой 135-летию со дня рождения академика ВАСХНИЛ, Героя Социалистического труда, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, доктора технических наук, профессора, крупного ученого в области мелиорации и орошаемого земледелия Б.А. Шумакова и 100-летию со дня рождения ректора НИМИ, профессора, Заслуженного мелиоратора РСФСР П.М. Степанова, Новочеркасск, 25 сентября 2024 года. – Новочеркасск: Лик, 2024. – С. 509-513

2. Лесохозяйственный регламент Кашарского лесничества Департамента лесного хозяйства Ростовской области: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Ростовской области от 25.09.2018 № ПР-176 [Электронный ресурс]: - URL: https://минприродыро.рф/activity/408/

3. Замолодчиков, Д.Г. Коэффициенты конверсии запасов насаждений в фитомассу основных лесообразующих пород России / Д.Г. Замолодчиков, А.И. Уткин, О.В. Честных // Лесная таксация и лесоустройство. - 2003. - № 1(32). - С. 119 -127.

4. Будыко М.И. Изменение климата / Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 280 с.

5. Швиденко А.З., Нильссон С., Страхов В.В. Продуктивность лесов России // Лесохозяйственная информация. № 9–10. М.: ВНИИЦлесресурс, 1999. С. 5–22.

6. Рахманов В.В. Гидроклиматическая роль лесов. М.: Лесн. пром-сть, 1984. 240 с.

## ASSESSMENT OF OXYGEN PRODUCTION AND CARBON DEPOSITION BY FOREST PLANTATIONS IN THE MOIST OAK FORESTS OF THE KASHARSKY FORESTRY DISTRICT OF THE ROSTOV REGION

**Puzankov A.A.,**

Postgraduate Student, Russian State Agrarian University – Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia.

**Baboshko O.I.,**

MLecturer, Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A.K. Kortunov - branch of the Donskoy State Agrarian University, Novocherkassk, Russia.

puzankov-01@mail.ru

*Abstract.* The article is devoted to the assessment of oxygen production and carbon deposition by forest plantations in the moist oak forests of the Kasharsky forestry of the Rostov region. The study used D.G. Zamolodchikov's methodology to calculate the volumes of carbon and oxygen accumulated and released by various types of stands. The results showed that moist forest conditions contribute to an increase in the productivity of forest stands, while the maximum increase in reserves and above-ground phytomass is observed in young ash and middle-aged oak stands. It has been established that the greatest potential for carbon deposition and oxygen production is observed in young and middle-aged stands, which emphasizes their importance for ecosystem functions and climatic regulation.

*Keywords:* forest plantations, oxygen production, carbon deposition, moist oak forests, Zamolodchikov technique, phytomass

# *Механизация, автоматизация и роботизация АПК*

УДК 631.3

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

**Бураева Г.М.**
Старший преподаватель
*Научный руководитель Шистеев А.В., к.т.н., доцент*
Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Иркутск, Россия, drive-er@yandex.ru.

*Аннотация.* В статье рассмотрен подход к исследованию работоспособного состояния предприятия технического сервиса. В качестве показателей эффективности системы рассмотрены вероятность обслуживания и коэффициент готовности. Приведены результаты аналитического исследования ремонтной логистической цепи (РЛЦ) с использованием приближенной модели многоканальной системы массового обслуживания (СМО). Процесс функционирования РЛЦ предприятия является динамическим стохастическим процессом для обоснования и решения которого используют Марковские модели массового обслуживания с входными и выходными потоками требований пуассоновского типа. Преобразование объекта проходящего через элементы системы оценивается надежностью РЛЦ, то есть готовностью системы ремонта (ремонтного предприятия) сохранять свою структуру и обеспечивать выполнение ремонтной программы при воздействии дестабилизирующих факторов.

*Ключевые слова:* технический сервис, предприятие, работоспособность, логистическая система, надежность, ремонт.

Введение. Для обеспечения оперативного реагирования системы технического сервиса на действия внешних и внутренних факторов необходимы принципиально новые подходы к ее организации, установлению устойчивых взаимосвязей между элементами. Закономерности, отражающие влияние процессов на повышение качества обслуживания машин путем обеспечения готовности и работоспособности предприятий технического сервиса (ПТС) - важные шаги на пути к повышению качества продукции и улучшению конкурентоспособности предприятий [1, 2]. Обеспечение работоспособности достигается совершенствованием организации системы технического сервиса и совокупности ее подсистем, обеспечивающих минимизацию расходования ресурсов на выполнение плановых объемов работ по ТО и ремонту. Снижение себестоимости ремонтных воздействий достигается сокращением расхода ресурсов и их запасов за счет использования логистических принципов в действиях всех элементов и подсистем [3].

Материалы и методы. Производственный процесс на предприятии технического сервиса представляет собой последовательный перевод ремонтируемого объекта от звена к звену в РЛЦ, в результате определенных технологических воздействий (рис.1.) [4, 5].

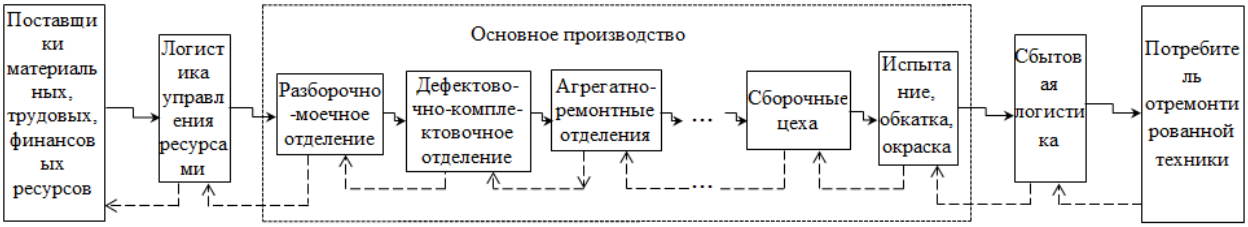



Рис. 1. Изменение надежности восстанавливаемой системы [4]

Базовая модель логистической системы ремонтного предприятия представлена как

многоканальная СМО [6, 7]

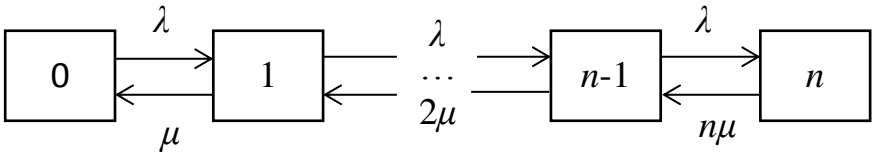



Рис. 2. Граф многоканальной СМО [7]

На вход РЛЦ поступает поток заявок с интенсивностью $\lambda = \frac{1}{T_з}$, где $T_з$ – средний интервал времени между заявками. Заявка с равной вероятностью направляется на любой свободный канал (звено РЛЦ). Среднее время обслуживания заявки в одном канале составляет $T_{обс}$, а интенсивность обслуживания равна $\mu = \frac{1}{T_{обс}}$.

Отношение $\alpha = \lambda/\mu$ характеризует нагрузку на канал обслуживания и определяет вероятность обслуживания заявки в одном канале:

$$P_o = \frac{T_{обс}}{(T_з + T_{обс})} = \frac{\mu}{(\lambda + \mu)} = \frac{1}{(1+\alpha)}. \quad (1)$$

Динамика изменения вероятностей состояний СМО $P_k(t)$ описывается известными уравнениями А.Н. Колмогорова [6]:

$$\frac{dP_k}{dt} = -(\lambda + k\mu)P_k + \lambda P_{k-1} + (k+1)\mu P_{k+1}; \quad 0 \le k \le n\text{-}1, \quad (2)$$

с начальными условиями: $t = 0$; $P_0(0) = 1$; $P_k(0) = 0$; $1 \le k \le n$ и нормировочным условием

$$\sum_0^n P_k(t) = 1. \quad (3)$$

Для стационарного режима работы предприятия $(\frac{dP_k}{dt} = 0)$ вероятности состояний РЛЦ определяются системой алгебраических уравнений:

$$\overline{P}_к = \alpha^k \frac{\alpha^k}{k!\overline{P}_0}; \qquad 0 \le k \le n, \quad (4)$$

где $\overline{P}_0 = \frac{1}{(\sum_{k=0}^{n} \frac{\alpha^k}{k!})}$ – стационарная вероятность свободного состояния СМО.

С учетом нормировочного условия и решения системы алгебраических уравнений имеем коэффициент готовности (показатель надежности) многоэлементной восстанавливаемой РЛЦ с запаздыванием процесса [8, 9]

$$K_г = \frac{1}{1+\sum\frac{\lambda_i}{\mu_i}} \quad (5)$$

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{T}\int_0^T \lambda(t)dt; \quad \bar{\mu} = \frac{1}{T}\int_0^T \mu(t)dt; \quad (6)$$

Поскольку РЛЦ ПТС рассматривается как СМО «с отказами», то $\alpha < 1$ означает задержку процесса в звене РЛЦ [10]. Тогда формулу (5) можно записать в виде:

$$K_г = \frac{1}{1+\sum\frac{\lambda_i}{\mu_i}} = \frac{1}{1+(\alpha_1+\alpha_2...\alpha_n)} = \frac{1}{1+t_з}\ , \quad (7)$$

где $t_з$ – величина, характеризующая запаздывание РЛЦ в $i$-м состоянии.

Формула технической готовности предприятия будет иметь вид

$$K\text{гс} = \frac{1}{1+\sum_{k=1}^{n}\left(\frac{1}{K\text{гj}-1}\right)} \quad (8)$$

По известным стационарным вероятностям состояний СМО $\bar{P}к$ рассчитываются показатели эффективности многоканальной СМО:

- вероятность обслуживания заявок: $\bar{P}_{обс} = 1 - \bar{P}_n$;
- интенсивность обслуживания заявок (абсолютная пропускная способность СМО): $\lambda_{\text{обс}} = \lambda P_{\text{обс}}$;
- среднее число занятых каналов: $n_{\text{обс}} = nP_{\text{обс}}$;
- вероятность занятости одного канала обслуживания: $\rho = n_{\text{обс}}/n$.
- пропускная способность системы: $Q = \lambda \cdot p_{обс} = \lambda\ (1 - p_{отк})$.

Вывод. Обеспечение работоспособного и надежного функционирования ПТС можно оценить коэффициентом готовности предприятия, который представляет собой вероятность того, что в произвольный момент времени РЛЦ будет находиться в работоспособном состоянии. Метод оценки надежности основан на применении моделей и методов СМО и теории графов возможных состояний систем ПТС.

**Список источников**

1. Бураев, М. К. Вторичный рынок машин в системе агротехсервиса [Текст] / М. К. Бураев // Ремонт, восстановление, модернизация. - 2008.- № 3.- С.41-44.

2. Шистеев, А. В. Восстановление работоспособности импортной сельскохозяйственной техники с использованием сменно-обменных элементов / А. В. Шистеев, М. К. Бураев // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 3(102). – С. 35-40. – EDN TMVCVJ.

3. Катаев, Ю. В. Вопросы модернизации ремонтно-обслуживающей базы в АПК / Ю. В. Катаев, В. С. Герасимов, И. А. Тишанинов // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2024. – № 10. – С. 14-20. – DOI 10.31044/1684-2561-2024-0-10-14-20. – EDN BSRTHA.

4. Бураева, Г. М. Применение ремонтно-логистических цепей при техническом сервисе транспортно-технологических машин / Г. М. Бураева, А. В. Шистеев, М. К. Бураев // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2024. – № 50. – С. 8-18. – DOI 10.51215/2411-6483-2024-50-8-18. – EDN DGIZYT.

5. Бураев, М. К. К методике оценки надежности логистических систем на

предприятиях технического сервиса / М. К. Бураев, А. В. Шистеев, Г. М. Бураева // Вестник ВСГУТУ. – 2021. – № 4(83). – С. 46-53. – DOI 10.53980/24131997_2021_4_46. – EDN JYZTML.

6. Бережная, Е.В. Математические методы моделирования экономических систем: учеб. пособие.– 2-е изд., перераб. и доп. / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. – М. : Финансы и статистика, 2005.– 432 с.

7. Сухарев, Э. А. Расчетные модели ремонтных ситуаций и их потоков в машинных парках: учеб. пособие / Э. А. Сухарев. – Ровно : РГТУ, 2002.– 90 с.

8. Лукинский В.С., Чурилов Р.Л. Проблемы оценки надежности цепей поставок / Логистика и управление цепями поставок. – № 2. – 2012. – С.15-26.

9. Рахманина И.А. Специфика оценки и управления надежностью логистических систем // Известия Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Экономика. Управление. Право. 2013. Т. 15 вып. 4(2).

10. Бураева Г.М., Шистеев А.В. К формированию структуры ремонтного цикла на предприятии технического сервиса / Актуальные вопросы инженерно - технического и технологического обеспечения АПК: Материалы IX Национальной научно - практической конференции с международным участием «Чтения И.П. Терских». – Иркутск. – ИрГАУ, 2021. – С. 45-50.

## ENSURING THE PERFORMANCE OF A TECHNICAL SERVICE ENTERPRISE

**Buraeva G.M.**

*Scientific supervisor– Shysteev A.V., Candidate of Technical Sciences*

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

lavaki2009@yandex.ru

*Abstract.* The article discusses an approach to studying the operability of a technical service enterprise. The service probability and availability factor are considered as indicators of system efficiency. The results of an analytical study of the repair logistics chain (RLC) using an approximate model of a multi-channel queuing system (QS) are presented. The process of functioning of the RLC of an enterprise is a dynamic stochastic process for the justification and solution of which Markov models of queuing with input and output flows of Poisson-type requirements are used. The transformation of an object passing through the elements of the system is estimated by the reliability of the RLC, that is, the readiness of the repair system (repair enterprise) to maintain its structure and ensure the implementation of the repair program under the influence of destabilizing factors.

*Key words:* technical service, enterprise, performance, logistics system, reliability, repair.

УДК 004.925.84:631.3.004.67

# ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ WAAM ДЛЯ РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

**Егоров И.Б., Поздняков Н.А.**
Аспирант, аспирант
*Научный руководитель Бураев М.К., д.т.н., профессор*
Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, п. Молодёжный, Россия, buraev@mail.ru

*Аннотация.* Для того чтобы сельскохозяйственная техника работала эффективно, необходимо создать и поддерживать в рабочем состоянии материально-техническую базу для её обслуживания и ремонта. Однако в процессе реформирования экономики система обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники претерпела значительные изменения к худшему. Оборудование, которое есть в производственных мастерских, устарело, а новые методы ремонта не используются. Изношенные детали практически не восстанавливаются. Всё это приводит к увеличению стоимости ремонта, увеличению времени на его выполнение, ухудшению качества и, как следствие, к снижению уровня готовности машинно-тракторного парка. Цель исследования - определить возможность использования аддитивной технологии WAAM (Wire Arc Additive Manufacturing) для ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования. Методы исследования основаны на системном подходе к изучению гибридного производства металлических изделий и статистическом анализе собранной информации. В результате исследований был приведён каткий анализ гибридной аддитивной технологии WAAM. Использование данной аддитивной технологии позволяет быстро изготовить детали любой сложности.

*Ключевые слова:* Аддитивные технологии, промышленный робот, объект, металлические детали, WAAM.

**Введение.** Развитие наукоемких отраслей и высоких технологий играет ключевую роль в обеспечении технологической безопасности и независимости страны. Современные традиционные технологии металлообработки, согласно мнению многих ученых, достигли пределов своих возможностей по ряду ключевых показателей. В связи с этим во всем мире активно ведутся исследования и разработки инновационных, наукоемких, высокопроизводительных и ресурсосберегающих технологий нового поколения. Особое внимание уделяется созданию новых методов и способов производства различных деталей и готовых изделий, что способствует повышению конкурентоспособности и эффективности промышленности [1].

**Цель –** Проанализировать и выявить возможность применения аддитивной технологии WAAM для ремонта сельскохозяйственной техники и оборудования.

**Материалы и методы исследования.** В основу работы легли научные статьи, которые в той или иной степени освещают проблематику исследования. Для проведения исследования были применены различные теоретические подходы, такие как анализ, синтез, индукция, дедукция и сравнение.

**Результаты и обсуждение.** Аддитивные технологии согласно ГОСТ Р 57558-2017 - это процесс изготовления деталей, который основан на создании физического объекта по электронной геометрической модели путем послойного добавления материала, в отличие от вычитающего (субтрактивного) производства (механической обработки) и традиционного формообразующего производства (литья, штамповки).

Изначально аддитивное производство было нацелено на быстрое создание прототипов, но со временем оно стало массовым благодаря повышенной универсальности, минимальным отходам материалов и способности создавать геометрические формы, которые невозможно получить иным способом [2]. Однако, несмотря на все преимущества, есть и

некоторые недостатки. К ним можно отнести низкую скорость подачи материала, высокую степень неопределенности и чувствительность к дефектам [3]. В аддитивном производстве применяются различные технологии для обработки таких материалов, как полимеры, металлы, керамика и бетон [4]. Среди них наиболее известными и развитыми являются моделирование методом наплавления, технология расплавления материала в заранее сформированном слое, стереолитография, послойная электронно-лучевая плавка материала или плавка лазером, печать объектов методом ламинирования (LOM) и наплавка проволоки электродуговой сваркой (WAAM) [5].

Проведя анализ различных источников, можно сделать вывод о том, что аддитивная технология WAAM наиболее перспективна, в сравнении с другими, ввиду своей высокой производительности и возможности изготовления деталей сложной формы.

Аддитивная технология WAAM – аддитивное производство наплавкой проволоки электродуговой сваркой [6]. При аддитивном производстве WAAM в качестве материала используется металлическая проволока, а в качестве источника энергии - электрическая дуга, аналогичная сварке. Электрическая дуга расплавляет проволоку по мере того, как промышленный робот наносит слой за слоем на область печати. Как и при сварке, инертный газ предотвращает окисление и улучшает или контролирует свойства металла [7].

Процесс позволяет, как создавать новые детали, так и восстанавливать существующие объекты. При этом не требуется демонтировать опорные конструкции, а готовые детали при необходимости можно подвергнуть механической обработке с ЧПУ с соблюдением жестких допусков или просто отполировать поверхность. Как правило, печатные детали подвергаются термической обработке для снятия любых остаточных напряжений [8, 9].

Аддитивная технология WAAM обладает следующими преимуществами:

- Способность работать с любым видом свариваемого металла.
- Высокая скорость изготовления основных элементов.
- Уменьшение количества отходов и снижение расходов на материалы.
- Применение доступных материалов и оборудования.
- Возможность создавать сложные геометрические фигуры.

Одним из роботов, применяемых в технологии WAAM является промышленный робот CRP-RH14-10, фирмы CROBOTP (рис. 1).

Рис.1. Промышленный робот CRP-RH14-10

Процесс гибридного изготовления детали с применением WAAM показана на рисунке 2.

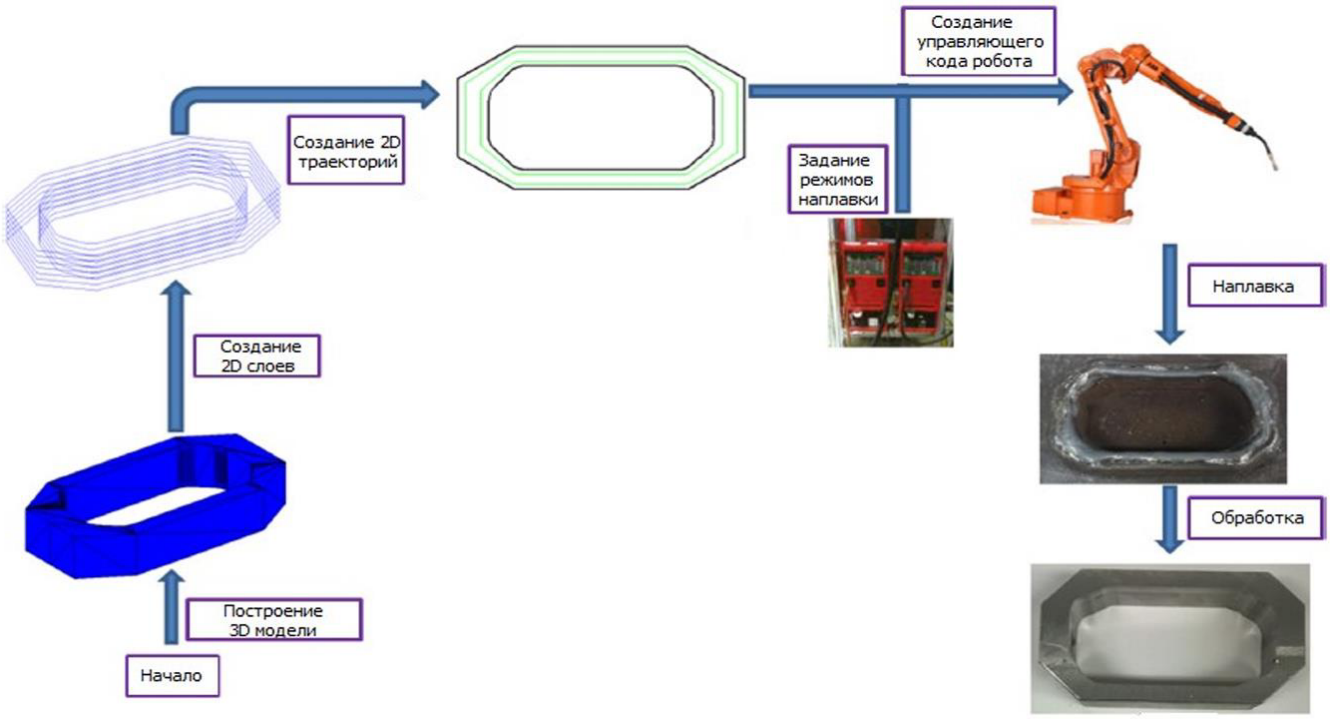



Рис. 2. Структурная схема процесса гибридного формирования изделия с применением WAAM

Точность и физико-механические характеристики каждого валика формируют плоский слой укладываемый друг на друга, таким образом осуществляется послойное формирование изделия (рисунок 3).

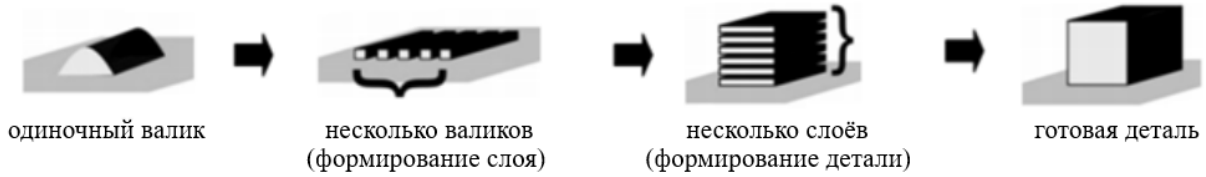



Рис. 3. Алгоритм построения изделия способом WAAM

В современных условиях мировой экономики, в связи с введёнными в отношении Российской Федерации санкциями, а также в связи с отсутствием доступных технологий изготовления деталей для импортной сельскохозяйственной техники наблюдаются сложности с количеством и качеством запасных частей [10]. Таким образом, применение выше названных технологий может способствовать восстановлению работоспособности деталей сельскохозяйственной техники. Например, восстановлению параметров и долговечности роторных ножей косилок фирмы CLAAS, аналоги которых представленные на Российском рынке, не соответствуют качеству оригинальных деталей (рис.4). Использование аддитивной технологии WAAM для изготовления деталей машин представляется возможным, так как она является наиболее пригодной по совокупности экономических, механических и технологических факторов.

а б

Рис. 4. Роторный нож косилки CLAAS DISCO
а – новый нож, б – изношенный нож

**Вывод.** В результате анализа литературных источников выявлено, что применение аддитивной технологии WAAM возможно для изготовления запасных частей машин и оборудования сельскохозяйственного назначения. В текущих условиях экономики развитие данной технологии позволит повысить технологический суверенитет страны.

**Список источников**

1. Бураева, Г. М. Некоторые вопросы организации технического сервиса машин в АПК / Г. М. Бураева, А. В. Шистеев, М. К. Бураев // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : Материалы международной научно-практической конференции. В 5 томах, Благовещенск, 18–19 апреля 2024 года. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. – С. 28-33.

2. Егоров, И. Б. Обеспечение работоспособности машин и оборудования применением аддитивных технологий при техническом сервисе / И. Б. Егоров, М. К. Бураев // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК : Материалы XI Национальной научно-практической конференции с международным участием, Иркутский ГАУ, 03–04 октября 2024 года. – Иркутский: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 182-187.

3. Переход к проволочным технологиям - тренд или необходимость? / 3D todey [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://3dtoday.ru/blogs/ddmlab/perekhod-k-provolochnym-tekhnologiyam-trend-ili-neobkhodimost - 25.02.2025

4. Поздняков, Н. А. Особенности и разновидности металлических сплавов для аддитивных технологий / Н. А. Поздняков, М. К. Бураев // Актуальные вопросы энергетики и техники в АПК : Материалы заочной научно-практической конференции, посвященной 55-летию Энергетического факультета Иркутского ГАУ, п. Молодежный, 12 декабря 2024 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 103-104.

5. Бердюгина, О. В. Применение аддитивных технологий в ремонте сельскохозяйственной техники и обзор материалов, используемых при этих процессах / О. В. Бердюгина, М. А. Евшин // Аграрное образование и наука. – 2023. – № 2. – С.7.

6. Федоренко, В. Ф. Аддитивные технологии при производстве и техническом сервисе сельскохозяйственной техники : учебное пособие для вузов / В. Ф. Федоренко, И. Г. Голубев. - 2-е изд. - Москва : Издательство Юрайт, 2025. - 137 с.

7. Егоров, И. Б. Аддитивные технологии при сварке и наплавке деталей машин / И. Б. Егоров, Г. М. Михайловский, М. К. Бураев // Актуальные вопросы энергетики и техники в АПК : Материалы заочной научно-практической конференции, посвященной 55-летию Энергетического факультета Иркутского ГАУ, п. Молодежный, 12 декабря 2024 года. – п. Молодежный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 47-48.

8. Газодинамическое напыление изношенных поверхностей деталей машин / И. Б. Егоров, Н. А. Поздняков, А. В. Шистеев, М. К. Бураев // Актуальные вопросы аграрной науки. – 2024. – № 52. – С. 8-18.

9. Неустроев Д.В., Овчинников И.Г. Аддитивные технологии и их применен в промышленном и транспортном строительстве // Вестник Евразийской науки, 2021 №2, https://esj.today/PDF/26SAVN221/ - 03.03.2025

10. Поздняков, Н. А. Повышение эффективности ремонта автотракторной техники с использованием цифровых запасных частей / Н. А. Поздняков, М. К. Бураев // Актуальные вопросы инженерно-технического и технологического обеспечения АПК : Материалы XI Национальной научно-практической конференции с международным участием, Иркутский ГАУ, 03–04 октября 2024 года. – Иркутский: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2024. – С. 192-196.

## APPLICATION OF ADDITIVE WAAM TECHNOLOGY FOR THE REPAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY AND EQUIPMENT

**Egorov I.B.,**
**Pozdnyakov N.A.,**
*Scientific supervisor Buraev M.K., Doctor of technical sciences, professor, Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky, Molodezhny, Russia*
*buraev@mail.ru*

*Abstract*. In order for agricultural machinery to work efficiently, it is necessary to create and maintain a material and technical base for its maintenance and repair. However, in the process of reforming the economy, the system of maintenance and repair of agricultural machinery has undergone significant changes for the worse. The equipment that is available in production workshops is outdated, and new repair methods are not used. Worn parts are practically not restored. All this leads to an increase in the cost of repairs, an increase in the time for its implementation, a deterioration in quality and, as a result, to a decrease in the level of readiness of the machine and tractor fleet. The purpose of the study is to determine the possibility of using WAAM additive technology for the repair of agricultural machinery and equipment. The research methods are based on a systematic approach to the study of hybrid production of metal products and statistical analysis of the collected information. As a result of the research, a brief analysis of the hybrid additive technology was given WAAM. The use of this additive technology allows you to quickly produce parts of any complexity.

*Keywords:* Additive technologies, industrial robot, object, metal parts, WAAM.

УДК 528

# GPS-ТРЕКЕРЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ОПТИМИЗАЦИЯ РЕСУРСОВ И ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ

**Канжина Ю. А.**
Бакалавр
*Научный руководитель Заварин Д.А., к.э.н., доцент*
Вологодский государственный университет, Вологда, Россия, kanzhina_s@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрены GPS-трекеры, повышающие эффективность работы в сельском хозяйстве, оптимизируя использование ресурсов. В статье рассмотрены основные функции GPS-трекеров, их преимущества и виды. Также представлена сравнительная таблица с различными моделями GPS-трекеров, позволяющая фермерам сделать обоснованный выбор в зависимости от своих потребностей и бюджета.

*Ключевые слова:* GPS-трекеры, сельское хозяйство, точное земледелие, оптимизация ресурсов, мониторинг работы

Современное сельское хозяйство стремительно трансформируется под влиянием новых технологий. Одним из ключевых инструментов повышения эффективности и прибыльности становится использование GPS-трекеров. Эти устройства открывают широкий спектр возможностей для оптимизации различных процессов – от мониторинга местоположения техники до управления ресурсами и анализа урожайности.

Аграрный сектор с древнейших времен играл ключевую роль в развитии человечества, являясь фундаментом его существования и процветания. На протяжении многих веков земледелие оставалось основным источником пропитания, требуя от людей значительных физических усилий и полной зависимости от природных циклов. Ранние земледельцы, опираясь на накопленный опыт и традиционные знания, возделывали землю с помощью примитивных орудий труда. Весь цикл сельскохозяйственных работ, от посева до сбора урожая, выполнялся вручную или с использованием тягловой силы животных. Это был трудоемкий и длительный процесс, требовавший огромных временных затрат и физической выносливости. Урожайность зависела от множества факторов, включая погодные условия, болезни растений и нашествия вредителей, что делало ее непредсказуемой и зачастую недостаточной.

Сегодня сельское хозяйство переживает период кардинальных преобразований, обусловленных стремительным развитием и внедрением передовых технологий. Современные достижения науки и техники коренным образом меняют привычные методы ведения сельского хозяйства, предлагая инновационные решения для повышения эффективности и производительности. Роботизированные комбайны, автономные тракторы, управляемые системами искусственного интеллекта, и высокоточные системы ирригации – лишь несколько примеров того, как технологический прогресс трансформирует аграрную отрасль.

Среди ключевых технологических инноваций, изменивших ландшафт современного сельского хозяйства, особо выделяются GPS-трекеры. Эти устройства, основанные на использовании спутниковой системы глобального позиционирования (GPS), стали незаменимыми инструментами для повышения эффективности и точности сельскохозяйственных операций. GPS-трекер, установленный на сельскохозяйственной технике, позволяет в режиме реального времени отслеживать ее местоположение на поле с высокой степенью точности, открывая новые возможности для оптимизации и контроля всех этапов сельскохозяйственного производства. [1]

GPS-трекер функционирует следующим образом: он принимает сигналы, передаваемые спутниками системы глобального позиционирования (GPS), анализирует полученные данные и на их основе вычисляет точные географические координаты своего

местоположения. Эти координаты затем передаются на мобильное устройство фермера (смартфон) или компьютер через беспроводную связь. Благодаря этому, фермер имеет возможность в режиме реального времени наблюдать за перемещением сельскохозяйственной техники, оснащенной трекером, на экране своего устройства. [2]

В современной аграрной практике GPS-трекеры нашли широкое применение, существенно оптимизируя различные аспекты сельскохозяйственного производства:

- Точное земледелие (precision farming): GPS-трекеры предоставляют данные для создания подробных цифровых карт полей. На этих картах отображается вариабельность ключевых параметров, таких как состав и качество почвы, уровень урожайности на разных участках, а также история применения удобрений. Это позволяет фермерам принимать взвешенные решения по управлению ресурсами и оптимизировать агротехнические мероприятия для каждого конкретного участка поля.
- Эффективное использование ресурсов: GPS-трекеры помогают тщательно планировать маршруты движения сельскохозяйственной техники по полю, избегая дублирования проходов и холостых пробегов. Это способствует значительной экономии топлива и сокращению рабочего времени, что в свою очередь снижает затраты на производство.
- Мониторинг и контроль: GPS-трекеры позволяют удаленно контролировать работу сельскохозяйственной техники. Фермеры могут отслеживать скорость движения машин, расход топлива в режиме реального времени, а также анализировать время простоя техники, выявляя потенциальные проблемы и неэффективность использования ресурсов.
- Противодействие кражам: В случае угона сельскохозяйственной техники, оснащенной GPS-трекером, становится возможным ее быстрое обнаружение и возвращение. Трекер передает информацию о местоположении украденной машины, что значительно упрощает работу правоохранительных органов.

Использование GPS-трекеров приносит ряд значимых преимуществ для сельхозпроизводителей:

- Повышение общей эффективности: За счет оптимизации маршрутов, сокращения расхода топлива и более точного применения удобрений, GPS-трекеры способствуют снижению операционных затрат на топливо, рабочую силу и ресурсы.
- Улучшение управленческих решений: GPS-трекеры предоставляют фермерам доступ к важной информации о работе техники и состоянии полей, что позволяет принимать более обоснованные и эффективные управленческие решения.
- Снижение рисков: GPS-трекеры не только помогают предотвратить кражи техники, но и оптимизировать ее использование, снижая риск поломок и простоев за счет контроля режимов работы. [3]

Рис.1. GPS-трекер на комбайне

GPS-трекеры, применяемые в сельском хозяйстве, представлены на рынке в разнообразных вариантах, отличающихся функциональностью и возможностями. Условно их можно разделить на две основные категории:

1. Базовые GPS-трекеры: Это устройства начального уровня, предназначенные исключительно для определения местоположения сельскохозяйственной техники. Они предоставляют информацию о текущих координатах техники, истории перемещений и, возможно, скорости движения. Базовые трекеры, как правило, имеют более простую конструкцию и более низкую стоимость по сравнению с более продвинутыми моделями. Однако, они не обладают дополнительными функциями, такими как мониторинг параметров работы техники или интеграция с другими системами управления. Их основная задача — обеспечить базовый контроль за местоположением и перемещением техники.

2. GPS-трекеры с расширенным функционалом: Эта категория трекеров представляет собой более сложные и многофункциональные устройства. Помимо определения местоположения, они предоставляют широкий спектр дополнительных возможностей. К ним относятся:

- Мониторинг параметров работы техники: Сбор данных о расходе топлива, температуре двигателя, наработке моточасов, загрузке и других важных показателях, позволяющих оценивать эффективность работы техники и своевременно выявлять потенциальные неисправности.
- Сбор данных об урожайности: Некоторые модели трекеров интегрируются с бортовыми системами учета урожая на комбайнах и другой уборочной технике, позволяя собирать данные о фактической урожайности на разных участках поля. Это дает возможность анализировать эффективность агротехнических мероприятий и оптимизировать стратегию ведения сельского хозяйства.
- Интеграция с другими системами: Расширенный функционал трекеров может включать интеграцию с системами управления сельскохозяйственным предприятием, системами точного земледелия, метеостанциями и другими информационными платформами. Это позволяет создавать единую экосистему данных для комплексного управления и анализа всех аспектов сельскохозяйственного производства. На рынке представлен разнообразный выбор GPS-трекеров, отличающихся функциональностью и стоимостью. В таблице ниже приведен сравнительный анализ нескольких моделей:

Таблица 1. GPS-трекеры для сельскохозяйственной техники

| Название | Цена (руб) | Размер (мм) | Источник питания | Точность определения координат | Хранение маршрута | Дополнительные функции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Tracker X | 15 000 | 100x60x30 | Встроенный аккумулятор | ± 5 метров | 1 месяц | Отслеживание скорости, расхода топлива, времени простоя, интеграция с системой управления |
| Agro-GPS | 20 000 | 120x80x40 | Внешний аккумулятор | ± 3 метра | 3 месяца | Картирование урожайности, анализ эффективности использования удобрений, поддержка нескольких спутниковых систем |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| FarmTrack | 25 000 | 90x70x35 | Встроенный аккумулятор | ± 2 метра | 6 месяцев | Создание карт заданий, автоматическое вождение, предупреждение о краже, отчетность по работе техники |
| SmartField | 30 000 | 110x90x45 | Внешний аккумулятор | ± 1 метр | 1 год | Интеграция с системами точного земледелия, контроль качества уборки, прогнозирование урожайности, управление орошением |
| AgriTrack | 35 000 | 130x100x50 | Встроенный аккумулятор | ± 0,5 метра | Неограниченно | Отслеживание параметров работы, диагностика техники |

Исследование данных, представленных в таблице сравнения GPS-трекеров, позволяет выявить прямую зависимость между стоимостью устройства, точностью определения координат и продолжительностью хранения истории маршрутов. Чем выше требования к точности позиционирования и объему хранимых данных, тем, как правило, выше цена GPS-трекера.

Выбор оптимальной модели GPS-трекера определяется конкретными потребностями сельхозпроизводителя и выделенным бюджетом. Для решения базовых задач, таких как мониторинг местоположения техники и контроль основных параметров ее работы (скорость, время работы), вполне достаточно простых моделей, например, Tracker X. Они предоставляют основной функционал по отслеживанию без лишних затрат.

Однако, если фермер стремится к более глубокой аналитике и оптимизации процессов, ему стоит обратить внимание на GPS-трекеры с расширенным функционалом. Такие модели, как SmartField или AgriTrack, открывают возможности для реализации передовых технологий точного земледелия, включая:

- Автоматическое вождение: высокоточные GPS-трекеры позволяют автоматизировать управление сельскохозяйственной техникой, обеспечивая предельную точность движения по заданным траекториям, что минимизирует перекрытия и пропуски при обработке полей.
- Детальный анализ урожайности: интеграция с системами учета урожая позволяет собирать и анализировать данные о производительности на различных участках поля, выявлять факторы, влияющие на урожайность, и принимать обоснованные решения по управлению агротехническими процессами.
- Оптимизированное управление ресурсами: расширенный функционал трекеров позволяет контролировать и анализировать расход топлива, удобрений и других ресурсов, что позволяет минимизировать затраты и повысить рентабельность производства.

Инновационные технологии, такие как GPS-трекеры, играют ключевую роль в трансформации современного сельского хозяйства. Они способствуют повышению эффективности всех этапов производства, оптимизируют использование ресурсов, а также делают работу фермеров более производительной и прибыльной

**Список источников**

1. Тесаловский, А. А. Определение корректировок цен земельных участков для личного подсобного хозяйства с учётов кадастрового деления и территориального зонирования / А. А. Тесаловский, Д. А. Заварин, Н. В. Анисимов. — текст : непосредственный // Вестник Алтайской Академии экономики и права. — 2022 . — № 6-2 . — с. 343-349.

2. Беляева, С. И. Применение цифровых нивелиров в кадастре и лесном хозяйстве на современном этапе / С. И. Беляева, Д. А. Заварин. — Текст : непосредственный // Актуальные проблемы развития лесного комплекса Материалы XVII Международной научно-технической конференции. Ответственный редактор Ю.М. Авдеев. 2019. — Вологда : Вологодский государственный университет (Вологда), 2019. — С. 141-142.

3. Шарунова, л. В. Использование открытых географических источников для целей кадастра / л. В. Шарунова, д. А. Заварин. — текст : непосредственный // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. — Вологда : Вологодский государственный университет, 2019. — с. 151-153.

## GPS TRACKERS IN AGRICULTURE: OPTIMIZING RESOURCES AND INCREASING YIELDS

**Kanzhina Yu.A.**
Bachelor's Degree, Vologda State University, Vologda, Russia
*Scientific supervisor Zavarin D.A., Candidate of Economics, Associate Professor, Vologda State University, Vologda, Russia*
Email: kanzhina_s@mail.ru

*Abstract.* The article talks about how GPS trackers are transforming agriculture, increasing work efficiency, optimizing resource use and making agriculture more profitable. The article discusses the main functions of GPS trackers, their advantages and types. A comparison table with various models of GPS trackers is also provided, allowing farmers to make informed choices depending on their needs and budget.

*Keywords:* GPS trackers, agriculture, precision farming, resource optimization, job monitoring

УДК 697.94:621.9.048.7

## ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ЗОНАЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ

**Таранюк И.В.**
аспирант
*Научный руководитель Слободюк А.П. кандидат технических наук, доцент*
Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина Россия,
taranyukiv@ya.ru

*Аннотация.* Статья посвящена разработке эффективных вентиляционных систем для безопасной работы операторов станков лазерной резки металлов, с учетом наличия вредных веществ в рабочей зоне, таких как оксид марганца, пары цинка и частицы железа. В статье рассматривается важность зональной вентиляции, которая должна удалять загрязнения непосредственно у источника их возникновения, предотвращая распространение в рабочем пространстве и за его пределами. Приводится этапность расчета конструктивных параметров вентиляции, включая объем воздушного потока и скорость его движения, а также использование эмпирических методов и CFD-моделирования для оценки эффективности системы. Рассматриваются также методы расчета фильтрации и автоматизации, что позволяет оптимизировать работу вентиляции. Определяется значимость точного проектирования для достижения высокой эффективности и безопасности в производственных помещениях с лазерными станками на конкретных примерах.

*Ключевые слова:* Зональная вентиляция, лазерная резка, вредные вещества, проектирование вентиляции, моделирование потоков.

Присутствие вредных веществ в воздухе рабочей зоны оператора станка лазерной резки металлов [1] показывает недостаточный уровень эффективности существующих общеобменных и местных вентиляционных систем [2]. Поэтому разработка вентиляционных установок, в том числе зональной вентиляции, для безопасной работы персонала является актуальной задачей. Такие установки должны обеспечивать эффективное очищение воздуха рабочей зоны оператора станка от таких веществ, как оксид марганца, пары цинка и оксид цинка, частицы железа и наночастицы оксида железа и исключать возможность попадания загрязнений в как в объем цеха, так и в окружающее пространство. Наиболее действенным путем решения проблемы может быть удаление вредных веществ непосредственно у очага их возникновения.

При этом только тщательно подобранные конструктивные параметры устройства вентиляции позволят эффективно удалять загрязнения [2], так как в случае ошибок проектирования эффективность будет ниже, чем у стандартной местной или общеобменной вентиляции. Поэтому определение конструктивных параметров установки зональной вентиляции – это крайне важный этап проектирования эффективного вентиляционного оборудования.

**1. Обоснование конструкционных параметров системы зональной вентиляции.**

При определении конструктивных параметров устройства нужно опираться на конкретные параметры рабочего пространства вокруг предполагаемого места установки устройства. На параметры могут влиять:

- размеры и конфигурации фильтруемых помещений;
- мощность лазера станка;
- расположение местных отсосов;
- производительность станка;
- типы используемых материалов для резки;
- типы фильтрующих материалов и устройств проектируемой установки;
- динамика воздушных потоков и распределение загрязнений.

Некоторые конструктивные параметры, зависящие от параметров цеха и лазерного станка нельзя назначать без предпроектного обследования. Например, работа системы согласованно с движениями лазерной головки потребует внедрения автоматики и точной механики. Однако такие критерии, как вентиляционный поток, скорость воздушного потока, изменение концентрации загрязняющего вещества, производительность фильтров можно рассчитать, зная лишь номинальные параметры проектируемой установки лазерной резки и помещения, используя числовые методы моделирования потоков жидкостей и газов. Полученные значения послужат началом проектирования зональной вентиляции.

**2. Методы числового моделирования потоков жидкостей и газов**

Для определения параметров вентиляции могут использоваться следующие методы:

- эмпирические расчеты (например, расчет скорости воздушных потоков, эффективности фильтрации, необходимости в дополнительном охлаждении);
- применение компьютерного моделирования установки для прогнозирования распределения вредных испарений в рабочей зоне станка;
- применение лабораторных исследований или измерений с помощью специальных приборов;
- проведение опроса работников на предмет эффективности вентиляции и выявления возможных эксплуатационных проблем устройства.

**2.1. Эмпирические методы расчёта системы вентиляции**

Для проектирования и расчёта системы зональной вентиляции необходимо учитывать такие параметры, как объём воздушного потока, скорость движения воздуха, распределение загрязнений в рабочей зоне, а также способность фильтров эффективно удалять вредные

испарения.

**2.1.1. Определение объёма воздушного потока**

Объём потока воздуха через вентиляционные пути рассчитывается путем отношения количества выделяющихся вредных испарений в поперечном сечении канала к оптимальной скорости отвода загрязнённого воздуха [3] по формуле (1).

$$Q = S \cdot v, \quad (1)$$

где Q – объем воздушного потока ($м^3/ч$),

S – площадь поперечного сечения воздушного канала ($м^2$),

v – скорость воздушного потока (м/с).

Скорость воздушного потока v должна быть выбрана таким образом, чтобы эффективно удалять испарения и загрязнения, не вызывая турбулентности, которая может распределять загрязнения по всей рабочей зоне.

**2.1.2. Расчёт минимальной скорости воздушного потока**

Скорость воздушного потока в зоне местного отсоса должна быть достаточной для того, чтобы удалять вредные испарения [2]. Минимальная скорость для удаления загрязняющих веществ определяется по формуле (2).

$$v_{min} = \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}, \quad (2)$$

где $\Delta P$ – разница давлений между рабочей зоной и системой отсоса (Па),

$\rho$ – плотность воздуха (≅1,29 кг/$м^3$).

Для процесса лазерной резки металлов разница давлений ΔP должна быть достаточной, чтобы воздух не проникал в рабочую зону. В случаях, когда требуется лишь легкое вытягивание загрязненного воздуха с минимальными требованиями по скорости и интенсивности удаления разница может составлять 5-20 Па. В случаях, когда требуется более интенсивное удаление загрязнений (например, для работы с вредными испарениями, пылью) – 20-50 Па [4 **,** 5].

**2.2. Методы расчёта распределения загрязнений**

Загрязнение воздуха в цехах лазерной резки происходит неравномерно, что необходимо учитывать при проектировании зональной вентиляции. Для оценки эффективности системы вентиляции, а также для расчёта зон загрязнения, можно применить методы математического моделирования (CFD-моделирования) и другие вычислительные методы, такие как расчет по уравнениям конвекции и диффузии

**2.2.1. Моделирование с помощью уравнений конвекции и диффузии**

Для моделирования движения загрязняющего вещества в воздушной среде можно использовать уравнение конвекции и диффузии. Изменение концентрации загрязняющего вещества в зависимости от времени и пространственной координаты можно рассчитать по формуле (3).

$$\frac{\partial C(x,t)}{\partial t} + \underset{v}{\rightarrow} \cdot \nabla C(x,t) = D \cdot \nabla^2 C(x,t), \quad (3)$$

где $C(x,t)$ – концентрация загрязняющего вещества ($мг/м^3$),

$\underset{v}{\rightarrow}$ – скорость воздушного потока (м/с),

$D$ – коэффициент диффузии загрязняющего вещества ($м^2/с$).

Решение данного уравнения позволяет прогнозировать, как распространяются

вредные испарения и как эффективно их удалять с помощью местных отсосов и фильтров.

**3.2.2. Использование CFD-моделирования (Computational Fluid Dynamics)**

Для более точного моделирования потоков воздуха в зоне лазерной резки можно воспользоваться компьютерным методом вычислительной гидродинамики (CFD) [6]. Этот метод позволит учесть сложные взаимодействия между воздухом и загрязняющими веществами, а также довольно точно оценить поведение потоков газов в воздухе рабочей зоне. Однако для осуществления этого метода потребуется точное предпроектное обследование цеха.

Для моделирования с помощью CFD необходимо предварительно выполнить 3D-моделирование цеха с расположением оборудования, местных отсосов и фильтров.

Расчёт распределения воздушных потоков и концентраций загрязнённого воздуха ведется с использованием численных методов решения уравнений Навье-Стокса для неустойчивых потоков (формула (4)) [7].

$$\rho \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla \vec{v} = -\nabla p + \mu \nabla^2 \vec{v} + \vec{F}, \quad (4)$$

где $p$ – давление в точке потока (Па),

$\vec{v}$ – скорость воздушного потока (м/с),

$\mu$ – динамическая вязкость воздуха (Па·с),

$\vec{F}$ – внешние силы (например, влияние местных отсосов).

На основе полученных данных производится экспериментальное тестирование для сравнения расчетных данных с реальными.

Например, можно измерить концентрацию загрязняющих веществ в различных точках рабочего пространства и сравнить с предсказанными значениями из модели. Это поможет корректировать параметры системы вентиляции для достижения наилучших результатов, что упростит процесс валидации устройства зонального отсоса.

**3.3. Расчёт производительности фильтров**

Для эффективной работы устройства и корректного расчета параметров системы необходимо рассчитать производительность фильтров [3]. Обычно для этого используется характеристика фильтрации P — коэффициент, который описывает эффективность фильтра в удалении загрязняющих веществ (формула (5)).

$$P_ф = Q \cdot K, \quad (5)$$

где $P_ф$ – производительность фильтра (м$^3$/ч),

$Q$– объем воздушного потока через фильтр (м$^3$/ч),

$K$ – коэффициент фильтрации.

Коэффициент фильтрации зависит от типа фильтрующего устройства и меняется в зависимости от площади фильтрующей поверхности, скорости потока через фильтр, эффективности фильтрации или характеристики самого фильтра. Например, для фильтров из активированного угля коэффициент варьируется в пределах от 2 до 5, из нержавеющей стали (сетчатые) от 0.5 до 2, HEPA-фильтры 10-30, а электростатические фильтры 10-50 и т.д.

**3.4. Применение автоматизации для контроля системы вентиляции**

Один из последующих этапов проектирования устройства зональной вытяжки — это автоматические системы управления. Они позволят контролировать состояние фильтров, положение режущей головки, параметры воздушных потоков и потребление энергии.

Система автоматики может включать в себя:

- датчики загрязнения воздуха;

- модули управления, регулирующие скорость вентилятора в зависимости от концентрации загрязняющих веществ;
- системы оповещения для замены фильтров;
- датчики положения лазерной головки;
- система управления включением патрубков отсоса.

Таким образом, методы расчёта и моделирования зональной вентиляции включают теоретические подходы (уравнения конвекции и диффузии), численные методы (CFD-моделирование), а также эмпирические расчёты параметров воздушных потоков и фильтрации. Эти методы не только обеспечат возможность точного обоснования конструкционных параметров устройства зональной вентиляции, но и помогут качественно доказать эффективность устройства и впоследствии произвести его валидацию.

**Список источников**

1. Таранюк, И.В., Слободюк А.П. Зона выбросов и концентрация вредных веществ, выделяемых при лазерной резке металлов // VI Международной студенческая научная конференция «Горинские чтения. Инновационные решения для АПК» Т. 1. Майский ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2024. С. 130-131.
2. Таранюк, И.В., Слободюк А.П., Фоменко Ю. В. Исследование концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны установок лазерной резки металлов. Статья ВАК // Вестник Белгородского Государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, Т. 10 № 3. Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2025. С. 136-145.
3. Мингазетдинов, И. Х., Григорьева, И. Г., Мальцева С. А., Тунакова, Ю. А.. Проектирование рациональной системы вентиляции для очистки воздуха производственных помещений от полимерной пыли // «Вестник Казанского технологического университета» Казань КНИТУ-КАИ им. А.Н.Туполева, 2014. С. 194-196.
4. СанПиН 2.2. 2/2.4. 1340–03" Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" //Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от. – 2003.
5. ГОСТ 12.1.005-88 – Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" (утв. постановлением Госстандарта СССР от 29 сентября 1988 г. N 3388) С. 78.
6. Глухов И. В., Воронов Г. В., Гольцев В. А. Компьютерное моделирование и совершенствование аэродинамики в рабочем пространстве современной дуговой сталеплавильной печи //Энерго-и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.—Екатеринбург, 2015. – 2015. – С. 88-91.
7. Булинский А.В., Ширяев А.Н. Теория случайных процессов. М.: Изд-во ФИЗМАТЛИТ, 2005.

## JUSTIFICATION OF DESIGN PARAMETERS OF ZONAL VENTILATION UNIT FOR METAL LASER CUTTING EQUIPMENT

**Taranyuk I.V., Slobodyuk A.P.**

*Belgorod State Agrarian University named after. V.Y. Gorin, Russia, 308503, Belgorod region, Belgorod district, Mayskiy settlement*

*taranyukiv@ya.ru*

*Abstract.* The article is devoted to the development of effective ventilation systems for safe work of metal laser cutting machine operators, taking into account the presence of harmful substances in the working area, such as manganese oxide, zinc vapor and iron particles. The article discusses the importance of zone ventilation, which should remove contaminants directly at their source, preventing their spread in the workspace and beyond. A step-by-step calculation of ventilation design parameters, including airflow volume and velocity, and the use of empirical

methods and CFD modeling to evaluate system performance are presented. Methods of calculating filtration and automation to optimize ventilation performance are also discussed. The importance of accurate design for achieving high efficiency and safety in manufacturing facilities with laser machines is determined using case studies.

*Keywords:* Zone ventilation, laser cutting, harmful substances, ventilation calculation, CFD modeling.

УДК 631.173

# ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ СИСТЕМ МАШИН МЕТОДОМ ЭКСПЕРТНОГО АНАЛИЗА

**Шистеев А.В.**
к.т.н., доцент
*Научный руководитель Бураев М.К., д.т.н., профессор*
Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского,
Иркутская область, Молодежный, Россия, drive-er@yandex.ru

*Аннотация.* В настоящее время главная суть совершенствования методики ресурсосбережения систем машин, используемых в процессах сельскохозяйственного производства, заключается в использовании теоретических подходов системного анализа. Парк транспортно-технологических машин (ТТМ) обладает всеми признаками социальной технико-экономической системы, основная задача которой удовлетворять потребности входящего в нее потока заявок и требований от различных производственных механизмов сельскохозяйственного производства. Применение принципов структурно-целевого анализа, позволяет выполнить декомпозицию главной цели, откорректировать структуру технического сервиса системы транспортно-технологических машин с учетом поставленных подцелей и подсистем. Кроме этого, применение системного метода экспертного анализа позволит установить взаимосвязь ресурса машин и организационных процессов обеспечения работоспособности, а также выбрать управляющие показатели при надежности.

*Ключевые слова:* исследования, ресурсосбережение, информационные технологии, анализ, технический сервис в сельском хозяйстве.

Введение. Агропромышленное производство, имеет все необходимые признаки социально-технической системы, поскольку в своей структуре содержит совокупность взаимодействующих, связанных между собой социальных, технических и экономических субъектов, а также взаимоотношения субъектов по вопросам снабжения, распределения и потребности в материальных, интеллектуальных ресурсах. В связи с этим, любые критерии оценки, могут с большой степенью достоверности оцениваться путем применения метода экспертного анализа [1, 2].

Материалы и обсуждение. С теоретической точки зрения, экспертный анализ – это процесс получения оценки каких-либо параметров (в данном случае влияния различных факторов на технический сервис машин) на основе мнения экспертов с последующим принятием решений, выбором показателей управления и т.д.

В качестве основных стадий проведения анализа, можно привести следующие этапы выполнения исследования:

- утверждение главной цели научного исследования;
- определение состава экспертной группы;
- разработка анкеты и процедуры экспертизы;
- получение и анализ данных экспертных заключений;

- проверка достоверности информации;
- обработка результатов анкетирования;
- общий анализ результатов исследования;
- принятие решений.

В целом, метод системного анализа на основе данных экспертов в своей сути опирается на знания и практический опыт специалистов экспертов группы. При условии точного подбора кандидатур для опроса имеют достаточно высокую точность. Массивы данных, полученные в результате опроса-анкетирования в дальнейшем подвергаются обработке математическими, статистическими методами [3].

Конечная стадия принятия решения, дополнительно обосновывается тем, что методика анализа экспертной группой специалистов может применяться для определения метода выполнения следующих задач:

- разработка технико-логистических проектов (может включать оценку результативности, конечной стоимости, трудоёмкости проекта и т.д.);
- оценка качества применения новых технологий;
- определение научно-технических перспектив;
- планирование и функционал;
- классификация объектов и субъектов социально-технических систем;
- выбор управляемых показателей и оценка их значимости.

Таким образом, методами экспертного анализа исследовать возможности совершенствования эксплуатации машинно-тракторного парка сельскохозяйственных машин, в том числе оснащаемых информационно-электронными модулями.

В данной работе в роли специалистов технического сервиса – экспертов, выступали работники сервисных служб ремонтных предприятий, напрямую связанные с обслуживанием и ремонтом транспортно-технологических машин, уровень образовательной подготовки, стаж и опыт способствовали профессиональной оценке всех существенные аспектов работы предприятия технического сервиса.

Оценка компетентности самих экспертов проводилась с учетом их самооценки ($K_{сам}$) и взаимооценки ($K_{вз}$) в опросной группе, сформированной для комплексной оценки влияния показателей информационно-электронной оснащенности транспортно-технологических машин на параметры ресурса, работоспособности [7].

$$K_э = 0{,}4K_{сам} + 0{,}20K_{вз}. \quad (1)$$

Значение коэффициента самооценки находят по формуле [8]

$$K_{сам} = 0{,}5 \sum_{i=1}^{n} m_i K_j \quad (2)$$

где $m$ – весомость показателей информационно-электронного оснащения сельскохозяйственных машин;

$K_j$ – фактическое значение i-го показателя;

$n$ – количество показателей информационной оснастки машины.

Значение взаимооценки определяется по формуле [8]

$$K_{вз} = 0{,}5M \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{M} m_i \varphi_{ij} \quad (3)$$

где $\varphi_{ij}$ – оценка эксперта по i-му показателю взаимооценки, поставленная j-м экспертом;

$M$ – количество экспертов, участвующих во взаимооценке данного эксперта.

Дальнейшее использование информации, получаемой от группы специалистов, возможно, только после ее обработки и преобразования в форму, необходимую для дальнейшего анализа, имеющего в качестве главной цели – принятие решений для улучшения качества сервиса. Далее приводятся основные возможности и ограничения формализации информационных данных [79].

В случае применения экспертного метода оценки для формализации информационного потока рекомендуется использование специальных шкал [13, 69, 79]. В зависимости от предпочтения самих специалистов-экспертов и типа шкалы, их оценки могут содержать больший или меньший объем информационных данных, обладают разной способностью к формализации. Исследуемые объекты или явления можно опознавать или различать на основе признаков или факторов.

Факторы в данном случае выступают как ассоциативные показатели, обладающие информацией, которая формализована в виде бинарных оценок двух уровней: 1 (идентичен) или 0 (различен) [2].

Номинальные шкалы опознаются и различаются на основе трех аксиом идентификации [3, 8]:

1. *i* либо есть *j*, либо есть не *j*;
2. если *i* есть *j*, то *j* есть *i*;
3. если *i* есть *j* и *j* есть *k*, то *i* есть *k*.

В случаях, когда исследуемые объекты можно в результате сравнения расположить в определенной последовательности с учетом какого-либо показателя (факторов), используются порядковые шкалы, позволяющие устанавливать равноценность или доминирование [79].

Среди множества статистических методов определения качества продукции, наиболее применимым является метод оценки по отклонению от среднего мнения экспертной группы, считая это мнение за истинное значение. В этом случае определяют дисперсию или стандарт согласно теории случайных процессов.

При оценке качества функционирования технического сервиса несколько другим по форме является метод, основанный на использовании коэффициента конкордации. Суть этого метода заключается в следующем.

1. Каждый эксперт ранжирует все объекты, параметры, исследуемых экспертов и т.п. Каждому объекту… присваивает свой уровень, находящийся в рамках общего количества объектов. Например, если пять объектов, то ранжирование осуществляют в пределах от 1 до 5, а если семь объектов, то от 1 до 7 и т.д.

Причем эксперт может присвоить нескольким объектам одинаковый ранг, но при этом сумма рангов не должна превышать их потенциальное значение. Например, из пяти объектов эксперт хочет первым трем дать одинаковые оценки. Тогда он может дать им ранги 2, 2, 2, 4 и 5, т.е. в сумме количество рангов равно должно быть равно 15 = 1+2+3+4+5:

$$a_{1j}, a_{2j}, a_{3j}, \ldots\ldots, a_{nj} \tag{4}$$

2. Затем определяют сумму рангов, полученную каждым объектом:

$$\sum_1^m a_{ij} \tag{5}$$

где m – число экспертов;

n – число объектов, показателей, исследуемых экспертов;

3. Вычисляют среднюю сумму рангов для всех объектов по выражению:

$$L = \frac{\sum_1^n \cdot \sum_1^m a_{ij}}{n} \tag{6}$$

4. Определяют сумму квадратов отклонений рангов по формуле:

$$S = \sum_1^n \cdot \sum_1^m a_{ij} - L \quad (7)$$

5. Вычисляют значение коэффициента конкордации, который при строгом ранжировании (в условиях отсутствия одинаковых рангов) определяется по формуле Кендалла:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3-n)} \quad (8)$$

Степень согласованности мнений экспертов определяется по значению коэффициента конкордациив:

1. При $0 < W < 1{,}0$ отсутствует полная согласованность между экспертами.
2. При $W = 0$ отсутствует какая-либо согласованность между экспертами.
3. При $W = 1{,}0$ имеется полная согласованность между экспертами.

Статистическую значимость ранжировки, проведенную экспертами, можно проверить по критерию Пирсона χ2 , предполагая, что значение m (n-1) W имеет распределение с (n-1) степенью свободы.

$$\chi^2 = \frac{12S}{mn(n+1)} = \frac{12 \cdot 384}{6 \cdot 6(6+1)} = 18.38 \quad (9)$$

Для составления анкет система технического сервиса транспортно-технологических машин при эксплуатации в условиях агропромышленного производства была разбита на несколько структурно-функциональных подсистем, которые в свою очередь были дифференцированы на более мелкие составляющие (Табл. 1).

Таблица 1.Определение значения коэффициента конкордации *W* при строгом ранжировании.

| Объекты, *n* | Эксперты, *m* | | | | | | | $\left[\sum_1^m a_{ij} - L\right]^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | $\square a_{ij}$ | |
| **1** | 6 | 1 | 6 | 6 | 6 | 6 | 31 | 100 |
| **2** | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 3 | 26 | 25 |
| **3** | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 14 | 49 |
| **4** | 1 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 16 | 25 |
| **5** | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 | 121 |
| **6** | 5 | 6 | 5 | 4 | 4 | 5 | 29 | 64 |
| | | | | | | | L=21 | $S = \sum_1^n \left[\sum_1^m a_{ij} - L\right]^2 = 384$ |

В анкету были включены внешние условия, которые нельзя не учитывать по причине климатических особенностей Сибирского региона.

Выводы. Путем проведения экспертного анализа на основе специального анкетирования было установлено, что эффективность работы машин определяется шестью основными факторами:

1. Система организации технического сервиса транспортно-технологических машин, определяющая рациональную стратегию обеспечения работоспособности парка машин.

2. Ремонтно-технологическая мастерская, отвечает за обеспечение материальных условий и ресурсов при техническом обслуживании и ремонте машин.

3. Кадровый ресурс, уровень квалификации работников должен быть достаточным для решения различных производственных задач.

4. Система снабжения, отвечающая за обеспечение предприятий запасными частями, материалами, агрегатами, сменно-обменными элементами.

5. Структура и возраст парка, определяющие общую наработку и объем работ по техническому обслуживанию, ремонту транспортных средств.

6. Эксплуатационные условия, напрямую влияющие на работоспособность транспортно-технологических машин и поток заявок на ремонт или обслуживание.

**Список источников**

1. Альт В.В. Информационные технологии в инновационном развитии АПК / В.В. Альт, С.Н. Ольшевский. Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 4. с. 67-69.

2. Бураева Г.М. Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития / Бураева Г.М., Шистеев А.В., Бураев М.К. // Материалы меж-дународной научно-практической конференции, Благовещенск, 18–19 апреля 2024 г. 3 ТОМ. DOI: https://doi.org/10.22450/978-5-9642-0633-0-28-33

3. Дунаев А.В. Перспективы развития диагностирования самоходных машин в АПК / А.В. Дунаев, М.Н. Костомахин, А.Н. Воронов // Труды ГОС-НИТИ. М.: ВИМ, 2016. Т. 122. с. 63-70.

4. Климов, Е. Н. Идентификация и диагностика судовых технических систем / Е.Н. Климов, С.А. Попов, В.В. Сахаров. - М.: Судостроение, 2014. 176 с.

5. Корнеев В.М. Совершенствование системы качества при сервисе МТП в АПК/ В.М.Корнеев, К.В. Трелина, Н.А.Петрищев//Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 119. с. 16-22.

6. Михлин В.М. Управление надёжностью сельскохозяйственной техники. М.: Колос.1984.335 с.

7. Немцев А.Е. Обеспечение работоспособности мобильной сельско-хозяйственной техники на основе резервирования обменного фонда: диссертация ... доктора технических наук : 05.20.03. Новосибирск, 1998. 340 с.

8. Черноиванов, В.И. Продление ресурса сельхозтехники применением нанотехнологий и модернизацией в процессе ремонта / В.И. Черноиванов, А.К. Ольховацкий // Труды ГОСНИТИ: М., 2008. Т. 102. С. 14-22.

## STUDY OF DIRECTIONS OF IMPROVEMENT OF RESOURCE SAVING OF MACHINE SYSTEMS BY THE METHOD OF EXPERT ANALYSIS

**Shisteev A.V.**

Candidate of tech. sc., associate professor, Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,

Irkutsk Region, Molodezhny, Russia

*Scientific supervisor Buraev M.K., doctor of tech.sc.,*
*professor, Irkutsk state agricultural university named after A.A. Ezhevsky,*
*Irkutsk region, Molodezhny, Russia*
*drive-er@yandex.ru*

*Abstract.* The main essence of the theoretical approach to the development of a methodology for increasing the efficiency of using the machine and tractor fleet of machines is the use of system analysis methods. The enterprise of technical service of transport and technological machines (TTM) is presented as a social technical and economic system, the main goal of which is to satisfy the needs of the flow of requirements of various agro-technological processes entering it. By applying the principle of structural-target analysis, it is possible to decompose the main goal and

structure of the operational model of the transport and technological machine into smaller subgoals and subsystems, establish interrelations, and select control indicators.

*Keywords:* research, resource conservation, information technology, analysis, technical service in agriculture.

УДК 631.17:631.331

## РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА ДЛЯ ПОСЕВА И РАЗНОУРОВНЕВОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

**Шмидт А.Н., Кем А.А., Михальцов Е.М.**
Научный сотрудник, к.т.н, ведущий научный сотрудник, к.т.н, ведущий научный сотрудник
Омский аграрный научный центр, Омск, Россия, an95@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрены существующие конструкции комбинированных сошников для посева и разноуровневого внесения минеральных удобрений. Описана предлагаемая конструкция комбинированного сошника позволяющая совмещать несколько технологических операций.

*Ключевые слова:* посев, комбинированный сошник, минеральные удобрения.

Увеличение урожайности выращиваемых сельскохозяйственных культур достигается путем внедрения в сельскохозяйственное производство новых технологий посева, которые базируется на использование перспективных высоко продуктивных сортов, сбалансированном наличие в почве питательных веществ и обеспечении благоприятных условий корневого питания растений за счет использования минеральных удобрений.

Наиболее благоприятным способом внесения удобрений одновременно с посевом является раздельное внесение удобрений и семян.

Оценивая сложившиеся природно-климатические условия 2020-2023 гг., при возделывании зерновых культур на юге Западной Сибири, в частности в Омской области, можно отметить, что лимитирующим фактором, повлиявшим на урожайность, являлся дефицит почвенной влаги, вследствие повторяемости засухи [1].

Посев зерновых культур сопровождается одновременным внесением минеральных гранулированных удобрений, что является дополнительным источников питания для молодых ростков семян в критические периоды. Как правило, влага в вышеперечисленных природно-климатических условиях к моменту сева сосредоточена уже в более нижних слоях почвы. Посев и внесение минеральных удобрений часто происходит в уже иссушенный механическими предпосевными обработками и погодными условиями посевной слой. Вследствие этого, внесение минеральных удобрений в один почвенный горизонт совместно с посевом является малоэффективным. Необходима разработка технического решения, способного за один проход выполнять подготовку почвы, посев, внесение минеральных удобрений [2,3].

Известен сошник сеялки культиватора, RU 2335879, МПК A01C 7/20, 2008 г., включающий стрельчатую лапу, приёмник и распределитель высеваемого материала, свод подлапового пространства и отражатель [4].

Недостатком конструкции сошника является то, что в результате его работы семена высеваемой культуры и гранулы минеральных удобрений оказываются в одном почвенном горизонте, что негативно сказывается на полевой всхожести культурных растений в начальный период их развития.

Известен комбинированный сошник [RU 211260 U1, A01C 7/20; 27.05.2022] включающий в себя стойку, долото, семяпровод, тукопровод, борозда образователи в виде клиньев [5].

К недостаткам данного сошника можно отнести отсутствие технической возможности осуществлять подрезание сорной растительности и рыхления почвы на глубину посева семян.

Известен сошник комбинированного посевного агрегата [RU 210608 U1, A01C 7/20; 22.04.2022] содержащий стрельчатую лапу, ножевидную стойку, вертикальные каналы для удобрений и семян, пластинчатые загортачи [6].

Недостаток такой конструкции сошника заключается в повышенном тяговом сопротивлении, так как стрельчатая лапа производит подрезание и рыхление на большую глубину чем производится высев семян.

Устранения вышеперечисленных недостатков достигается разработкой конструкция комбинированного сошника, представленной на рисунке [7].

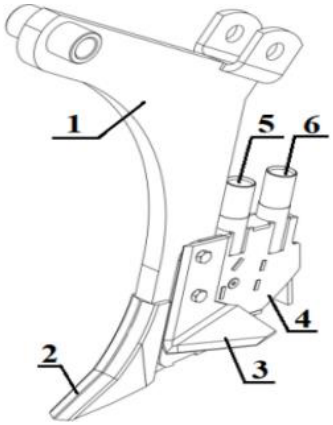



Рис. 1. Общий вид комбинированного сошника:
1 – стойка; 2 – долото; 3 – культиваторное лезвие; 4 – приемник-распределитель;
5 – туконаправитель; 6 – семянаправитель

Технологический процесс работы разработанной конструкции комбинированного сошника происходит следующим образом: при движении посевной машины, стойка сошника (1) заглубляется на установленную глубину, долото (2) вскрывает борозду на глубину внесения минеральных удобрений, а культиваторные лезвия (3) подрезают сорные растения и разрыхляют поверхностный слой почвы на глубину посева семян. Приемник-распределитель (4) прикреплён к тыльной стороне стойки (1) и вытянут в горизонтальной плоскости. Через туконаправитель (5) минеральные удобрения падают на дно борозды, сформированное долотом (2), и присыпаются взрыхлённой почвой, обтекающей долото (2) и сходящей с культиваторных лезвий (3), образовывая тем самым почвенную прослойку. Далее семена движутся по семянаправителю (6) образуя рядовой посев.

Использование данной конструкции комбинированного сошника для посева и разноуровневого внесения минеральных удобрений позволяет совместить несколько технологических операций: провести предпосевную культивацию, посев зерновых культур рядовым способом, выполнить внесение гранулированных минеральных удобрений с почвенной прослойкой между гранулами удобрений и семенами. Ориентированное расположение минеральных удобрений в более влажных слоях почвы и точно под семенами с почвенной прослойкой между ними, позволяет получить повышение урожайности за счет лучшего эффекта от растворения гранул удобрений и отсутствие ожога молодых проростков семян. Расположения культиваторных лезвий на глубине высева семян позволяет уменьшить тяговое сопротивление посевной машины [8,9].

**Список источников**

1. The influence of agrometeorological factors on the yield of grain crops in the forest-steppe of the Omsk region / L. V. Yushkevich, D. N. Yushchenko, A. G. Shields [et al.] // International Scientific and Practical Conference “From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex” (IDSISA 2024), Ekaterinburg city, Russian Federation, 14–15 марта 2024 года. Vol. 108. – Les Ulis, 2024. – P. 08007. – DOI 10.1051/bioconf/202410808007.

2. Сравнительная агротехнологическая оценка возделывания яровой пшеницы в лесостепи Омской области / Л. В. Юшкевич, А. Г. Щитов, Д. Н. Ющенко, А. С. Бутко // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 6(195). – С. 41-47. – DOI 10.36718/1819-4036-2023-6-41-47.

3. Chekusov, M. Agrotechnical Assessment of the Work of the Furrow Opener During the Cultivation of Cereals Using Intensive Technology / M. Chekusov, A. Schmidt, A. Kem // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol. 353 LNNS. – P. 164-173. – DOI 10.1007/978-3-030-91402-8_20.

4. Пат. 2335879 РФ, МПК А 01 С7/20. Сошник сеялки-культиватора / Су-рилов В.С., Дремов А.И., Озонов Г.Р., Бабинцев В.М. и др. -№2007108234/12; заявл. 05.03.2007; опубл. 20.10.2008.

5. Патент на полезную модель № 211260 U1 Российская Федерация, МПК A01C 7/20, A01C 5/06. Комбинированный сошник для разноуровневого посева семян и внесения удобрений по необработанному фону : № 2022102272 : заявл. 31.01.2022 : опубл. 27.05.2022 / И. Э. Исламов, И. М. Фархутдинов, М. М. Ямалетдинов, И. Р. Жиганшин ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Башкирский государственный аграрный университет".

6. Патент на полезную модель № 210608 U1 Российская Федерация, МПК A01C 7/20. сошник комбинированного посевного агрегата : № 2021136270 : заявл. 08.12.2021 : опубл. 22.04.2022 / Х. М. Исаев, В. В. Кузнецов, А. И. Купреенко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательной учреждение высшего образования "Брянский государственный аграрный университет".

7. Патент на полезную модель № 204018 Сошник для разноуровневого посева семян и внесения удобрений / А.А. Кем, А.Н. Шмидт, М.С. Чекусов, В.В. Козлов, Н.А. Паршукова, Л.В. Бозаджиев // 04.05.2021. Заявка № 2021103251 от 09.02.2021.

8. Полевые исследования работы комбинированного сошника / М. С. Чекусов, А. А. Кем, Е. М. Михальцов, А. Н. Шмидт // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2023. – № 1. – С. 77-80. – DOI 10.31857/2500-2082/2023/1/77-80.

9. Исследование тягового сопротивления сошников стерневой сеялки СКП-2.1 / А. Н. Шмидт, А. А. Кем, Е. М. Михальцов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 9. – С. 160-165. – DOI 10.28983/asj.y2023i9pp160-165.

## DEVELOPMENT OF A COMBINED COLLAR FOR SEEDING AND MULTI-LEVEL APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS

**Shmidt A.N.,** research fellow
**Kem A.A.,** Ph.D., leading researcher
**Mikhaltsov E.M.,** PhD, leading researcher
Federal State Budgetary Scientific Institution
"Omsk Agrarian Scientific Center", Omsk, Russia, an95@mail.ru

*Abstract.* The article examines existing designs of combined coulters for sowing and multi-level application of mineral fertilizers. The proposed design of a combined coulter allowing to combine several technological operations is described.

*Key words:* sowing, combined coulter, mineral fertilizers.

# *Переработка, транспортировка и хранение сельскохозяйственной продукции*

УДК 663.541

## БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Афанасьева А.Д.[1], Балянов Ф.А.[2], Хайдаров Н.Р.[2]**
Студент, Студент, Аспирант
[1] – Московский политехнический университет, Москва, Россия
[2] – Уфимский университет науки и технологий, Уфа, Россия
*Научный руководитель Курбатова Е.И.*
*К.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник*
Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии - филиал "Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи", Москва, Россия, elena_kurbatova@list.ru

*Аннотация.* В статье рассматривается проблема неполного использования ценных сырьевых ресурсов АПК на примере сахарного производства, а также перспективы применения биотехнологических приемов для повышения эффективности технологического процесса переработки сахарной свеклы. Изучено влияние различных биокаталитических систем на степень деструкции полимеров свекловичного жома, отобраны наиболее перспективные ферментные препараты, позволяющие увеличить выход экстрактивных компонентов для дальнейшего использования их как индивидуально, так и в качестве компонентов питательных сред биотехнологических производств. Показана возможность влияния ферментных систем различной специфичности действия на функционально-технологические свойства получаемых в результате биокатализа сырья препаратов пищевых волокон.

*Ключевые слова*: свекловичный жом, биокатализ, ферментные системы, клетчатка, пищевые волокна

Современное сахарное производство, основанное на переработке свеклы, сопровождается образованием значительного объёма побочных продуктов, наибольшая часть из которых представлена свекловичным жомом и мелассой, а также известковым осадком [1]. При этом, содержание ценных биологических компонентов в жоме и мелассе позволяет рассматривать их в качестве вторичных сырьевых ресурсов при реализации биотехнологических процессов. Свекловичный жом – это влажная волокнистая масса, составляющая до 80% переработанной сахарной свёклы [2], который традиционно сушат и реализуют в качестве кормопродуктов, богатого клетчаткой и остаточными сахарами. Добавление жома в рационы улучшает пищеварение животных за счёт пребиотического эффекта клетчатки [3]. Мировой опыт деятельности сахарных компаний показывает, что наиболее часто жом перерабатывают в гранулированный корм [4]. Так, например, компания British Sugar (Великобритания) ежегодно производит около 500 тыс. тонн кормовых гранул из жома, однако прибыль от продажи таких кормов невелика и обеспечивается только благодаря спросу со стороны животноводства.

За последнее время тенденции в развитии агробиотехнологии все больше направлены на получение продуктов “кормовых пробиотиков”- обогащённых кормовых добавок, полученных комбинированием свекловичного жома с бактериальными культурами или ферментами для улучшения здоровья желудочно-кишечного тракта у животных [5]. Благодаря популярности жома в качестве ингредиента корма, такие добавки уже значительно

востребованы в молочном скотоводстве и коневодстве. При этом, затраты на производство кормовых гранул относительно невелики (в основном, сушка и прессование), но прибыльность таких предприятий ограничена невысокой ценой кормов.

Благодаря, значительному содержанию в свекловичном жоме ценных некрахмальных полисахаридов (целлюлоза, гемицеллюлоза, пектины), перспективным направлением является также их модификация в пищевые волокна для обогащения рациона человека [6]. На сегодняшний день существуют коммерческие продукты из свекловичного жома с опытом применения в качестве диетической добавки в хлебопечении, мясной промышленности и производстве злаковых батончиков для увеличения содержания клетчатки, а также различные завтраки с отрубями и мюсли зачастую содержат волокно сахарной свёклы [7].

Преимущество данных направлений обусловлено прежде всего снижением расходов завода на утилизацию жома, а также стабильным, хоть и невысоким доходом.

На данный момент развиваются проекты глубокой переработки жома с использованием биотехнологических приемов в продукты с более высокой добавленной стоимостью. Применение биокатализаторов (ферментных препаратов) предусматривает проведение процесса в «мягких» условиях (без использования агрессивных химических реагентов, высоких температур), а также благодаря направленной специфичности действия позволяют избежать образования нецелевых продуктов гидролиза. Ферментолиз пектиновых веществ в составе жома приводит к образованию олигосахаридов, которые избирательно стимулируют рост полезной кишечной микрофлоры у человека (аналог инулина), биотехнологическая модификация структурных полисахаридов жома позволит получать препараты пищевых волокон с заданными функционально-технологическими свойствами [8].

В связи с этим, цель данной работы заключается в изучении влияния ферментных систем различной специфичности действия на степень деструкции полимеров свекловичного жома и функционально-технологические свойства получаемых препаратов пищевых волокон.

В качестве объекта исследований использовали свекловичный жом, предоставленный ООО «НТЦ «Мутабор».

Также отечественные микробные ферментные препараты, отличающиеся специфичностью действия и источником получения (продуцентом), разработанные в лаборатории биотехнологии ферментов ФГУ ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН и лаборатории биотехнологии новых продуцентов гидролитических ферментов Всероссийского научно-исследовательского института пищевой биотехнологии (ВНИИПБТ) - филиала ФГБУН "Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи":

-для деструкции полисахаридов клеточных стенок (КС) сырья: эндо-β-глюканаза (Trichoderma longibrahiatum); целлюлаза (Trichoderma viride); ксиланаза (Trichoderma reesei);

- для воздействия на пектиновые вещества жома -полигалактуроназа (Aspergillus foetidus);

-для гидролиза белковых веществ - сериновая протеаза (Bacillus licheniformis) как наиболее «агрессивный» протеолитический фермент; Протооризин LAP –источник лейцинаминопептидазы (Aspergillus oryzae); пенициллопепсин (Penicillium canescens).

На первом этапе исследовали специфичность действия ферментных препаратов карбогидраз и протеаз, воздействующих на структурные полимеры выбранного вида сырья. Навеску жома помещали в воду с предварительно растворенным ферментным препаратом (гидромодуль 1: 16), выдерживали при температуре 50℃ и постоянном перемешивании в течение 3 часов, по окончании гидролиза ферменты инактивировали и отделяли жидкую фракцию от твердой, центрифугированием при 6000об/мин. В жидкой фракции определяли накопление продуктов гидролиза основных полимеров: растворимых сухих веществ (РСВ) рефрактометрически; редуцирующих сахаров (РВ) методом Шомоди-Нельсона и растворимых белковых веществ методом Лоури. Твердую фракцию высушивали при 60℃ в

сушильном шкафу для дальнейшего определения свойств полученного препарата пищевых волокон. В качестве контроля рассматривали классический кислотный способ гидролиза жома (рис.1).

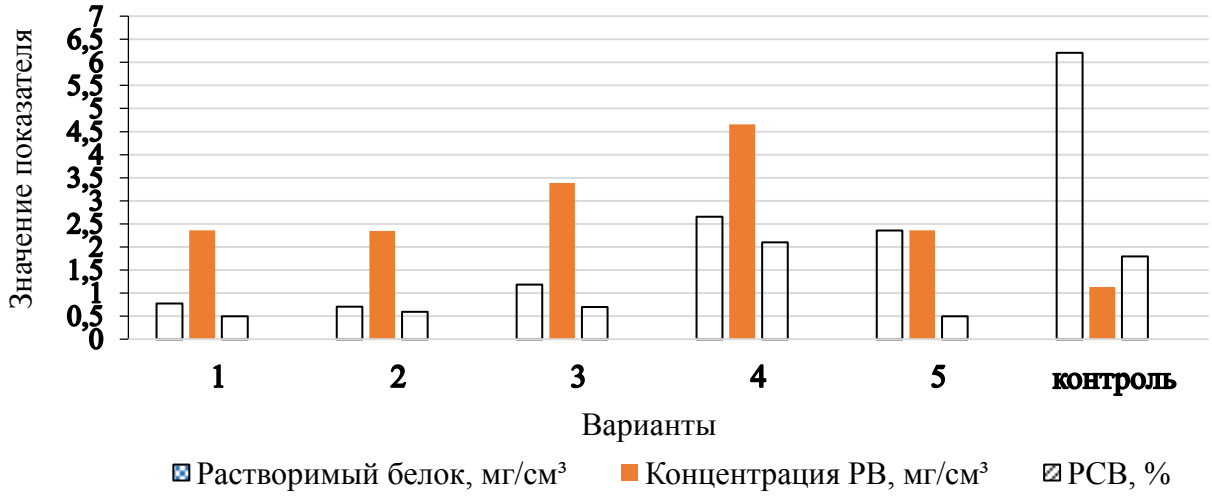



Рис. 1 Влияние ферментных препаратов различной направленности действия на степень деструкции полимеров свекловичного жома: *1- эндо-β-глюканаза; 2- целлюлаза; 3- ксиланаза; 4- полигалактуроназа; 5- сериновая протеаза*

Результаты исследования показали наибольшую эффективность действия препарата ксиланазы для разрушения полисахаридов КС, концентрация РВ как продукта их гидролиза выше на 44,5%, чем после воздействия целлюлаз и эндо-β-глюканаз. Воздействие ферментного препарата сериновой протеазы привело к повышению выхода белковых веществ в сравнении с действием карбогидраз (в 1,99-3,3 раза). Эффективность полигалактуроназы отмечена на наибольшем выходе растворимых сухих веществ (РСВ), РВ и белковых веществ в сравнении с другими образцами, полученными в результате биокатализа полимеров свекловичного жома. Кислотный гидролиз привел к накоплению продуктов деструкции белковых веществ клеточных стенок, концентрация растворимого белка отмечена на уровне 6,21 мг/см$^3$. На следующем этапе в качестве биокатализатора для деструкции нейтральных полисахаридов КС был выбран препарат ксиланазы, а также полигалактуроназа для гидролиза кислых полисахаридов сырья.

В связи с тем, что белковые вещества и их фракционный состав в целевом препарате значительно влияют на функционально-технологические свойства (ФТС) биопрепаратов из растительного сырья (водо- (ВУС), жироудерживающую (ЖУС) способности), представилось интересным изучить влияние различных источников протеаз в комплексе с ксиланазой на ФТС полученных препаратов пищевых волокон.

ВУС и ЖУС определяли в соответствие с методом, описанным в [9]. Эффективность действия сорбентов в отношении среднемолекулярных токсинов, являющихся основным биохимическим субстратом эндотоксикоза, оценивали по адсорбционной способности по индикатору по ГОСТ 4453-74.

Результаты исследований показали, что ферментативная обработка полимеров свекловичного жома значительно влияет на способность к связыванию гидрофильных и липофильных фракций, а также адсорбционную способность (табл.1).

Таблица 2. Влияние ферментных систем различной специфичности действия на выход препаратов пищевых волокон и их функционально-технологические свойства

| Ферменты | Выход сухого продукта, % от исходной навески | ВУС, % | ЖУС, % | АдА, мг/г |
|---|---|---|---|---|
| Ксиланаза<br>Полигалактуроназа | 36, 0 | 59,8 | 61,1 | 11,4 |
| Ксиланаза<br>Сериновая протеаза | 85,5 | 54,3 | 54,8 | 12,7 |
| Ксиланаза<br>Протооризин LAP | 78,0 | 56,3 | 60,5 | 14,1 |
| Ксиланаза<br>Пенициллопепсин | 80,0 | 45,8 | 64,3 | 13,5 |
| Полигалактуроназа | 29,0 | 41,2 | 71,7 | 8,8 |
| Контроль | 95,0 | 22,0 | 24,0 | 1,5 |

Так, использование ферментного препарата полигалактуроназы для деструкции пектиновых компонентов сырья позволяет повысить ЖУС полученного биопрепарата, но снижает его ВУС и адсорбционную способность в отношении среднемолекулярных токсинов. В сравнении, действие протеолитических препаратов с ксиланолитическим ферментом показали, что введение препарата Протооризин LAP, содержащего лейцинаминопептидазу позволяет незначительно увеличить выход растворимых компонентов и снизить выход твердой фракции.

Исследования в данном направлении продолжаются, планируется выяснить зависимость фракционного состава основных полимеров в состава целевых биопрепаратов и их свойств от состава комплексных ферментных систем. использованных для биодеградации свекловичного жома.

В заключение, переработка побочных продуктов сахарной свёклы открывает широкие возможности для повышения прибыльности сахарного бизнеса и развития безотходных производств. Это формирует устойчивую модель развития сахарной отрасли в глобальном масштабе. Дальнейшие исследования в области биотехнологической модификации свекловичного жома могут способствовать созданию новых продуктов с улучшенными потребительскими свойствами и расширению спектра их применения, что в свою очередь внесет вклад в устойчивое развитие пищевой промышленности и сельского хозяйства.

**Список источников**

1. Eggleston, G., & Lima, I. M. (2017). Sugar beet pulp: A review of value-added applications. *International Sugar Journal*, *119*(1422), 424-432.

2. Duhan, J. S., Kumar, R., Tewari, R., & Gupta, R. (2017). Valorization of sugar beet pulp: A sustainable approach for industrial application. *Trends in Food Science & Technology*, *62*, 135-149.

3. Nagaoka, S., Tomonaga, T., Shah, N., & Tanaka, R. (1992). Effect of oligosaccharides prepared from sugar beet pulp on human fecal flora and fecal metabolic activities. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, *56*(9), 1384-1387.

4. Pilarska, A. A., Pilarski, K., Lisowski, A., & Wysocka, A. (2021). Sugar beet pulp as a valuable component for feed and food production-A review. *Applied Sciences*, *11*(18), 8373.

5. Holt, P. S. (2007). Probiotics for poultry. *Poultry science*, *86*(5), 693-698.

6. Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing. *Food chemistry*, *124*(4), 1643-1651.

7. Figueroa-Espinoza, M. C., Rouzaud, J. N., & Navarro, J. M. (1999). Production of fructooligosaccharides from sucrose by Aspergillus niger: application in food products. *Food biotechnology*, *13*(3), 181-195.

8. Voragen, A. G. J., Coenen, G. J., Verhoef, R. P., & Schols, H. A. (2003). Pectin-and pectinases-related chain length and branching. *Carbohydrate polymers*, *53*(1), 65-75.

9. Захарова Л.М, Абушахманова Л.В. Функционально-технологические свойства клетчатки // Вестник ВСГУТУ. - 2018. - № 3 (70).

## BIOTECHNOLOGICAL METHOD OF THE EFFICIENCY INCREASING OF SUGAR PRODUCTION

**Afanasyeva A.D.**

Student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Moscow Polytechnic University", Moscow, Russia

**Balyanov F.A.**

Student, Institute of Nature and Man, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa University of Science and Technology", Ufa, Russia

**Khaidarov N.R.**

Postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ufa University of Science and Technology", Ufa, Russia

*Kurbatova E.I.*

*PhD, Associate Professor, Leading Researcher All-Russian Research Institute of Food Biotechnology - branch of the Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia*

elena_kurbatova@list.ru

*Abstract.* The article addresses the problem of incomplete utilization of valuable agricultural raw materials, using sugar production as a case study, and explores the prospects of applying biotechnological methods to enhance the efficiency of sugar beet processing. The study investigates the impact of various biocatalytic systems on the degradation of sugar beet pulp polymers. The most promising enzyme preparations were selected for their ability to increase the yield of extractable components, intended for individual use or as components of nutrient media in biotechnological industries. The potential of enzyme systems with different specificities of action to modify the functional and technological properties of dietary fiber preparations derived from biocatalysis of raw materials was demonstrated.

*Keywords:* sugar beet pulp, biocatalysis, enzyme systems, cellulose, dietary fiber

УДК 663.865

# РАЗРАБОТКА ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ НАПИТКОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И ПРИМЕНЕНИЯ ИХ В УСЛОВИЯХ СВО

**Бурминский А.В, Оробинская В.Н., Беляева И.А.**
Пятигорский институт (филиал) Северо-Кавказский федеральный университет,
г. Пятигорск, Россия, orobinskaya.val@yandex.ru

*Аннотация.* В данной статье рассмотрена возможность создания функциональных напитков на основе плодового сырья тёрна обыкновенного с целью производства инновационного напитка для восстановления витаминно-минерального состава специалистов, участвующих в СВО. Также на основе исследования сырья были произведены исследования опытных технологических рецептур и выбрана оптимальная рецептура для дальнейшего внедрения в производства.

*Ключевые слова:* СВО, концентрированный напиток, витамины, минералы, сбалансированное питание.

Современное питания является сложным процессом, развитие и формирование которого происходит с раннего возраста и который способен непосредственно влиять на развитие и формирование не только молодого организма, но и поддержание основных (витальных) функций организма, а также обеспечивать его физическое и психическое здоровье. С этой точки зрения питание – не просто процесс получения необходимых нам макро- и микронутриентов. Это сложный биохимический процесс, культурная традиция, а также свод биологических и биофизиологических правил и норм.

Одними из основных правил питания является принципы или правила сбалансированности и адекватности. Питание должно не только восполнять затраты всех пластических элементов нашего организма, но и обеспечивать организм запасами для обновления внутренних структур и формирование внутреннего баланса. При этом как избыток поступления веществ, так и недостаток приводит к значительному ухудшению качества здоровья, способно привести к развитию алиментарных заболеваний.

Современное питание военных не является достаточно сбалансированных. С фактической точки зрения это признано даже производителями сухих пайков (в которые для компенсации дефицита витаминов и минералов кладётся комплексная пищевая добавка), однако номинально содержание витаминов и основных питательных веществ в суха пайке одинаково.

Сравнительные данные по основным пластическим веществам, а также по витаминам и минералам представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика витаминов и минералов в сухом пайке суточном в сравнении с требованиями рационального питания [6].

| Нутриент | Суточный рацион (нормальное питание) | Сух паёк. |
|---|---|---|
| Белки (г/сут) | 75-114 | 102,3 |
| Жиры (г/сут) | 72-127 | 280,3 |
| Углеводы (г/сут) | 188-421 | 408,2 |
| Калорийность (ккал/сут) | 1700-3283 | 4541 |
| Витамины | | |
| А (мкг) | 900 | 42 |
| В1 (мг) | 1,5 | 0,06 |
| В2 (мг) | 1,8 | 0,07 |

| | | |
|---|---|---|
| B3 (мг) | 20 | 0,76 |
| B5 (мг) | 5-10 | 0,21 |
| B6 (мг) | 20 | 0,08 |
| B9 (мкг) | 400 | 14,6 |
| B12 (мкг) | 3 | 0,1 |
| C (мг) | 100 | 3,45 |
| D (мкг) | 15 | 0,17 |
| E (мг) | 15 | 0,54 |
| Биотин (мкг) | 50 | 1,8 |
| Минералы | | |
| Кальций (мг) | 400-1200 | 9 |
| Цинк (мг) | 12 | 0,46 |
| Железо (мг) | 10 | 0,9 |
| Марганец (мг) | 2 | 0,06 |
| Медь (мг) | 1 | 0,06 |
| Йод (мкг) | 150 | 5 |
| Селен (мкг) | 55 | 2,6 |

Как видно из таблицы 1, не смотря на превышение калорийности общего набора продуктов питания (за счёт превышения содержания жиров) по основным витаминам и минералам мы наблюдаем недостаточность по всем показателям. Частичная компенсация происходит при помощи добавления в индивидуальный суточный пакет поливитаминного комплекса, который рекомендуется употреблять на завтрак. Состав поливитаминного комплекса представлен в таблице 2.

Таблица 2. Состав поливитаминного комплекса, входящего в состав индивидуального суточного пакета стандартного типа «В-Мин»

| Наименование витаминов и минералов, входящих в состав | Ед. Измерение | Одна таблетка содержит | % от рекомендованного суточного употребления |
|---|---|---|---|
| A | мкг | 575 | 72 |
| $B_1$ | мг | 1,05 | 75 |
| $B_2$ | мг | 1,2 | 75 |
| $B_6$ | мг | 1,125 | 56 |
| $B_{12}$ | мкг | 1,7 | 170 |
| C | мг | 42,3 | 71 |
| D | мкг | 2,75 | 55 |
| E | мг | 9 | 90 |
| Витамин PP | мг | 12,25 | 68 |
| Биотин | мкг | 0,03 | 60 |
| Пантотенат калия | мг | 3,05 | 51 |
| Фолиевая кислота | мг | 0,24 | 120 |
| Кальций | мг | >150 | 15 |

Исходя из таблиц 1,2 можно говорить о том, что базовый суточный рацион не покрывает затраты по витаминам и минералам даже с учётом стандартного рационального питания. В случае, если речь идёт об адекватном питании, то рацион становится абсолютно непригодным. В данном случае оптимальным является внедрение дополнительных компонентов питания в рацион с целью соблюдения баланса потребления и поступления основных нутриентов.

Одним из вариантов подобного балансирования является внедрения функциональных концентрированных напитков в форме гелей, которые будет возможность употреблять как в концентрированном варианте (по примеру пищевых тюбиков), так и в варианте разведения (по методике «просто добавь воды»).

В качестве основы инновационного продукта рационально использование не воды, а сгущённых соков. Процесс сгущения в современных условиях возможно провести несколькими способами, представленными на рисунке 1.

Рис. 1. Блок схема «Методы современного сгущения соков для получения пищевых концентратов»

В качестве исходного сырья для инновационного продукта принято взять плодово-ягодное сырьё на основе смеси ягод тёрна, бузины и черники. Выбор данного сырья объясняется следующими преимуществами:

1. Тёрн – представляет собой кустарник, семейства розоцветных. Является диким родственником культивируемой сливы. Обладает широким спектром действия, благодаря большому количеству действующих веществ.

a. Содержит большое количество пектина и дубильных веществ (2,5% от сухой массы), что позволяет выводить из организма токсины, а также нормализовать работу желудка и тонкого кишечника [1]

b. Антоцианы, содержащиеся в составе тёрна, является сильными антиоксидантами, которые нормализуют иммунный ответ организма на внешнее воздействие, а также оказывают противовоспалительное действие.

c. Витамин С, являющийся одним из основных витаминов в нашем организме не только улучшает деятельность иммунной системы, но и нормализует процессы кроветворения, а также укрепляет стенки сосудов, что позволяет значительно легче переносить физические нагрузки.

2. Бузина – кустарник или деревце первого порядка, дающее ягоды. В классическом варианте всё растение относится к умеренно ядовитым растениям, т.к. содержит самбунигрин, распадающий под действием соляной кислоты и ферментов на синильную кислоту, бензальдегид и глюкозу. Однако полностью зрелые ягоды не содержат яда, потому пригодны в небольших количествах в пищу.

a. Магний является одним из основных минеральных веществ кроветворения и сердечно сосудистой мышцы. Аскорбат магний и аскорбат калия, содержащийся в ягодах является хелатной формой, легко усваивается и способен быстро восстанавливать недостаток эссенциальных веществ данной группы. [2]

b. Пигменты широкого спектра действия (Самбуцин, Рутин, Хризантемин, Капротин), большая часть которых обладает доказанным противовирусным и иммуномодулирующим действием. [3-5]

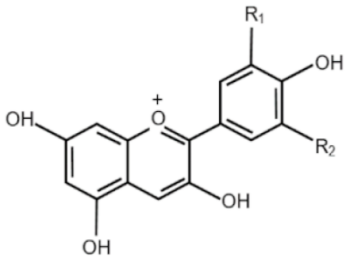
c. Высокое содержание дубильных веществ, нормализующий перестальтику и работу толстого кишечника.

3. Черника – вечнозелёные или листопадные кустарники, или деревья первого порядка, дающие чёрные ягоды. Черника издавна применялась в народные медицины, а исследования последних лет подтверждают рациональность этого действия.

a. Антоцианы (флавоны, флавонолы, протофлавоны, а также нефлавоноловые антоцианы) черники являются наиболее активными среди растительного сырья. Исследования показывают положительное влияние данных соединений на тромбоциты, что позволяет организму быстрее восстанавливать повреждения. [8,9,11]

b. Витамин К или рутин, регулирующий свёртываемость крови. Кроме того, витамин К является структурообразующим витамином для сосудов. Недостаток витамина приводит к увеличению проницаемости и ломкости кровеносных сосудов, образованию кровоточивости дёсен и мелких внутренних тканевых кровоизлияний.

c. Кремний, являющийся компонентом для синтеза гликозоаминогликанов. Кроме того, кремний стимулирует синтез коллагена, что позволяет быстрее восстанавливать тканевые покровы.




| Anthocyanidin | $R_1$ | $R_2$ | Blueberry | Elderberry | Blackcurrant | Black chokeberry |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Pelargonidin | H | H | | X | | |
| Cyanidin | OH | H | X | X | X | X |
| Delphinidin | OH | OH | X | | X | |
| Peonidin | $OCH_3$ | H | X | | | |
| Petunidin | OH | $OCH_3$ | X | | | |
| Malvidin | $OCH_3$ | $OCH_3$ | X | | | |

Рис. 2. Основные антоцианиды, применяемые в пищу и используемые в продуктах питания [10-14]

В качестве дополнительного витаминно-минерального обогатителя принято ввести смесь из спирулины и хлореллы. В результате внедрения получим дополнительное обогащение по витаминам группы B, A, b-car и селену.

В качестве технологии был выбран следующие этапы технологического процесса:

1. Технологическая подготовка сырья
2. Очищение сырья от несъедобных частей
3. Отделение сока
4. Осмотическое загущение сока
5. Введение подготовленной смеси агара и желатина с целью дополнительного загущения и стабилизации

6. Введение половины жмыха (восстановление пектина, грубых волокон, а также антоцианов, содержащихся в кожице ягод)
7. Введение дополнительного обогатителя
8. Асептическая обработка и упаковка.

В результате технологического процесса планируется продукт в форме геля, который может быть расфасован в мягкую упаковку. Органолептическая оценка данного продукта представлена в таблице 3.

Таблица 3. Органолептическая оценка инновационного продукта питания.

| Органолептический параметр | Описание |
|---|---|
| Внешний вид | однородный вязкий гель, без крупных включений, с наличием тёмных вкраплений спирулины и хлореллы. |
| Цвет | Тёмно-красный |
| Запах | Фруктовый, кисловатый |
| Консистенция | Вязкая, густая, гелевая |
| Вкус | Кисло-сладкий, фруктовый, с лёгким привкусом водорослей. |

Рис. 3. Примерная форма упаковки инновационного продукта на примере спортивных продуктов питания фирмы GO.

Таким образом разработка инновационных продуктов питания в форме гелевых напитков быстрого приготовления или прямого употребления является не только актуальным, но и необходимым способом пополнения затрат организма человека питательными веществами. При этом следует отметить что гели лишены классических недостатков пищевых концентратов порошковых, поскольку могут употребляться без использования дополнительной воды, что является преимуществом в условиях СВО, где источники чистой питьевой воды ограничен.

**Список источников**

1. Губанов И. А. и др. Дикорастущие полезные растения СССР / отв. ред. Т. А. Работнов. - М.: Мысль, 1976. — С. 184.

2. Anita Chehri, Reza Yarani, Zahra Yousefi, Seyed Kazem Shakouri, Alireza Ostadrahimi, Majid Mobasseri, Mostafa Araj-Khodaei, Phytochemical and pharmacological anti-diabetic properties of bilberries (Vaccinium myrtillus), recommendations for future studies, Primary Care Diabetes, Volume 16, Issue 1, 2022, Pages 27-33,

3. Ethnopharmacological in vitro studies on Austria's folk medicine—An unexplored lore in vitro anti-inflammatory activities of 71 Austrian traditional herbal drugshttps://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23770053/ (Дата обращения 04.02.2025)

4. WFO Plant List | World Flora Onlinehttps://wfoplantlist.org/taxon/wfo-0000439308-2023-12?page=1 (Дата обращения 04.02.2025)

5. Бурак Леонид Чеславович ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫЖИМОК БУЗИНЫ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ // Новые технологии. 2020. №5. (дата обращения: 04.02.2025).

6. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации" Ссылка на источник https://upp.alregn.ru/pharmaceutical-industry/docs/inaya-poleznaya-informatsiya/MP%202.3.1.0253-21.pdf (Дата обращения 04.02.2025)

7. https://komplivit.ru/element/vitaminy/biotin/ (Дата обращения 04.02.2025)

8. Kaisu Riihinen, Laura Jaakola, Sirpa Kärenlampi, Anja Hohtola, Organ-specific distribution of phenolic compounds in bilberry (Vaccinium myrtillus) and 'northblue' blueberry (Vaccinium corymbosum x V. angustifolium), Food Chemistry, Volume 110, Issue 1, 2008,

9. Iris Erlund, Raika Koli, Georg Alfthan, Jukka Marniemi, Pauli Puukka, Pirjo Mustonen, Pirjo Mattila, Antti Jula, Favorable effects of berry consumption on platelet function, blood pressure, and HDL cholesterol - 2, The American Journal of Clinical Nutrition, Volume 87, Issue 2, 2008,

10. Петрушкевичус А.; Вискелис Ю.; Урбонавичюте Д.; Вискелис П. Накопление антоцианов в ягодах и их противомикробные и противовирусные свойства: обзор. *Horticulturae* 2023, *9*, 288.

11. Avramia, I.; Amariei, S. Formulation of Fast Dissolving β-Glucan/Bilberry Juice Films for Packaging Dry Powdered Pharmaceuticals for Diabetes. *Plants* 2022, *11*, 2040.

12. *Ferrell, M.* A terminal metabolite of niacin promotes vascular inflammation and contributes to cardiovascular disease risk : [англ.] / M. Ferrell, Z. Wang, J.T. Anderson … [et al.] // Nature Medicine volume 30, pages 424–434 : журн. — 2024. — Vol. 30. — P. 424–434

13. *Da Li, et al.* Chronic niacin overload may be involved in the increased prevalence of obesity in US children : World J Gastroenterol. — 2010. — 21 мая. — С. 2378—2387.

14. Sweeney M. R. et al. Postprandial serum folic acid response to multiple doses of folic acid in fortified bread //British Journal of Nutrition. 2006; 95 (1): 145–151.

## DEVELOPMENT OF CONCENTRATED FOOD DRINKS FOR THE RESTORATION OF VITAMIN AND MINERAL COMPOSITION AND THEIR USE IN CONDITIONS OF THEIR OWN

**Burminsky A.V.[1], Orobinskaya V.N.[2], Belyaeva I.A.[3]**

[1] North Caucasus Federal University Pyatigorsk Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education North Caucasus Federal University, Pyatigorsk, Russia
orobinskaya.val@yandex.ru

*Abstract.* This article considers the possibility of creating functional drinks based on the fruit raw materials of blackthorn in order to produce an innovative drink to restore the vitamin and mineral composition of specialists involved in its development. In addition, based on the study of raw materials, experimental technological formulations were studied and the optimal formulation was selected for further implementation in production.

*Key words:* SWO, concentrated drink, vitamins, minerals, balanced nutrition.

УДК 619:614.31:637.05/07

# КОНТРОЛЬ (НАДЗОР) ЗА ОСУЩЕСТВЛЕНИЕМ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

**Бушмакина С.В.**
Магистрант
*Научный руководитель И.М. Зубарева, доцент кандидат вет. наук, доцент*
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
isofiy_1991@mail.ru

*Аннотация.* Продовольственная безопасность является важной задачей для сельского хозяйства России в условиях политики импортозамещения. Она включает в себя обеспечение безопасности и качества продовольственного сырья и пищевых продуктов, что является необходимым условием для здоровья населения.

*Ключевые слова:* государственный надзор, контроль качества, мониторинг, продовольственная безопасность, продукция, соответствие требованиям.

Продовольственная безопасность является важной задачей для сельского хозяйства России в условиях политики импортозамещения. Она включает в себя обеспечение безопасности и качества продовольственного сырья и пищевых продуктов, что является необходимым условием для здоровья населения.

Россия предпринимает шаги для улучшения продовольственной безопасности. Принимают меры по развитию сельского хозяйства, поддержке фермеров и увеличению производства сельскохозяйственной продукции. Также вводят меры по стимулированию инноваций и развитию сельскохозяйственных технологий. Такие шаги направлены на укрепление продовольственной безопасности страны и снижение зависимости от импорта. Зависимость от внешних поставщиков увеличивает риски для продовольственной безопасности страны.

Цель работы: рассмотреть принципы осуществления контрольно-надзорных мероприятий за качеством и безопасностью продукции животного происхождения.

Задачи:

– изучить требования к качеству и безопасности продуктов животного происхождения;

– выделить критерии рисков.

Государственный надзор в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов, материалов и изделий осуществляется федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными на осуществление соответственно федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, федерального государственного надзора в области защиты прав потребителей, федерального государственного ветеринарного надзора в соответствии с их компетенцией в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Контроль качества и безопасности продуктов животного происхождения включает множество аспектов, начиная от здоровья животных и заканчивая готовыми продуктами на прилавках магазинов. К этой категории относятся мясо, молоко, яйца и другие изделия, произведенные с участием животных. Ключевыми задачами контроля являются:

– предотвращение возникновения заболеваний, связанных с потреблением некачественных или небезопасных продуктов;

– соблюдение норм и стандартов, установленных законодательством и международными организациями;

– защита интересов потребителей, которые имеют право на безопасные и качественные продукты.

Контроль за качеством и безопасностью продуктов животного происхождения включает несколько ключевых этапов. Каждый из них играет важную роль в обеспечении конечного продукта соответствующего уровня безопасности.

1. Профилактика заболеваний.

Первый этап контроля начинается с профилактики заболеваний у животных. Это включает в себя вакцинацию, регулярные осмотры и соблюдение санитарно-гигиенических норм на фермах. Здоровье животных напрямую влияет на качество продукции, поэтому особое внимание уделяется ветеринарным надзору. Фермеры обязаны уведомлять ветеринарные службы о любых подозрительных случаях заболеваний.

2. Контроль на уровне переработки.

После того как животные были забиты, начинается процесс переработки. На этом этапе осуществляется контроль за соблюдением технологических процессов. Важным аспектом является санитарная обработка оборудования, а также соблюдение норм охраны труда для работников. Кроме того, на данном этапе проводятся пробы продукции на содержание антибиотиков и других вредных веществ.

3. Объект контроля.

По завершении переработки продукты поступают на рынок. На этом этапе контроль осуществляется государственными органами, которые проводят выборочные проверки как на предприятиях, так и в торговых точках. Осуществляется анализ проб и мониторинг соответствия продукции установленным стандартам. В случае выявления несоответствий может приниматься ряд мер: от прекращения реализации до наложения штрафов на нарушителей.

Основные этапы контроля:

1. Производство:

На этапе производства контроль осуществляется за соблюдением санитарных норм, условий содержания животных, использования кормов и ветеринарных препаратов.

Производители обязаны вести учет всех применяемых технологий и материалов для того, чтобы можно было отследить происхождение продукции.

2. Переработка:

Контролируется соблюдение технологических процессов переработки мяса, молока, яиц и других продуктов животного происхождения.

Важным элементом является соблюдение температурного режима при хранении и транспортировке продукции.

3. Лабораторные исследования:

Проводятся анализы на наличие патогенных микроорганизмов, токсинов, антибиотиков и других вредных веществ.

Исследования могут включать микробиологические, химические и физические методы анализа.

4. Маркировка и сертификация:

Продукция должна быть правильно маркирована с указанием состава, срока годности и условий хранения.

Сертификационные органы проверяют соответствие продукции установленным стандартам и выдают сертификаты соответствия.

5. Надзорные мероприятия:

Государственные органы проводят регулярные проверки предприятий по производству и переработке продуктов животного происхождения.

При выявлении нарушений применяются меры административного воздействия, вплоть до приостановления деятельности предприятия.

6. Мониторинг рынка:

Осуществляется постоянный мониторинг качества продукции, поступающей на рынок.

В случае обнаружения несоответствий проводятся дополнительные исследования и принимаются меры по устранению проблем.

**Список источников**

1. Волошин, А. Р., Скоробогатова Ю. А. Продовольственная безопасность и состояние мясного подкомлекса региона // Развитие малого предпринимательства в Байкальском реги. – 2023. – С. 426-432.

2. Леденева О.Ю. Проведение санитарных мероприятий на предприятиях по хранению продуктов животного происхождения / Леденева О.Ю., Коновалов Е.С., Волков В.С., Волков С.С. В сборнике: Актуальные проблемы агропромышленного комплекса. сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов Новосибирского ГАУ. Новосибирский государственный аграрный университет. 2017. С. 176-179.

3. Евдокимов А. С., Карпова О. В. Государственный контроль (надзор) в Российской Федерации : учебное пособие / Евдокимов А. С., Карпова О. В., Надежкина Г. П., Ивченко О. А. – Москва ; Вологда : ИнфраИнженерия, 2024. – 132 с.4. Ковалева, Е. Г. Безопасность и качество пищевых продуктов: практикум / Е. Г. Ковалева, С. Ю. Митропольская ; [науч. ред. М. А. Миронов] ; М-во образования и науки Российской Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : изд-во Урал. университета, 2017. — 76 с.

## CONTROL (SUPERVISION) OF THE IMPLEMENTATION OF QUALITY AND SAFETY OF ANIMAL PRODUCTS

**Bushmakina S.V**.
Master's student, Novosibirsk State Agrarian University,
Novosibirsk, Russia
*Scientific supervisor I.M. Zubareva, associate professor, candidate of veterinary sciences, associate professor*
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia, isofiy_1991@mail.ru

*Abstract.* Food security is an important task for Russian agriculture in the context of import substitution policy. It includes ensuring the safety and quality of food raw materials and food products, which is a prerequisite for public health.

*Keywords:* state supervision, quality control, monitoring, food security, products, compliance with requirements.

УДК 664.8.038

## ВЛИЯНИЕ ГЕЛЕВОГО ПОКРЫТИЯ НА КАЧЕСТВО ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ЯБЛОК ПРИ ХРАНЕНИИ

**Гурова Д.В.[1,2], Блинова М.А.[1], Дерюшева О.В.[1]**
Ассистент, Аспирант, Магистрант, к.т.н., доцент
[1] – Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия
[2] – Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Краснообск, Россия, gurovadv@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассматривается влияние обработки плодоовощного сырья съедобным гелевым покрытием на процесс хранения. В качестве образцов выбраны слайсы из свежих яблок. Основная цель работы найти способы пролонгировать хранение нарезанных свежих плодов, для дальнейшего использования продукта в качестве сырья или самостоятельного продукта.

*Ключевые слова:* съедобное гелевое покрытие, пищевая упаковка, яблоки, переработка, хранение.

Одним из приоритетов социально-экономической политики государства является создание условий для своевременного обеспечения населения высококачественными продуктами питания. Современная пищевая промышленность активно развивается: производители и продавцы стремятся не только значительно продлить сроки хранения различных видов продукции, но и максимально сохранить их привлекательный внешний вид и вкусовые характеристики. Важную роль в этом процессе играет пищевая упаковка, которая способствует сохранению свежести продуктов и увеличению их срока годности от момента производства до потребления [1].

Усыхание (потеря влаги) — одна из ключевых проблем, с которой сталкиваются производители фруктов и овощей на этапах хранения и транспортировки, и производства. Этот процесс не только снижает товарный вид продукции, но и приводит к значительным экономическим потерям. Усыхание связано с естественной потерей влаги плодами, однако его интенсивность зависит от множества факторов, включая условия хранения, сорт, уровень зрелости при сборе и технологические ошибки. Основной причиной усыхания является испарение влаги через кожицу плода. Если температура и влажность в хранилище и на производстве не соответствуют оптимальным параметрам, плоды теряют упругость, сморщиваются и теряют вес. Особенно остро эта проблема проявляется при длительном хранении, когда даже незначительные отклонения от норм могут привести к существенному ухудшению качества продукции. Кроме того, на усыхание яблок, с которыми в дальнейшем и проводится экспериментальная часть, влияют механические повреждения плодов, которые возникают во время сбора или транспортировки. Трещины, царапины и вмятины ускоряют потерю влаги, делая яблоки более уязвимыми. Не менее важным фактором является выбор сорта: некоторые сорта яблок генетически более склонны к усыханию из-за тонкой кожицы или низкой плотности мякоти [2].

В последние годы становится популярной концепция Zero Waste (нулевые отходы), суть которой заключается в минимизации влияние образа жизни на окружающую среду, в том числе и сокращение не разлагаемой упаковки. Перспективным направлением в упаковочных материалах являются съедобные гелевые покрытия, созданные на основе полисахаридов, таких как альгинат натрия, каррагинан, агар, хитозан, карбоксиметилцеллюлоза. Такие покрытия обладают антиоксидантными и барьерными свойствами, а также способны улучшать органолептические и сенсорные характеристики продукта. Однако они имеют ряд ограничений: повышенная влагопроницаемость, которая приводит к потере влаги продуктом во время хранения и термообработки, а также недостаточные физико-механические свойства, в частности низкая эластичность [3].

В свете новых экологических вызовов и влияния первичной обработки плодоовощной продукции на качество продуктов, одним из ключевых направлений развития становится создание и внедрение экологически безопасных упаковочных материалов. Такие материалы не только выполняют функцию биозащиты и продлевают сроки хранения продукции, но и способствуют решению глобальных экологических проблем.

Изучение и использование съедобных покрытий приобретает особую значимость в контексте целей устойчивого развития (ЦУР), которые направленны на решение глобальных вызовов и включают в себя переход к устойчивому потреблению [3]. Особое внимание уделяется обеспечению устойчивого производства пищевой продукции. Использование съедобных гелевых покрытий может снизить объем отходов, вызванных порчей продуктов, что не только уменьшит затраты на восполнение запасов и рабочую силу, но и окажет положительное влияние на мировую экономику.

Еще одной важной задачей, отраженной в концепции Zero Waste, является минимизация отходов на всех этапах производственного цикла [4]. Актуальность данного

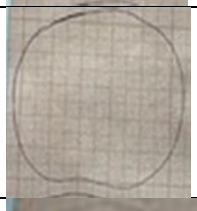
исследования связана с необходимостью разработки и внедрения инновационных решений, направленных на увеличение срока хранения блюд и закусок из фруктов, что способствует сокращению пищевых потерь. Практическое применение результатов исследования открывает перспективы для расширения ассортимента продуктов, способствующих оздоровлению рациона населения в соответствии с рекомендациями ВОЗ 400 г фруктов и овощей в день.

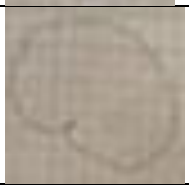
В Техноцентре Новосибирского Государственного Технического Университета были разработаны двухфазные компоненты для приготовления съедобного гелевого покрытия «Фрутогель» [5].

Объектом исследования являлись свежие яблоки сорта Джонатан (*Jonathan*) массой от 110 до 160 г. Яблоки были нарезаны слайсами вдоль и поперек плода толщиной 1, 1,5 и 2 мм. На часть образцов, принимавших участие в исследовании, было нанесено съедобное гелевое покрытие, а остальные яблочные слайсы использовались в качестве контрольной группы без покрытия.

Все образцы хранились в течение пяти дней в постоянных условиях: при температуре 21 °С и относительной влажности 70 %. Каждый день измерялась масса образцов и их площадь, с помощью миллиметровой бумаги. Полученные данные представлены на примере образцов толщиной 1 мм за 1 и 5 дни эксперимента в таблице 1, где К.О. – контрольный образец, непокрытый гелевым покрытием; П – покрытый образец.

Таблица 1. Изменение площади полученных образцов яблок, покрытых съедобным гелевым покрытием

| День | Номер образца | Вид образца | Разрез образца | Толщина образца, мм | Площадь образца, мм$^2$ | Дельта площади, мм$^2$ | Фото образца |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 1 | К.О. | Вдоль | 1,00 | 282,60 ± 13,15 | - | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | 2 | К.О. | Поперек | 1,00 | 264,00 ± 13,15 | - | |
| | 3 | П | Вдоль | 1,00 | 264,00 ± 13,15 | - |  |
| | 4 | П | Поперек | 1,00 | 282,60 ± 13,15 | - | |
| … | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 1 | К.О. | Вдоль | 1,00 | 61,50 ± 6,43 | 221,10 ± 19,59 | |
| | 2 | К.О. | Поперек | 1,00 | 70,60 ± 6,43 | 193,40 ± 19,59 | |
| | 3 | П | Вдоль | 1,00 | 80,30 ± 24,11 | 183,70 ± 10,18 | |
| | 4 | П | Поперек | 1,00 | 113,30 ± 24,11 | 169,30 ± 10,18 |  |

Анализ данных эксперимента в течение 5 дней хранения продемонстрировал различия в изменении площади поверхности исследуемых образцов. Образцы яблок, покрытых съедобным гелевым покрытием, показали меньшее изменение площади слайсов по сравнению с контрольной группой образцов без покрытия, что свидетельствует об эффективности применения съедобного гелевого покрытия для сохранения сырья в процессе переработки и хранения фруктов.

Таким образом можно заметить, что образцы, обработанные съедобным гелевым покрытием, усохли (потеряли площадь) в диапазоне 50-68 %, в сравнении с контрольными образцами процент потерь площади поверхности которых составлял до 78%. По результатам эксперимента можно с уверенностью утверждать, что съедобное гелевое покрытие эффективно, что указывает на потенциальную возможность значительного увеличения срока хранения и сохранения товарного вида фруктовых полуфабрикатов за счет использования данной технологии.

В процессе эксперимента наблюдалось сохранение аромата яблочных слайсов, покрытых съедобным гелевым покрытием, и замедление процесса потемнения (окисления), что свидетельствует о том, что пленка действительно защищает пищевую продукцию от воздействия окружающей среды, создавая барьер на поверхности слайсов яблок.

Полученные экспериментальные данные изменения площади образцов яблок, покрытых съедобным гелевым покрытием представлены на графике, приведенном на рисунке 1.

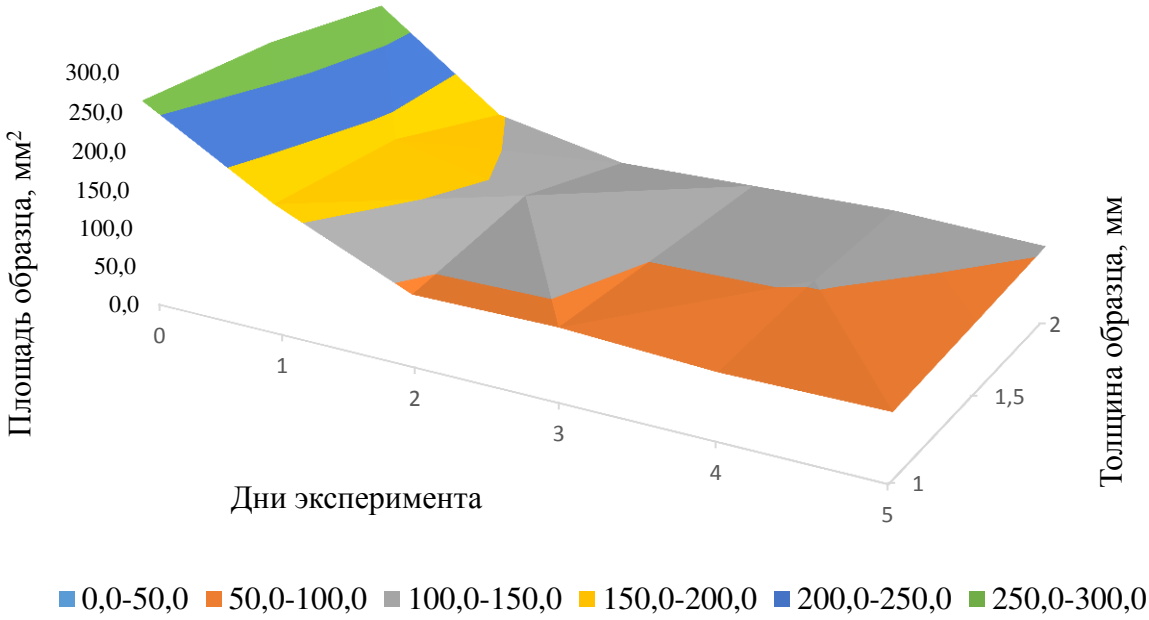



Рис. 1. Диаграмма изменения площади образцов яблок, покрытых съедобным гелевым покрытием

В настоящий момент в России и мире идет актуализация 4 тенденций экологичных упаковок: упаковка, основанная на улавливании углерода, упаковка растительного происхождения, мицелиальная технология, практика циркулярной экономики [3]. Экологические упаковки продукции с каждым годом набирают все большие обороты, и разработка устойчивой линейки гелевых покрытий может дать следующий виток для улучшения экологии.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости продолжения исследований для дальнейшего внедрения съедобного гелевого покрытия в технологический цикл производства продуктов питания.

**Список источников**

1. Iolanda Nicolau-Lapeña Aloe vera gel: An update on its use as a functional edible coating to preserve fruits and vegetables / Iolanda Nicolau-Lapeña, Pilar Colàs-Medà, Isabel Alegre, Ingrid Aguiló-Aguayo, Peter Muranyi, Inmaculada Viñas - 2021 // DOI: 10.1016/j.porgcoat.2020.106007.

2. Yiyi Cheng, in Pickering emulsions of enhancing preservation properties: Current trends and future prospects in active food packaging coatings and films / Xuemei Cai, Xin Zhang, Yadong Zhao, Ru Song, Yan Xu Applications// https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104643.

3. Яккола А.Н. Разработка съедобного гелевого покрытия с антимикробными свойствами на полисахаридно-белковой основе для пищевых продуктов / О.С. Медведев, Н.А. Медведева // Вопросы диетологии. – 2018. - Т. 8, № 1. - С. 52-58. DOI: 10.20953/2224-5448-2018-1-52-58.

4. Экологичная упаковка: четыре растущих тенденции в 2024 году [Электронный ресурс]: Пост Пак. Официальный сайт. – URL.: https://post-pak.ru/novosti/ekologiya/ekologichnaya-upakovka-chetyre-rastushhih-tendenczii-v-2024-godu/ (дата обращения 19.02.2025).

5. Юнигель, Фруктогель [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://unigel.ru/products/fruitgel/ (дата обращения: 19.02.2025).

## STUDY OF CHANGES DURING PROCESSING AND STORAGE OF APPLES TREATED WITH EDIBLE COATING

**Gurova D.V.,**
Assistant of the Department of Technology and Organization of Food Production, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia
Postgraduate student, Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia
**Blinova M.A.,**
Master's student of the Department of Technology and Organization of Food Production, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia
**Deryusheva O.V.,**
PhD of Technical, Associate Professor of the Department of Technology and Organization of Food Production, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia
gurovadv@mail.ru

*Abstract.* The article describes the effect of treating fruit and vegetable raw materials with an edible gel coating during storage. Slides from fresh apples were chosen as samples. The main goal of the work is to find ways to extend the storage of sliced fresh fruits for further use of the product as raw materials or an independent product.

*Keywords:* edible gel coating, food packaging, apples, processing, storage.

УДК 633.11:664.72

## ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ

**Ландарь Е.А.**
Студентка
*Научный руководитель, Алифанова В.В.,*
к.с.н., доцент, Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, Белгород, Россия, lisalan055@gmail.com

*Аннотация.* В статье рассматриваются влияние различных условий хранения зерна пшеницы на изменение его технологических показателей качества. Анализируются такие факторы, как температура, влажность, наличие кислорода и вредителей, их воздействие на физико-химические свойства зерна. В частности, рассматриваются способы улучшения условий хранения зерна, чтобы минимизировать ухудшение качества и повысить его ценность для производственных нужд.

*Ключевые слова:* условия хранения, зерно пшеницы, технологические показатели, качество, изменение.

Состояние зерна определяется уровнем его влажности, температурным режимом и продолжительностью хранения. Уже во время сбора урожая, чтобы не допустить снижения качества зерна, применяют различные методы консервации (сушка, охлаждение и проветривание) и выполняют все необходимые правила, обеспечивающие сохранение состояния зерна.

Все мы прекрасно знаем, что хранящиеся на складах зерно при различных факторах, может быть подвержено негативному воздействию. Среди них можно выделить: сырость, жару, а также присутствие в зернохранилище опасных микроорганизмов и насекомых. Но если зерно правильно хранить после сбора урожая, то его характеристики могут стать лучше. Этот процесс называют «послеуборочным дозреванием». Чтобы успешно завершить этот

процесс, который занимает от двух до трёх месяцев., требуется создать подходящие условия. В частности, влажность зерна должна быть ниже критической или находиться в пределах 14,5–15,5%. Также необходимо обеспечить свободный доступ воздуха к зерну и поддерживать температуру воздуха в диапазоне 20-30 $^{o}$C [2]

В таблице 1 содержатся сведения о хранении опытных образцов пшеницы в период с августа по ноябрь.

Таблица 1. Нормы хранения за зерновыми культурами в период с 2021 по 2023 год.

| Данные | Период хранения | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 7 дней | 14 дней | 21 день | 1 мес. | 2 мес. | 3 мес. |
| 2021 г. | | | | | | | |
| Температура воздуха, $^{o}$ C | 22,0 | 21,7 | 21,7 | 19,7 | 11,7 | 13,1 | 11,3 |
| Уровень влажности в воздухе., % | 55 | 55 | 57 | 58 | 62 | 63 | 65 |
| 2022 г. | | | | | | | |
| Температура воздуха, $^{o}$ C | 20,8 | 19,8 | 17,2 | 17,2 | 14,0 | 10,4 | 10,2 |
| Уровень влажности в воздухе., % | 60 | 62 | 63 | 63 | 63 | 65 | 67 |
| 2023 г. | | | | | | | |
| Температура воздуха, $^{o}$ C | 21,0 | 20,0 | 18,15 | 18,15 | 15,2 | 11,5 | 10,5 |
| Уровень влажности в воздухе, % | 55 | 57 | 63 | 63 | 60 | 63 | 65 |

В 2021 году температура в хранилище постепенно понижалась с 22 $^{o}$C до 11,3$^{o}$C. Содержание влаги в атмосфере колебалось от 55% до 65%.

В период с августа по ноябрь 2022 года температура в хранилище снизилась с 20,8 °C до 10,2 °C. В это время в хранилище было немного более влажно, чем в предыдущем году: влажность воздуха колебалась в диапазоне от 60 до 67 %.

В 2023 году условия хранения образцов недавно собранного зерна были промежуточными по сравнению с предыдущими двумя годами.

В начале периода хранения температура была на уровне 21 °C, а через три месяца она опустилась до 10,5 °C. Влажность воздуха постепенно увеличивалась с 55 до 65%.

Итоги исследований, которые проводились с 2021 по 2023 год, показывают, как долго можно сохранять только что собранное зерно пшеницы без потери его технологических свойств.

Перед тем как отправить пшеницу сорта Белгородская 12 на хранение, её клейковина содержала от 24,0% до 32,0% в зависимости от предшествующей культуры. В ходе эксперимента было установлено, что наилучшее качество клейковины было достигнуто в случае, когда предшественником была чистая пашня. В пшенице, которая была собрана после урожая кукурузы, содержание клейковины было ниже. Однако в процессе хранения этот показатель увеличился до 24,8–32,3% [1,3].

Через три месяца хранения этот показатель вырос до 24,5–31,0%. В пшенице, которая была выращена после многолетних трав, было выявлено наибольшее содержание

клейковины. Выращивание пшеницы после кукурузы на силос привело к снижению содержания клейковины.

В результате хранения свежеубранного зерна пшеницы массовая доля клейковины не изменялось в зерне.

Индекс деформации клейковины (ИДК-1) зерна пшеницы сорта Белгородская 12 в процессе хранения изменился с 105,0 до 110,0 единиц прочности до 82,3–99,0 единиц. Это указывает на то, что качество клейковины улучшается. Более того, для всех предшественников было характерно значительное улучшение этого параметра в течение первых семи дней хранения. Затем показатель ИДК снова увеличился.

По прошествии трёх месяцев хранения, то есть в конце срока, индекс деформации клейковины (ИДК) во всех образцах зерна снизился, в зависимости от предшественника, и составил от 82,3 до 99,0 единиц прочности. Это говорит об укреплении клейковины и улучшении её качества.

Важно подчеркнуть, что были зафиксированы самые высокие показатели клейковины в образцах зерна, полученные после выращивания по однолетним травам. При применении гороха и пара в качестве предшественника характеристики клейковины улучшились незначительно.

ИДК пшеницы сорта Белгородская 16 прежде чем поместить на хранение составлял 101,7–105,0 единиц прочности, а по пришествию трёх месяцев хранения уменьшился до 95,0–102,3 единиц.

Любопытно, что в начале хранения озимая пшеница, выращенная после однолетних культур, показала наилучшие результаты по содержанию клейковины, а после многолетних культур и пара – худшие. Однако после трёх месяцев хранения наилучший показатель индекса деформации клейковины был отмечен у зерна, полученного после выращивания кукурузы на силос, в то время как качество ячменя ухудшилось [2,5].

В процессе проверки качества зерна пшеницы сорта Московская 39 выяснилось, что наилучшие результаты по индексу деформации клейковины показали кукуруза и ячмень, а наихудшие — многолетние травы.

После того как образцы зерна были помещены на хранение, выяснилось, что клейковина стала более качественной, причём это зависит от предшественника.

После трех месяцев хранения ИДК клейковины во всех образцах понизился до 97,0 - 100,0 единиц. Стоит отметить, что качество клейковины гороха и ячменя значительно улучшилось, в то время как у многолетних трав изменения были незначительными.

Итак, после того как зерно было собрано и помещено на хранение, было замечено, что клейковина в зерне разных сортов, выращенных на определённых предшественниках, стала лучше. В большинстве случаев клейковина сохраняла свои свойства на уровне II группы.

В то же время, улучшение качества клейковины для каждого сорта пшеницы было связано с предшественником, как по характеру изменений, так и по их масштабу.

Необходимо подчеркнуть, что у пшеницы сортов Белгородская 12, Белгородская 16 и Одесская 267, выращенной по однолетним травам, качество клейковины в начале хранения было классифицировано как III группа. Такое зерно не подходит для использования в хлебопечении.

Нельзя не отметить, что в ходе хранения клейковина в зерне претерпела изменения, что привело к схожести с характеристиками зерна второй группы. Благодаря этому,зерно можно классифицировать к четвёртой категории и использовать в производстве муки и хлебобулочных изделий.

Улучшение характеристик клейковины в рассматриваемых образцах, скорее всего, обусловлено укреплением клейковины в результате взаимодействия её белков с определёнными компонентами липидного комплекса зерна.

На характеристики зерна мягкой пшеницы в плане его пригодности для переработки влияет не только содержание белка и протеаз, но и количество углеводов и амилаз. Эти

показатели могут меняться после сбора урожая. Но в научных трудах нет информации по этому вопросу.

Чтобы оценить состояние углеводно-амилазного комплекса, нужно обратить внимание на ключевой показатель, который отражает качество зерна — число падения.

В первые дни после сбора урожая зерновых культур сорта Белгородская 12 было зафиксировано о время падения от 208,0 до 230,7 секунд. Это впечатляющий результат, который говорит о высоком качестве зерна.

После трёх месяцев хранения число падения в образцах зерна увеличилось до 244,0–275,5 с, что свидетельствует о повышении качества, как аналогично ситуации с клейковиной. Зерно, выращенное по гороху и пару, упало больше всего в начале и в конце хранения.

Прежде чем отправить на хранение пшеницу сорта Белгородская 16, специалисты провели анализ, в ходе которого определили число падения, которое составило от 215,7 до 263,0 с. Спустя три месяца после начала хранения показатель падения вырос и достиг от 256,3 до 288,7 с. Наилучшие результаты были получены при анализе образцов зерна, выращенного после посадки гороха.

В процессе хранения образцов пшеницы сорта Московская 39 показатель числа падения увеличился с 299,7–336,3 с до 339,5–368,0 с, что свидетельствует об улучшении качества продукта. Среди проанализированных методов обработки наилучшие результаты продемонстрировал способ обработки зерна пшеницы, основанный на использовании ячменя.

У всех сортов пшеницы, выращенных на различных предшественниках, число падения варьировалось от 207 до 336,3 с, что соответствует требованиям к зерну мягкой пшеницы высшего и второго классов. Лучшие результаты показал сорт Московская 39 с числом падения от 31,7 до 336,3 с. В ходе исследований было установлено, что показатель числа падения улучшился во всех образцах зерна, которые были взяты для анализа, независимо от того, как долго они хранились и от того, какие культуры были их предшественниками. [2,4,5].

**Список источников**

1. Кирпа, М. Я. Новий стандарт на зерно пшениці: особливості розроблення та застосування / М. Я. Кирпа, О. І. Лупітько, О. В. Моргун // Зернові культури. – 2019. – Vol. 3, No. 2. – P. 233-239.
2. Mustafaev, O. Sh. The influence of the quality indicators of received wheat grain groups on storage technology / O. Sh. Mustafaev, G. Z. Dzhakhangirova, S. S. Ravshanov // , 25 декабря 2024 года, 2024. – P. 223-228.
3. Shansharova, D. A. Development of technological modes of cerealization of wheat grain / D. A. Shansharova, Zh. K. Nurgozhina, V. Sotnikova // Механика и технологии. – 2019. – No. 2(64). – P. 92-97.
4. Федотов, В. А. Использование информационных технологий для оценки технологических качеств зерна пшеницы / В. А. Федотов, Е. С. Лукьянова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 1-1(91). – С. 38-41.
5. Продуктивность и технологические свойства в зерна яровой твердой пшеницы в зависимости от норм высева / Ф. Х. Тхазеплова, Р. Х. Кудаев, А. Я. Тамахина [и др.] // Проблемы развития АПК региона. — 2022. — № 51. — С. 119-124.

## DYNAMICS OF WHEAT GRAIN QUALITY CHANGES DEPENDING ON STORAGE CONDITIONS

**Landar E.A.,**
Student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "V.Ya. Gorin Belgorod State Agrarian University", Belgorod, Russia
*Scientific supervisor, Alifanova V.V.,*

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "V.Ya. Gorin Belgorod State Agrarian University", Belgorod, Russia*
lisalan055@gmail.com

*Abstract.* The article examines the influence of various storage conditions of wheat grain on the change in its technological quality indicators. Factors such as temperature, humidity, oxygen and pests are analyzed, as well as their effect on the physico-chemical properties of grain. In particular, ways are being considered to improve grain storage conditions in order to minimize deterioration in quality and increase its value for production needs.

*Keywords:* storage conditions, wheat grain, technological indicators, quality, change.

УДК 637.412.2, 637.438

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ НЕКОНДИЦИОННЫХ КУРИНЫХ ЯИЦ

**Михайленко И.Г., Максимов А.Ю.**
Младший научный сотрудник, старший научный сотрудник, д.т.н.
Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности» – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства», г.о. Солнечногорск р.п. Ржавки, Россия,
mig@vniipp.ru

*Аннотация.* Статья содержит описание способа переработки некондиционного сырья, который образуется при производстве пищевых и инкубационных яиц для вакцин. Представлен принцип работы пароконтактного коагулятора марки Я6-ФЛП.М2, который может использоваться для коагуляции жидкого сырья, в т.ч. с измельченной скорлупой для обеспечения безотходности переработки. Описаны машинно-аппаратурные схемы линий оборудования получения сухого коагулированного кальцинированного яичного меланжа пищевого и кормового назначения.

*Ключевые слова:* Некондиционные куриные яйца, меланж, скорлупа, пищевое направление, кормовое направление.

Несмотря на заметный прогресс в развитии птицеводства, актуальными остаются вопросы утилизации и переработки некондиционных куриных пищевых и некондиционных инкубационных яиц, которые образуются в результате выбраковки. В процессе производства куриных пищевых яиц образуется 15-18% некондиционных яиц от общего объема, при производстве инкубационных яиц для вакцин — около 15%, что подчеркивает важность поиска рациональных путей решения проблемы для эффективной переработки этого сырья [1].

Проблема образования некондиционных куриных яиц, обусловленная различными факторами, от заболеваний птицы до неправильных условий содержания и транспортировки, является серьёзной задачей для птицеводческой отрасли [2]. В то время как стандартные методы переработки яичной продукции сосредоточены на использовании белка и желтка, ценность скорлупы как компонента яйца часто недооценивается. Яйцо, состоящее из трёх основных компонентов — желтка, белка и скорлупы, представляет собой ценный продукт, каждый элемент которого может быть использован в различных отраслях пищевой, фармацевтической и других видах промышленности [3-4]. Скорлупа, богатая кальцием и другими минералами, имеет особое значение, открывая возможности для использования в

пищевой и комбикормовой промышленности. В связи с этим ВНИИПП разработал и предлагает инновационную технологию переработки некондиционных куриных яиц с рациональным использованием всех его компонентов, включая скорлупу, для повышения эффективности производства и сокращения отходов, а также для получения ценных продуктов с добавленной стоимостью [5-6].

На основании ГОСТ 30363-2013 «Продукты яичные жидкие и сухие пищевые», при производстве яичных продуктов применяют куриные пищевые яйца по ГОСТ 31654. На основании примечания ГОСТ, к переработке допускаются не только целые яйца, но и незагрязненные куриные яйца с поврежденной скорлупой, без признаков течи, которые хранились при температуре (9±1) °С не более 24 часов, не учитывая дня снесения при соблюдении условий переработки непосредственно в птицеводческих хозяйствах. На практике данные категории яиц не перерабатываются на пищевые цели ввиду сложности микробиологического контроля сырья, а перерабатываются как технический брак.

Такие виды технического брака, как миражные яйца, красюк, кровяное кольцо могут направляться на переработку для последующего использования сырья при производстве комбикормов [7]. Ввиду ограниченного срока годности сырья, данное направление не получило широкого распространения.

ВНИИПП разработал технологию переработки некондиционных пищевых яиц на пищевые цели и некондиционных инкубационных яиц на кормовые, который заключается в коагуляции белоксодержащего с измельченной скорлупой с помощью пароконтактного коагулятора Я6-ФЛП.М2 (рис.1). Наименование готового продукта – кальцинированный коагулированный яичный меланж (далее ККЯМ).

Работа коагулятора (рис.1) осуществляется следующим образом: целые яйца поступают в измельчающее устройство, затем измельчённая скорлупа с жидким содержимым яйца выгружается в накопительную емкость. С помощью РПА сырье циркулирует по контуру через накопительную емкость, для измельчения частиц скорлупы до необходимых размеров. Жидкое сырье с частицами измельченной скорлупы перекачивается в камеру процесса коагулирования, в которой оно нагревается и коагулируется паром. ККЯМ выгружается в емкость готового продукта для отделения сыворотки.

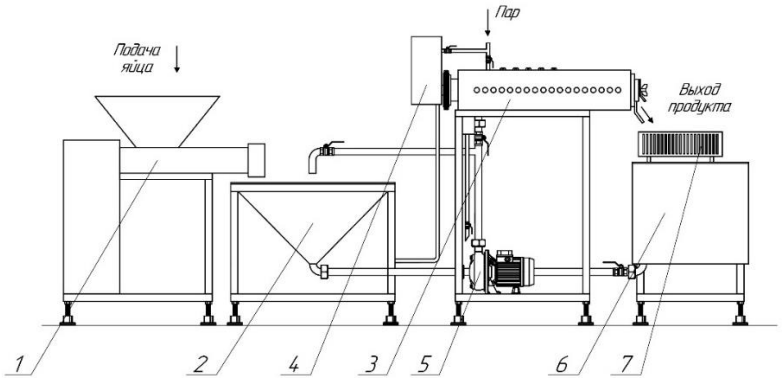



Рис. 1. Схема коагулятора Я6-ФЛП.М2 с устройством для предварительного измельчения: 1 – измельчающее устройство, 2 – емкость накопительная, 3 – камера процесса коагулирования, 4 – мотор-редуктор, 5 – РПА, 6 – емкость сбора сыворотки, 7 – емкость готового продукта

На рисунках 2 и 3 представлены машинно-аппаратурные схемы линий оборудования для производства сухого ККЯМ кормового и пищевого назначения.

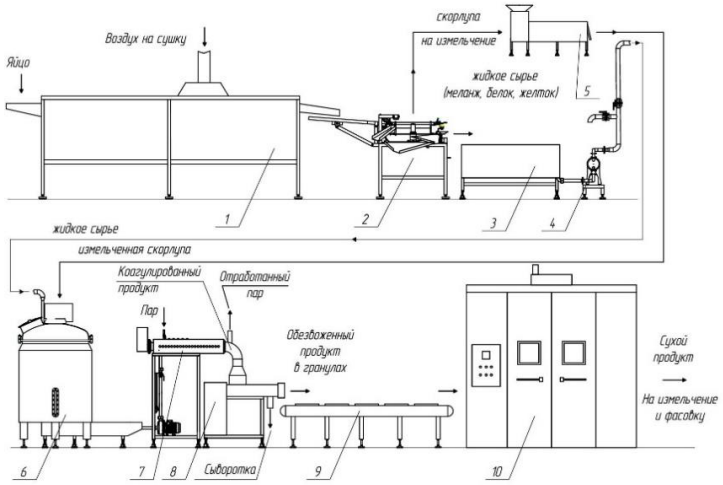



Рис. 2. Схема линии оборудования производства сухого ККЯМ пищевого назначения производительностью до 300 кг/ч по исходному сырью: 1 – машина овоскопирования, мойки, дезинфекции и сушки яиц, 2 – машина разбивания яиц, 3 – накопительная емкость жидкого сырья, 4 – мембранный насос, 5 – измельчающая машина, 6 – емкость смешивания жидкого сырья со скорлупой, 7 – пароконтактный коагулятор, 8 – волчок, 9 – ленточный сетчатый конвейер, 10 – конвективная камера.

Целые пищевые яйца поступают на машину 1 с помощью которой осуществляется отбраковка некондиционного сырья по параметрам качества посредством овоскопирования, мойка, дезинфекция, сушка и обработка озоном куриных яиц. Машина 2 обеспечивает разбивание яйца и разделение его на жидкое сырье и скорлупу. Отделенная скорлупа поступает на измельчитель 5, где происходит ее прессование и измельчение, отделение остатков жидкого яичного белка. Жидкое сырье после машины 2 поступает в накопительную емкость 3 и насосом 4 перекачивается в емкость 6 для смешивания с измельченной скорлупой. После транспортировки в коагулятор 7 происходит обработка сырья паром, его коагуляция и грануляция на машине 8. Гранулированный ККЯМ выгружается на конвейер 9 и после загрузки на стелажи-тележки транспортируется в сушильную камеру. Сухой ККЯМ измельчают до размера частиц менее 20 мкм для устранения ощущения крупинчатости скорлупы и применения на пищевые цели.

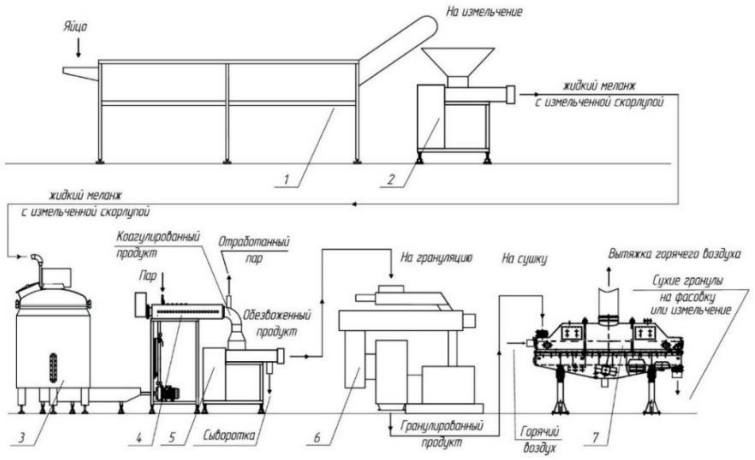



Рис. 3. Схема линии оборудования производства сухого ККЯМ кормового назначения производительностью до 300 кг/ч по исходному сырью: 1 – машина овоскопирования, мойки, дезинфекции и сушки яиц с конвейером, 2 – волчок, 3 – накопительная емкость жидкого сырья, 4 – пароконтактный коагулятор, 5 – волчок, 6 – пресс гранулятор, 7 – сушильная вибрационная конвективная установка.

Инкубационные куриные яйца поступают на машину 1, где происходит овоскопирование, мойка, дезинфекция и сушка яиц. Затем с помощью измельчителя 2 происходит разрушение яиц и измельчение до необходимого уровня частиц. Сырье после измельчения поступает в накопительную емкость 3, затем в коагулятор 4, где обрабатывается паром, коагулируется и направляется на предварительное гранулирование на волчок 5. Затем поступает на пресс гранулятор 6 и после него на вибрационную конвективную сушильную установку 7. Сухой ККЯМ измельчают до размера частиц менее 500 мкм для обеспечения операций смешивания компонентов и грануляции при производстве комбикормов.

Выводы. В настоящее время насущными проблемами при производстве куриных пищевых и инкубационных яиц, содержимое которых используются в качестве сырья при выпуске вакцин, является образование большого объема некондиционных яиц.

Безотходные технологии, разработанные во ВНИИПП, позволяют перерабатывать некондиционные пищевые и некондиционные инкубационные яйца со скорлупой, и на выходе получать ККЯМ, который предназначен для применения на кормовые цели. Также с помощью данной технологии из пищевых куриных яиц может быть получен сухой ККЯМ для применения на пищевые цели.

**Список источников**

1. Фисинин, В. Мировое и отечественное птицеводство: реалии и вызовы будущего / В. Фисинин // Животноводство России. – 2025. – № 1. – С. 6-13.

2. Лопаева, Н. Л. Технология производства куриных яиц / Н. Л. Лопаева, Е. С. Глазунова // Технологии производства и переработки продукции свиноводства и птицеводства : Сборник тезисов, подготовленный в рамках круглого стола, Екатеринбург, 29 апреля 2022 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2022. – С. 130-131.

3. Алёна, Тарантул, Eliseeva, Tatyana. (2020). Яйцо куриное. Журнал здорового питания и диетологии. 51-66. DOI 10.59316/vi11.65.

4. Корроль, А. Е. Яйцо - незаменимый продукт в питании человека / А. Е. Корроль, Л. И. Дроздова // Молодежь и наука. – 2017. – № 3. – С. 28.

5. Михайленко, И. Г. Комплексная переработка некондиционных яиц в том числе инкубационных / И. Г. Михайленко, А. Ю. Максимов // Инновационные технологии в пищевой промышленности: наука, образование и производство : VIII Международная научно-техническая конференция, Воронеж, 30 ноября 2022 года / Воронеж. гос. ун-т инж. технол.. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2023. – С. 235-239.

6. Михайленко, И. Г. Исследование процесса измельчения и коагуляции куриного яйца / И. Г. Михайленко, А. Ю. Максимов, Ю. И. Романенко // Птица и птицепродукты. – 2023. – № 1. – С. 57-60. – DOI 10.30975/2073-4999-2023-25-1-57-60.

7. Егоров, Б.В. Использование некондиционных куриных яиц при производстве кормовых добавок и комбикормов / Б.В. Егоров, Н.В. Ворона // Зерновые продукты и комбикорма. – 2010. - №10. – С.43-45.

**TECHNICAL EQUIPMENT FOR PROCESSING SUBSTANDARD CHICKEN EGGS**

**Mikhailenko I.G.**

junior researcher, All-Russian Research Institute of Poultry Processing Industry, branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution, Federal Scientific Center, All-Russian Research and Technological Institute of Poultry Farming, Solnechnogorsk, Rzhavki, Russia.

mig@vniipp.ru

**Maksimov A.Yu.**

senior researcher, D.Sc. (Engineering), All-Russian Research Institute of Poultry Processing Industry, branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution, Federal Scientific Center, All-Russian Research and Technological Institute of Poultry Farming, Solnechnogorsk, Rzhavki, Russia.

*Abstract.* The article describes a modern, patented method for processing substandard food and substandard hatching eggs. It describes the operating principle and brief technical characteristics of the Ya6-FLP.M2 steam contact coagulator, which can be used for coagulation of liquid raw materials, including crushed shells, to ensure waste-free processing. The paper describes the machine and hardware diagrams of the equipment lines for producing dry coagulated calcined egg melange for food and feed purposes.

*Keywords:* Substandard chicken eggs, melange, shell, food direction, feed direction.

УДК 613.281:579.67

## ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА СОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВА ОХЛАЖДЕННОЙ МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ

**Мокеева С.А.**
Студент
*Научный руководитель: Бодрякова Н.П., к.б.н., доцент*
Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К. И. Скрябина, Москва, Россия, bodryakova@gmail.com

*Аннотация*. В статье затронута проблема потери качества и безопасности охлажденного мяса в результате нарушения климатических режимов при организации технологии хранения. Авторами освещена необходимость контроля микроклимата при хранении охлажденного мяса для предотвращения возможных микробиологических процессов, являющихся причиной экономических потерь предприятий пищевой отрасли. В работе изучено влияние условий хранения на микробиологическую порчу, качество и безопасность охлажденной свинины. Исследования проведены с учётом физических и микробиологических факторов согласно действующим стандартам и утвержденным методикам. Полученные результаты наглядно демонстрируют, что несоблюдение климатических режимов хранения приводит к активизации поверхностной спонтанной микрофлоры охлажденного мяса, что, в свою очередь, провоцирует деструкцию, выражающуюся в изменении органолептических характеристик и структурных разрушений продукта.

*Ключевые слова*: охлажденное мясо, технология хранения, микробиологическая порча, безопасность, деструкция.

Мясные продукты занимают важную позицию в продовольственной корзине покупателя, удовлетворяя максимальным образом потребности организма человека в жизненно необходимых нутриентах [1]. В последнее время отмечена тенденция роста потребления мяса и продуктов его переработки [2, 3]. Охлажденное мясо пользуется повышенным потребительским спросом в силу высокой биологической ценности и способности наилучшим образом усваиваться в желудочно-кишечном тракте. Вместе с тем, мясо, не подвергшееся технологической обработке, весьма подвержено порче под действием различных факторов живой и неживой природы. Наиболее остро стоящие проблемы в вопросе потери качества и безопасности мяса и мясной продукции связаны с нарушением условий хранения и негативным действием протеолитической и липолитической микробиоты, специфичной для сырья животного происхождения [4].

Участники различных звеньев технологического этапа переработки животноводческой продукции озадачены поиском способов продления сроков годности и сохранения качественных характеристик такого ценного вида пищевого сырья, как мясо. Различные виды мяса и его состояния требуют индивидуальных подходов при организации технологии хранения. Перспективным способом увеличения хранимоспособности продукции является микробиологический мониторинг в реальном времени. Имеются научные данные, подтверждающие значимость мониторинга микробиологической активности [5]. Для обеспечения стабильности качества пищевых продуктов известен опыт применение адаптивных систем управления условиями хранения [6]. Осуществление постоянного контроля микроклимата важно для предотвращения гниения мяса и обеспечения его безопасности [7].

Как известно, большинство ситуаций в технологии переработки сельскохозяйственной продукции, приводящей к экономическим потерям, обусловлены воздействием микробиологического фактора на сырье, полуфабрикаты, и готовую продукцию [8, 9].

В связи в выше изложенным цель настоящей работы – исследовать влияние условий хранения на микробиологическую порчу и качество охлажденной свинины. В качестве объектов исследования были выбраны медальоны из свиной вырезки (ООО «ТД Черкизово»). Модель технологии хранения состояла в следующем: контрольный образец хранили в холодильной камере при температуре 4±2 $^{o}$C, относительной влажности воздуха 50-60%; группа опытных образцов выдерживалась без специальной упаковки или герметизации при температуре 10-15 $^{o}$C, относительной влажности воздуха 75-80 %: образец 1 в течение 48 часов; образец 3 в течение 96 часов; образец 4 в течение 144 часов. Экспериментальные климатические условия хранения опытных образцов достигались за счет использования термостата марки ТСО – 1/80 СПУ, поддерживающего заданные гидротермические режимы. Повышенная относительная влажность воздуха, превышающая 75 %, характерна для помещений, не оборудованных специальными системами воздухообмена и контроля микроклимата. Хранение осуществляли в пищевых негерметичных пластиковых контейнерах, что способствовало доступу кислорода и увеличивало риск загрязнения.

Анализ динамики качества охлажденной свинины при хранении провели с учётом физических факторов, таких как: температура, влажность и доступ кислорода. Новизна исследований заключается в изучении корреляции показателей качества охлажденной свинины, хранившейся без применения специализированных методов упаковки, что позволяет более точно смоделировать процессы микробиологических изменений при режимах, близких к реальным условиям хранения в пищевой промышленности и торговле. В научной работе проведены исследования согласно действующим стандартам и утвержденным методикам с применением органолептического (ГОСТ 7269-2015), биохимического [10] и микробиологического анализа (ГОСТ 10444.15-94. ГОСТ 317470-2012, ГОСТ 31659-2012, ГОСТ Р 54354-2011).

По визуальной оценке, установлено, что контрольный образец мяса сохранил натуральный цвет, упругую консистенцию и свежий запах на протяжении всего срока хранения, что подтверждает его пригодность для использования. Органолептический анализ мяса, хранившегося в экспериментальных условиях, позволил выявить изменения в его внешнем виде, запахе, консистенции и других характеристиках в зависимости от срока хранения. Через 44 часа выдерживания свинины в условиях повышенной температуры и влажности наблюдалось начальная стадия нежелательных изменений, а именно: тусклый цвет, слабый затхлый запах и незначительная липкость поверхности образца 2. На образце 3, хранившемся 96 часов, появились значительные признаки порчи, которые выражались в неоднородном цвете, кисловатом запахе и липкости поверхности. Хранение мяса 144 часа с

нарушением климатических режимов привело к появлению явных признаков разложения: серо-зеленый оттенок, резкий гнилостный запах, слизь на поверхности.

На охлажденных мясных продуктах преобладают представители родов Pseudomonas и Achromobacter, являющиеся доминирующими возбудителями деструкции мяса. Результатом их метаболизма является разрушение белковых молекул и накопление продуктов распада: первичных аминов, аммиака, сероводорода, фенола, скатола, индола, меркаптанов, которые кардинально меняют запах продукта, кроме того отличаются ядовитыми свойствами. По мере накопления компонентов первичного и вторичного распада белков наступает порча продукции [11]. В процессе экспериментального хранения при нарушении климатических режимов наблюдали последовательное увеличение показателя pH, связанное с биохимическими процессами разложения белков и образованием продуктов аммонификации (рис. 1).

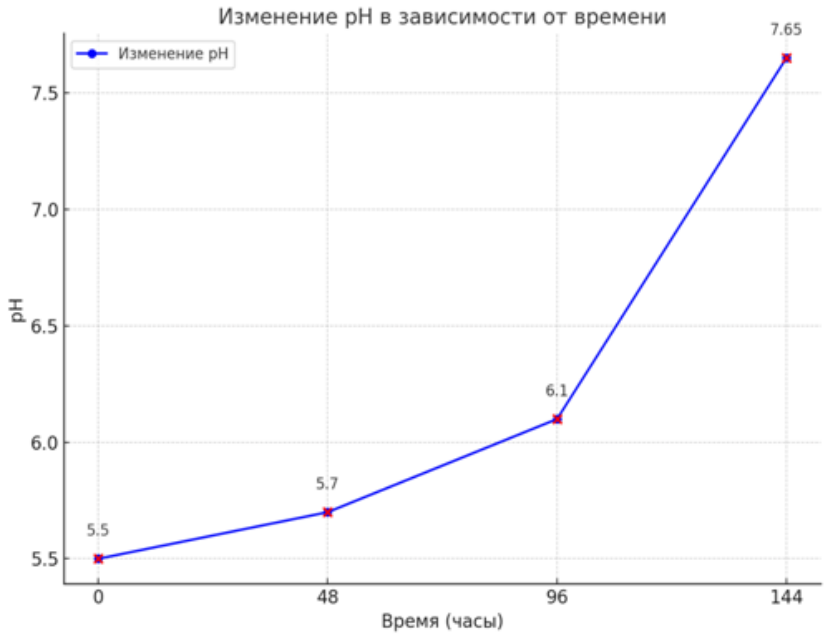



Рис. 1. Изменения pH охлажденной свинины в зависимости от времени хранения

На начальном этапе хранения значение pH свидетельствует о нормальном состоянии мяса. Через 48 часов происходит незначительное увеличение показателя, что указывает на начальные изменения, связанные с ухудшением качества образцов. Через 96 часов рост pH до слабощелочных значений свидетельствует о сомнительной свежести свинины. Через 144 часа значительное увеличение pH образца 4 свидетельствует о глубокой порче мяса, связанной с активными процессами разложения.

Метод определения pH позволяет быстро и эффективно оценить качество мяса на разных стадиях хранения. Увеличение pH с течением времени показывает, что мясо становится небезопасным для потребления, начиная с 96 часов хранения при несоблюдении требований к технологии хранения.

Микробиологический анализ охлажденной свинины, хранившейся при нарушении климатических режимов, показал изменение общего уровня контаминации в образцах мяса на различных этапах хранения. Для количественной характеристики опасности микробиологических рисков, которые могут возникнуть при микробиодеструкции охлажденной свинины, было определено количество санитарно-показательных, патогенных микроорганизмов и микрофлоры порчи (табл. 1).

Таблица 1. Микробиологические показатели безопасности мяса в процессе хранения

| Показатель | Требования ТР ТС 034/2013 | Срок хранения образцов мяса, ч | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **0** | **48** | **96** | **144** |
| КМАФАнМ, КОЕ/г | $2{,}0x10^6$ | $1{,}0x10^3$ | $3{,}2x10^5$ | $4{,}5x10^7$ | $8{,}2x10^8$ |
| Дрожжи, КОЕ/г | $5{,}0x10^2$ | не выявлено | $0{,}2x10^1$ | $1{,}4\ x10^2$ | $5{,}6x10^5$ |
| Бактерии рода Salmonella, в 25 г продукта | не допускается | не выявлено | не выявлено | не выявлено | не выявлено |
| БГКП, в 0,1 г | не допускается | не выявлено | не выявлено | не выявлено | не выявлено |

До закладки на хранение установлено соответствие микробиологических показателей требованиям нормативного документа. В ходе эксперимента выявлено значительное увеличение микробной обсемененности санитарно-показательной микрофлорой мяса по мере увеличения срока хранения при нарушении режимов хранения.

По истечении 48 ч эксперимента обсемененность мяса осталась в пределах нормативных значений и составила $3{,}2x10^5$ КОЕ/г. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов через 96 и 144 часа хранения значительно возросло до $4{,}5\times10^7$ и $8{,}2x10^8$ КОЕ/г, соответственно, что указывает на активизацию процессов порчи и потерю микробиологической безопасности.

Развитие дрожжевой микрофлоры протекало гораздо медленнее, чем бактериальной. Только 4 образец, хранившийся 144 ч при повышенных температуре и влажности, не соответствовал по количественному содержанию требованиям ТР ТР 034/2013.

Следует отметить, что за время экспериментального хранения в образцах свинины не были обнаружены плесени, Бактерии рода Salmonella и БГКП.

Оценка микробиологической стабильности охлажденной свинины в процессе хранения, проведённая в рамках настоящей работы, наглядно демонстрирует, что несоблюдение климатических режимов хранения приводит к активизации поверхностной спонтанной микрофлоры мяса, что, в свою очередь, провоцирует деструкцию, выражающуюся в изменении органолептических характеристик и структурных разрушений продукта. Проведенные исследования подтверждают, что нарушение гидротермических условий хранения привели к ускоренному процессу порчи мяса вследствие активного размножения бактерий и биохимических изменений в его структуре. Можно утверждать, что результаты эксперимента представляют научно-практический интерес и доказывают важность контроля климатических показателей режима хранения для предупреждения биодеструкции охлажденного мяса на технологическом этапе хранения.

**Список источников**

1. Prospects of using quail products in the production of meat souffle / K. Esepenok, M. Gorbacheva, L. Zemtsova, N. Bodryakova // III International Conference on Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture (EESTE2023) : E3S Web of Conferences, Dushanbe, Tajikistan, 25–27 октября 2023 года. Vol. 463. – Les Ulis Cedex A, France: EDP SCIENCES S A, 17, AVE DU HOGGAR, PA COURTABOEUF, BP 112, LES ULIS CEDEX A, FRANCE, F-91944, 2023. – P. 01014.

2. Цыпин, А. П. Потребление мяса в России: ретроспективный анализ / А. П. Цыпин, В. В. Маслакова // Экономика сельского хозяйства России. – 2024. – № 1. – С. 77-84. – DOI 10.32651/241-77.

3. Есепенок, К. В. Экономическое обоснование производства рубленых полуфабрикатов с добавлением растительного компонента / К. В. Есепенок, О. В. Бобылева, И. Б. Котряхов // Альманах Крым. – 2023. – № 38. – С. 68-73.

4 Pellissery A. J. et al. Spoilage bacteria and meat quality // Meat quality analysis. – Academic Press, 2020. – С. 307-334.

5. Батаева Д.С. Оценка микробиологической стабильности мясных крупнокусковых полуфабрикатов в процессе хранения / Д.С. Батаева, Е.В. Зайко, Ю.К. Юшина // Все о мясе. – Москва. 2019. – № 5. – С. 24-27.

6. Пешко, М. С. Адаптивная система управления параметрами микроклимата процессов производства и хранения пищевых продуктов : специальность 05.13.06 "Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Пешко Михаил Сергеевич. – Москва, 2015. – 22 с.

7. Костенко, Ю. Г. Развитие микроорганизмов при хранении мясных продуктов в условиях различной температуры / Ю. Г. Костенко, М. А. Краснова // Мясная индустрия. – 2011. – № 12. – С. 50-53.

8. Бодрякова, Н. П. Микробиологические и структурные изменения кожевенного сырья при нарушении режимов хранения / Н. П. Бодрякова, А. И. Сапожникова // Ветеринарная медицина. – 2011. – № 2. – С. 43-45.

9. Бодрякова, Н. П. Влияние условий хранения сырья на сохранение свойств мехового полуфабриката / Н. П. Бодрякова // Технологии и качество. – 2021. – № 3(53). – С. 52-58. – DOI 10.34216/2587-6147-2021-3-53-52-58.

10. Бодрякова, Н. П. Биоповреждаемость сырья и продуктов животного происхождения : учебное пособие / Н. П. Бодрякова, А. И. Сапожникова. – Москва : МГАВМиБ им. К.И. Скрябина, 2021. – 116 с. ISBN 978-5-86341-467-6.

11. Коткова В.В., Донскова Л.А., Леспух И.Н., Волков А.Ю. Динамика микробиологических показателей при хранении мясных рубленых полуфабрикатов, обработанных высоким гидростатическим давлением // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2018. – № 5-1. – С. 33-36.

## THE INFLUENCE OF CLIMATIC INDICATORS ON THE PRESERVATION OF THE QUALITY OF CHILLED MEAT PRODUCTS

**Mokeeva S.A.**,
Student, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA n.a. K.I.Skryabin, Moscow, Russia
*Scientific supervisor Bodryakova N.P.,*
*candidate of Biological Sciences, associate professor*
*Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA n.a. K.I. Skryabin, Moscow, Russia,* bodryakova@gmail.com

*Annotation*. The article touches upon the problem of loss of quality and safety of chilled meat as a result of violation of climatic conditions in the organization of storage technology. The authors highlight the need to control the microclimate during storage of chilled meat to prevent possible microbiological processes that cause economic losses to food industry enterprises. The paper examines the effect of storage conditions on microbiological spoilage, quality and safety of chilled pork. The studies were conducted taking into account physical and microbiological factors in accordance with current standards and approved methods. The results clearly demonstrate that non-compliance with climatic storage conditions leads to activation of the surface spontaneous

microflora of chilled meat, which, in turn, provokes destruction, resulting in changes in the organoleptic characteristics and structural destruction of the product.

*Keywords*: chilled meat, storage technology, microbiological spoilage, safety, destruction.

УДК 633.479.1

## ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ КВАСОВ НЕОСВЕТЛЕННЫХ ИЗ *BRASSICA RAPA L.* С ПЛОДАМИ *SÓRBUS AUCUPARIA* И *ARÓNIA MELANOCÁRPA*

**Ницевская К.Н.**

ведущий научный сотрудник, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Краснообск, Россия, nitsievskayakn@sfsca.ru

*Аннотация.* В настоящее время мало изученными являются исследования по разработке рецептур напитков, в частности квасов с применением плодового и овощного сырья. Цель исследования заключалась в экспериментальной оценке возможности обогащения квасов плодо - овощным сырьем регионального значения. Для получения объективных данных по влиянию экстракта из рябины на качество готовых образцов была проведена оценка по антиоксидантным свойствам.

*Ключевые слова:* репа, рябина красная, арония черноплодная, квас, окислительно-восстановительный потенциал

Окислительно-восстановительные реакции являются необходимыми звеньями в сложной цепи как анаболических, так и катаболических процессов, но их роль особенно велика как основных источников энергии для живого организма. В организме человека энергия, выделяемая в ходе окислительно-восстановительных реакций, расходуется на поддержание гомеостаза (относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма) и регенерацию клеток организма, т.е. на обеспечение процессов жизнедеятельности организма [1,2].

Исследования проведены в лаборатории качества безопасности отдела пищевых систем и биотехнологий Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий (СФНЦА РАН). Объекты исследования: образцы неосветленных квасов из *Brassica rapa L.* с добавлением экстрактов из плодов *Sórbus aucuparia* и *Arónia melanocárpa* (растворителем была выбрана очищенная вода (pH 7,0 ед.). Оборудование, используемое в исследованиях: весы аналитические марки Ohaus PA214 (Китай), pH-метр марки Нитрон (Россия), термометр Testo 905-T1 (Германия) с погрешностью измерений ± 0,5°С. За контролируемые параметры взяты следующие показатели: активная кислотность (pH, ед.), окислительно-восстановительный потенциал (Eh, мВ), верхняя граница термодинамической стабильности раствора (ϕст, мВ), противоокислительная активность ($ОВП_{min}$, Мв), электровосстановление кислорода,(Мв). В технологии квас использовали замороженное растительное сырье (хранение t= минус 18±1°С), размораживание проводили при температуре t=4±2°С. Экстракцию плодового сырья проводили в соотношении ингредиентов: рябина красная 30% от количества воды, аронии 10 % от количества воды.

Рецептура кваса из плодово-овощного сырья включала следующее соотношение ингредиентов:

Образец № 0 – квас из *Brassica rapa L. (*репы), считается в исследованиях контрольным образцом;

Образец №1 – аналогично образцу №0, с добавлением экстракта из плодов *Sórbus aucuparia* (рябины красной) в соотношении 1:1 относительно общего объема сусла;

Образец №2 – аналогично образцу №0, с добавлением экстракта из плодов *Sórbus aucuparia* в соотношении 1:2 относительно общего объема сусла;

Образец №3 – аналогично образцу №0, с добавлением экстракта из плодов *Sórbus aucuparia* в соотношении 1:3 относительно общего объема сусла;

Образец №4 – аналогично образцу №0, с добавлением экстракта из плодов *Arónia melanocárpa* (рябины черноплодной) в соотношении 1:1 относительно общего объема сусла;

Образец №5 – аналогично образцу №0, с добавлением экстракта из плодов *Arónia melanocárpa* в соотношении 1:2 относительно общего объема сусла.

При оценке антиоксидантной активности (АОА) продуктов с использованием индикаторной системы на основе фенантролинантных комплексов железа, характеризующийся высоким редокс- потенциалом ($E^0$ =1,1 В). Методика определения АОА, основанная на взаимодействии антиоксидантов, содержащих в пробе с индикаторной системой Fe (III)/Fe(II) – *о*- фенантролин. Реакция с системой, в которую вводили 0,12 ммоль/дм$^3$ Fe (III) и 0,20 ммоль/дм$^3$ *о*- фенантролина, выдерживали 10 мин и измеряли оптическую плотность при длине волны λ=490 нм. Далее определяли антиоксидантную активность по градуировочному графику, относительно аскорбиновой кислоты в диапозоне 0,5 – 10 мкмоль/л.

В рамках работы оценивали общую противоокислительную активность по формуле [3] (1):

$$\text{ОВП}_{min} = 660 - 60 * \text{pH} \quad (1)$$

где pH активная кислотность, е.д.

$\text{ОВП}_{min}$ расчетное значение минимального окислительно-восстановительного потенциала. мВ

Разница между рассчитанным на основе значения активной кислотности и измеренным значениями ОВП будет характеризовать восстановительную (антиокислительную) способность исследуемых продуктов. Сдвиг ОВП в сторону восстановительных значений (ЭВ электровосстановление кислорода, мВ) определяли по формуле [4]:

$$\text{ЭВ} = \text{ОВП}_{min} - \text{ОВП} \quad (2)$$

Отрицательная величина сдвига ОВП свидетельствует об отсутствии в исследуемом продукте дополнительных антиоксидантных (восстановительных) свойств.

Результаты исследований

Проведенные исследования (рис.1) активной кислотности иллюстрировали снижение активной кислотности в кислую сторону. Так в сравнении с контролем снижение по образцу № 1 – на 0,73 ед., №2 – на 0,82 ед., №3 – на 0,84 ед., №4 – на 0,32 ед., №5 – на 027 ед.

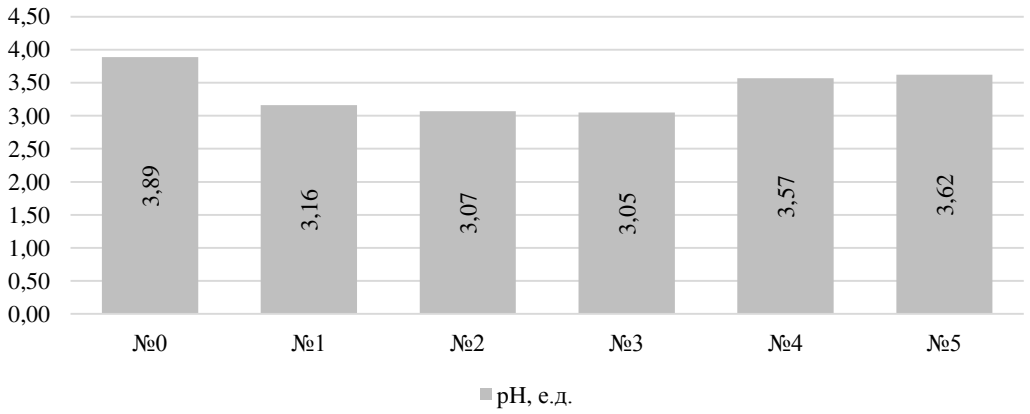



Рис. 1. Исследование активной кислотности (pH, ед.)

Исследование антиоксидантных свойств включали анализ окислительно-восстановительного потенциала полученных образцов на рис. 2.

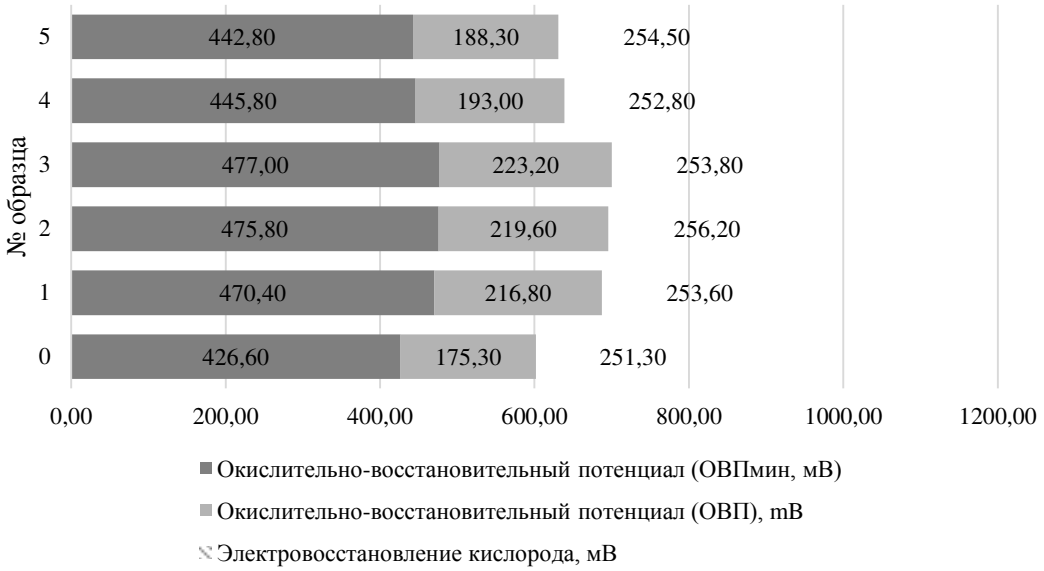



Рис. 2. Окислительно – восстановительный потенциал и электровосстановление кислорода, мВ

Данные рисунка 2 указывали на более высокие значения числовых значений у указанных показателей в образцах с использованием *Sórbus aucuparia*, т.е. образцы №1, 2, 3. При сравнении с контрольным образцом кваса показатель окислительно-восстановительного потенциала выше в образце №1 в 1,20 раза, в образце №2 - в 1,25 раза, в образце №3 – в 1,30 раза.

Содержание аскорбиновой кислоты, как одного из показателей антиоксидантной активности продукции выше в образцах кваса с добавлением *Arónia melanocárpa* (рис.3).

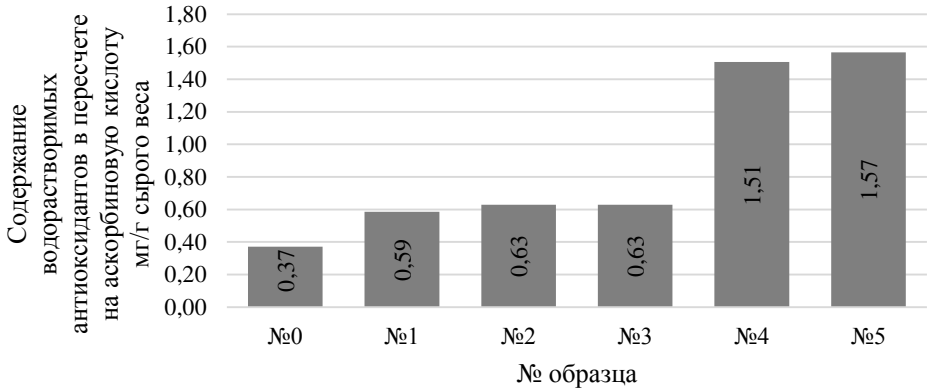



Рис. 3. Сравнительный анализ количественного содержания водорастворимых антиоксидантов в пересчете на аскорбиновую кислоту мг/г сырого веса

Сравнительный анализ указал на превышение аскорбиновой кислоты в образце №4 и №0 – в 4,1 раза, №5 и №0 – в 4,2 раза.

Установлено, что для получения продукта с антиоксидантными свойствами целесообразно использование плодового сырья, в частности *Sórbus aucuparia* и *Arónia melanocárpa*.

**Список истчников**

1. Хисматуллина З. Н. Сущность, направление и роль окислительно-восстановительных реакций в биологии и медицине // Вестник Казанского технологического университета. – 2011 – №19. – С. 35-41
2. Патракова И.С. Окислительно-восстановительный потенциал как показатель стабильности мясных систем / И.С. Патракова, Г.В. Гуринович, О.М. Мышалова и др. // Ползуновский вестник. 2021. – № 1. – С. 66–73. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.01.009
3. Аристова, Н.А., Пискарев, И.М. Физико - химические методы получения экологический чистой активированной питьевой воды. М-во образования и науки РФ; ФГАОУ ВПО «УрФУ им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина», Нижний Тагил: НТИ (ф) УрФУ, 76 с.
4. Александровская Е.С., Кострица Н.В., Лавриненко Н.И., Егорова В.З. Антиоксидантные свойства напитков на плодоовощной основе с пряноароматическими травами // Пиво и напитки. – 2004. – №4. – С. 82-83

## THE EXAMINATION ANTIOXIDANT INDICATORS OF UNFILTERED KVASSES MADE FROM TURNIP WITH RED AND BLACK-FRUITED ROWAN

**Nitsievskaya K.N.**
Siberian Federal Research Center of Agrobiotechnologies
of the Russian Academy of Sciences, Russia, nitsievskayakn@sfsca.ru

*Abstract.* At the moment, there are too few researches related to alcohol free drinks' recepies, including kvasses improved with vegetables. The current research was dedicated to evaluate an opportunity of using significant local vegetables as kvass' enhancers. It was discovered, that balanced on the effect of rowan extract on the quality of finished samples, an assessment was carried out on antioxidant indicators.

*Keywords: Brassica rapa L*, *Sórbus aucupária, Aronia melanocarpa*, kvass, reduction oxidation potential

УДК 619:614.31:637.05/.07

## ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

**Соколенко А.И.**
Магистрант
*Научный руководитель: Ряснянский М.А., Преподаватель*
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия,
sokolenko.angelina01@mail.ru

*Аннотация.* В данной работе будет рассмотрено несколько ключевых аспектов, связанных с входным контролем качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов животного происхождения. Будет рассмотрена роль входного контроля в системе обеспечения продовольственной безопасности. Далее будет проведена классификация нормативно-правовых документов, которые регулируют данный процесс, что позволит лучше понять структуру и иерархию существующих норм.

*Ключевые слова:* Входной контроль, контроль качества и безопасности, продукты животного происхождения, Федеральные законы, Технические регламенты таможенного союза, ГОСТ.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что в условиях глобализации и увеличения объемов торговли продовольственными товарами, вопросы контроля качества и безопасности становятся особенно важными. Нормативно-правовые документы, регулирующие входной контроль, служат основой для формирования стандартов, которые должны соблюдаться как производителями, так и контролирующими органами. В условиях постоянного появления новых угроз, таких как вспышки инфекционных заболеваний, вызванных употреблением небезопасных продуктов, необходимость в строгом соблюдении норм и стандартов становится неоспоримой.

Цель работы: Изучить нормативно-правовые документы в области входного контроля на производстве продуктов животного происхождения.

Общие понятия о входном контроле качества. Входной контроль качества продовольственного сырья и пищевых продуктов животного происхождения проводится на этапе приемки продукции, где проверяются ключевые параметры, обеспечивающие безопасность и соответствие стандартам. Основные направления контроля включают соответствие температурного режима, проверку документации, органолептическую оценку и микробиологические анализы.

Температурный режим продукции должен соответствовать установленным стандартам.

Наличие и правильность оформления товарно-сопроводительных документов – еще один важный аспект входного контроля. К ним относятся товарно-транспортные накладные и декларации о соответствии. Продукция без соответствующей документации или нарушенной упаковки не может быть принята.

Органолептические показатели, такие как цвет, запах и консистенция, также играют ключевую роль в оценке качества сырья. Эти характеристики должны быть обязательно сопоставлены с нормативной технической документацией, чтобы убедиться, что продукция соответствует заявленным требованиям.

Микробиологический контроль применяется особенно для мясных продуктов, где риск загрязнения выше. Этот контроль должен проводиться в соответствии с нормами и требованиями контролирующих организаций. Испытания включают анализ на наличие патогенных микроорганизмов, что в свою очередь позволит предотвратить случаи пищевых отравлений и другие негативные последствия для здоровья населения.

Входной контроль — это система мероприятий, направленная на обеспечение безопасности и качества продовольственного сырья. Выполнение всех необходимых процедур и требований на этом этапе минимизирует возможность возникновения проблем на более поздних стадиях производства и реализации [1].

Основные законы регулирующие входной контроль. Федеральный закон № 29-ФЗ от 2 января 2000 года "О качестве и безопасности пищевых продуктов". Данный закон определяет организованность, требования к качеству и безопасности пищи.

Статья 22. Требования к организации и проведению производственного контроля за качеством и безопасностью пищевых продуктов, материалов и изделий. Содержание этой статьи говорит о том, что производственный контроль за качеством и безопасностью пищевых продуктов, материалов и изделий проводится в соответствии с программой производственного контроля, которая разрабатывается индивидуальным предпринимателем или юридическим лицом на основании требований, установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации и технической документацией. Указанной программой определяются порядок осуществления производственного контроля за качеством и безопасностью пищевых продуктов, материалов и изделий, методики такого контроля и методики проверки условий их обращения [2].

Одна из важнейших частей закона - раздел, который устанавливает права и обязанности производителей, а также требования по маркировке и упаковке продуктов.

Эффективные системы входного контроля, с точки зрения закона, должны учитывать специфику видов продуктов, их хранение и переработку (статья 15,18)

Важным аспектом является также наличие специального контроля за продуктами, предназначенными для уязвимых групп населения, таких как дети и пожилые люди. Для них устанавливаются дополнительные требования к качеству и безопасности продуктов, позволяющие учитывать их специфические нужды (статья 25.1, 25.5) [2].

Постановления и регламенты о безопасности пищевых продуктов. Важнейшим документом, регламентирующим безопасность пищевой продукции, является Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пищевой продукции" (ТР ТС 021/2011), который был утвержден 9 декабря 2011 различных видов пищевых продуктов, включая процессы их производства, хранения и реализации. Регламент охватывает множество аспектов — от санитарно-эпидемиологических норм до специфики маркировки и упаковки продуктов. Значительное внимание уделяется и требованиям к биологически активным добавкам, а также пробиотическим микроорганизмам, что делает документ всеобъемлющим в контексте продовольственной безопасности.

Согласно регламенту, основными его целями являются защита здоровья граждан, предотвращение введения потребителей в заблуждение и охрана окружающей среды. Он устанавливает процедуры и формы оценки соответствия, которые обязательны для всех участников продовольственного рынка. Важно отметить, что с момента принятия регламента были внесены изменения, последний из которых произошел в июне 2023 года. Эти изменения уточняют требования к безопасности и качеству пищевой продукции, учитывая современные стандарты и практики

Статья 11. Требования к обеспечению безопасности пищевой продукции в процессе ее производства (изготовления). Эта статья описывает основные требования к производителю пищевой продукции [3].

Согласно Постановлению о типовых программах производственного контроля N 01/4801-9-32 [4]. Входной контроль показателей качества и безопасности сырья и компонентов проводится у каждой партии. Установлены требования к упаковке и маркировки, лабораторный контроль сырья в соответствие с СанПин 2.3.2. 1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов [5], ГОСТ Р 51074-2003 Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования [6].

Постановление Главного Государственного санитарного врача РФ. от 30.07.2002 №26. Оно утверждает санитарные и эпидемиологические требования к организации пищевого производства и обращения с продуктами. Эти требования касаются как условий хранения, так и обработки пищевых продуктов, что напрямую связано с тем, как обеспечивается безопасность на этапе входного контроля [7].

Среди других значимых документов можно упомянуть и специфические технические регламенты, такие как постановления и правила, касающиеся отдельных категорий продуктов.

Таким образом, система входного контроля качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов животного происхождения включается в широкой и многоуровневой нормативно-правовой базе, направленной на защиту здоровья населения и обеспечение достойного уровня продовольственной безопасности.

Микробиологические, химические и физические аспекты контроля. Вступление нормативно-правовых документов в область контроля качества и безопасности продуктов животного происхождения невозможно без учета трех ключевых аспектов: микробиологических, химических и физических. Эти аспекты охватывают различные показатели, которые должны соответствовать установленным стандартам и нормам, регулирующим безопасность пищевых продуктов.

Микробиологические критерии безопасности являются основой для защиты населения от пищевых заболеваний, вызванных патогенными микроорганизмами, что регулируется соответствующими федеральными законами и санитарными правилами.

На химическом уровне контроль включает в себя анализ различных веществ, способных повлиять на качество и безопасность продуктов. Это может быть, как токсичные химические вещества, так и остаточные с микроэлементами, попадающими в пищу на этапе производства или хранения. В Российской Федерации существуют специальные санитарные правила, которые регламентируют предельно допустимые уровни токсичных веществ в пищевых продуктах, что является ключевым аспектом обеспечения безопасности. Например, в системе СанПиН определены предельные концентрации потенциально опасных веществ, чтобы избежать негативного воздействия на здоровье потребителей.

Физические аспекты контроля охватывают такие показатели, как температура хранения, условия транспортировки и состояние упаковки. Соблюдение температурного режима значительно снижает риск размножения патогенных микроорганизмов и обеспечения сохранности продуктов. Стандарты, регулирующие физическую безопасность, также учитывают механические повреждения упаковки и ее защитные свойства, что подтверждается различными исследовательскими данными и методическими рекомендациями.

Соответствие микробиологическим, химическим и физическим аспектам контроля — это не только обязательное требование законодательства, но и залог доверия потребителей к продукции. Надлежащий входной контроль, основанный на федеральных законах и нормативных актах, обеспечивает стабильность на рынке пищевых продуктов и защищенность здоровья населения, давно ставших приоритетом для отечественного законодательства [8].

Заключение. Общие понятия о входном контроле качества, рассмотренные в работе, подчеркивают, что этот процесс включает в себя не только проверку соответствия продукции установленным стандартам, но и оценку ее происхождения, условий хранения и транспортировки. Важно отметить, что входной контроль не является разовой процедурой, а представляет собой непрерывный процесс, который требует постоянного внимания со стороны производителей и контролирующих органов. Это подчеркивает необходимость наличия четких и доступных нормативно-правовых документов, которые бы регламентировали все этапы контроля.

Таким образом, нормативно-правовые документы по входному контролю качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов животного происхождения играют ключевую роль в обеспечении здоровья населения и поддержании доверия к продуктам питания. Их соблюдение является необходимым условием для создания безопасной и качественной пищевой среды, что, в свою очередь, способствует устойчивому развитию пищевой отрасли и экономики в целом.

**Список источников**

1. Боровков, М.Ф. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства: учебник для вузов / М. Ф. Боровиков, В. П. Фролов, С. А. Серко. – Санкт-Петербург: Лань,2021. – 476 с.

2. Федеральный закон Российской Федерации от 02.01.2000 N 29 «О качестве и безопасности пищевых продуктов». // consultant.ru. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_25584/ (Дата обращения 18.10.24)

3.Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». Утвержден 2011.12.09. URL: https://docs.cntd.ru/document/902320560 ( Дата обращения 17.10.24)

4. Постановление о типовых программах производственного контроля от 13 апреля 2009 г N 01/4801-9-32. URL: http://csmrm.ru/userfiles/Pismo_01_4801-9-32.pdf

5. СанПин 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: утвержден Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 06.11.2001: Введен 01.07.2002. – URL: https://xn----ftbdvalramfg2j.xn--p1ai/tinybrowser/files/administratciya/struktur-pod/sektor-potreb-sf/npa/sanpin/sanpin_2.3.2.1078-01.pdf (Дата обращения 18.10.24)

6.ГОСТ Р 51074-2003 Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования. Введ 2007.07.01.М.: Изд-во стандартов, 2021. – 26

7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30.07.2002 №26 « О введении программ производственного контроля». URL: https://base.garant.ru/4178559/ (Дата обращения 18.10.24)

8. Чубко, Л.В Обеспечение биологической безопасности на предприятиях мясной промышленности, внедривших принципы "бережливого производства"/ Л. В. Чубко, О. Ю. Леденева // Сборник трудов научно-практической конференции преподавателей,аспирантов, магистрантов и студентов Новосибирского ГАУ . – Новосибирск, 2023. – С. 526-528

## INPUT CONTROL OF QUALITY AND SAFETY INDICATORS OF FOOD RAW MATERIALS AND FOOD PRODUCTS OF ANIMAL ORIGIN

**Sokolenko A.I.**
Master's student, Novosibirsk State Agrarian University,
Novosibirsk, Russia
*Supervisor: Ryasnyansky M.A.*
*Lecturer, Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia*
sokolenko.angelina01@mail.ru

*Abstract.* This paper will consider several key aspects related to the incoming quality control and safety of food raw materials and food products of animal origin. The role of incoming control in the food security system will be considered. Further, a classification of regulatory documents that regulate this process will be carried out, which will allow a better understanding of the structure and hierarchy of existing standards.

*Key words:* Incoming inspection, quality and safety control, products of animal origin, Federal laws, Technical regulations of the Customs Union, GOST.

УДК 537.523.9, 621.387.143, 533.9.07:582.282.23

## ДЕЙСТВИЕ СВЧ ПЛАЗМЫ НА ДРОЖЖИ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

**Титова Д.И., Харламов В.А., Меджидов И.М.,**
старший научный сотрудник, старший научный сотрудник, научный сотрудник,
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Обнинск, Россия,
contactforinfo@mail.ru

*Аннотация.* Представлены экспериментальные результаты воздействия СВЧ плазмы на традиционный модельный организм *Saccharomyces cerevisiae*. Использовали плазменную струю от экспериментального генератора на основе СВЧ разряда при атмосферном давлении. После обработки плазмой дрожжей, посеянных газоном на агар Сабуро в чашки Петри, наблюдали достоверное снижение относительно контроля общего количества выросших колониеобразующих единиц: 20 мин обработки снижали на 87 %, а 10 мин – на 9 %. Аналогичные результаты показала обработка плазмой суспензии клеток дрожжей в физрастворе. После 20 мин обработки уже на первые сутки наблюдали достоверное снижение относительно контроля количества колониеобразующих единиц на 57,8 %.

Интересно, что в образцах после 20 мин обработки прирост количества колониеобразующих единиц на вторые сутки составил 1,87 раза, что было выше на 41 % аналогичного показателя в контроле. Результаты показали ингибирующее действие СВЧ плазмы на *S. cerevisiae*.

*Ключевые слова:* холодная плазма, плазменная струя, грибы, пекарские дрожжи, *Saccharomycetaceae*

Целью настоящего исследования являлась экспериментальная оценка чувствительности дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* к плазме, генерируемой в виде плазменной струи от СВЧ-разряда при атмосферном давлении. Исследование эффектов от воздействия плазмы, получаемой от экспериментального генератора, разработанного в Всероссийском научно-исследовательском институте радиологии и агроэкологии, позволит обосновать и расширить его дальнейшее применение – для продовольственной безопасности, хранения сельскохозяйственной продукции. В качестве источников неравновесной плазмы при атмосферном давлении в литературе называются различные типы газовых разрядов, чаще других используют коронный и барьерный разряды. Исследования разрядов, генерирующих неравновесную плазму, авторы считают по-прежнему актуальными. Это связано с перспективной, но пока не широко применяемой возможностью для уменьшения грибкового загрязнения в сельскохозяйственной продукции и продуктов питания [1, 2] благодаря обработки плазмой – ионизированным газом, охлажденным до 30-40 $^0$C [3]. В литературе различают обработку плазмой по способу воздействия плазмы на клетки микроорганизма-объекта. Может быть использована прямая обработка, когда клетки объектов подвергаются воздействию плазменного разряда, а также непрямая, когда клетки помещают в жидкость, которая была заранее обработана плазмой [4, 5]. Отдельно выделяют обработку плазменной струей. И для этого способа используют плазменно-струйные устройства. Плазма образуется от разряда, но внутри сопла устройства. Пропускаемый через разряд газ переносит плазму к объекту [5]. В представленной работе нами обработка проводилась неравновесной плазмой, которая генерировалась от СВЧ-разряда внутри сопла, и пропускаемый аргон проходя через разряд переносил плазму в виде плазменной струи к чашкам Петри с дрожжами.

Условия, материалы и методы. Для проведения экспериментов от генератора [6] получали плазменную струи в потоке аргона. Скорость прокачки аргона – 5 л/мин; температура в области воздействия на дрожжи – не выше 40 $^0$C. В контроле обработку плазмой не проводили. Обработку плазмой осуществляли в конусе-концентраторе, на удаленности не менее 12 см до поверхности объекта. Длительность экспозиции – от 5 до 20 мин. *S. cerevisiae* выращивали на агаре Сабуро, затем готовили взвесь клеток дрожжей в физрастворе. Готовили рабочие разведения – от $10^4$ до $10^8$ КОЕ/мл для двух вариантов эксперимента. Плазмой обрабатывали: а) после посева на агар Сабуро в чашке Петри; б) суспензию клеток в емкости. В первом варианте эксперимента засевали сплошным газоном, для этого вносили 0,05 мл на чашку Петри с агаром Сабуро комнатной температуры, а затем обрабатывали плазмой - помещали под плазменную струю засеянную поверхность агара в чашке. Затем контрольные (не обработанные) и обработанные плазмой чашки помещали в термостат и инкубировали при 35 $^0$C. Во втором варианте эксперимента суспензию клеток в объеме 5 мл (в чашках Петри с диаметром 8 см) обрабатывали плазмой – помещали под плазменную струю поверхность жидкости в чашке. Затем отбирали 0,05 мл взвеси из экспериментальных и контрольных образцов и засевали сплошным газоном на агар Сабуро в чашке Петри. Далее контрольные и обработанные плазмой чашки помещали в термостат и инкубировали при 35 $^0$C. В обоих экспериментах оценивали наличие и выраженность эффекта воздействия плазмы на дрожжи после инкубации – подсчитывали количество выросших колониеобразующих единиц на чашке. Рассчитывали кратность снижения количества колоний дрожжей по сравнению с контролем. Эксперименты проводили в трех повторах. Рассчитывая среднюю арифметическую, стандартную ошибку средней

арифметической, устанавливали достоверность различий между средними величинами, по t-критерию Стьюдента вычисляли p-значение и определяли значимость.

Результаты и обсуждение. Результаты первого варианта эксперимента (рис. 1) для *S. cerevisiae*, которые были посеяны сплошным газоном непосредственно перед обработкой, соответствуют данным, полученным другими авторами для *S. cerevisiae*. Однако авторы воздействовали плазмой в непосредственной близости к поверхности агара [1, 7]. Нами использовался конус-концентратор и большее расстояние до поверхности с посевом – более 12 см. В опубликованных работах показано, что от обработки плазмой образуются зоны отсутствия роста, а уменьшение количества колониеобразующих единиц наблюдается уже после 5 мин [1]. Обработка плазмой имеет прямую положительную корреляцию со временем экспозиции и после 10 мин обработки в непосредственной близости к поверхности агара фиксируются снижение уменьшение количества колониеобразующих единиц в 3,5 раза [7].

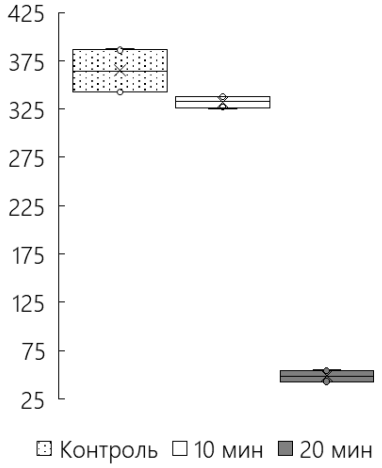



Рис. 1. Количество выросших на чашках колониеобразующих единиц *S. cerevisiae* в контроле и после плазменной обработки посева дрожжей на агаре в зависимости от длительности обработки

В нашем эксперименте тоже формировалась зона отсутствия роста, диаметр которой с увеличением длительности обработки плазмой до 20 мин был равен диаметру чашки Петри – 8 см. При дальнейшей инкубации зоны подавления роста зарастали. Однако результаты эксперимента показали, что 10 мин обработки снижали количество колониеобразующих единиц на 9 %, что достоверно отличалось от контроля ($p=0,046$) и тест-объектов после 20 мин. А 20 мин обработки плазмой существенно достоверно снижали количество колониеобразующих единиц до 87 % ($p<0,01$) относительно контроля (рис. 1).

Во втором варианте эксперимента при пересечении плазменным потоком границы фаз «воздух-вода» наблюдается сохранение активных свойств плазмы. Первая серия опытов показала прямую корреляцию эффекта от действия плазмы на суспензию клеток дрожжей от длительности обработки. На первые сутки инкубации после 20 мин обработки плазмой поверхности суспензии дрожжей в объеме 5 мл наблюдали снижение количества выросших колониеобразующих единиц на чашках до 15 %, а после вторых суток – различия с суспензией клеток, не обработанной плазмой, находились на уровне тенденции. Результаты второй серии опытов позволили подтвердить первичные результаты. На первые сутки инкубации после максимального времени обработки плазмой (20 мин) наблюдали снижение количества колониеобразующих единиц *S. cerevisiae* на 57,8 % в сравнении контролем, что достоверно отличалось от контроля ($p=0,081$), а также с образцами, обработанными 5 мин плазмой ($p=0,083$) (рис. 2). Спустя двое суток инкубации различия с контролем в образцах тоже находились на уровне тенденции. Интересно, что на вторые сутки инкубации в образцах, обработанных 20 мин плазмой, количество колониеобразующих единиц выросло в

1,87 раза (p=0,043). В тоже время, на вторые сутки инкубации в сравнении с первыми сутками, прирост колониеобразующих единиц в образцах контрольных, а также обработанных 5 и 10 мин плазмой, составлял 1, 1,3 и 1,4 раза соответственно. Таким образом, прирост на вторые сутки в образцах после 20 мин обработки, превышал на 41 % аналогичный показатель в контроле, и на 31 и 26 % – у образцов обработанных 5 и 10 мин плазмой. В итоге на вторые сутки инкубации в образцах, обработанных 5, 10 и 20 мин плазмой количество колониеобразующих единиц в сравнении с контролем было ниже на 31, 25 и 28 % соответственно (рис. 2).

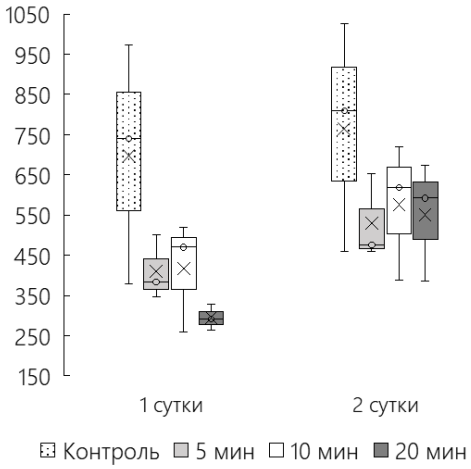



Рис 2 Количество выросших на чашках колониеобразующих единиц *S. cerevisiae* в контроле и после плазменной обработки суспензии дрожжей в зависимости от длительности обработки

В нашем исследовании лимитирующим фактором была длительность обработки плазмой суспензии. Это, возможно, связано с тем, что для ингибирующего действия плазмы на клетки во всем облучаемом объеме необходимо какое-то продолжительное время. В научной литературе уже давно доказано, что клетки дрожжей способны к восстановлению, например к пост-радиационному восстановлению в непитательной среде [9], а первичные изменения, например, радиобиологические, в клетках могут носить обратимую форму [10].

Согласно литературным данным, при воздействии физическими методами обработки на содержащую дрожжи суспензию может происходить стимулирование жизнедеятельности дрожжей за счет механического разделения их скоплений с образованием отдельных жизнеспособных клеток, дающих начало новым колониям [8]. Такой эффект от воздействия может быт очень полезен для улучшения технологических свойств хлебопекарных дрожжей и мог бы быть использован для их предподготовки. Однако в проведенных нами экспериментах достаточного стимулирующего эффекта от обработки плазмой не фиксировали.

В нашем исследовании во втором варианте эксперимента обрабатывали плазмой суспензию клеток дрожжей в физрастворе. Как сообщается в литературе, противогрибковое действие плазмы, т. е. выживаемость клеток дрожжей после обработки плазмой имеет выраженную корреляцию от раствора, в котором готовят суспензию с клетками дрожжей. Наиболее выраженное противогрибковое действие и соответственно самые низкие показатели выживаемости дрожжевых клеток наблюдаются при использовании в эксперименте водной суспензии [11]. При этом противогрибковое действие менее выражено в физрастворе и наиболее низкое в бульоне декстрозо-пептонном, где показатели выживаемости дрожжей значительно выше [12]. Предполагается, что защитный эффект физраствора обусловлен его буферной способностью и содержанием солей [5]. Наши

результаты соответствуют данным, полученным другими авторами для *S. cerevisiae*, которые тоже показывают линейную корреляцию между продолжительность обработки коронным разрядом и количеством колониеобразующих единиц *S. cerevisiae* в мл физраствора [13].

Заключение. Наблюдали выраженное действие плазмы в виде плазменной струи от СВЧ-разряда в отношении *S. cerevisiae,* посеянных непосредственно перед обработкой плазмой на чашки Петри сплошным газоном. Количество выросших колониеобразующих единиц на агаре Сабуро после обработки было ниже, чем в контроле. После 10 мин обработки количество выросших колониеобразующих единиц составляло 91 % от контроля, однако после 20 мин - только 13,4 % от контроля. Таким образом, после 20 мин обработки снижение было в 7,5 раза.

Аналогичное действие плазмы фиксировали также в отношении суспензии клеток *S. cerevisiae* в физрастворе. Количество выросших колониеобразующих единиц после обработки тоже было ниже, чем в контроле. После 5, 10 и 20 мин плазменной обработки количество выросших колониеобразующих единиц составляло 69, 75 и 72 % от контроля соответственно. После 20 мин обработки снижение было в 1,3-1,4 раза.

Таким образом, обработка плазмой, получаемой от экспериментального генератора, разработанного в нашем институте, может рассматриваться как эффективный способ для снижения уровня обсемененности дрожжами. Целесообразно проведение дальнейшей экспериментальной плазменной обработки сельскохозяйственной продукции и продуктов питания для оценки степени снижения обсемененности.

**Список источников**

1. Гомбоева С.В., Бадмаева И.И., Балданов Б.Б., Ранжуров Ц.В., Николаев Э.О. Воздействия низкотемпературной плазмы на продукты растительного происхождения // Техника и технология пищевых производств. – 2017. – V. 46. – №. 3. – P. 129-134.

2. Baldanov B.B., Ranzhurov T.V., Semenov A.P., Gomboeva S.V. Cold atmospheric argon plasma jet source and its application for bacterial inactivation // Journal of Theoretical and Applied Physics. – 2019. – V. 13. – P. 95-99.

3. Махрова Т.В., Заславская М.И., Галка А.Г., Костров А.В. Противогрибковое действие холодной гелиевой плазмы на *Candida* spp. в экспериментах in vitro // Проблемы медицинской микологии. – 2020. – Т. 22. – №. 2. – С. 45-49.

4. Ma R., Jiao Z. Inactivation of fungi and fungal toxins by cold plasma // Applications of Cold Plasma in Food Safety. – Singapore: Springer Singapore, 2021. – P. 113-166.

5. Polčic P., Machala Z. Effects of non-thermal plasma on yeast *Saccharomyces cerevisiae* // International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – V. 22. – №. 5. – 2247.

6. Горбатов С.А., Тихонов В.Н., Иванов И.А., Тихонов А.В., Меджидов И.М. СВЧ плазмотрон на основе волноводного моста // Генетические и радиационные технологии в сельском хозяйстве: Сборник докладов / I Международная молодежная конференция, Обнинск, 18-21 октября 2022 г. – Обнинск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 2022. – С. 170-171.

7. Xu H., Zhu Y., Cui D., Du M., Wang J., Ma R., Jiao Z. Evaluating the roles of OH radicals, $H_2O_2$, ORP and pH in the inactivation of yeast cells on a tissue model by surface micro-discharge plasma // Journal of Physics D: Applied Physics. – 2019. – V. 52. – №. 39. – 395201.

8. Красникова Е.С., Красников А.В., Бабушкин В.А., Моргунова Н.Л. Влияние низкочастотной ультразвуковой кавитации на активизацию пекарских дрожжей // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – №. 3. – С. 108-114.

9. Комарова Е.В. Сравнительный анализ биологических эффектов нейтронных пучков ядерных реакторов при непрерывном и импульсном режимах облучения у клеток дрожжей

Saccharomyces: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.01 / Комарова Елена Владимировна. – Обнинск, 2008. – 19 с.

10. Корогодин В.И., Малютина Т.С. Восстановление жизнеспособности облученных дрожжевых клеток // Природа. – 1959. – Т. 10. – С. 82-85.

11. Xu H., Ma R., Zhu Y., Du M., Zhang H., Jiao Z. A systematic study of the antimicrobial mechanisms of cold atmospheric-pressure plasma for water disinfection // Science of the Total Environment. – 2020. – V. 703. – 134965.

12. Ryu Y.H., Kim Y.H., Lee J.Y., Shim G.B., Uhm H.S., Park G., Choi E.H. Effects of background fluid on the efficiency of inactivating yeast with non-thermal atmospheric pressure plasma // PLoS One. – 2013. – V. 8. – №. 6. – e66231.

13. Dubrovin I.A., Emanuel E., Lazra Y., Cahan R. Effects of atmospheric plasma corona discharge on *Saccharomyces cerevisiae*: Viability, permeability, and morphology // Foods. – 2023. – V. 12. – №. 2. – 381.

## EFFECT OF THE MICROWAVE PLASMA ON THE YEAST *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*

**Titova D.I.**, Senior Researcher,
**Kharlamov V.A.**, Senior Researcher,
**Medzhidov I.M.**, Researcher,
Russian Institute of Radiology and Agroecology of National Research Centre «Kurchatov Institute», Obninsk, Russia
contactforinfo@mail.ru

*Abstract.* This article presents the experimental results of the microwave plasma effect on *Saccharomyces cerevisiae* - a traditional model organism. A plasma jet from an experimental generator based on a microwave discharge at atmospheric pressure was used. After plasma treatment of yeast seeded on Sabouraud agar plates, the number of CFU was significant decreased compared to the control: 20 min treatment - by 87 %, 10 min treatment – by 9 %. Similar results were obtained when plasma treating on the yeast cells suspension in saline. After 20 min treatment, on the first day of incubation, the number of CFU was significant decreased compared to the control by 57.8%. It is interesting to note that on the second day of the incubation in the samples after 20 min treatment the number of CFU increased by 1.87 times, which a 41 % increase compared to the control. The results demonstrated the inhibitory effect of microwave plasma on *S. cerevisiae*.

*Key words:* cold plasma, plasma jet, fungi, bakery yeast, *Saccharomycetaceae*

УДК 619:614.31:637.5.05/.07

## ОБОСНОВАНИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

**Чубко Л.В.**
Магистрант
*Научный руководитель Леденева О.Ю., канд. вет. наук, доцент*
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия, i.dec@bk.ru

*Аннотация.* Развитие мясной отрасли стало приоритетным направлением для страны в последние десятилетия. Стимул роста мясоперерабатывающих предприятий обоснован повышением продовольственной безопасности страны. Переход на собственное производство позволяет не только повысить экономику страны, но и быть уверенным в качестве и безопасности производимых товаров. Мясоперерабатывающая отрасль терпит снижение темпов производства с 1990-х годов, это связано с сокращением поголовья скота.

Смена векторов развития сельского хозяйства и экономики страны сильно отразилось на агропромышленных предприятиях. Внедрение риск-ориентированной модели производственного контроля на мясоперерабатывающих предприятиях позволяет снизить давление на отрасль за счет сокращения количества проводимых операций и установления контрольно-критических точек в деятельности.

*Ключевые слова:* риск-ориентированный, контроль, мясная отрасль, развитие, обеспечение, производство.

Производственный контроль складывается на анализе рисков возможных факторов нарушений и их предупреждению, ликвидации, учете и профилактики. На законодательном уровне приняты понятия производственного контроля базирующихся на принципах ХАССП. С каждым годом повышается роль независимого аудита организации и осуществления работы предприятий в векторе самоконтроля. Кроме того, мясоперерабатывающие предприятия все чаще используют принципы безотходного производства, что позволяет сократить издержки предприятий.

Зачастую предприятия не оценивают потери, которые происходят в момент транспортировки животных, убои, разделке, производстве продукции и иных факторов. Это связано с неосознанностью производства и недооценкой косвенных рисков. Прямые риски при производстве продукции учитываются на каждом предприятии, а вот косвенные рассматриваются только в рамках исследований. На сегодняшний момент большинство крупных мясоперерабатывающих предприятий стараются учитывать все возможные риски, не только прямой потери при порче продукции, но и косвенных, связанных с человеческими ошибками или фактическими потерями при процессах производства [6].

В последние годы продовольственная безопасность и качество мясной продукции стали важными темами для общества и бизнеса. Мясоперерабатывающие предприятия сталкиваются с множеством рисков, связанных с безопасностью продуктов, производственными процессами и соблюдением норм. В свете этих вызовов необходимость внедрения риск-ориентированной модели производственного контроля становится очевидной.

К предприятию мясной промышленности применяются принципы прослеживаемости и идентификации используемого сырья и ответственности должностных лиц, участвующих в процессах производства и оборота товара [3].

При проектировке предприятий мясного производства учитывается рельеф местности, направление ветров, близость к открытым водоемам и местам общего пользования, состояние сточных вод и оснащенность канализационными системами. Важным критерием является направление ветра, так как предприятия полного и не полного цикла могут воспроизводить высокий уровень загрязнения воздуха сильно пахнущими веществами, что повлечет за собой недовольство близ проживающего населения, особенно это касается мясоперерабатывающих предприятий полного цикла.

Риск-ориентированный подход основан на принципе оценки и управления рисками, что помогает минимизировать возможные негативные последствия. Этот метод позволяет предприятиям оценить вероятности возникновения неблагоприятных событий и разработать стратегии для их предотвращения. В мясопереработке, где факторы, влияющие на качество продукции, многочисленны и разнообразны, такой подход становится особенно актуальным.

Риск-ориентированный подход применяется как самим предприятием, так и контрольно-надзорным органом при проведении профилактических и надзорных мероприятий.

Внедрение моделей риск-ориентированного подхода изначально было внедрено в деятельность финансовых организаций, затем распространяясь практически на все отрасли деятельности.

Важно отметить, что риск-ориентированная модель не сводится к простому выявлению опасностей. Она включает в себя системный анализ процессов и обстановки, в которой функционирует предприятие. Это позволяет принимать более обоснованные решения на всех уровнях управления.

Внедрение риск-ориентированной модели базируется на реализации принципов ХАССП.

Принципы ХАССП разработаны на международном уровне и подтверждают для потребителя качество поставляемой на рынок продукции, так как основные принципы внедрения закреплены не только документарном уровне, но и фактически реализуются и соблюдаются на предприятиях, которые планируют реализацию собственной продукции. Система ХАССП имеет два качества позволяющих каждому предприятию самостоятельно регулировать основные нормы, это гибкость и способность в любое время модернизироваться и видоизменятся [5].

Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880 «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»» определены требования к производителям, которые обязаны внедрить и поддерживать процедуры ХАССП [1], [2].

Для обеспечения биологической безопасности и соблюдения ветеринарно-санитарных норм на предприятие должны разрабатываться, с учетом специфики производства, внедрятся и поддерживаться следующие основные принципы:

– выбор специализированных и подходящих под конкретную производственную линию технологических процессов с учетом объема и мощности производства;

– разработка и учет поточности производственных процессов или разделение производственных линий, при возможности и наличии производственных площадей;

– определение и разграничение производственных этапов на всех этапах производства, переработки и отгрузки производственных партий;

– проведение контроля входящего сырья, упаковочных материалов и этикеток, используемых при производстве продукции, а так же обеспечение контроля используемого инвентаря и тары;

– своевременный контроль и техническое обслуживание производственных линий, оборудования и поверка измерительных приборов;

– формирование документарного и информационного обеспечения технологических операций и процессов, а так же хранения данных в соответствии с требованиями ветеринарного, налогового и иных законодательствах РФ;

– контролирование условий хранения и перевозки сырья и готовой продукции, а так же соблюдением норм температурного режима в производственных помещениях;

– контроль соблюдения работниками условий личной гигиены и производственной частоты на предприятии;

– выбор, с учетом производственной мощности и специфики производства, моющих и дезинфицирующих средств, а так же порядка проведения мероприятий их кратность и ведения соответствующей документации;

– внедрение принципов прослеживаемости на предприятии.

Риски в мясоперерабатывающей отрасли

Мясоперерабатывающие предприятия подвержены рискам разных факторов, которые могут быть вызваны как внешними, так и внутренними факторами, рассмотрим основные из них.

1. Биологические риски, чаще всего связаны с заносом и распространением патогенных микроорганизмов, которые могут быть занесены с сырьем, тарой, одеждой работников и т. д.. Биологические риски могут быть источником тяжелых пищевых отравлений и как следствие экономического и социального ущерба организации, а также

полной потерей имиджа предприятия. Именно поэтому добросовестные предприятия проводят контроль входящего сырья для снижения факторов заболеваемости.

2. Химические риски, возникающие из-за остатков лекарственных препаратов, используемых для лечения животных, пестицидов и агрохимикатов, обрабатываемых полей для выращивания сельскохозяйственных культур. Токсические вещества, накапливаемые на производстве, так же могут наносить ущерб предприятию и выступать, как фактор причинения ущерба.

3. Физические факторы, загрязнение продукции частицами, попадающими с воздуха, воды и контаминации упаковке. Наиболее часто загрязнение происходит с воздухом, при неправильной работе вентиляции или долгом отсутствии её обслуживания. Еще одним фактором может стать вода, по которой передаются физические частицы, и недостаточная её очистка может привести к загрязнению.

4. Производственные риски, связаны чаще всего с человеческим фактором или неисправностью оборудования, или систем обеспечения производственных процессов. Выход из строя какой-либо системы оборудования на предприятии может привести к возникновению чрезвычайных факторов, нарушающих систему работы и как следствие влекущая за собой ущербы, как экономические, так и социальные.

5. Экономические риски, чаще всего связаны с колебаниями рынка и относятся к внешним факторам риска. Экономические риски могут варьироваться в зависимости от закредитованности и обременений, которые лежат на предприятии. Основополагающим критерием уверенности предприятия к воздействиям внешних факторов является устойчивый рынок сбыта и создание долгосрочных связей по реализации продукции. [6]

Каждый из этих рисков требует тщательной оценки и планирования мер по их минимизации. При этом ресурсные ограничения и быстро меняющиеся рыночные условия требуют от предприятий гибкости и способности адаптироваться. Планы развития организации должны строиться, как на долгосрочный период с перспективой развития, так и на краткосрочный, чтобы в любой момент времени сменить вектор развития и подстроиться под потребность рынка. [4]

Преимущества риск-ориентированной модели отмечаются уже многими предприятиями, внедрившими данный подход в свою деятельность.

Внедрение риск-ориентированной модели контроля в мясоперерабатывающей отрасли имеет ряд значительных преимуществ:

1. Улучшение качества продукции. Оценка и управление рисками позволяют повысить уровень безопасности и качества мяса, что непосредственно отражается на репутации предприятия. Многогранный подход к обеспечению безопасности продукции на всех этапах производства позволяет сократить возможные риски, возникающие на предприятии и создать оптимальный баланс использования сырья и вырабатываемой продукции.

2. Снижение затрат. Эффективное управление рисками помогает заранее выявлять и устранять потенциальные проблемы, что ведет к снижению затрат на устранение последствий, таких как возвраты товаров и штрафы.

3. Повышение доверия потребителей. Потребители все чаще обращают внимание на безопасность и качество продуктов питания. Риск-ориентированный подход позволяет документировать и демонстрировать соответствие стандартам.

4. Соблюдение нормативных требований. Проведение своевременной оценки рисков способствует соблюдению законодательства и стандартов, что защищает предприятия от несоответствий и связанных с ними правовых последствий.

5. Устойчивость к изменениям. Рыночные условия и потребительские предпочтения быстро меняются. Риск-ориентированный подход позволяет предприятиям адаптироваться к новым реалиям, оптимизируя процессы и внедряя изменения.

**Список источников**

1. Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880 «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»» [Электронный ресурс] / Справочная правовая система КонсультантПлюс // Режим доступа: http://www.consultant.ru/ (дата обращения: 05.11.2024)
2. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 09.10.2013 № 68 «О техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции»» (вместе с «ТР ТС 034/2013. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности мяса и мясной продукции») [Электронный ресурс] / Справочная правовая система КонсультантПлюс // Режим доступа: http://www.consultant.ru/ (дата обращения: 05.11.2024)
3. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 09.10.2014 « 94 «О Положении о едином порядке проведения совместных проверок объектов и отбора проб товаров (продукции), подлежащих ветеринарному контролю (надзору)» [Электронный ресурс] / Справочная правовая система КонсультантПлюс // Режим доступа: http://www.consultant.ru/ (дата обращения: 05.11.2024)
4. Бекжанов, А. А. Рекомендации по совершенствованию санитарно – микробиологического контроля производства мясных стерилизованных консервов в соответствии с принципами ХАССП / А. А. Бекжанов, Г. Г. Абсатиров. – Уральск: ЗКАТУ им. Жангир хана, 2017. – 28 с.
5. Келина, И. С. Система добровольной сертификации ХАССП-МЯСО: особенности и преимущества / И. С. Келина, О. А. Кузнецова, З. А. Юрчак // Мясные технологии. – 2015. – № 12(156). – С. 44-47.
6. Коробова, М. А. Повышение эффективности производства с помощью применение инструментов бережливого производства / М. А. Коробова // Cognitio Rerum. – 2022. – № 8. – С. 10-12.
7. Куприянова К.С., Фомин В.М. Разработка корректирующих мероприятий, процедур и санитарно-гигиенических требований на базе производственного предприятия пищевой промышленности / сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов факультета ветеринарной медицины Новосибирского государственного аграрного университета / Новосибирск, 2021.

УДК 619:614.31:637.5.05/.07

## КАК ТЕХНОЛОГИИ, ТАКИЕ КАК БЛОКЧЕЙН, ПОМОГАЮТ ОТСЛЕЖИВАТЬ И УПРАВЛЯТЬ ПРОДУКТАМИ НА ВСЕ ЭТАПАХ

**Шумилина Н.С., Ляшенко Е.М.**
Студент, Студент
Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана,Казань,Россия, nadezdasumilina556@gmail.com

*Аннотация.* В данной статье рассматривается влияние технологий блокчейн на цепочку поставок сельскохозяйственной продукции. Блокчейн обеспечивает прозрачность и безопасность на всех этапах, позволяя участникам цепочки легко отслеживать происхождение товаров и минимизировать риски мошенничества.

*Ключевые слова:* продукция, технологии, сельское хозяйство, блокчейн.

Технология блокчейн представляет собой организованный в виде линейной последовательности зашифрованный набор данных, который можно назвать «блоками информации», содержащий временные пакеты транзакций. При этом каждый блок содержит ссылку на предыдущий блок и ответ на определенную математическую задачу, которая

служит для проверки транзакций. Практическая значимость полученных результатов исследования определяется разработкой направлений и механизмов применения технологии блокчейн в сельском хозяйстве. Как технологии, такие как блокчейн, помогают отслеживать и управлять продуктами на всех этапах — от производства до потребления.[1]

В последние годы технологии блокчейн стали активно внедряться в различные сферы экономики, включая агропромышленный комплекс.

*Основные преимущества.* Одним из ключевых аспектов блокчейн-технологий является возможность предоставления открытого и прозрачного доступа к данным. Каждая транзакция, касающаяся продукта, записывается в блокчейн и становится доступной для всех участников цепочки поставок.

- Отслеживание происхождения продукции: С помощью блокчейна можно легко определить источник продукта, включая информацию о фермере, методы производства и точное местоположение. Это особенно важно для обеспечения безопасности пищевых продуктов и защиты потребителей.

- Минимизация мошенничества и подделок: Благодаря неизменяемости записей в блокчейне, значительно снижается вероятность мошенничества. Потребители могут быть уверены, что продукт соответствует заявленным характеристикам.

*Автоматизация процессов и умные контракты*

Блокчейн может использовать умные контракты — программы, которые автоматически выполняют определенные действия при выполнении заданных условий. Это упрощает управление продуктами на всех этапах:

- Автоматизация платежей: Умные контракты могут автоматически осуществлять платежи фермерам после подтверждения доставки продукции, что увеличивает скорость и надежность расчетов.

- Управление запасами: Блокчейн позволяет своевременно отслеживать запасы продукции и автоматически заказывать новые партии или останавливать поставки, если запасы становятся излишними.

С последующим развитием технологии блокчейн и её применением в различных отраслях, неизменяемость хранимых данных открывает новые перспективы для обеспечения безопасности при хранении отслеживаемой информации. Технология блокчейн всё чаще используется для отслеживания и хранения сельскохозяйственных продуктов, однако автоматизация хранения и получения хэш-данных, содержащихся в блокчейне, представляет собой определённые трудности.

Для решения этой проблемы исследователями предложена структура хранения с двойной цепью на основе блокчейна. Это гарантирует, что данные о сельскохозяйственной продукции не будут подделаны или уничтожены.[2]

Безопасность пищевых продуктов. Система блокчейн-отслеживания предоставляет возможность эффективного мониторинга качества продуктов:

- Обратная прослеживаемость: В случае выявления проблем с качеством продукции можно быстро отследить путь товара, определить его источники и минимизировать риски для потребителей.

- Снижение потерь: Блокчейн позволяет сократить время на выявление и устранение проблем с качеством, что способствует снижению потерь и увеличению эффективности.

Преимущества для всех участников цепочки. Фермерам и производителям доступ к рынкам: блокчейн упрощает выход на новые рынки, позволяя мелким фермерам предлагать свою продукцию широкой аудитории.

Предоставление достоверной информации о продукте повышает доверие со стороны потребителей и партнеров.

Потребители получают доступ к полной информации о продукте, включая его происхождение, методы производства и историю поставок.Уверенность в качестве продуктов питания способствует повышению потребительской лояльности.[3]

Заключение. Блокчейн обладает значительным потенциалом применения в экономике сельского хозяйства, учитывая существующие экономико-социальные прецеденты. Данная технология позволяет создавать экономико-кооперативные связи как на местном уровне, так и в глобальном масштабе.[4] Исследование демонстрирует, что сельскохозяйственный сектор остро нуждается в информации, поддерживающей прослеживаемость. Каждая заинтересованная сторона должна взаимодействовать с другими участниками цепочки создания стоимости для более глубокого понимания возможных внешних факторов и новых разрушительных технологий.

**Список источников**

1. Вартанова М. Л., Дробот Е. В. Регулирование цифровых финансовых активов и применение блокчейн-технологий в сельском хозяйстве // Креативная экономика. 2019. № 1. С. 37–43
2. Чухлебов А. Применение технологий блокчейн для модернизации системы управления компаниями сферы «сельское хозяйство» // Управление в России: проблемы и перспективы. 2018. № 2. С. 3–13
3. Концепция «Научно-технологического развития цифрового сельского хозяйства «Цифровое сельское хозяйство» http://www.viapi.ru/download/2018/Цифровое%20сельское%20хозяйство.pdf
4. Интернет вещей приходит в сельское хозяйство. Вестник цифровой трансформации CIO.RU [Электронный ресурс]. URL: https://www.cio.ru/news/270617-Internet-veschey-prihodit-v-selskoe-hozyaystvo

## HOW TECHNOLOGIES SUCH AS BLOCKCHAIN HELP TO TRACK AND MANAGE PRODUCTS AT ALL STAGES

**Shumilina N.S.**
2nd year student Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia
**Lyashenko E.**
M. 4th year student Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman, Kazan, Russia
nadezdasumilina556@gmail.com

*Annotation*.This article examines the impact of blockchain technologies on the agricultural supply chain. Blockchain provides transparency and security at all stages, allowing chain participants to easily track the origin of goods and minimize fraud risks.

*Keywords*: products, technologies, agriculture, blockchain.

# *Продовольственная безопасность и технологический суверенитет в АПК*

УДК 664.64.016.8

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЕВОЙ ОКАРЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОДОВОГО ХЛЕБА

**Веккессер К.А.**
Студент
*Научный руководитель Мельникова Е.В.*
*Кандидат технических наук, доцент*
Красноярский государственный аграрный университет,
Красноярск, Россия, mev131981@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассматривается возможность использования окары соевой в технологии производства подового хлеба. Разработана рецептура подового хлеба с добавкой 3, 6, 9 % соевой окары к массе муки пшеничной первого сорта. Описана технология получения подового хлеба с использованием соевой окары. Представлена оценка качества подового хлеба с соевой окарой по органолептическим и физико-химическим показателям. По результатам оценки качества наилучшим оказался хлеб подовый с 6% добавкой соевой окары.

*Ключевые слова:* рецептура, технология, хлеб подовый, соевая окара, биологическая ценность.

Расширение ассортимента хлебобулочных изделий путем использования вторичного растительного сырья переработки является актуальным направлением в рамках продовольственной безопасности страны [1].

В процессе получения соевого молока образуется вторичный продукт, известный как соевая окара. По пищевому составу соевую окару можно отнести к продукту высокой пищевой и биологической ценности, так как в ней содержится до 4% белка, 4% ненасыщенного жира, около3% пищевых волокон, лецитин, кальций, железо, цинк, медь, олово, селен, витамины группы В. При этом калорийность окары низкая и составляет 100 ккал на 100 грамм.

Для повышения пищевой ценности подового хлеба и расширения ассортимента предлагается в унифицированной рецептуре подового хлеба «Городской» ввести добавку из соевой окары в количестве 3,6,9 % к рецептурному количеству муки первого сорта [2,3].

Тесто для хлеба изготавливается в две стадии. Первой стадией готовится опара жидкая из 38% муки от общего объёма муки на замес теста, рецептурного количества дрожжей и воды. Компоненты опары смешиваются до равномерного распределения, и опара подается в термостат на брожение при температуре 30$^{o}$С. Продолжительность брожения опары составляет 260 минут. Влажность опары 72%.

Вторым этапом готовится тесто, путем тщательного смешивания рецептурного количества растопленного маргарина, патоки с водным раствором соли, сахара и протертой через сито, предварительно замоченной соевой окарой, согласно рецептуре. Продолжительность приготовления эмульсии составляет 15 минут. Затем происходит замес теста, путем смешивания опары, эмульсии и рецептурного количества муки. Замес происходит в течение 3 минут. Далее тесто подается на брожение, продолжительностью 50 минут. Готовое тесто разделывается и тестовые заготовки весом 550г, которые подаются на округление, а затем направляют на предварительную расстойку продолжительностью 10 минут. Далее формовка и окончательная расстойка 20 мину. Продолжительность общей расстойки составляет 40-50 минут. Перед посадкой в печь тестовые заготовки прокалывают.

Продолжительность выпечки 30-35 минут при температуре 200-220$^{o}$С. Далее хлеб охлаждается и подаётся на оценку качества в соответствии ГОСТ.

Готовые хлеба подвергались оценке качества по органолептическим и физико-химическим показателям. В таблице 1 представлены результаты оценки исследуемых образцов [4,5].

Таблица 1. Оценка качества подового хлеба с соевой окарой

| Образцы кексов | Органолептическая оценка | Влажность, % | Кислотность, град, не более | Пористость, % не более |
|---|---|---|---|---|
| Хлеб «Городской» | Вкус и запах свойственны данному наименованию, без посторонних; поверхность выпуклая без деформаций, цвет равномерный, форма правильная | 43,0 | 3,0 | 70,00 |
| Хлеб с добавлением соевой окары в количестве 3% | Вкус и запах свойственны данному наименованию, без посторонних; поверхность выпуклая без деформаций, цвет равномерный, форма правильная | 43,5 | 3,0 | 69,00 |
| Хлеб с добавлением соевой окары в количестве 6% | Вкус и запах свойственны данному наименованию, без посторонних; поверхность выпуклая без деформаций, цвет равномерный, форма правильная | 43,8 | 3,0 | 68,00 |
| Хлеб с добавлением соевой окары в количестве 9% | Вкус и запах свойственны данному наименованию, без посторонних; поверхность выпуклая с незначительными деформациями корки, цвет равномерный, форма правильная | 45,0 | 3,0 | 67,00 |

По результатам оценки хлеб с добавкой 6% соевой окары относительно рецептурного количества муки пшеничной первого сорта является наилучшим [5,6]. В таблице 2 представлена рецептура наилучшего образца хлеба по результатам органолептической и физико-химической оценки.

Таблица 2. Рецептура подового хлеба с 6% добавкой соевой окары

| Наименование сырья и полуфабрикатов | Расход сырья и параметры приготовления теста | |
|---|---|---|
| | Стадия | |
| | Опара жидкая | Тесто |
| Сырье, г | | |
| Мука пшеничная 1 сорт | 35 | 65 |
| Вода питьевая | 55 | 41,3 |
| Соевая окара | - | 6 |
| Маргарин столовый , 82% | | 2,0 |
| Сахар белый | - | 3,0 |
| Патока карамельная | - | 5,0 |
| Соль поваренная пищевая | - | 1,5 |
| Дрожжи хлебопекарные прессованные | 2,0 | - |
| Рубленные тыквенные семечки / отделка | | 10,0 |
| Технологические режимы и параметры | | |
| Влажность, % | 72 | 45 |

| | | |
|---|---|---|
| Температура начальная, $^{o}$C | 30 | 30 |
| Продолжительность брожения, мин | 260 | 60 |
| Кислотность конечная, град | 5 | 3,5 |
| Выход | 150…151 / подовый / 0,5кг | |

Хлеб подовый с добавкой 6% соевой окары можно рекомендовать для расширения ассортимента хлебобулочных изделий для сбалансированного рационального питания.

**Список источников**

1. Бегеулов, М. Ш. Использование соевой окары в хлебопечении / М. Ш. Бегеулов // Хлебопродукты. – 2010. – № 7. – С. 40-42. – EDN MSVFKD.
2. Способ производства хлеба с соевой окарой / Т. О. Куницына, Н. А. Березина, Е. В. Хмелева, Л. А. Самофалова // Пищевая индустрия в современных условиях: тренды и инновации : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Орел, 19 апреля 2023 года. Том ВЫПУСК 1. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2023. – С. 42-48. – EDN XLGIAK.
3. Мельникова, Е. В. Разработка рецептуры и технологии кекса с использованием ягод ирги / Е. В. Мельникова, А. А. Беляков, Н. А. Величко // Ползуновский вестник. – 2023. – № 1. – С. 164-170. – DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2023.01.020. – EDN WBOEQL.
4. Мельникова, Е. В. Получение пищевого порошка из папоротника Орляк / Е. В. Мельникова // Инновационные тенденции развития российской науки : Материалы VII Международной научно-практической конференции молодых ученых, Красноярск, 24–26 марта 2014 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2015. – С. 266-268. – EDN TMKRVC.
5. Федорова, Р. А. Исследование влияния окары на качество хлеба / Р. А. Федорова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 42. – С. 46-51. – EDN WCIISL.

## THE USE OF SOY OKARA IN THE PRODUCTION OF HEARTH BREAD

**Vekkesser K.A.,**
Student, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia
Scientific supervisor Melnikova E.V.,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Krasnoyarsk State Agrarian University,
Krasnoyarsk, Russia
mev131981@mail.ru

*Annotation*. The article considers the possibility of using soy okara in the technology of making hearth bread. A recipe for hearth bread has been developed with the addition of 3, 6, 9% soy flour to the weight of wheat flour of the first grade. The technology of making hearth bread using soy okara is described. An assessment of the quality of hearth bread with soy flour by organoleptic and physico-chemical parameters is presented. According to the results of the quality assessment, the best bread was bread with 6% soy flour additive.

*Keywords*: formulation, technology, hearth bread, soy okara, biological value.

УДК 339.13.024

# ОЦЕНКА УРОВНЯ ИМПОРТОЗАВИСИМОСТИ РОССИЙСКОГО РЫНКА МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

**Лукомец А.В., Макарская Е.Ю.**
Д.э.н., главный научный сотрудник, к.э.н., старший научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта, Краснодар, Россия, vniimk@vniimk.ru

*Аннотация.* В статье рассматриваются основные тенденции и факторы, оказывающие влияние на самообеспеченность семенами масличных культур в Российской Федерации в современных экономических условиях. Показатель обеспеченности семенами отечественной селекции стабильно растет, особенно по ключевым сельскохозяйственным культурам. Динамика обусловлена активной государственной поддержкой, снижением квот на импорт семян и расширением инфраструктуры отечественного семеноводства. Новые российские конкурентоспособные сорта и гибриды масличных культур, позволяют аграриям использовать в полной мере их потенциал применяя научно-обоснованную технологию возделывания, что способствует укреплению независимости отечественного АПК.

*Ключевые слова:* сельское хозяйство, масличные культуры, валовой сбор, посевные площади, государственная поддержка.

Для реализации ключевых положений Доктрины продовольственной безопасности и стратегии импортозамещения на рынке сельскохозяйственных культур в России необходимо провести анализ существующих сортов и гибридов масличных культур, их устойчивости к климатическим условиям и потребностям рынка.

Создание отечественных сортов и гибридов требует применения современных методов селекции, а внедрение в производство многоступенчатых испытаний в различных регионах России для подтверждения заявленных характеристик. В результате этих шагов можно не только добиться конкурентоспособности отечественных сортов, но и значительно улучшить продовольственную безопасность страны, обеспечивая стране стабильные поставки семенного материала и сырья для переработки [1].

Устойчивое развитие агропромышленного комплекса России требует точного прогнозирования для обеспечения АПК ключевыми ресурсами: семенами, средствами защиты растений, ГСМ, минеральными удобрениями и т.д. [2].

Основными мерами государственной поддержки отечественной селекции и семеноводства являются: Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы, закон «О семеноводстве», правила локализации производства семян сельскохозяйственных растений на территории РФ, ограничение на ввоз семян отдельных видов сельскохозяйственных растений, субсидирование [3].

В структуре валовых сборов масличных культур на подсолнечник в 2024 году пришлось 55,3 %, на сою – 23,5 %, на рапс (озимый и яровой) – 15,5 %. При этом подсолнечника получено на 4 % ниже уровня 2023 года, производство сои увеличилось на 3 %, рапса на 11 % (табл. 1) [4].

Таблица 1. Посевные площади и валовой сбор масличных культур в РФ, 2023–2024 гг.

| Культура | 2023 г. | | 2024 г. | | 2024 г. в % к 2023 г. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | площадь, тыс. га | валовой сбор, тыс. т | площадь, тыс. га | валовой сбор, тыс. т | площадь | валовой сбор |
| Масличные культуры (всего) | 17 612 | 29 871 | 18 860 | 30 000 | 107 | 100 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Подсолнечник | 9 869 | 17 259 | 9 794 | 16 574 | 99 | 96 |
| Соя | 3 668 | 6 826 | 4 327 | 7 040 | 118 | 103 |
| Рапс (озимый и яровой) | 2 112 | 4 204 | 2 741 | 4 660 | 130 | 111 |
| Масличный лен | 1 668 | 1 153 | 1 410 | 1180* | 118 | 84* |
| Горчица | 431 | 315 | 221 | 175* | 51 | 79* |

*– экспертная оценка

Правительство РФ утвердило единый план по достижению национальных целей развития до 2030 года. Прогнозный объем высева семян подсолнечника отечественной селекции, представленный на 2025 г. оценивается в 15,3 тыс. тонн, однако уже в 2030 г. – должен составить 23 тыс. тонн, таким образом прогнозное увеличение – 50 % (рис. 1) [5].

Одним из способов повышения технологической обеспеченности продовольственной безопасности является снижение уровня импортозависимости в области селекции и генетики растений путем внедрения отечественных научных исследований и разработок. Сельхозтоваропроизводителям необходимы высокопродуктивные, устойчивые сорта и гибриды, которые могут адаптироваться к различным климатическим условиям. Высокие урожаи должны сохраняться как в условиях оптимального климата, так и в условиях стресса, таких как засуха, переувлажнение и экстремальные температуры. Достижения в селекции – это важный шаг к повышению продовольственной безопасности для страны и рентабельности для сельскохозяйственных товаропроизводителей [7].

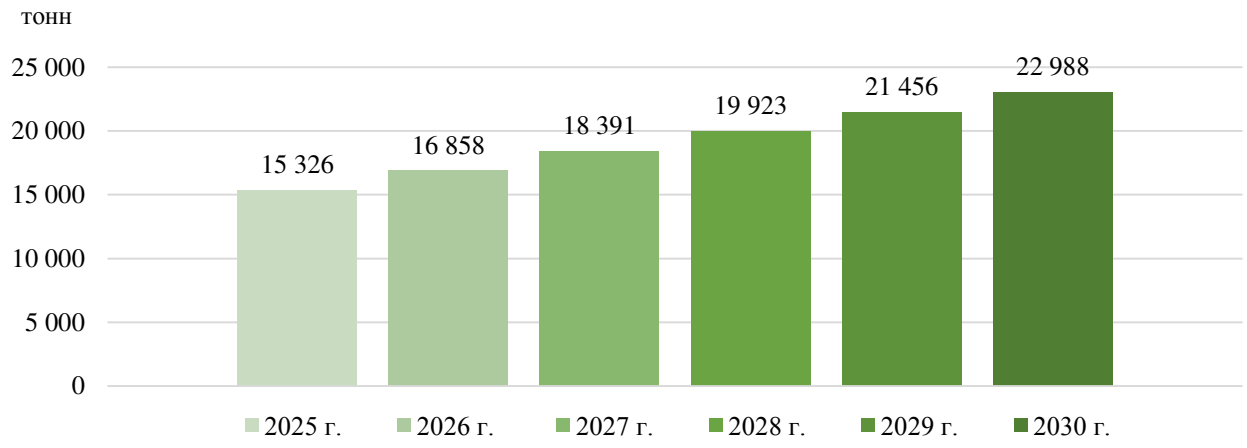



Рис. 1. Прогнозный объем высева семян подсолнечника отечественной селекции в РФ, тонн

Ключевым фактором, ранее сдерживающим продвижение отечественной продукции на внутреннем рынке, можно отнести недоверие и псевдоубежденность о том, что «иностранное лучше». В настоящее время аграрии страны охотно приобретают семена отечественной селекции, убедившись в их эффективности, высокой стабильности урожаев, устойчивости к засухе благодаря проведению масштабных полевых испытаний и организации демонстрационных посевов при поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Способствующим фактором для увеличения доли отечественных семян также является рост стоимости зарубежных гибридов подсолнечника, что связано с повышением курса валют и снижением объемов поставок. Семена отечественной сои не уступают импортным аналогам. В свою очередь отечественные сорта рапса наилучшим образом адаптированы к почвенно-климатическим условиям РФ. При этом, средняя цена за одну

посевную единицу отечественных семян рапса составляет 6 тыс. руб., тогда как цена на иностранные колеблется от 13,5 до 21 тыс. руб.

Значительный прогресс по уровню высеянных семян российской селекции за трехлетний период достигнут по подсолнечнику – с 23 % в 2021 г. до 31 % в 2023 г., таким образом увеличение составило 8 процентных пунктов (рис. 2) [6].

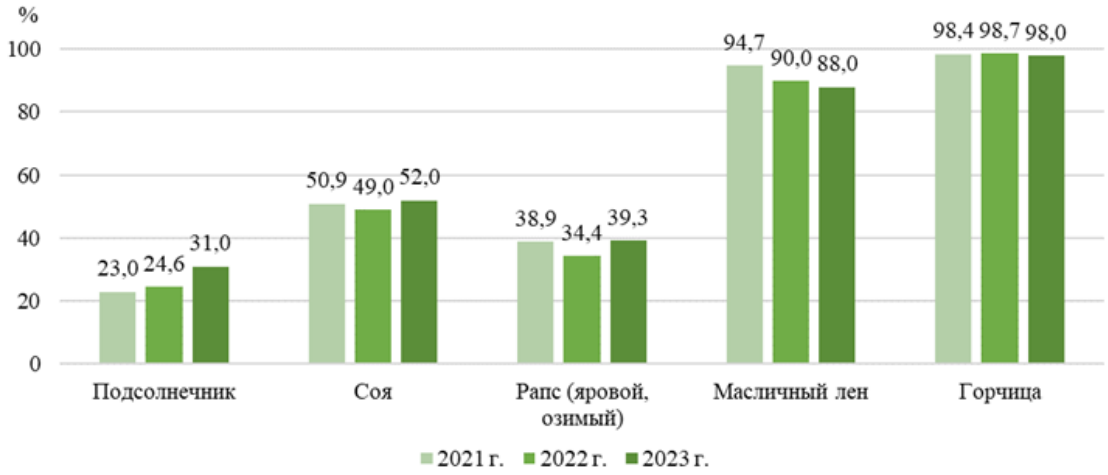



Рис. 2. Доля высеянных семян масличных культур отечественной селекции в РФ в 2021–2023 гг., %

Гибриды иностранного происхождения не всегда демонстрируют явное преимущество над отечественными в сопоставимых условиях выращивания. Отечественные селекционные достижения зачастую более адаптированы к специфике российского климата и почвенным условиям и не уступают импортным аналогам [8]. Также они могут быть более доступными по цене, что делает их более привлекательными для фермеров с точки зрения экономической целесообразности.

Иностранные производители зачастую рекомендуют в пакетных решениях применять дорогие импортные протравители, регуляторы роста и другие агрохимикаты. В отличие от этого, отечественные компании в большинстве случаев используют доступные аналоги, что объясняется требованиями и запросами клиентов, для которых данный ценовой уровень является наиболее приемлемым.

Сравнение продуктивности отечественных семян, подготовленных в «эконом» варианте, и иностранных семян, которые прошли полную химическую обработку, приводит к искажению результатов, так в некоторых экспериментах отклонение достигает до 20 %. В действительности происходит сравнение не генетических характеристик сортообразцов, а эффективности агрохимических средств и приемов.

Изменения геополитических факторов, повлиявших в том числе на формирование рынка семян в РФ, создало объективные основания для активизации деятельности российских семеноводов. За последние три года запуск значительных инициатив со стороны Министерства сельского хозяйства России существенно ускорил этот процесс и способствует поддержке отечественного семеноводства и укреплению продовольственной безопасности страны.

**Список источников**

1. Лукомец А.В. Импортозамещение семян сельскохозяйственных культур в России / А.В. Лукомец // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2023. – № 1. – С. 108–114.

2. Лукомец А.В. Ресурсное обеспечение растениеводства. – М.: ООО «Сам полиграфист». – 2022. – 212 с.

3. Кривошлыков К.М. / Развитие направлений государственного регулирования отрасли соеводства в современных экономических условиях / Васильева Н.К., Бойко Е.Ю. // Развитие агропромышленного комплекса в условиях роботизации и цифровизации производства в России и за рубежом: Международная научно-практическая конференция 15–16 октября 2020 г.

4. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://rosstat.gov.ru/ (дата обращения: 06.03.2025).

5. «Единый план по достижению национальных целей развития Российской Федерации до 2030 года и на перспективу до 2036 года» (утв. Правительством РФ).

6. Официальный сайт Федерального государственного бюджетного учреждения «Российский сельскохозяйственный центр» [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://rosselhoscenter.ru/ (дата обращения: 01.02.2025).

7. Васильева Н.К., Бойко Е.Ю. Техническое оснащение растениеводства Краснодарского края // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2019. – Вып. № 2 (178). – С. 89–96.

8. Бойко Е.Ю. Анализ соотношения сортов сои отечественной и зарубежной селекции в посевах культуры Краснодарского края // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – Москва. – 2019. – № 4 (49). – С. 86–90.

## ESTIMATION OF IMPORT DEPENDENCE OF THE RUSSIAN MARKET OF OIL CROPS

**Lukomets A.V.,**
Doctor of economy, chief researcher of the Laboratory of Economy
of the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops,
Krasnodar, Russia
**Makarskaya E.Yu.,**
PhD in economy, senior researcher of the Laboratory of Economy
of the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops,
Krasnodar, Russia
vniimk@vniimk.ru

*Abstract.* The article examines the main trends and factors influencing the self-sufficiency of oilseeds in the Russian Federation in modern economic conditions. The indicator of the availability of seeds of domestic breeding is steadily growing, especially for key agricultural crops. The dynamics is due to active government support, reduction of quotas for seed imports and expansion of the infrastructure of domestic seed production. New Russian competitive varieties and hybrids of oilseeds allow farmers to use their full potential using scientifically based cultivation technology, which helps strengthen the independence of the domestic agro-industrial complex.

*Key words:* agriculture, oil crops, total yield, sowing areas, governmental support

УДК 63:551.5

# ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗА УРОЖАЙНОСТИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

**Пищимко О.И.[1], Федоров Д.С.[1,2], Гарафутдинова Л.В.[2]**

[1]Старший научный сотрудник, Сибирский научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Новосибирск, Россия

[2] Младший научный сотрудник, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Новосибирская обл., Россия

*Аннотация.* В статье представлена автоматизированная технология прогноза урожайности многолетних трав на сено по территории Иркутской области. Разработанная технология включает в себя физико-статистические модели и модель машинного обучения, которые позволяют рассчитывать среднюю урожайность по области в сроки, принятые Росгидрометом: предварительный прогноз (1-3 июня) и уточненный прогноз (1-3 июля). Представленные модели соответствуют требованиям к агрометеорологическому обеспечению Иркутской области и демонстрируют высокую оправдываемость прогнозов: 89% для предварительного и 91% для уточненного прогноза.

*Ключевые слова:* агрометеорология, прогноз урожайности, продовольственная безопасность, дистанционное зондирование, многолетние травы на сено

Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур в условиях меняющегося климата становится всё более важным. Необходимость разработки новых методов агрометеорологических прогнозов связана с потребностью в актуальной информации для принятия экономических решений, относящихся к продовольственной безопасности. Актуальность этих методов определяется запросами оперативных служб ФГБУ, необходимостью обновления устаревших расчетных технологий агрометеорологического обеспечения, а также разработкой автоматизированных методов оценки условий вегетации и прогноза урожайности сельскохозяйственных культур [1].

Цель: представить технологию прогноза урожайности многолетних трав на сено по Иркутской области используя современные подходы биоинформатики.

Представленная работа направлена на обновление методов прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур, используемых ФГБУ «Иркутское УГМС» в оперативной работе. Существующие методы прогноза урожайности многолетних трав на сено, разработанные в середине 1990-х годов, устарели, не соответствуют современным требованиям агрометеорологического обеспечения Иркутской области и имеют высокую погрешность.

Анализ динамики урожайности многолетних трав на сено в Иркутской области за период 1981-2020 годы показал существенную изменчивость данного показателя. Средняя урожайность составила 13,3 ц/га при стандартном отклонении 3,7 ц/га. Максимальный урожай был зафиксирован в 1989 году (21,7 ц/га), минимальный – в 2003 году (6,6 ц/га), когда на территории Иркутской области наблюдалась засуха. Коэффициент вариации в 27,9% свидетельствует о значительной неоднородности урожайности по годам, хотя распределение статистически не отличается от нормального ($p=0,12$ по тесту Шапиро-Уилка). Анализ структуры урожайности показал, что в 48,8% лет урожайность находилась в среднем диапазоне (10-15 ц/га), в 29,3% лет наблюдалась высокая урожайность (15-20 ц/га), в 17,1% лет – низкая (<10 ц/га), и лишь в 4,9% лет фиксировалась очень высокая урожайность (>20 ц/га).

Долговременная динамика урожайности многолетних трав представлена на рисунке 1, где выявлена слабо выраженная отрицательная тенденция ($y = -0,1082x + 229,82$). Не стационарность временного ряда подтверждается результатами теста Дики-Фуллера ($p=0,095$), что указывает на наличие устойчивого тренда. Однако линейная аппроксимация не

в полной мере отражает сложный характер динамики урожайности, имеющей явные периоды подъема и спада.

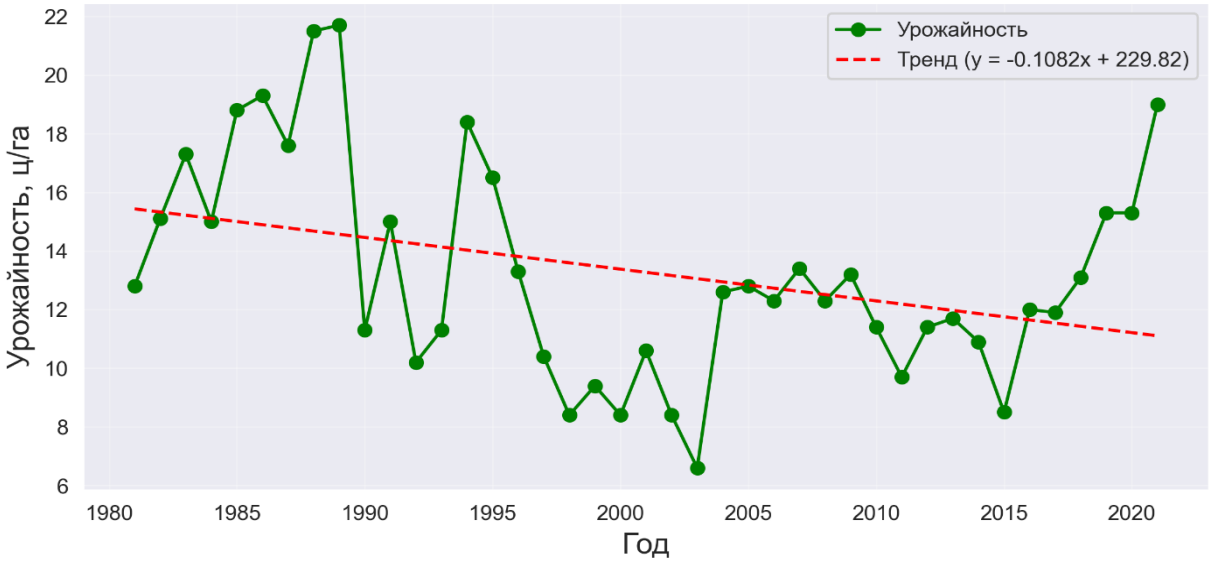



Рис. 1. Динамика урожайности многолетних трав

Более детальный анализ урожайности по десятилетиям (рис. 2) выявил выраженный циклический характер изменений: высокие показатели в 1980-х годах (17,68 ц/га) сменились значительным снижением в 1990-х (12,42 ц/га) и 2000-х (11,06 ц/га), сохранились на низком уровне в 2010-х (11,59 ц/га), а в начале 2020-х наблюдается возвращение к высоким значениям (17,15 ц/га). Примечательно также снижение коэффициента вариации от 1990-х к 2020-м годам (с 26,38% до 15,26%), что может свидетельствовать о повышении устойчивости агротехнологий возделывания многолетних трав. Высокая изменчивость в 1990-х годах (CV=26,38%) совпадает с периодом экономической нестабильности в сельскохозяйственном производстве, что отразилось на технологиях возделывания многолетних трав.

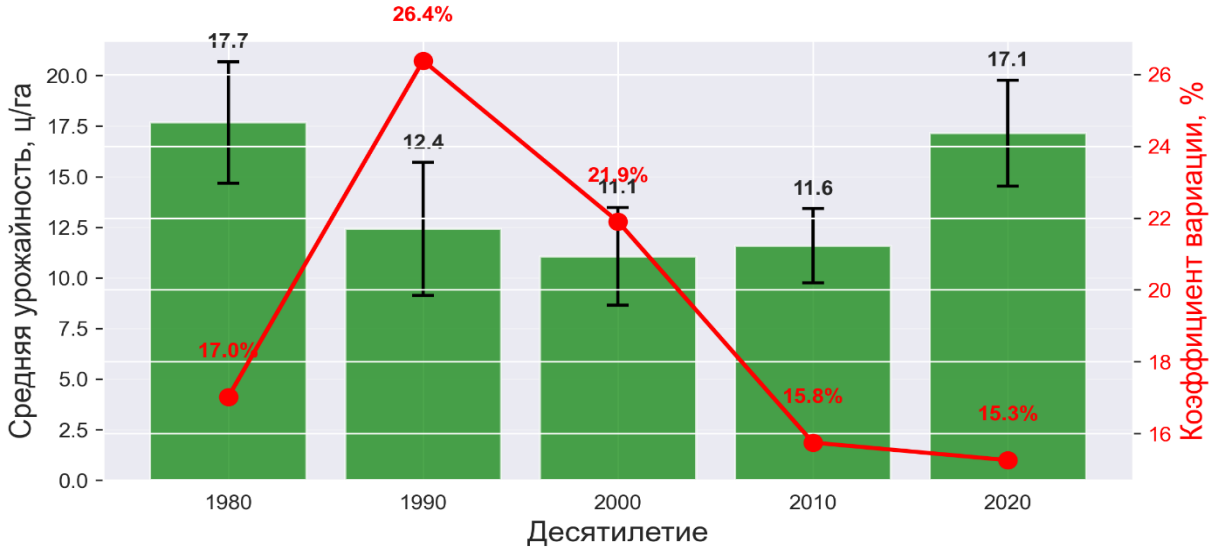



Рис. 2. Средняя урожайность многолетних трав по десятилетиям

В результате комплексного анализа влияния агрометеорологических факторов на урожайность многолетних трав были применены несколько статистических методов:

корреляционный анализ [2], дисперсионный анализ (ANOVA) [3], регрессия LASSO [4] и метод случайного леса (Random Forest) [5]. Это позволило всесторонне оценить значимость различных признаков и выявить ключевые предикторы урожайности. Интегральная оценка результатов всех методов (табл. 1) позволила выделить наиболее значимые признаки.

Таблица 1. Интегральная оценка значимости агрометеорологических факторов

| Признак | Коэффициент корреляции Пирсона r | F-значение | Коэффициент Lasso | Важность Random Forest |
|---|---|---|---|---|
| Ср. Т V - 20VI | -0,61 | 23,29 | -0,53 | 0,023s |
| Ср. Т V - 20VII | -0,60 | 22,51 | -0,35 | 0,029 |
| ГТК21.V - 20.VII | 0,55 | 17,32 | 0,07 | 0,14 |
| ГТКIV - 20.VI | 0,59 | 21,59 | 0,62 | - |
| Ср. Т V - VI | -0,58 | 20,13 | - | 0,06 |
| К. УВ. Ч. 20.VII | 0,58 | 19,81 | - | - |
| Ср. Т IV - 20VII | -0,57 | 19,17 | - | - |
| ГТКV - 20.VII | 0,56 | 18,34 | - | - |
| Ср. Д V - 20VI | -0,54 | 16,67 | - | - |
| Ср. Т IV - VI | -0,53 | 15,88 | - | - |

Все четыре метода согласованно выделили три ключевых фактора: среднюю температуру за май-20 июня (r = -0,61), среднюю температуру за май-20 июля (r = -0,60) и ГТК за период 21 мая-20 июля (r = 0,55). Эти признаки можно считать наиболее устойчивыми и надежными предикторами для использования в моделях прогноза урожайности многолетних трав на сено на территории Иркутской области.

Наиболее сильную отрицательную корреляцию с урожайностью показывают средние температуры воздуха за май-июнь и май-июль, что указывает на негативное влияние повышенных температур в период вегетации. В то же время гидротермический коэффициент (ГТК) за различные периоды демонстрирует значительные положительные корреляции, подтверждая важность достаточного увлажнения для формирования урожая.

Дисперсионный анализ подтвердил значимость этих же факторов, а LASSO-регрессия дополнительно количественно оценила степень их влияния. Метод Random Forest выделил как наиболее важный фактор ГТК за период с конца мая по июль (важность = 0,14).

Комплексный анализ показал, что урожайность многолетних трав в наибольшей степени зависит от температурно-влажностного режима в период активной вегетации (май-июль). Особую значимость имеет период конца мая – начала июля, когда происходит наиболее интенсивный рост трав. Благоприятное соотношение тепла и влаги в этот период является ключевым для получения высоких урожаев многолетних трав.

Проведена выборка данных из агрометеорологических ежегодников и разработана база данных, предназначенная для оценки агрометеорологических условий, а также для расчета прогностических моделей [6]. По запросу Иркутского УГМС были созданы методы прогнозирования урожайности многолетних трав на сено, которые были внедрены в соответствии с решением ЦМКП от 26.06.2024 г. Указанные разработки продемонстрировали высокую эффективность во время испытаний (табл. 2).

Таблица 2. Модели, вошедшие в приложение

| № Модели, срок составления прогноза | Вид модели | Коэф. детерм. ($R^2$) |
|---|---|---|
| Предварительный прогноз | | |
| 1) 1-3 июня | y=7,622 + 1,138 Чиркова К. УВ. (V) + 0,194 n | 0,59 |
| 2) 1-3 июня | y=8,989+-0,372T (IV-20V) + 0,041 ОС (I – V) + 0,202 n | 0,60 |

| | | |
|---|---|---|
| 3) 1-3 июня | y=7,879 + 1,487 ГТК (IV – V) + -0,025 ОС (IV) + 0,184 n | 0,62 |
| Уточнённый прогноз | | |
| 4) 1-3 июля | y=4,177 +6,992 Гулиновой К. УВ. (VI) + 0,249 n | 0,79 |
| 5) 1-3 июля | y=2,608 +-0,085T (V - 20VI) + 0,053 ОС (I – VI) + 0,224 n | 0,82 |
| 6) 1-3 июля | y=-0,498 +0,219D (IV – VI) +0,058ОС (I – VI) + 0,219 n | 0,82 |
| Модель машинного обучения (Random Forest) | | |
| 7) 1-3 июня и 1-3 июля | $y = \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B} T_b(X)$ | 0,81 |

y – урожайность, ц/га;
ОС – осадки за периоды, мм;
D – среднесуточный дефицит насыщения воздуха за периоды, гПа;
T – среднесуточная температура воздуха за периоды, ℃;
ГТК – гидротермический коэффициент Селянинова;
Гулиновой К. УВ. – коэффициент увлажнения Гулиновой;
Чиркова К. УВ. – коэффициент увлажнения Чиркова;
n – порядковый номер года;
B – количество деревьев (100);
$T_b(X)$ – прогноз b-го дерева на основе входных признаков.

Средняя оправдываемость методического прогноза урожайности многолетних трав на сено (предварительный прогноз) на срок 1-3 июня составила 89 %, (уточненный прогноз) 1-3 июля – 91%, что выше порога успешности агрометеорологических прогнозов. Модель Random Forest показала коэффициент детерминации 0,81, что свидетельствует о высокой точности прогноза и сопоставимо с результатами традиционных уточненных прогнозов. Ключевыми признаками, определяющими урожайность согласно данной модели, являются гидротермический коэффициент в период вегетации (май-июль), количество осадков в весенний период и условия увлажнения в июне, что подтверждает результаты, полученные классическими методами. Преимуществом модели машинного обучения является способность автоматически выявлять нелинейные взаимосвязи между признаками и учитывать их совместное влияние на формирование урожая многолетних трав.

Успешность входящих в программный продукт моделей оценивалась согласно РД 52.27.284-91 [7].

Технология в виде приложения прошла производственные испытания, все модули проявили корректную работу в соответствии с заявленным функционалом.

Разработана автоматизированная технология прогноза урожайности многолетних трав на сено по Иркутской области с использованием современных подходов биоинформатики. Модели, входящие в приложение, соответствуют требованиям агрометеорологического обеспечения Иркутской области и имеют достаточно высокую оправдываемость от 89% предварительный до 91% уточнённый прогноз.

## Список источников

1. Федоров Д. С. Цифровизация методов прогноза урожайности сельскохозяйственных культур / Д. С. Федоров, О. И. Пищимко, Л. В. Гарафутдинова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2025. – Т. 55, № 1(314). – С. 5-13. – DOI 10.26898/0370-8799-2025-1-1. – EDN PNOSBD.

2. Шихалёв А. М. Корреляционный анализ. Непараметрические методы / А. М. Шихалёв. — Казань: Казанский университет, 2015. — 58 с.

3. DeVincenzo M. Analysis of Variance (ANOVA) / M. DeVincenzo // In: Rajagopalan H. (Ed.), Sage Business Foundations: Business Analytics. — Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc., 2023. — DOI: 10.4135/9781071910443.

4. Hastie T., Tibshirani R., Wainwright M. Statistical Learning with Sparsity: The Lasso and Generalizations / T. Hastie, R. Tibshirani, M. Wainwright. — Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2015. — 1st ed. — DOI: 10.1201/b18401.

5. Couronné R., Probst P., Boulesteix A.-L. Random Forest versus logistic regression: a large-scale benchmark experiment / R. Couronné, P. Probst, A.-L. Boulesteix // BMC Bioinformatics. — 2018. — Vol. 19, Article 270. — DOI: 10.1186/s12859-018-2264-5.

6. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2024623704 Российская Федерация. База агрометеорологических данных для прогноза урожайности кормовых трав на сено по Иркутской области: № 2024623490: заявл. 12.08.2024: опубл. 22.08.2024 / О. И. Пищимко; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт».

7. РД 52.27.284-91: Методические указания по проведению производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов. М.: Гидрометеоиздат, 1991. С. 98–107.

## TECHNOLOGY OF PERENNIAL GRASS YIELD FORECASTING

**Pishimko O.I.[1], Fedorov D.S.[1,2], Garafutdinova L.V.[2]**

[1]Senior Researcher, Siberian Hydrometeorological Research Institute, Novosibirsk, Russia

[2]Junior Researcher, Siberian Federal Research Center for Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia

*Abstract.* The article presents an automated technology for forecasting the yield of perennial grasses for hay in the Irkutsk region. The developed technology includes physical and statistical models and a machine learning model that allow calculating the average yield in the region within the timeframes adopted by Roshydromet: a preliminary forecast (June 1-3) and a revised forecast (July 1-3). The presented models meet the requirements for agrometeorological support of the Irkutsk region and demonstrate high forecast accuracy: 89% for the preliminary and 91% for the revised forecast.

*Keywords:* agrometeorology, yield forecast, food security, remote sensing, perennial grasses for hay

# *Растениеводство и кормопроизводство*

УДК 634.723.1

## ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОГО СОРТА ЖИМОЛОСТИ

**Васильева Н.А.**
Старший преподаватель
Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова
Улан-Удэ, Россия, natali210589@mail.ru

*Аннотация:* Цель исследований – создать урожайный сорт жимолости синей с одновременным созреванием ягод, неосыпаемостью, хорошими вкусовыми качествами и пригодными для технологической переработки, богатым биохимическим составом, устойчивый к вредителям и болезням. Общее состояние нового сорта Хатан в годы исследований показало высокую устойчивость к комплексу природных условий. Средняя урожайность ягод у нового сорта на 1,3 кг выше, чем у контрольного и составляет 3,2 кг с куста. Средняя масса ягод составляет 1,1 г, что на 0,2 г выше контроля. Транспортабельность ягод – средняя. Сорт универсального назначения. В ягодах сорта Хатан содержится: сухих растворимых веществ – 12,8 %; сахара – 9,5 %; витамина С – 38,6 мг/%; пектина – 0,85 %. Дегустационная оценка ягод в свежем виде составляет 5,0 баллов. По результатам многолетних исследований новый сорт жимолости синей Хатан передан на ГСИ в 2024 году.

*Ключевые слова*: сорт Хатан, жимолость синяя, селекция, хозяйственно-ценные признаки.

Жимолость синяя является основным достижением введения в культуру в садоводстве, ее ценность в первую очередь определяется высокой зимостойкостью (до $-55^0$ С), стабильным ежегодным и ранним плодоношением, богатым биохимическим составом (плоды обладают лекарственными свойствами) и неприхотливостью в посадке и уходу [1,2]. Жимолость синюю можно отнести к промышленной садовой культуре возделывания после смородины черной и облепихи в Бурятии [3].

Ягоды жимолости синей высоко ценятся за ее лекарственные свойства, которые обладают противоязвенными, антирадиационными и капилляроукрепляющими свойствами.

В Государственный реестр селекционных достижений внесено около ста сортов жимолости, но, данные сорта имеют недостатки: невысокая урожайность, неодновременное созревание ягод, высокая осыпаемость ягод, неустойчивость к весенним заморозкам во время цветения, низкий уровень транспортабельности, непригодность к механизированной уборке [4].

В связи с этим, создание новых сортов жимолости синей является первоочередной задачей для успешного развития АПК.

**Цель исследований** – создать урожайный сорт жимолости синей с одновременным созреванием ягод, неосыпаемостью, хорошими вкусовыми качествами и пригодными для технологической переработки, богатым биохимическим составом, устойчивый к вредителям и болезням.

Объекты исследований - сорт Хатан жимолости синей (селекционный номер 3-7-10) и контрольный сорт Голубое веретено (районированный по Восточной Сибири). Исследования проводились с 2019 по 2024 гг. по «Программе и методике селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [5].

Биохимические показатели определяли в Иркутской испытательной лаборатории ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных».

В Республике Бурятия целенаправленная селекционная работа с жимолостью синей была начата еще в начале девяностых годов. За несколько десятилетий был получен ценный гибридный фонд, отобраны элитные формы, размножены и испытаны.

Сорт жимолости синей Хатан получен методом аналитической селекции. Скрещивание родительских форм (Герда х Берель) проведено в 2009 году, в 2017 году проведен отбор элитного сеянца (селекционный номер 3-7-10), в 2019 начаты станционные испытания.

Авторы сорта: Васильева Наталья Александровна, Гусева Надежда Кондратьевна.

Морфологическое описание сорта Хатан представлено на рисунке 1.

Общее состояние нового сорта Хатан в изучаемые годы исследований оценивается как высокое, что обусловлено устойчивостью к суровым малоснежным зимам, летним засухам, стабильным ежегодным урожаем, а также устойчивостью к вредителям и болезням.

Рис. 1 Морфологическое описание сорта Хатан

Показатель урожайности является главным критерием в отборе сорта. Урожайность в первую очередь зависит от способности сорта закладывать большое количество цветков и способностью их завязывать, а так же от высокого уровня агротехнических мероприятий [6].

Средняя урожайность нового сорта составляет 3,2 кг с куста, что на 1,3 кг выше, чем у контрольного сорта Голубое веретено. Средняя масса ягод выше на 0,2 г и составляет 1,1 г.

Ягоды одномерные, кисло-сладкого вкуса, среднего срока созревания. Транспортабельность ягод – средняя. Сорт универсального назначения.

Хозяйственно-ценные показатели нового сорта жимолости Хатан представлены в таблице 1.

Основные показатели биохимического состава нового сорта Хатан выше контрольного сорта Голубое веретено: сухого вещества на 2,6 %, содержание сахара на 3,7 %, витамина «С» на 9,2 мг%, пектина на 0,12 %.

Дегустационная оценка ягод в свежем виде составляет 5,0 баллов. Сорт пригоден для следующих видов переработки: компот, джем, желе, сок натуральный (табл.1).

Таблица 1. Хозяйственно-ценные показатели сортов жимолости синей

| № п/п | Показатели | Сорт | |
|---|---|---|---|
| | | **Хатан** | **Голубое веретено** |
| 1 | Подмерзание, балл. | 0 | 1 |
| 2 | Повреждение заморозками | 0 | 0 |
| 3 | Начало и конец цветения | 11 мая -1 июня | 11 мая -1 июня |
| 4 | Устойчивость к засухе | Средняя | Средняя |
| 5 | Жаростойкость | Средняя | Средняя |
| 6 | Повреждаемость вредителями:<br>Щитовка<br>Паутинный клещ<br>Верхушечная тля | <br>0<br>0<br>0 | <br>0<br>0<br>0 |
| 7 | Урожайность с 1 куста, средняя, в кг | 3,2 | 1,9 |
| 8 | Созревание ягод | Среднее | Среднее |
| | Количество сборов | 1 | 1 |
| 9 | Характер отрыва ягод | Сухой | Сухой |
| 10 | Одномерность ягод | Одномерные | Одномерные |
| 11 | Масса ягод, средняя, в гр. | 1,1 | 0,9 |
| 12 | Привлекательность внешнего вида, балл. | 5,0 | 4,8 |
| 13 | Сочность и консистенция ягоды | Сочная, нежная, средняя | Нежная средняя |
| 14 | Вкус ягоды | Кисло-сладкий | Кисло-сладкий |
| 15 | Основное назначение сорта | Универсальный | Универсальный |
| 16 | Транспортабельность ягод | Средняя | Средняя |
| 17 | Дегустационная оценка:<br>в свежем виде, балл<br>компот, джем, желе, сок натуральный, балл | <br>4,9<br>5,0; 5,0; 5,0; 5,0 | <br>4,5<br>4,7; 4,8; 4,7; 4,8 |
| 18 | Для каких видов переработки пригоден сорт | компот, джем, желе, сок натуральный | компот, джем, желе, сок натуральный |

**Выводы:**

1. Общее состояние нового сорта Хатан в годы исследований показало высокую устойчивость к комплексу природных условий.

2. Основные показатели биохимического состава нового сорта Хатан выше контрольного сорта Голубое веретено. Дегустационная оценка ягод в свежем виде составляет 5,0 баллов. Сорт пригоден для следующих видов переработки: компот, джем, желе, сок натуральный.

3. Повышение урожайности в сравнении с контрольным сортом Голубое веретено на 35-40%. Прибыль с 1 га по сорту Хатан -1055 тыс.рублей, по сорту Голубое веретено – 844 тыс. рублей. Срок эксплуатации – 25 лет.

4. По результатам многолетних исследований сорт Хатан жимолости синей передан на государственное сортоиспытание.

**Список источников**

1. Куклина А. Г., Сорокопудов В. Н., Упадышев М. Т. Состояние и перспективы селекции жимолости синей // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 5. С. 41-45. EDN ZWIFCR.

2. Садыков А. И. Сортовая жимолость на Урале как источник высоковитаминных продуктов питания // Юный ученый. 2024. № 8(82). С. 28-32. EDN QZGICG.

3. Гусева Н. К., Васильева Н.А. Сортоизучение жимолости в условиях Бурятии // Современное садоводство. 2015. № 4(16). С. 26-30. EDN VBPWYL.

4. Мистратова Н.А., Количенко А. А., Бопп В. Л. Агробиологическая оценка сортов жимолости в южной зоне садоводства Красноярского края // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2022. № 4(69). С. 6-14. DOI 10.34655/bgsha.2022.69.4.001. EDN SQHMUO.

5. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел, 1995. 504 с.

6. Васильева, Н. А. Новый сорт жимолости синей для Восточной Сибири // Современное садоводство. 2019. № 3. С. 22-26. DOI 10.24411/2312-6701-2019-10304. EDN TFGJKG.

## ECONOMIC AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE NEW HONEYSUCKLE VARIETY

**Vasilyeva N.A.**

Senior Lecturer, Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippov, Ulan-Ude, Russia

*Abstract:* The purpose of the research is to create a high–yielding variety of blue honeysuckle with simultaneous berry ripening, lack of sleep, good taste and suitable for technological processing, rich biochemical composition, resistant to pests and diseases. The general condition of the new Hatan variety during the years of research has shown high resistance to a complex of natural conditions. The average berry yield of the new variety is 1.3 kg higher than that of the control variety and amounts to 3.2 kg per bush. The average berry weight is 1.1 g, which is 0.2 g higher than the control. The transportability of berries is average. A universal grade. The berries of the Khatan variety contain: dry soluble substances – 12.8%; sugar – 9.5%; vitamin C – 38.6 mg/%; pectin – 0.85%. The tasting score of fresh berries is 5.0 points. According to the results of many years of research, a new variety of blue Khatan honeysuckle was transferred to the GSI in 2024.

*Keywords:* Khatan variety, blue life, selection, economically valuable traits.

УДК 633 635

# ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОРТОВ ОВОЩНОГО ГОРОХА В УСЛОВИЯХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

**Горячева Д.А.**
Студентка
*Научный руководитель Рахимова О.В., к. с.-х. н., доцент*
Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева (Калужский филиал), Калуга, Россия, dashagoryacheva12@mail.ru

*Аннотация.* Изучены овощные сорта гороха посевного Ползунок. Медовик. Адагумский. Глориоза. Установлено, что без применения минеральных удобрений на естественном почвенном фоне процент изреживаемости у сорта Глориоза максимальный - 8,1%, у сорта Адагумский наименьший - 5,4%. У сортов Ползунок и Медовик средние значения - 8,0 и 7,6 % соответственно. Максимальная площадь листьев в фазу налива семян сформировалась у сорта Ползунок и составила 59,8 тыс. м$^2$/га, а минимальная у сорта Глориоза – 45,2 тыс. м$^2$/га.

*Ключевые слова:* горох овощной, сорта, густота, изреживаемость, площадь листьев.

Среди существующих источников растительного белка экономике выгодно использовать семена бобовых культур. Горох овощной – это основная зернобобовая культура России. Прежде всего, горох овощной служит высокобелковой продовольственной культурой. Его зерно является богатейшим источником белка и крахмала, содержание которых достигает 30-35% и 35-50% соответственно. Установлена высокая эффективность совместного применения калия, бора и молибдена в формировании урожая биомассы и семян гороха полевого. Азотные удобрения в дозах 30, 60 и 90 кг/га на фоне $K_{150}$BMo не дают достоверной прибавки урожая семян, но повышают содержание и сбор белка в биомассе [1, 2, 3].

Из-за недостатка полноценного растительного белка происходит ухудшение продовольственного обеспечения населения продуктами питания, перерасход кормов и повышение себестоимости животноводческой продукции. Помимо высокой белковой ценности, овощной горох способствует сохранению плодородию почвы, снижению применения минеральных азотных удобрений, получению экологически чистой продукции [3]. Ранее нами установлено, что без применения минеральных удобрений на естественном почвенном фоне максимальные урожайность надземной биомассы - 61,4 ц/га и урожайность зелёного горошка - 16,7 ц/га сформировал сорт Медовик [4, 5].

Исследования проводились в вегетационный период 2024 года, без применения минеральных удобрений, что дает право говорить об экологически чистой продукции. Почва участка дерново-подзолистая, средний суглинок, $pH_{сол.}$6,67, содержание гумуса – 3,7%, фосфора – 8,7мг/100 г почвы, калия – 2,3 мг/100 г почвы. Данный участок имеет среднее плодородие.

Густота стояния растений – это количество растений на единице площади посева. Как правило, единицей измерения служит количество штук на один квадратный метр, что впоследствии может быть пересчитано в количество штук на один гектар.

Самый низкий показатель всхожести наблюдался у сорта Медовик, что составило 0,79 млн. шт./га, а самый высокий показатель всхожести был у сорта Адагумский и равен 0,92 млн. шт./га. Густота всходов сорта Ползунок составила 0,88 млн. шт./га, а у сорта Глориоза – 0,86 млн. шт./га (табл.1).

Таблица 1. Густота растений и изреживаемость сортов овощного гороха

| Вариант | Густота, млн. шт./га | | Изреживаемость, % |
|---|---|---|---|
| | Всходы | Перед уборкой | |
| 1. Ползунок | 0,88 | 0,81 | 8,0 |
| 2. Медовик | 0,79 | 0,73 | 7,6 |
| 3. Адагумский | 0,92 | 0,87 | 5,4 |
| 4. Глориоза | 0,86 | 0,79 | 8,1 |

В результате различных неблагоприятных условий у всех сортов густота перед уборкой снизилась. Больше всего растений насчитывалось у сорта Адагумский – 0,87 млн. шт./га, наименьший показатель густоты был у сорта Медовик – 0,73 млн. шт./га. Сорта Ползунок и Глориоза имели средний показатель, что составило 0,81 и 0,73 млн. шт./га соответственно. Процент изреживаемости у сорта Глориоза максимальный и равен 8,1%, а у сорта Адагумский наименьший показатель и равен 5,4%. У сортов Ползунок и Медовик средние значения и равны 8,0 и 7,6 % соответственно. Самая большая изреживаемость у сорта Глориоза, а наименьшая у сорта Адагумский, что говорит о том, что у этого сорта за вегетационный период погибло самое малое число растений.

В фазу цветения площадь листьев (табл. 2) овощных сортов гороха колебалась от 39,6-39,9 у сортов Медовик и Глориоза до 48,9-49,3 у сортов Адагумский и Ползунок соответственно. К моменту налива семян площадь листьев увеличилась в 1,1…1,4 раза.

Таблица 2. Динамика площади листьев сортов овощного гороха, тыс. м$^2$/га

| Вариант | Цветение | Налив семян |
|---|---|---|
| 1.Ползунок | 49,3 | 59,8 |
| 2.Медовик | 39,6 | 55,9 |
| 3.Адагумский | 48,9 | 56,7 |
| 4.Глориоза | 39,9 | 45,2 |

Анализируя динамику площади листьев (рис.1), можно сказать, что у сортов Адагуский и Глориоза произошли небольшие увеличения площади листьев, с 48,9 и 39,9 до 56,7 и 45,2, то есть на 7,8 и 5,3 тыс. м$^2$/га соответственно.

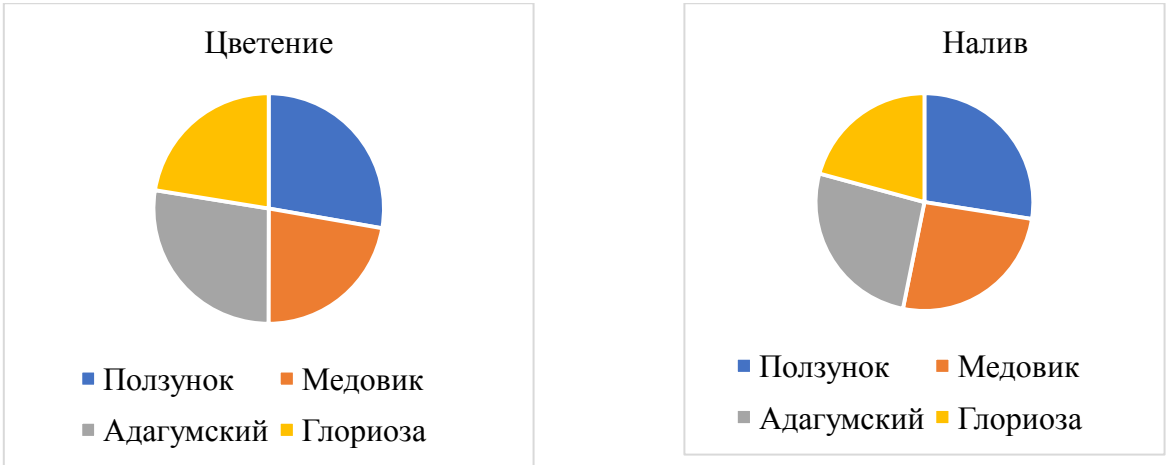



Рис.1 Динамика площади листьев сортов овощного гороха

У сортов Ползунок и Медовик увеличение площади листьев от фазы цветения до налива семян были больше и составили 10,5 и 16,3 тыс. м$^2$/га соответственно, с 49,3 и 39,6 до 59,8 и 55,9 тыс. м$^2$/га.

**Список источников**

1. Ломако И. С. ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ОВОЩНОГО ГОРОХА //Актуальные проблемы агропромышленного комплекса. – 2020. – С. 118-120.
2. Храмой, В. К. Продуктивность гороха полевого при разных уровнях минерального питания на дерново-подзолистой супесчаной почве / В. К. Храмой, О. В. Рахимова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 3. – С. 98-105. – EDN OCRHSL.
3. Кузьмина С. П. и др. Хозяйственно-биологическая характеристика образцов коллекции овощного гороха в Омском ГАУ //СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ САДОВОДСТВА В СИБИРИ. – 2016. – С. 69-72.
4. Рахимова, О. В. Накопление биомассы и потребление NPK посевами гороха в зависимости от доз удобрений / О. В. Рахимова, В. К. Храмой // Плодородие. – 2009. – № 3(48). – С. 9-11. – EDN KYVBZN.
5. Яковлева, Т. М. Продуктивность овощных сортов гороха посевного в условиях среднесуглинистых почв Калужской области / Т. М. Яковлева, О. В. Рахимова // Инновационный подход к развитию аграрной науки. Том Часть 1. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Русайнс", 2023. – С. 184-186. – EDN NRYLVS.

## PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF VEGETABLE PEA VARIETIES IN THE KALUGA REGION

**Goryacheva D.A.**

Student, Kaluga branch of the Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Kaluga, Russia

dashagoryacheva12@mail.ru

*Scientific supervisor: O.V. Rakhimova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Kaluga Branch of the Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Kaluga, Russia*

*Abstract.* Vegetable varieties of Polozunok peas have been studied. Medovik. Adagumsky. Gloriosa. It was found that without the use of mineral fertilizers on a natural soil background, the percentage of depletion in the Gloriosa variety is the maximum -8.1%, and the lowest in the Adagumsky variety - 5.4%. The average values for the Slider and Medovik varieties are 8.0 and 7.6%, respectively. The maximum leaf area during the seed filling phase was formed in the Slider variety and amounted to 59.8 thousand m2/ha, and the minimum in the Gloriosa variety was 45.2 thousand m2/ha.

*Keywords:* vegetable peas, varieties, density, thinnability, leaf area.

УДК 638.14.03:664.71-12

# ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОРТОВ И ГИБРИДОВ РЖИ ПРИ РАЗНЫХ НОРМАХ ВЫСЕВА В УСЛОВИЯХ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ

**Ермошкина Н.Н., Кошева О.Н.**
Научный сотрудник
Институт цитологии и генетики СО РАН (Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал), р.п. Краснообск, Новосибирская область, Россия, natali.erm@bk.ru

*Аннотация.* В статье представлены результаты особенностей формирования зеленой массы популяционных сортов и гибридов озимой ржи при разных нормах высева в условиях Новосибирского Приобья. Максимальная зимостойкость наблюдается у популяционных сортов ржи, в то время как у гибридов наблюдается снижение этого показателя до 70 %. Отмечаются различия по продолжительности межфазных периодов среди сортов и гибридов ржи. У гибридов фаза полного выхода в трубку начинается на 5 суток раньше по сравнению с популяционными сортами ржи, что дает возможность поэтапного проведения уборки зеленой массы растений на раннее получение кормов для животных. Урожайность зеленой массы у популяционных сортов и гибридов различалась при разных нормах высева и составила более 30 ц/га. По результатам сравнительного анализа наиболее урожайным по зеленой массе от 37,1 до 39,6 ц/га при разных нормах высева можно отнести образец диплоидной ржи АО. Среди гибридов выделился Акбатор при пониженной и оптимальной норме высева с высокими показателями зеленой массы 39,5 ц/га и 37,2 ц/га соответственно. Тетраплоидные сорта ржи Тетра короткая и Влада формируют высокую урожайность зеленой массы 37,0-40,5 ц/га при пониженных нормах высева. Соблюдение норм высева для сортов и гибридов ржи положительно скажется на урожайности зеленой массы, что обеспечить стабильность в производстве кормов.

*Ключевые слова*: озимая рожь, популяции, сорта, гибриды, нормы высева, урожайность зеленой массы

*Финансирование: Исследование выполнено при финансовой поддержке бюджетного проекта ИЦиГ СО РАН № FWNR 2022-0018*

Рожь - важная продовольственная и кормовая зерновая культура. Традиционно зерно ржи используют для производства хлеба, поэтому селекция озимой ржи в Российской Федерации ориентирована на высокие показатели урожайности и хлебопекарные качества [1]. Помимо продовольственного использования, рожь имеет огромное значение, в качестве потенциальной культуры для укрепления кормовой базы агропромышленного комплекса. Хозяйственное значение ржи возрастает в связи с тем, что является ранней кормовой культурой, поскольку способна в сжатые сроки сформировать зеленую массу в осенний и весенний периоды в условиях почвенно-климатического и погодного разнообразия регионов страны [2]. Зеленая масса ржи не уступает по кормовой ценности однолетних и многолетних злаковых трав. Поедаемость зеленой массы ржи животными очень высокая и использовать ее можно примерно на 2 недели раньше, чем посевы многолетних трав [3]. Европейские страны-лидеры по производству свинины все активнее используют рожь в рационах животных в составе сухих и жидких кормов. За последние 3 года в Дании и Голландии для кормопроизводства используется более 50 % выращенной озимой ржи, в Германии – 40-50 %, в Польше – более 1/3 урожая культуры [4].

В суровых климатических условиях Новосибирской области зимостойкость является решающим признаком при формировании зеленой массы озимой ржи. Норма высева семян

оказывает существенное влияние на рост и развитие растений в течение осенней вегетации, а также на их способность пережить сложные зимние и весенние условия. При этом норма высева для популяционных сортов ржи составляет 5 млн. всхожих семян на 1 га, а для гибридной ржи – 2 млн. га. Следует отметить, что у гибридов ржи слабая зимостойкость, что имеет важное значение при возделывании гибридов в экстремальных условиях Сибири [5]. Для повышения результативности в этом направлении требуется углубленно изучить особенности сохранения оптимальной плотности посевов и формирования зеленой массы растений популяционных сортов и гибридов озимой ржи при разных нормах высева.

Особое внимание уделяется сроку укоса на зеленую массу, согласно литературным данным известно, что наибольший прирост общей биомассы озимой ржи отмечается с начала выхода растений в трубку до полного колошения [6, 7]. В период от полного колошения до цветения наблюдается замедленный рост и отмирание нижнего яруса листьев, тем самым происходит снижение облиственности, что приводит к ухудшению кормового качества биомассы растений для животных [8,9]. Поэтому при кормлении животных важное значение имеет питательность зеленого корма в период скашивания. Химический анализ зеленой массы сортов озимой ржи в фазе полного выхода в трубку показал высокие показатели питательной ценности [10]. Поэтому актуальным становится использование преимущественно перспективных сортов и гибридов озимой ржи с максимальной урожайностью зеленой массы в животноводстве, как ранний зеленый корм, сенаж и силос.

Цель – оценить зимостойкость и урожайность зеленой массы сортов и гибридов озимой ржи при разных нормах высева в условиях Новосибирского Приобья.

**Методика**

Экспериментальную часть работ проводили на опытном поле СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН в 2023/2024 годы. Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным среднемощным малогумусным среднесуглинистым.

Материалом исследования служили сорта и гибриды, внесенные в Госреестр РФ: Влада, Тетра короткая, Короткостебельная 69 и Сибирская 87, Акбатор, Раво [11]. Гибрид Н137 и сорт диплоидной ржи Денница, переданные на государственное сортоиспытание, а также перспективная популяция диплоидной ржи АО селекции СибНИИРС – филиала ИЦиГ СО РАН.

Изучаемый материал озимой ржи высевали в оптимальные сроки - в первую декаду сентября. Схема опыта включала 3 варианта нормы высева: 2,5 млн., 3,5 млн. и 5,0 млн. всхожих семян на 1 га по предшественнику черный пар. Посев проводили сеялкой ССФК-7, площадь делянки – 10 м$^2$, повторность – трехкратная при соблюдении рендомизации. Укос озимой ржи на зеленую массу был проведен в фазу полного выхода в трубку (Z 45 по шкале J.C. Zadoks) с 1 м$^2$ в трехкратной повторности [12]. Определение урожайности зеленой массы проводилось путем срезания растений на высоте 10 см от поверхности почвы при допустимом отклонении ± 1 см. Учеты и наблюдения выполнялись согласно методике изучения и сохранения мировой коллекции ржи [13]. Оценка зимостойкости выражалась в процентах: до 40 % – низкая, 41-70 % – средняя, 71-10 0 % – высокая.

Для характеристики метеорологических условий использованы данные агрометеостанции «Огурцово». Погодные условия осени 2023 г. в целом были благоприятными для роста и развития озимых зерновых культур. Наблюдается продолжительный период осенней вегетации (55 суток) при сумме положительных температур 490,7 °С. Прекращение вегетации установлено 21 октября, что позже средней многолетней даты на 16 дней. Возобновление вегетации наблюдалось 16 апреля, что на 8 дней раньше среднемноголетней даты. Продолжительная осенняя вегетация и раннее возобновление весенней вегетации способствовало кущению озимой ржи. Средняя температура воздуха в мае 11,3 °С незначительно отклонялась от многолетних показателей (-

0,6 °С). Осадков в мае выпало выше нормы 70 мм (на 188 %), что достоверное влияло на формирование биомассы.

Экспериментальные данные обработаны статистическими методами (пакет Excel 7.0).

**Результаты**

Исследования показали, что максимальную зимостойкость проявили популяционные сорта ржи в диапазоне от 96,0 до 100 % при разных нормах высева. Гибриды ржи, наоборот, снизили уровень зимостойкости в пределах от 70,0 до 94,3 %. Лучшие показатели зимостойкости среди гибридов имел гибрид Акбатор от 88,3 до 99,3 %.

Фенологические наблюдения, проводимые на опытном поле, показали, что отрастание растений ржи происходило с середины мая по начало июня. Продолжительность периода от начала весенней вегетации до трубкования составила 27 суток, от трубкования до колошения – 21-28 суток. Набор исследуемых образцов озимой ржи различался по продолжительности межфазных периодов. Согласно, фенологическим наблюдениям наступление фазы полного выхода в трубку у популяционных сортов ржи затянулось на 5 дней по сравнению с гибридами. Наиболее ранним были образцы Раво, Акбатор и Н137, у которых период от начала весенней вегетации до полного выхода в трубку составляет 43 суток.

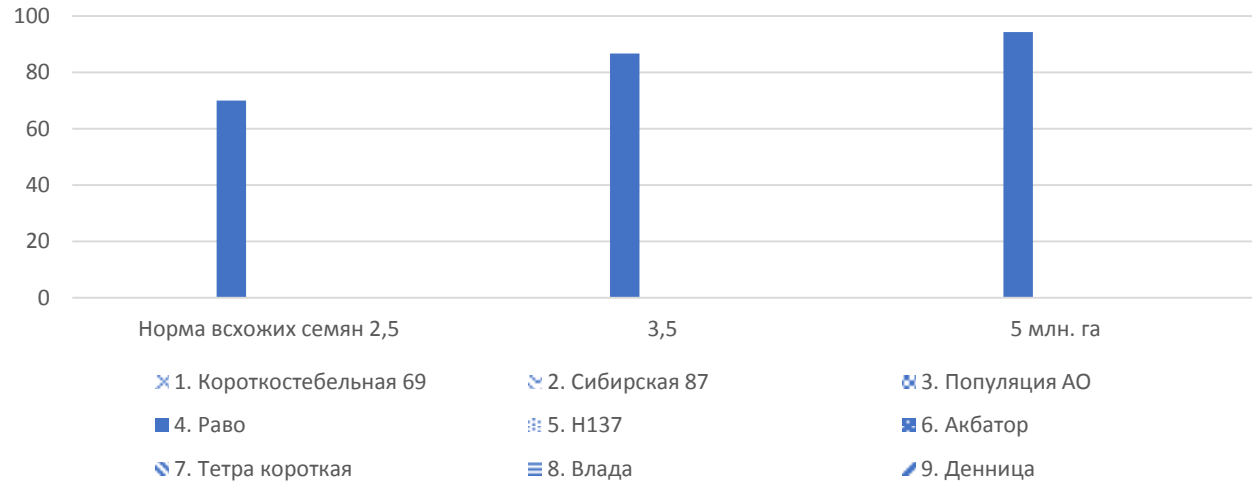



Рис. 1. Зимостойкость образцов ржи (%) при разных нормах высева, 2024 г.

Урожайность зеленой массы по нормам высева была на одном уровне в среднем 35,7-38,0 ц/га. Все образцы сформировали более 30 ц/га зеленой массы. Наибольшую зеленую массу растений при пониженной норме высева 2,5 млн. всхожих семян сформировали выше среднего образцы от 39,5 до 40,1 ц/га: популяция АО, Н10137, Акбатор, Тетра короткая. При норме высева 3,5 млн. всхожих семян выше среднего выделены образцы от 35,5 до 38,0 ц/га: Сибирская 87, популяция АО, Н10137, Акбатор, Тетра короткая, Влада, Денница. При оптимальной норме высева 5 млн. всхожих семян для ржи выделились образцы в пределах 37,2-40,1 ц/га: Короткостебельная 69, Сибирская 87, популяция АО, Акбатор, Денница.

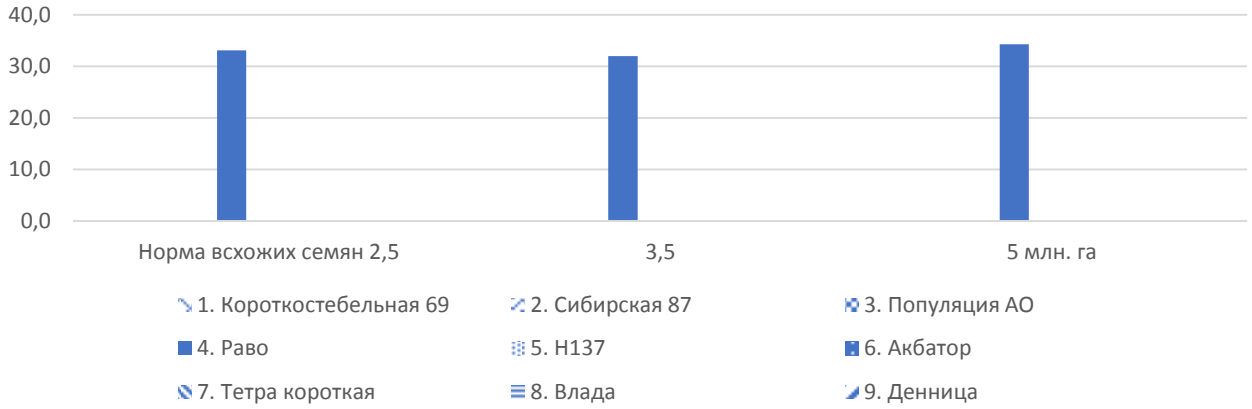



Рисунок 2 – Урожайность зеленой массы образцов ржи (ц/га) при разных нормах высева, 2024 г.

Таким образом, перспективная популяция АО имела максимальные показатели урожайности зеленой массы при разных нормах высева от 37,1 до 39,6 ц/га (среднее по опыту более 38,3 ц/га). Диплоидные сорта Короткостебельная 69 и Сибирская 87, а также гибрид Акбатор при пониженной норме высева 2,5 млн. всхожих семян и оптимальной норме высева имеют высокие показатели урожайности зеленой массы - от 37,1 до 40,1 ц/га. Урожайность зеленой массы тетраплоидных сортов ржи различалась при нормах высева, где наилучшие показатели отмечаются у сортов: Тетра короткая при норме высева 2,5 млн. всхожих семян (40,5 ц/га), Влада при норме высева 2,5 и 3,5 млн. всхожих семян (37,0-3,7,3 ц/га) и Денница при норме 3,5 и 5,0 млн всхожих семян (37,5-38,0 ц/га).

**Вывод**

В ходе исследований была установлена максимальная зимостойкость у популяционных сортов ржи, в то время как у гибридов наблюдается снижение этого показателя до 70 % в условиях Новосибирского Приобья. Наблюдаются различия по продолжительности межфазных периодов среди сортов и гибридов ржи. У гибридов фаза полного выхода в трубку начинается на 5 суток раньше по сравнению с популяционными сортами ржи, что дает возможность поэтапное проведение уборки зеленой массы на раннее получение кормов для животных.

Урожайность зеленой массы сортов и гибридов ржи была более 30 ц/га. Формирование зеленой массы у популяционных сортов и гибридов различалась при разных нормах высева. По результатам сравнительного анализа наиболее урожайным по зеленой массе от 37,1 до 39,6 ц/га при разных нормах высева можно отнести образец диплоидной ржи АО. Среди гибридов выделился Акбатор при пониженной и оптимальной норме высева с высокими показателями зеленой массы 39,5 ц/га и 37,2 ц/га соответственно. Тетраплоидные сорта ржи Тетра короткая и Влада формируют высокую урожайность зеленой массы 37,0-40,5 ц/га при пониженных нормах высева.

Прогресс в расширении использования сортов и гибридов ржи в кормлении животных будет достигнут, если будут учтены нормы высева для каждого сорта и гибрида при наибольшей урожайности зеленой массы, что обеспечить стабильность в производстве кормов.

**Список источников**

1. Урбан Э.П., Гордей С.И., Артюх Д.Ю., Гордей И.С. Направления, методы и результаты селекции ржи (Secale cereale L.) в Беларуси // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. – 2022. – 60 (2). – С. 160-170. DOI 10.29235/1817-7204-2022-60-2-160-170.

2. Потапова Г.Н., Зобнина Н.Л. Перспективы использования озимой ржи и тритикале на ранний зеленый корм в Свердловской области // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 8. – С. 46-50. – DOI 10.24411/0235-2451-2018-10812.

3. Иванаева И.А., Мусина М.К., Исмагилов Р.Р., Ахиярова Л.М. Продуктивность и кормовая ценность озимой ржи // Российский электронный научный журнал. – 2014. – № 1(7). – С. 134-138.

4. Boros D. European rye for enhanced food and feed // Conference abstracts: International conference on rye breeding snd genetics. – Wroclaw, Poland. – 2015. – p. 56.

5.Ториков, В. Е. Гибриды озимой ржи KWS для центрального региона России / В. Е.Ториков, В. В. Проничев // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 20-24.

6. Горянина Т. А. Урожайность и качество зелёной массы озимых культур в зависимости от сроков скашивания // Кормопроизводство. – 2019. – № 6. – С. 23-27.

7. Вьюрков В.В., Абуова А.Б., Баймуканов Е.Н., Денизбаев С.Е. Урожайность и качество зеленой массы озимых культур на темно-каштановых почвах Приуралья // Наука, образование и культура. – 2017. – № 8(23). – С. 12-14.

8. Артемьев А.А., Гурьянов А.М., Капитанов М.П., Пронин А.А. Возделывание однолетних травосмесей после уборки озимой ржи на зеленый корм // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – № 4. – С. 79-82. – DOI 10.24411/2587-6740-2020-14078.

9. Маннапова Г.С., Фомин С.И., Гараева Н.Ш. Особенности накопления биомассы надземных органов у сортов озимой ржи в условиях Среднего Поволжья // Современные научно-практические решения в области растениеводства, животноводства и сельскохозяйственной микробиологии: Международная научно-практическая конференция, посвященная 120-летию почетного академика Академии наук Республики Башкортостан С. А. Кунакбаева, Уфа, 07–09 июля 2021 года. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2021. – С. 6-11.

10. Тимина М.А., Данилова В.В., Мудрова В.Е., Чуслин А.А. Перспективы использования сортов озимой ржи на зерно и ранний зеленый корм в условиях открытой лесостепи Красноярского края // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 10. – С. 49–56. – DOI: 10.36718/1819-4036-2022-10-49-56.

11. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. Сорта растений (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 646 с.

12. Ефремова Т.Т., Чуманова Е.В. Стадии роста и развития пшеницы и их значение в формировании элементов продуктивности // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2023. – №9(2). – С. 54-80. – DOI 10.18699/LettersVJ-2023-9-09.

13. Изучение и сохранение мировой коллекции ржи. Методические указания. Санкт-Петербург: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова"; 2015. 44 с.

## PROSPECTS FOR IMPROVING THE FEED BASE BASED ON THE USE OF RYE VARIETIES AND HYBRIDS AT DIFFERENT SEEDING RATES IN THE CONDITIONS OF THE NOVOSIBIRSK PRIOBYE

**Ermoshkina N.N., Kosheva O.N.**

Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia, natali.erm@bk.ru

*Abstract.* The article presents the results of the features of green mass accumulation of winter rye population varieties and hybrids at different seeding rates in the conditions of the Novosibirsk Priobye. Maximum winter hardiness is observed in population varieties of rye, while in hybrids this indicator decreases to 70%. Differences in the duration of interphase periods are noted among rye varieties and hybrids. In hybrids, the phase of full tube emergence begins 5 days earlier compared to population varieties of rye, which makes it possible to gradually harvest the green mass of plants for early production of animal feed. The yield of green mass in population varieties and hybrids varied at different seeding rates and amounted to more than 30 c/ha. According to the results of a comparative analysis, the most productive in terms of green mass from 37.1 to 39.6 c/ha at different seeding rates can be attributed to the diploid rye sample AO. Among the hybrids, Akbator stood out at a reduced and optimal seeding rate with high green mass indicators of 39.5 c/ha and 37.2 c/ha, respectively. Tetraploid rye varieties Tetra korotkaya and Vlada form a high yield of green mass 37.0-40.5 c/ha at reduced seeding rates. Compliance with seeding rates for rye varieties and hybrids will have a positive effect on the yield of green mass, which will ensure stability in feed production.

*Key words:* winter rye, population, varieties, hybrid, seeding rates, yield of green mass

УДК 633.85

# ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ САФЛОРА В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ ПО МОРФОБИОМЕТРИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ

**Зайцева Н.А., Донаева А.А., Морозов Д.Е.**
с.н.х., канд. с.-х.наук, м.н.с,. м.н.с.
Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН
с. Соленое Займище, Астраханская область, Россия, donaeva98@bk.ru

*Аннотация:* Увеличение роста интереса к сафлору красильному связано возрастанием его экспортного спроса. В отличие от других сельскохозяйственных культур, сафлор обладает явными преимуществами, так как лучше всего подходит для условий засушливых регионов с ограниченным уровнем влаги в почве. В статье представлена оценка морфобиометрических показателей коллекционных образцов сафлора красильного различного географического расположения. За период изучения из 40 образцов сафлора выявлены наиболее перспективные для дальнейшего культивирования в условиях зоны рискованного земледелия Астраханской области.

*Ключевые слова:* сафлор красильный, сортообразец, морфология, селекция, аридная зона.

*Сафлор* — однолетнее травянистое растение с прямым ветвистым стеблем высотой от 60 до 80 см, принадлежащий к семейству астровых, также известному как сложноцветные. Листья жесткие, сидячие, продолговато-яйцевидной формы, колючезубчатые, с хорошо заметной сетью жилок на нижней стороне. Растение характеризуется наличием крупных шаровидных соцветий (корзинок) состоящих из ярких оранжевых, желтых либо белых цветков трубчатой формы с пятилопастным венчиком [1,4]. Растение имеет пять тычинок с пыльниками, спаянными в трубочку, и пестик с нижней завязью и раздвоенным рыльцем.

Сафлор обладает богатой историей, уходящей корнями в третье тысячелетие до нашей эры. Археологические исследования показали, что льняные ткани, окрашенные с помощью лепестков этого растения, использовались для бальзамирования мумий. В Древней Греции оно было известно как целебное средство, применяемое в качестве слабительного [5]. В Европе сафлор в основном использовался для получения масла и в качестве красителя, что и объясняет его современное название - *сафлор красильный*. С открытием новых красителей

интерес к этому растению практически угас, но в настоящее время оно вновь привлекает внимание исследователей [7].

В сравнении с другими масличными культурами, данный вид обладает тремя существенными преимуществами, делающими его перспективным для применения в пищевой промышленности:

1. Высокое содержание линолевой кислоты (до 82%), что является ценным свойством для здорового питания.

2. Отсутствие выраженного вкуса и приятный аромат, позволяющий использовать масло в широком спектре кулинарных изделий без искажения их вкусовых качеств.

3. Сафлоровое масло обладает высокой температурой дымообразования, что делает его оптимальным вариантом для использования при жарке.

Период цветения сафлора красильного приходится на июль-август. В дикой природе встречается редко. Культивируется на полях, а также иногда выращивается в декоративных целях в садах и палисадниках [6].

Цель исследования – изучение образцов сафлора красильного из коллекции ВИР по морфобиометрическим показателям в засушливых условиях Астраханской области.

На этапе исследований были проведены морфобиометрические изучения образцов сафлора различного эколого-географического происхождения. Анализ включал в себя следующие параметры: высота растения, расстояние от основания стебля до первой ветви, количество корзинок на 1 растении, диаметр корзинки, количество семян в одной корзинке, а также масса семян, собранных с одной корзинки.

Изучаемые образцы можно классифицировать по высоте на три группы:

В первую группу можно включить образцы с высотой от 41 до 50 см – к-414, к-474, к-480, к-481, к-493, к-494, к-495, к-501, к-505, к-511, к-518, к-533, к-535, к-538, к-539, к-571, Астраханский 747 St.

Ко второй группе с высотой от 51 до 59 см – к-11, к-14, к-39, к-94, к-193, к-297, к-299, к-357, к-407, к-491, к-492, к-502, к-508, к-510, к-515, к-516, к-534, к-580.

К третей группе с высотой от 60 до 67 см – к-5, к-21, к-140, к-155.

Наименьшее расстояние до первой ветви наблюдалось у образцов к-518 Мексика и 534 Мексика (18 см). Максимальное расстояние было зафиксировано у образцов к-140 Индия (34 см) и к-5 Узбекистан, к-155 Китай, к-193 Франция (32 см). У остальных образцов расстояние до первой ветви варьировало от 19 до 31 см. Сорт «Астраханский 747» St минимальное значение среди всех исследуемых образцов, составляя 17 см.

Количество корзинок варьировало от 5 до 15 на одном растении. Наиболее многочисленными (по 15 штук) характеризовались образцы к-155 из Западного Китая и к-516 из Мексики. Образцы к-501 из Венгрии и к-508 из Азербайджана имели минимальное количество корзинок - по 5 штук. У остальных образцов этот показатель находился в диапазоне от 6 до 14. У сорта Астраханский 747 St. насчитывалось 8 корзинок, что превысило минимальный показатель.

В текущем году было проанализировано 40 образцов. Из них 19 образцов имеют диаметр корзинок менее 2 см, а оставшиеся 21 образец диаметр от 2,0 до 2,4 см. Среди образцов со средней величиной диаметра (2-3 см) корзинки выделялись образцы к-39 (Армения - 2,4 см), к-492 (Киргизия – 2,3 см) и к-494 (Венгрия – 2,3 см).

Наибольшее количество выполненных семян в одной корзинке отмечалось у образца к-39 из Армении – 33 шт. У образцов к-14 из России, к-494 из Венгрии, к-492 из Киргизии количество семян тоже было высоким 26…27 шт. Минимальное количество семян в одной корзинке – 13-14шт. формировалось у образцов к-538 из Венгрии, к-407 из США, к-539 из Японии.

Масса семян с одной корзинки варьировала в среднем от 0,71 до 1,40 г. Наибольшая масса семян при этом отмечалась у образца к-492 Местный (Киргизия) – 1,40 г, у образцов к-39 (Армения) – 1,39 г, к-155 Местный (Западный Китай) – 1,34 г, к-14 (Россия) – 1,33 г.

Минимальная масса семян была у образцов – к-538 Adaes (Венгрия) – 0,71 г, к-407 (США) – 0,75 г, к-493 Nagykata (Венгрия) – 0,76 г, к-539 (Япония) – 0,77 г. У остальных образцов масса семян варьировала от 0,82 до 1,21 г.

Таблица 1. Параметры оценки сортообразцов сафлора.

| Сортообразец | Высота растения, см | Кол-во продуктивных ветвей, шт | Расст. до перв. ветви, см | Кол-во корзинок на 1 раст., шт. | Диаметр корзинок, мм. | Кол-во выполненных семян в 1 корзинке, шт. | Масса семян с 1 корзинки, г |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Астраханский 747 St | 41 | 8 | 17 | 8 | 2,0 | 23 | 1,09 |
| к-5 | 67 | 5 | 32 | 14 | 2,1 | 21 | 0,93 |
| к-11 | 51 | 6 | 28 | 10 | 2,1 | 22 | 1,10 |
| к-14 | 52 | 7 | 27 | 11 | 2,2 | 26 | 1,33 |
| к-21 | 61 | 6 | 30 | 12 | 2,0 | 22 | 1,08 |
| к-39 | 53 | 5 | 27 | 6 | 2,4 | 33 | 1,39 |
| к-94 | 55 | 6 | 29 | 8 | 1,8 | 19 | 1,10 |
| к-140 | 61 | 6 | 34 | 13 | 2,0 | 20 | 1,21 |
| к-155 | 65 | 8 | 32 | 15 | 2,2 | 24 | 1,34 |
| к-193 | 58 | 6 | 32 | 9 | 2,0 | 24 | 1,30 |
| к-268 | 50 | 6 | 28 | 12 | 1,6 | 16 | 0,90 |
| к-297 | 52 | 6 | 23 | 12 | 2,0 | 19 | 1,03 |
| к-299 | 51 | 5 | 19 | 9 | 2,0 | 19 | 1,00 |
| к-357 | 51 | 6 | 27 | 11 | 1,6 | 15 | 0,93 |
| к-407 | 58 | 6 | 29 | 12 | 1,5 | 14 | 0,75 |
| к-414 | 45 | 5 | 26 | 7 | 2,2 | 24 | 1,17 |
| к-415 | 50 | 5 | 31 | 7 | 2,0 | 19 | 1,14 |
| к-474 | 44 | 5 | 19 | 9 | 2,1 | 22 | 1,06 |
| к-480 | 44 | 5 | 23 | 8 | 1,9 | 17 | 1,07 |
| к-481 | 46 | 5 | 24 | 8 | 1,9 | 21 | 1,17 |
| к-491 | 52 | 6 | 31 | 9 | 1,7 | 16 | 0,98 |
| к-492 | 57 | 5 | 28 | 11 | 2,3 | 27 | 1,40 |
| к-493 | 49 | 6 | 29 | 10 | 1,9 | 17 | 0,76 |
| к-494 | 50 | 6 | 25 | 8 | 2,3 | 26 | 1,11 |
| к-495 | 45 | 5 | 26 | 8 | 1,8 | 17 | 0,82 |
| к-501 | 42 | 4 | 28 | 5 | 1,9 | 16 | 0,91 |
| к-502 | 52 | 5 | 31 | 7 | 2,0 | 19 | 1,03 |
| к-505 | 48 | 4 | 26 | 8 | 1,9 | 16 | 0,91 |
| к-508 | 51 | 5 | 30 | 5 | 2,0 | 21 | 1,08 |
| к-510 | 59 | 6 | 25 | 10 | 2,1 | 21 | 1,16 |
| к-511 | 48 | 6 | 23 | 8 | 1,7 | 22 | 0,98 |
| к-515 | 54 | 6 | 22 | 10 | 2,1 | 20 | 1,18 |
| к-516 | 52 | 7 | 21 | 15 | 1,8 | 15 | 0,88 |
| к-518 | 45 | 6 | 18 | 12 | 2,0 | 17 | 0,86 |
| к-533 | 46 | 5 | 26 | 7 | 1,7 | 16 | 0,89 |
| к-534 | 52 | 7 | 18 | 12 | 1,8 | 18 | 0,95 |
| к-535 | 44 | 4 | 24 | 6 | 1,8 | 19 | 1,11 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| к-538 | 44 | 5 | 24 | 7 | 1,5 | 13 | 0,71 |
| к-539 | 42 | 5 | 23 | 6 | 1,7 | 14 | 0,77 |
| к-571 | 49 | 5 | 27 | 8 | 2,0 | 22 | 0,93 |
| к-580 | 52 | 6 | 25 | 10 | 1,8 | 15 | 0,91 |

Вывод. В результате проведённых исследований при изучении морфобиометрических характеристик сафлора в аридных условиях Астраханской области, были выявлены наиболее перспективные образцы: по количеству корзинок на 1 растении – к-5, к-140, к-155 и к-516; по диаметру корзинок – к-5, к-11, к-14, к-39, к-155, к- 414, к-474, к-492, к-494; по количеству выполненных семян в 1 корзинке – к-11, к-14, к-39, к-94, к-140, к-155, к-193, к-414, к-415, к-481, к-492, к-494, к-510, к-515, к-535.

**Список источников**

1. Андринюк А.В., Иванюшин Е.А. Новая масличная культура в Зауралье // Зауральский научный вестник. -2013. -№ 2 (4). -С. 85-88.

2. Балхова Л., Абдуллаев А., Маниязова Н. А., Кобилов Ю. Т. Урожайность и качество зерна различных сортов сафлора в разных условиях водообеспечения // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук. 2022. № 2-1 (96). С. 102-105.

3. Зайцева Н. А., Ячменева Е. В., Климова И. И. Селекционная ценность сафлора красильного в аридных условиях Северного Прикаспия // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2022. Т. 17. № 4. С. 466-472.

4. Зайцева Н.А., Ячменева Е.В., Климова И.И., Дьяков А.С. Изучение коллекционных образцов сафлора красильного в засушливых условиях Астраханской области // Аграрный научный журнал. 2021. №10. С. 26-29.

5. Кшникаткина, А. Н. Продуктивность и качество сортообразцов сафлора красильного в условиях Среднего Поволжья А. Н. Кшникаткина, Т. Я. Прахова, А. А. Щанин // Нива Поволжья. -2019. -№ 1 (50). -С. 2-7.

6. Климова И.И., Ячменева Е.В. Продуктивность и качество зеленой массы сафлора красильного в богарных условиях северного Прикаспия // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2023;(4 (72)):186-192.

7. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Семеренко С.А. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. -Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. - 538 с.

## IDENTIFICATION OF PROMISING SAFFLOWER VARIETIES BY MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS IN THE ASTRAKHAN REGION

N. A. Zaitseva, A.A. Donaeva, D.E Morozov
Precaspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences
Astrakhan region, Russia
Scientific supervisor Zaitseva N.A., donaeva98@bk.ru

*Abstract.* The increase in interest in safflower is due to its high demand in both foreign and domestic markets. Unlike other crops, safflower has distinct advantages, as it is best suited for conditions in arid regions with limited soil moisture levels. The article presents morphological studies of collectible specimens of safflower of various geographical locations. During the growing season, the most promising varieties were extracted from 40 safflower samples for further cultivation in the risky farming zone of the Astrakhan region.

*Key words:* safflower dye, cultivars, morphology, seeds, baskets.

УДК 631.527.5:633.11

# ОЦЕНКА ГОМЕОСТАТИЧНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Мухордова М.Е., Власова А.А., Урман М.В.**

К.с.-х.н., доцент, специалист-исследователь, младший научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований.

Омский аграрный научный центр, г. Омск, Российская Федерация,

aa.vlasova1912@omgau.org

*Аннотация.* В статье обсуждаются результаты оценки гомеостатичности гибридов F1 яровой мягкой пшеницы по признакам продуктивности в условиях Омской области. Полевой опыт был заложен на базе лаборатории молекулярно-генетических исследований ФГБНУ «Омский АНЦ» в 2022 – 2023 гг. Изучение уровня гомеостаза позволило выявить, что он зависит от среднего значения признака и его вариабельности.

*Ключевые слова:* яровая мягкая пшеница, сорт, гомеостатичность, вариабельность, адаптивность

В настоящее время главной целью является создание экологически устойчивых сортов, которые гарантируют высокую урожайность в оптимальных условиях выращивания и сохраняют ее стабильность в стрессовых ситуациях [1, 2].

Современная сортовая политика предлагает различные сорта, отличающиеся урожайностью, адаптивностью, устойчивостью к болезням и качеством зерна. Применение этих сортов способствует стабилизации валовых сборов зерна и улучшению экологических и экономических показателей сельскохозяйственных предприятий [3, 4, 5].

Помимо создания и внедрения новых сортов в производство, важно также оптимизировать соответствие генетических характеристик сорта условиям его культивирования. Дело в том, что высокий уровень потенциальной продуктивности сорта зависит от конкретных условий года и места его выращивания [6, 7].

Пластичность и стабильность зависят от гомеостаза. Согласно методике Хангильдина, гомеостатичность обозначает способность генотипа минимизировать негативные последствия воздействия внешней среды, включая накопление запасных веществ в семенах и биомассе в целом [6].

Индикатором гомеостатичности сорта можно считать низкую изменчивость признаков. Это означает, что высокая изменчивость признака указывает на меньшую гомеостатичность данного генотипа при одних и тех же экологических условиях [8].

Для продолжения исследований по селекции пшеницы, направленных на увеличение продуктивности и адаптивности к стрессовым факторам окружающей среды, требуется информация о том, как создаваемые генотипы реагируют на изменения параметров внешней среды [9].

Цель: изучить гомеостатичность гибридов F1 яровой мягкой пшеницы в зависимости от отцовского компонента по признакам продуктивности.

Для изучения признаков продуктивности гибридов F1 яровой мягкой пшеницы в 2022-2023 гг. был заложен полевой опыт по схеме P1, F1, P2. Длина рядка 1м, площадь питания растений 10 х 20 кв.см. Повторность опыта двухкратная. Посев проведен ручной сажалкой. Предшественник – чистый пар. Сроки сева – оптимальные.

В качестве объекта исследований привлечены 16 гибридных комбинаций F1. Тестеры - 2 сортообразца яровой мягкой пшеницы Линия 410 и Линия 446.

После сбора урожая был проведён структурный анализ продуктивности растений. Экспериментальные данные статистически обработаны по методике Хангильдина [10] для расчета показателя гомеостатичности.

Погодные условия 2022 года были благоприятными по теплу и влагообеспеченности, ГТК вегетационного периода - 1,02, а 2023 год характеризуется как засушливый (ГТК=0,78).

Анализ экспериментальных гибридов первого поколения показал (таблица 1), что по числу зерен в колосе в 2022 г. с тестером Линия 410 высокой гомеостатичностью обладали гибриды на основе материнской формы Лидер 80 (Hom = 6,72). А с тестером Линия 446 высокий изучаемый показатель имели сортообразцы на основе сорта Омская 45 (Hom = 6,83). Такие коэффициенты гомеостатичности были получены за счет низкого значения коэффициента вариации.

По массе тысячи зерен с тестером Линия 410 на фоне Лютесценс 46/10-17 самой высокой гомеостатичностью характеризуются гибриды с низким коэффициентом вариации (Hom = 11,14), а также с отцовской формой Линия 446 – гибриды на фоне Омская 44 (Hom = 12,0).

Анализ массы зерна растения показывает, что высокий уровень гомеостаза наблюдается у потомков с участием сорта-тестера Линия 410 на основе Лютесценс 46/10-17 (Hom = 0,20), это достигается при высоком среднем значении признака. С отцовской формой Линия 446 высокие показатели гомеостаза также отмечены при высоком среднем значении массы зерна растения у гибридных комбинаций на фоне Омская 44 и Сигма 5 (Hom = 0,17).

Таблица 1. Гомеостатичность признаков продуктивности гибридов F1 яровой мягкой пшеницы в зависимости от тестера, 2022 г.

| 2022 г. | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Компонент | Число зерен в колосе | | | Масса тысячи зерен | | | Масса зерна растения | | |
| | x̄, шт. | V, % | Hom | x̄, г | V, % | Hom | x̄, г | V, % | Hom |
| ♀ | ♂ Линия 410 | | | | | | | | |
| Омская 44 | 43,7 | 13,17 | 3,32 | 41,6 | 13,24 | 3,14 | 4,3 | 53,90 | 0,08 |
| Омская 45 | 46,1 | 15,62 | 2,95 | 39,1 | 6,62 | 5,91 | 4,8 | 54,05 | 0,09 |
| Омская крепость | 45,0 | 22,04 | 2,04 | 39,9 | 14,33 | 2,78 | 4,4 | 85,35 | 0,05 |
| Лидер 80 | 55,5 | 8,26 | 6,72 | 41,3 | 9,13 | 4,52 | 2,8 | 68,19 | 0,04 |
| Сигма 5 | 44,0 | 21,30 | 2,07 | 43,3 | 8,3 | 5,22 | 3,7 | 21,50 | 0,17 |
| Лютесценс 46/10-17 | 65,6 | 11,48 | 5,72 | 44,7 | 4,01 | 11,14 | 4,7 | 23,20 | 0,20 |
| Лютесценс 36/17 | 44,8 | 11,45 | 3,91 | 38,9 | 17,05 | 2,28 | 2,5 | 33,37 | 0,08 |
| ♀ | ♂ Линия 446 | | | | | | | | |
| Омская 44 | 50,2 | 21,57 | 2,33 | 42,8 | 3,57 | 12,0 | 6,2 | 37,32 | 0,17 |
| Омская 45 | 34,8 | 5,09 | 6,83 | 46,7 | 19,05 | 2,45 | 2,8 | 42,18 | 0,07 |
| Омская крепость | 43,8 | 14,43 | 3,04 | 40,8 | 9,36 | 4,36 | 4,8 | 30,19 | 0,16 |
| Лидер 80 | 45,4 | 19,71 | 2,31 | 44,3 | 8,23 | 5,38 | 3,6 | 40,80 | 0,09 |
| Сигма 5 | 47,3 | 11,79 | 4,02 | 46,9 | 6,88 | 6,81 | 5,5 | 32,82 | 0,17 |
| Лютесценс 46/10-17 | 38,8 | 17,48 | 2,22 | 49,7 | 4,72 | 10,54 | 4,3 | 57,47 | 0,07 |
| Лютесценс 36/17 | 42,9 | 15,80 | 2,72 | 42,7 | 10,69 | 3,99 | 3,2 | 55,62 | 0,06 |

Примечание: x̄ - среднее по признаку; V – коэффициент вариации; Hom – гомеостатичность

Обсуждая результаты таблицы 2 по озерненности колоса, можно отметить, что самый высокий уровень гомеостаза отмечен на основе материнской формы Сигма 5 (Hom = 3,87) с тестером Линия 410 и на фоне сорта Лидер 80 (Hom = 4,37) с тестером Линия 446, что связано с низким коэффициентом вариации.

Анализируя показатель крупности зерна высокое значение гомеостатичности получено у гибридных комбинаций на основе Омская 44 (Hom = 8,32) и Лидер 80 (Hom = 13,25), что зависит от низкого коэффициента вариации, как с тестером Линия 410, так и с Линией 446.

Изучив результирующий показатель (масса зерна растения), было установлено, что за счет высокого среднего значения на фоне Сигма 5, Лидер 80 и Лютесценс 46/10-17 коэффициент гомеостатичности был высоким независимо от сорта-тестера.

Таблица 2. Гомеостатичность признаков продуктивности гибридов F1 яровой мягкой пшеницы в зависимости от тестера, 2023 г.

| 2023 г. | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Компонент | Число зерен в колосе | | | Масса тысячи зерен | | | Масса зерна растения | | |
| | x̄, шт. | V, % | Hom | x̄, г | V, % | Hom | x̄,г | V, % | Hom |
| ♀ | ♂ Линия 410 | | | | | | | | |
| Омская 44 | 37,0 | 20,73 | 1,78 | 37,3 | 4,49 | 8,32 | 4,0 | 22,22 | 0,18 |
| Омская 45 | 40,6 | 23,42 | 1,73 | 37,7 | 17,03 | 2,21 | 4,4 | 59,21 | 0,08 |
| Омская крепость | 35,5 | 18,26 | 1,94 | 41,3 | 7,18 | 5,75 | 5,2 | 49,63 | 0,10 |
| Лидер 80 | 47,2 | 18,28 | 2,58 | 39,5 | 9,80 | 4,04 | 6,6 | 44,68 | 0,15 |
| Сигма 5 | 50,4 | 13,03 | 3,87 | 41,5 | 8,32 | 4,99 | 9,5 | 28,91 | 0,33 |
| Лютесценс 46/10-17 | 48,1 | 20,75 | 2,32 | 39,7 | 18,86 | 2,10 | 8,6 | 64,46 | 0,13 |
| Лютесценс 36/17 | 40,7 | 15,43 | 2,64 | 42,2 | 7,40 | 5,70 | 8,2 | 39,56 | 0,21 |
| ♀ | ♂ Линия 446 | | | | | | | | |
| Омская 44 | 33,5 | 31,94 | 1,05 | 33,4 | 15,39 | 2,17 | 1,3 | 28,77 | 0,05 |
| Омская 45 | 35,2 | 10,65 | 3,30 | 43,5 | 6,29 | 6,92 | 5,4 | 35,33 | 0,15 |
| Омская крепость | 40,9 | 13,55 | 3,02 | 43,6 | 4,74 | 9,20 | 5,9 | 30,63 | 0,19 |
| Лидер 80 | 43,2 | 9,88 | 4,37 | 45,7 | 3,45 | 13,25 | 6,8 | 25,95 | 0,26 |
| Сигма 5 | 39,4 | 16,81 | 2,34 | 43,6 | 7,16 | 6,09 | 6,2 | 40,36 | 0,15 |
| Лютесценс 46/10-17 | 41,1 | 17,20 | 2,39 | 44,4 | 9,56 | 4,64 | 10,4 | 42,12 | 0,25 |
| Лютесценс 36/17 | 36,4 | 20,70 | 1,76 | 40,2 | 8,33 | 4,83 | 5,8 | 41,71 | 0,14 |

Примечание: x̄ - среднее по признаку; V – коэффициент вариации; Hom – гомеостатичность

Изучение гомеостатичности признаков продуктивности у гибридов F1 яровой мягкой пшеницы позволило выявить, что исследуемый показатель зависит от изменения уровня признака и его вариабельности.

Независимо от погодных условий уровень гомеостаза выше, когда коэффициент вариации ниже по признакам озерненности и крупности зерна. А по массе зерна растения коэффициент гомеостатичности зависит от среднего значения этого признака.

Высокую и стабильную гомеостатичность в благоприятном 2022 г. демонстрируют гибриды с материнскими формами Лютесценс 46/10-17 с тестером Линия 410 и Омская 44 с сортом Линия 446 (по признакам крупности зерна и продуктивности растения). В засушливых условиях 2023 г. уровень гомеостаза высок у гибрида Лидер 80 х Линия 446 по всем изученным признакам и у Сигма 5 х Линия 410 по числу зерен в колосе и массе зерна растения.

**Список источников**

1. Оценка урожайности, экологической стабильности и пластичности новых сортов озимой пшеницы в условиях лесостепной зоны Кемеровской области / Е. П. Кондратенко, Е. А. Егушова, О. Б. Константинова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – С. 714.

2. Новохатин В. В. Новый комплексный подход к изучению динамики повышения адаптивности и гомеостатичности у сортов мягкой яровой пшеницы (на примере длительной истории селекции в Северном Зауралье) / В. В. Новохатин, Т. В. Шеломенцева, В. А. Драгавцев // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Т. 57, № 1. – С. 81-97. – DOI 10.15389/agrobiology.2022.1.81rus.

3. Адаптивно-значимые признаки у изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы / В. В. Ефремова, Ю. Т. Аистова, Е. Г. Самелик, Л. В. Назаренко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 85. – С. 390-402.

4. Волкова Л. В. Оценка сортов яровой мягкой пшеницы по урожайности и адаптивным свойствам / Л. В. Волкова, В. М. Гирева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – № 4(59). – С. 19-23.

5. Плетнев В. В. Гомеостатичность сортообразцов озимой пшеницы мировой коллекции в условиях Юга России / В. В. Плетнев, Д. А. Тарадина, И. А. Донец // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 59-2. – С. 15-20. – DOI 10.54258/20701047_2022_59_2_15.

6. Ефремова В. В. Оценка сортов озимой мягкой пшеницы по хозяйственно ценным признакам / В. В. Ефремова, Е. Г. Самелик // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции : материалы Международной научно-практической конференции, Краснодар, 06–26 апреля 2015 года / Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий". – Краснодар: Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт табака, махорки и табачных изделий Российской академии сельскохозяйственных наук, 2015. – С. 101-104.

7. Соколенко Н. И. Адаптивные признаки сортообразцов озимой пшеницы мировой коллекции / Н. И. Соколенко, Н. М. Комаров // Таврический вестник аграрной науки. – 2019. – № 4(20). – С. 111-116. – DOI 10.33952/2542-0720-2019-4-20-111-116.

8. Влияние предшественника на гомеостатичность урожайности сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости в степной зоне юга Средней Сибири / А. Н. Кадычегов, А. Н. Бородыня, А. Н. Кадычегова, В. А. Кадычегов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 5(127). – С. 16-20.

9. Параметры адаптивности и гомеостатичности сортов озимой мягкой пшеницы в степной зоне Ростовской области / М. А. Фоменко, А. И. Грабовец, Т. А. Олейникова, О. В. Мельникова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 4(32). – С. 105-111. – DOI 10.24411/2309-348X-2019-11140.

10. Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Научно-технический сборник. - Одесса: ВСГИ., – 1981. – Вып. 1 (39). – С. 8-13.

## EVALUATION OF HOMEOSTATICITY OF SPRING SOFT WHEAT SAMPLES IN THE CONDITIONS OF OMSK REGION

**Mukhordova M.E.[1], Vlasova A.A.[2], Urman M.V.[3]**

[1]Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Laboratory of Molecular Genetic Research;

[2] Specialist-researcher of the Laboratory of Molecular Genetic Research;

[3]Junior Researcher of the Laboratory of Molecular Genetic Research.

Federal State Budgetary Institution "Omsk Agrarian Research Center", Omsk, Russian Federation

aa.vlasova1912@omgau.org

*Abstract.* The article discusses the results of assessing the homeostaticity of F1 spring soft wheat hybrids for productivity traits in the conditions of Omsk region. The field experiment was carried out at the molecular genetic research laboratory of the FSBI "Omsk Agrarian Research Center" in 2022–2023. The study of the level of homeostasis revealed that it depends on the average value of the trait and its variability.

*Key words:* spring soft wheat, variety, homeostaticity, variability, adaptability

УДК 631.81.033

# ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ НА ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕЙ В УСЛОВИЯХ ГИДРОПОННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ

**Потоцкий Я.О.[1,3], Смирнова Н.В.[2], Шаталова Е.И.[3]**

[1] Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

[2] Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, г. Новосибирск

[3] Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия, saltuha999@gmail.com

*Аннотация***.** В статье рассматривается физиологическая роль калия и кальция, описывается вегетационный опыт по выращиванию яровой пшеницы селекции ИЦиГ СО РАН в условиях водной культуры в питательных смесях различного состава для поддержания сортообразцов, так и для продолжения селекционной работы.

*Ключевые слова:* калий, кальций, вегетационный период, питательный раствор

Калий и кальций играют важнейшую физиологическую роль в процессах роста, развития и формирования урожая яровой пшеницы. Согласно исследованиям, калий участвует в регуляции водного обмена растений, активируя работу устьичного аппарата и повышая устойчивость к засухе [1]. Он необходим для синтеза АТФ, активации ферментов углеводного и белкового обмена [2]. При недостатке калия у пшеницы наблюдается краевой хлороз листьев, ослабление корневой системы и снижение налива зерна [3].

Кальций является структурным компонентом клеточных стенок, обеспечивая механическую прочность тканей [4]. Он регулирует проницаемость мембран и участвует в передаче сигналов при стрессовых воздействиях. Дефицит кальция приводит к нарушению деления клеток в точках роста, ухудшению развития корневой системы и снижению устойчивости к болезням [5].

Совместное действие калия и кальция изучалось в работах группы исследователей [6], где было показано, что оптимальное соотношение этих элементов в питании повышает продуктивность фотосинтеза, улучшает кустистость и формирование зерна. Особенно важна их роль в критических фазах развития: калий наиболее востребован в период трубкования-колошения, а кальций – на этапах кущения и выхода в трубку [5].

В селекции в настоящий момент используются различные методы ускорения получения урожая пшеницы, один из которых это выращивание растений на гидропонике.

Таким образом, сбалансированное обеспечение яровой пшеницы калием и кальцием является ключевым фактором повышения урожайности и качества зерна, что подтверждается современными агрохимическими и физиологическими исследованиями в области растениеводства.

В связи с этим, целью работы было изучить влияние состава питательной смеси на вынос элементов питания яровой пшеницей в условиях гидропонного выращивания на примере двух элементов – калия и кальция.

## Материалы и методы.

Для опыта использовались сорта яровой пшеницы: Саратовская 42, Воевода, Новосибирская 15, Новосибирская 31, Тулайковская 10. Экспериментальные растения высаживались в ведра с керамзитом. В ходе исследования испытывали 4 вида питательных смесей с pH 6,5. Полив растений проводили 2 раза в день (9:00 и 16:00). Образцы листьев собирались в 3 стадиях роста (стадия кущения, выход в трубку, начало колошения) для определения содержания макро- и микроэлементов. Статистическую обработку данных проводили, используя двухфакторный дисперсионный анализ с post-hoc тестом Тьюки в программе Past 4.03.

Таблица1. Состав четырех питательных растворов для выращивания пшеницы яровой

| Смесь № 1 | | Смесь № 2 | | Смесь № 3 | | Смесь № 4 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наименование | Концентрация (гр/л) | Наименование | Концентрация (гр/л) | Наименование | Концентрация (гр/л) | Наименование | Концентрация (гр/л) |
| Ca(NO3)2 | 1 | $Ca(NO_3)^2$ | 1,14 | $Ca(NO_3)^2$ | 0,749 | $Ca(NO_3)^2$ | 0,7 |
| $KH_2PO_4$ | 0,25 | $KH_2PO_4$ | 0,23 | $KH_2PO_4$ (Haifa) | 0,1 | $KH_2PO_4$ | 0,08 |
| KNO3 | 0,25 | $K_2SO_4$ | 0,41 | $KNO_3$ (Haifa) | 0,26 | $K_2SO_4$ | 0,27 |
| $MgSO_4$ | 0,25 | $MgSO_4$ | 0,21 | $MgSO_4$ x $7H_2O$ | 0,3 | $MgSO_4$ | 0,3 |
| Fe | 0,045 | Fe | 0,045 | $NH_4H2PO_4$ | 0,2 | $NH_4H_2PO_4$ Урал.Хим | 0,08 |
| $H_3BO_3$ | 0,003 | $H_3BO_3$ | 0,003 | $K_2SO_4$ | 0,15 | Kristalon | 0,5 |
| Mn | 0,004 | Mn | 0,004 | APN | 0,02 | $H_3BO_3$ | 0,002 |
| Zn | 0,0004 | Zn | 0,0004 | Хелат Fe | 0,035 | Хелат Fe | 0,03 |
| Cu | 0,003 | Cu | 0,003 | $H_3BO_3$ | 0,002 | Хелат Mn | 0,002 |
| Mo | 0,00009 | Mo | 0,00009 | - | - | Brexil | 0,3 |

## Результаты и обсуждение

Достоверных отличий по усвоению калия и кальция как в разных составах питательных смесей, так и в пяти испытанных сортах яровой пшеницы установить не удалось. Это свидетельствует о том, что выбранные схемы удобрения обеспечивают оптимальные условия для усвоения данных макро- и микоэлементов, что, в свою очередь, может положительно сказаться на росте и развитии растений. Тем не менее, важно отметить, что усвоение калия и кальция — это лишь часть общей картины. В дальнейшем потребуется провести анализ экономической целесообразности использования смесей различного состава, чтобы понять, какие смеси удобрений приносят наибольшую отдачу. Этот анализ должен включать в себя как прямые затраты на удобрения, так и потенциальную выгоду, которая может быть получена за счет увеличения урожайности и улучшения качества зерна.

## Заключение

Значения содержания калия и кальция в трех фазах развития яровой пшеницы значимо не отличались между собой как по фактору влияния смеси, так и по фактору влияния сорта. Требуется дальнейший анализ усвоения элементов питания, а также анализ экономической целесообразности применения в селекционной работе с яровой пшеницы смесей разного состава.

## Список источников

1. Alam R. Enhanced antioxidant defense after exogenous application of Ca and K+ in *Brassica napus* seedlingsunder water deficit stress / R. Alam, A. Iqbal, I. Khan, I. Ali, I. Munir, A. Javed, I. Rehman, Z. A. Swati // African Journal of Biotechnology. – 2011. – Vol. 10, No. 64. – P. 14052-14060

2. Косоуров С. Н. Индукция транспорта калия в корневых системах проростков пшеницы при его низком содержании в среде / С. Н. Косоуров, Л. Г. Кузнецова, И. Н. Гоготов // Доклады Академии наук. – 2000. – Т. 373, № 6. – С. 844-846. – EDN PPJKTM.

3. Гилязов М. Ю. Роль удобрений в повышении устойчивости производства продукции растениеводства // Глобальные вызовы для продовольственной безопасности: риски и возможности: Научные труды международной научно-практической конференции, Казань, 01-03 июля 2021 года. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2021. С. 133-140.

4. Каримова Ф.Г. Поглощение Са2+ клетками растений / Ф.Г. Каримова, Е.К. Бунтукова, Е.Е. Клочкова // Цитология. – 1991. – Т. 33, № 11. – с.181–184

5. Amtmann A. The effect of potassium nutrition on pest and disease resistance in plants / A. Amtmann, S. Troufflard, P. Armengaud // Physiologia Plantarum. – 2008. – Vol. 133, No. 4. – P. 682-691

6. Никитишен В.И. Формирование ассимиляционного аппарата и продуктивность фотосинтеза растений в различных условиях минерального питания / В.И. Никитишен, Л.М. Терекова, В.И. Личко // Агрохимия. 2007. –№8. – С. 35-43.

7. Шеуджен А.Х. Кальций и методы его определения / А.Х. Шеуджен, Л.М. Онищенко, К.П. Азарян, З.Н. Ткаченко. Краснодар.: КубГАУ, 2003. – 92 с.

## THE INFLUENCE OF NUTRIENT SOLUTION COMPOSITION ON NUTRIENT UPTAKE BY SPRING WHEAT UNDER HYDROPONIC CULTIVATION CONDITIONS

**Pototsky Ya.O.**[1],[3], **Smirnova N.V.**[2], **Shatalova E.I.**[3]

[1] Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk

[2] Institute of Soil Science and Agrochemistry, SB RAS, Novosibirsk

[3] Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology, RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region

saltuha999@gmail.com

*Abstract:* The article examines the physiological role of potassium and calcium and describes a vegetative experiment on the cultivation of spring wheat (developed by the Institute of Cytology and Genetics, SB RAS) in water culture using nutrient solutions of varying composition. The study aimed to support varietal samples and continue breeding work.

*Keywords:* potassium, calcium, growing season, nutrient solution

УДК 631.87:633.491

## ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ РАННЕГО

**Султани А.К.**

Магистр

*Научный руководитель Дыйканова М.Е., к.с-х.н., доцент*

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия, dyikanova@rgau-msha.ru

*Аннотация.* В исследованиях изучалось влияние органического удобрения РостоВИТ, на продуктивность и урожайность картофеля раннего, сортов Ред Скарлетт и Конкурент. Исследования проводили в 2024 гг., на территории УНПЦ Садоводства и овощеводства имени В.И. Эдельштейна. Цель работы: увеличение продуктивности картофеля раннего с правильно подобранными сортами и применением некорневых подкормок препаратом РостоВИТ. Минимальное число клубней отмечалось в контрольных вариантах, у сорта Ред Скарлетт 11 штук/1 раст., у сорта Конкурент 12 штук/на 1 раст. Прибавка урожая на 15.07. составила 4% по отношению к контролю у сорта Ред Скарлетт. В варианте с некорневой подкормкой у сорта Конкурент прибавка составила 5%, по отношению к контролю. Таким образом, проведенный эксперимент показал положительное влияние препарата РостВИТ на раннюю урожайность обоих сортов картофеля в условиях Московской области.

*Ключевые слова:* картофель ранний, органическое удобрение, урожайность, некорневые подкормки, ранняя урожайность.

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) изначально был родом из Южной Америки, где он произрастал как дикое растение примерно с 7000 до 9000 лет назад [2]. Картофель является одной из четвертых по важности продовольственных культур в мире [4]. Он широко известен как «Король овощей». Это самый продуктивный овощ в мире, который является основным источником питания и дохода для многих групп населения и общин, а содержание в сухом веществе, пищевой энергии и белка делает его хорошим питательным продуктом. Картофель играет важную роль в продовольственной безопасности развивающихся стран. Продовольственная безопасность существует, когда все люди в любое время имеют физический, социальный и экономический доступ к достаточному количеству безопасной и питательной пищи, которая соответствует их диетическим потребностям и предпочтениям в еде для активной и здоровой жизни [3]. Картофель ранний — это универсальная овощная культура, богатая углеводами пища. В свежем виде он содержит около 80% воды и 20 % сухого вещества. Около 60–80 % сухого вещества составляет крахмал. В сухом весе содержание белка в картофеле аналогично злакам. Он содержит мало жира (0,1%), но богат микроэлементами и витамином С. Картофель является умеренным источником железа, а высокое содержание витамина С способствует усвоению железа. Он является хорошим источником витаминов, таких как витамины $B_1$, $B_3$ и $B_6$, и минералов, таких как калий, фосфор и магний. Картофель также содержит пищевые антиоксиданты, которые играют роль в предотвращении заболеваний, связанных со старением, и пищевые волокна, которые приносят пользу здоровью [5].

Органическое инновационное удобрение РостоВИТ, рекомендуется для некорневых подкормок в период вегетации растений. Используется для повышения иммунитета и стрессоустойчивости растений, обеспечения полноценного сбалансированного развития. Удобрение в виде суспензии, экологически безопасно для окружающей среды. Препарат является комплексом природных биологически активных веществ, получают путем микробиологической деструкции отработанных пивных дрожжей. В исследованиях изучалось и роль влияние микробиологического удобрения Ростовит, на рост, развитие и продуктивность картофеля раннего, таких сортов как: Ред Скарлетт и Конкурент [1]. Обработка препаратом двукратная в виде некорневой подкормкой с периодичностью 15 дней, концентрация, рекомендуемая производителем для овощных культур. Первую подкормку провели через 15 дней после появления массовых всходов, далее в фазу бутонизации, все работы проводили в вечернее время.

Исследования проводили в 2024 гг., на территории УНПЦ Садоводства и овощеводства имени В.И. Эдельштейна. Посадку клубней проводили 3 мая схема 70х30 см, на участке с дерново-подзолистой среднесуглинистой почвой. Для посадки использовали клубни средней фракции, дата определялась прогревом почвы до 8-10$^0$С. Наблюдения проводили по методике опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве. Объекты исследований сорта картофеля: Ред Скарлетт и Конкурент, по характеристике относятся к раннеспелой группе, столового назначения с хорошими вкусовыми качествами, рекомендуемые для выращивания в Нечерноземной зоне. Технология выращивания применялась классическая, в соответствии с биологическими особенностями культуры. В период роста и развития растений картофеля раннего погодные условия были благоприятными, но с некоторыми отличиями по месяцам в температуре и осадках. В мае после посадки было отмечено резкое понижение температуры до 0$^0$С, однако на клубни отрицательного влияния не оказало, т.к. всходы еще не появились. В июне среднемесячная температура составила 20,6$^0$С и выпало 166,3 мм осадков, в июле осадки были в пределах нормы. Уборка клубней проводилась 15.07.2024. Появление массовых всходов отмечено у сорта Ред Скарлетт на 23 день, у сорта Конкурент 20 день. В период вегетации у сорта Конкурент все фазы развития (бутонизация, цветение) наступали на 3-5 дней раньше, чем у Ред Скарлетт.

Таблица 1. Влияние некорневых подкормок на раннюю урожайность картофеля (15.07.24г.), т/га

| Вариант | Средняя масса клубней с 1 куста, г | Урожайность т/га | + % по отношению к контролю |
|---|---|---|---|
| Ред Скарлетт (контроль) | 581 | 27,6 | 100 |
| Ред Скарлетт (РостоВИТ) | 612 | 29,1 | +5 |
| $НСР_{05}$ | 14 | 0,6 | |
| Конкурент (контроль) | 608 | 28,9 | 100 |
| Конкурент (РостоВИТ) | 635 | 30,2 | +4 |
| $НСР_{05}$ | 11 | 0,5 | |

Применение некорневых подкормок препаратом РостоВИТ оказало влияние на формирование числа клубней. К 15 июля сформировалось 17-18 клубней на одном растении, однако 80% относились к средней и мелкой фракции, в данный срок уборки. Минимальное число клубней отмечалось в контрольных вариантах, у сорта Ред Скарлетт 11 штук/1 раст., у сорта Конкурент 12 штук/на 1 раст. Прибавка урожая на 15.07. составила 4% по отношению к контролю у сорта Ред Скарлетт. В варианте с некорневой подкормкой у сорта Конкурент прибавка составила 5%, по отношению к контролю. Таким образом, проведенный эксперимент показал положительное влияние препарата РостВИТ на раннюю урожайность обоих сортов картофеля в условиях Московской области.

**Список источников**

1. Дыйканова, М. Е. Эффективность органических удобрений на урожайность картофеля раннего в условиях Нечерноземной зоны / М. Е. Дыйканова // Достижения науки и технологий, культурные инициативы и устойчивое развитие - ДНиТ-III-2024 : сборник научных статей по материалам III Всероссийской научной конференции с международным участием, Красноярск, 01–02 марта 2024 года. – Красноярск: Общественное учреждение "Красноярский краевой Дом науки и техники Российского союза научных и инженерных общественных объединений", 2024. – С. 163-169.

2. Ortiz O., Mares V. The historical, social, and economic importance of the potato crop //The potato genome. – 2017. – С. 1-10.

3. The influence of agrotechnical practices on the early production of potatoes of the Red Scarlett variety / M. E. Dyikanova, N. F. Deniskina, A. G. Levshin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International Conference on Environmental Technologies and Engineering for Sustainable Development, Tashkent, 12–15 октября 2022 года. Vol. 1112. – IOP Publishing Ltd: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012097.

4. Devaux A. et al. Global food security, contributions from sustainable potato agri-food systems //The potato crop: Its agricultural, nutritional and social contribution to humankind. – 2020. – С. 3-35.

5. Wijesinha-Bettoni R., Mouillé B. The contribution of potatoes to global food security, nutrition and healthy diets //American Journal of Potato Research. – 2019. – Т. 96. – С. 139-149.

6. Hussain T. Potatoes: ensuring food for the future //Adv Plants Agric Res. – 2016. – Т. 3. – №. 6. – С. 178-182.

## THE EFFECT OF FOLIAR TOP DRESSING ON THE YIELD OF EARLY POTATOES

**Sultani A.K.**

Master's degree, Russian State Agrarian University – Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

*Scientific supervisor Dyikanova M.E. - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Vegetable Growing Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Russia*
dyikanova@rgau-msha.ru

*Abstract.* The research examined the effect of organic fertilizer RostoVIT on the productivity and yield of early potatoes, Red Scarlett and Competitor varieties. The research was conducted in 2024, on the territory of the V.I. Edelstein National Research Center for Horticulture and Vegetable Growing. The purpose of the work: to increase the productivity of early potatoes with properly selected varieties and the use of foliar top dressing with RostoVIT. The minimum number of tubers was noted in the control variants, the Red Scarlett variety has 11 pieces/ 1 rast., the Competitor variety has 12 pieces/ 1 rast. The increase in yield on 15.07. was 4% relative to the control of the Red Scarlett variety. In the variant with non-root top dressing, the Competitor variety had an increase of 5% relative to the control. Thus, the experiment showed the positive effect of the drug RostVIT on the early yield of both potato varieties in the Moscow region.

*Key words*: early potatoes, organic fertilizer, yield, foliar top dressing, early yield.

УДК: 634.71

# ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МАЛИНЫ РЕМОНТАНТНОЙ В УСЛОВИЯХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

**Шамаев М.С., Акулов А.О, Дубинская К.М.**
Студент, Студент, Студент
*Научные руководители: Храмой В.К, д.с-х.н., профессор, Васильева В.А., к.с-х.н, доцент*
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Калужский филиал), Калуга, Россия, v.hramoy@yandex.ru

*Аннотация.* Проведенные исследования показали, что сорта малины ремонтантной Атлант и Оранжевое чудо подходят для условий Калужской области. Плодоношение их начинается в начале августа и продолжается на протяжении 80 дней до ноября. По урожайности сорт Оранжевое чудо незначительно превосходит Атлант, но по пригодности ягод к транспортировке и хранению Атлант превосходит Оранжевое чудо.

*Ключевые слова:* малина ремонтантная, сорт, урожайность ягод.

Малина обыкновенная – ценная ягодная культура. Её плоды обладают лечебно-диетическими свойствами, так как отличаются высоким содержанием сахаров, органических кислот, флавоноидов, антоцианов и витаминов [1,2]. Традиционно в Калужской области возделывались сорта малины, формирующие урожай на побегах второго года жизни в средне-летний период. Недостатком таких сортов является сильное поражение ягод вредителями, что снижает качество плодов и урожайность культуры [2]. Применение химических средств борьбы с вредителями приводит к снижению экологичности получаемого продукта.

Малина ремонтантная формирует плоды на побегах первого года жизни в летне-осенний период, когда вредители завершают свой цикл развития, и поражение ягод резко снижается, а в поздне-осенний период вообще отсутствует. Это обеспечивает более высокую экологичность производства и высокое качество ягод [3,4]. Сорта малины ремонтантной значительно различаются по скороспелости [5]. Опыт возделывания малины ремонтантной в крестьянских и садово-огородных хозяйствах Калужской области показывает, что стабильное плодоношение здесь обеспечивают только скороспелые сорта, созревание которых начинается в начале августа.

Целью наших исследований было изучить особенности роста, развития и формирования урожая двух сортов малины ремонтантной: Антей и Оранжевое чудо. Исследования проводили в Калужском филиале РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2024 г. на посадках третьего года жизни. Высадка саженцев проводилась весной 2022 г. Схема посадки 0,7м х 2м. Весной и осенью перед уходом в зиму проводили мульчирование прикорневой зоны органо-минеральным компостом из расчёта 2кг компоста на 1м$^2$. Проводили фенологические наблюдения, биометрический анализ растений, учёт урожая. Исследования проводили по общепринятым методикам [6].

Результаты исследований.

Отрастание малины началось 3 апреля. Молодые побеги у сорта Атлант имели антоциановую окраску, а у сорта Оранжевое чудо ярко–зеленую. Высота растений сорта Атлант к концу вегетации составила 112 см, а сорта Оранжевое чудо 125 см (таблица 1). Отдельные побеги сорта Оранжевое чудо достигали высоты 150 см. Сорта различались по размеру листовых пластинок. У обоих сортов большую длину имели верхние непарные доли листа. Более крупными они были у сорта Оранжевое чудо. Так, у сорта Атлант длина верхней доли листа составляла 12,2 см, ширина 7,3 см, а у сорта Оранжевое чудо, 13,1 см и 10,4 см. Боковые доли листа у сорта Атлант имели длину 11,3 см и ширину 6,1 см; у сорта Оранжевое чудо, соответственно, 9,5 см и 7,2 см.

Таблица 1. Высота растений и размер листьев

| Показатель | Сорт | |
|---|---|---|
| | Атлант | Оранжевое чудо |
| 1. Высота растений, см | 112 | 125 |
| 2. Длина верхней доли листа, см. | 12,2 | 13,1 |
| 3. Ширина верхней доли листа, см | 7,3 | 10,4 |
| 4. Длина боковой доли листа, см | 11,3 | 9,5 |
| 5. Ширина боковой доли листа, см | 6,1 | 7,2 |

Развитие сортов протекало довольно равномерно. Начало цветения было отмечено 12 июля. Первые созревшие ягоды наблюдались у сорта Атлант 1 августа, у сорта Оранжевое чудо 4 августа. Первый сбор ягод был произведен соответственно 12 и 17 августа. Последующие сборы проводили через 3 – 5 дней. Интенсивность плодоношения возрастала до 1 сентября. Наибольшие сборы ягод наблюдались в период с 1 по 18 сентября, затем интенсивность плодоношения стала снижаться. Тем не менее, образование новых ягод и созревание их продолжалось до 31 октября, вплоть до срезания стеблей. Следует отметить, что у сорта Оранжевое чудо в это время находилось значительное количество недозрелых зеленых ягод.

Ягоды изучаемых сортов отличались по окраске, по форме, по размерам, по массе и по структуре (таблица 2).

Таблица 2. Биометрические показатели и урожайность ягод

| Показатель | Сорт | |
|---|---|---|
| | Атлант | Оранжевое чудо |
| Длина ягоды, см | 2,0 | 2,7 |
| Диаметр ягоды у основания, см | 1,8 | 1,9 |
| Средняя масса ягоды, см | 3,2 | 3,9 |
| *Урожайность, кг/м$^2$ | 0,75 | 0,82 |

*$НСР_{05}$=0,12 кг/м$^2$

У сорта Атлант ягоды были бордовыми, тупоконическими. Средняя длина ягоды составляла 2,0 см, диаметр у основания 1,8 см, средняя масса ягоды 3,2г, структура – плотная, вкус типичный малиновый с кислинкой. У сорта Оранжевое чудо ягоды были золотисто-оранжевого цвета, удлиненно-конические; средняя длина ягоды 2,9 см, диаметр у основания 1,9 см, средняя масса ягоды 3,9 г. Ягода очень нежная, легко сминается, вкус вызревших ягод сладкий без кислинки.

По урожайности наблюдалось некоторое преимущество у сорта Оранжевое чудо. Урожайность его составила 0,82 кг/м$^2$, что на 0,07 кг/м$^2$ больше, чем у сорта Атлант. Различие не достоверное.

Таким образом, сорта малины ремонтантной Атлант и Оранжевое чудо подходят для условий Калужской области. Плодоношение их начинается в начале августа и продолжается на протяжении 80 дней до ноября. По урожайности сорт Оранжевое чудо незначительно превосходит Атлант, но по пригодности ягод к транспортировке и хранению Атлант превосходит Оранжевое чудо.

**Список источников**

1. Продуктивные качества ягодных культур при возделывании в условиях Республики Коми / Е. В. Павлова, Е. В. Красильникова, К. Т. Сметанина, Т. В. Тарабукина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 5(103). – С. 100-105. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-103-5-100-105. – EDN ZGDECA.

2. Казаков И.В., Евдокименко С.Н. Малина ремонтантная. – М.: Россельхозакадемия, 2006. - 288 с.

3. Юдин, А. А. Изучение коллекции сортов малины ремонтантной по комплексу основных хозяйственно полезных признаков в Республике Коми / А. А. Юдин, Е. В. Павлова, Т. В. Тарабукина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 4(108). – С. 52-55. – DOI 10.37670/2073-0853-2024-108-4-52-55. – EDN REKTFE.

4. Описание сортов малины ремонтантной, возделываемой в Республике Коми / Е. В. Павлова, Е. В. Красильникова, К. Т. Сметанина, Т. В. Тарабукина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 3(101). – С. 89-94. – DOI 10.37670/2073-0853-2023-101-3-89-94. – EDN IHHGHB.

5. Козлова, А. Б. Особенности прохождения фенологических фаз у ремонтантной малины в условиях города Благовещенска Амурской области / А. Б. Козлова, В. В. Лештаева // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы всероссийской научно-практической конференции, Благовещенск, 20–21 апреля 2023 года. Том 1. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2023. – С. 63-73. – DOI 10.22450/9785964205385_1_63. – EDN EZDZEM.

6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. - Орёл: ВНИИСПК, 1999. - 606 с.

## PECULIARITIES OF REMONTANT RASPBERRY DEVELOPMENT IN KALUGA REGION

**Shamaev M.S., Akulov A.O., Dubinskaya K.M.,**
Students, Kaluga branch of the Russian State Autonomous University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Kaluga, Russia
*Scientific supervisors: Khramoy V.K., professor, doctor of agricultural sciences, Vasilyeva V.A.,associate professor, candidate of agricultural sciences, Kaluga branch of the Russian State Autonomous University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Kaluga, Russia,* v.hramoy@yandex.ru

*Abstract.* Studies have shown that the raspberries of the remontant Atlant and Orange Miracle are suitable for the conditions of the Kaluga region. Their fruiting begins in early August

and lasts for 80 days until November. In terms of yield, the Orange Miracle variety is slightly superior to Atlant, but in terms of the suitability of berries for transportation and storage, Atlant surpasses Orange Miracle.

*Key words:* remontant raspberries, variety, berry yield.

# *Цифровое сельское хозяйство*

УДК 631.58:004.932.2

## КАРТИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С ПОМОЩЬЮ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ НА БПЛА

**Васютина Т.Л., Лосев Д.И.**
к.т.н., доцент, курсант
Ленинградского областного филиала Санкт-Петербургского университета МВД России,
Санкт-Петербург, Россия, l@7mvd.ru

*Аннотация.* Исследование рассматривает применение мультиспектральных датчиков на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА) для определения вариабельности и прогнозирования урожайности зерновых культур. Технология сочетает методы дистанционного зондирования с анализом данных, предоставляя аграриям информацию о состоянии растений. Датчики регистрируют отражение в видимом (444-650 нм), крайнем красном (717-730 нм) и ближнем инфракрасном (840-842 нм) диапазонах, выявляя изменения, невидимые при обычном наблюдении. Это позволяет внедрять дифференцированные агротехнические мероприятия, оптимизировать использование ресурсов и повышать экономическую эффективность. Работа анализирует технологические компоненты систем, аспекты их применения и перспективы развития в прецизионном земледелии.

*Ключевые слова:* мультиспектральные сенсорные системы; картирование урожайности; прецизионное земледелие; вегетационные индексы; дистанционное зондирование.

Трансформационные процессы в агротехнологическом комплексе, детерминируемые цифровизацией и имплементацией инновационных технологических решений, модифицируют концептуальные подходы к мониторингу агрофитоценозов и управлению продукционным процессом сельскохозяйственных культур. Данная парадигма обусловливает формирование более эффективных производственных систем, характеризующихся минимизацией транзакционных издержек и оптимизацией биопродуктивности агроценозов. Дистанционное зондирование с применением беспилотных авиационных систем и мультиспектральных сенсоров представляет собой один из наиболее перспективных векторов технологической модернизации агропромышленного комплекса. В данном контексте технологии БПЛА предоставляют агропроизводителям возможность получать мультипараметрическую информацию о состоянии агроэкосистем и физиологическом статусе растений, что позволяет реализовывать таргетированные агротехнические интервенции, оптимизирующие ресурсопотребление и максимизирующие продуктивность.

Фундаментальный принцип мультиспектральной съемки базируется на спектрофотометрических характеристиках взаимодействия растительных организмов с электромагнитным излучением различных длин волн. Данные спектрофотометрические взаимодействия между электромагнитным излучением и тканями растительного организма формируют методологическую основу для детекции физиологических вариаций агрофитоценозов и прогнозирования потенциальной урожайности.

Мультиспектральные сенсоры фиксируют отражение света в диапазонах от синего (444-450 нм) до ближнего инфракрасного (840-842 нм), отражающих физиологическое состояние растений. Видимые диапазоны (синий, зеленый и красный) характеризуются высокой чувствительностью к вариациям концентрации хлорофиллов в фотосинтетическом аппарате, в то время как ближний инфракрасный диапазон детерминируется преимущественно анатомо-морфологическими особенностями мезофилла листа и

межклеточными воздушными полостями. Крайне-красный диапазон, позиционируемый между красным и ближним инфракрасным регионами, отличается особой чувствительностью к модификациям концентрации хлорофилла и может идентифицировать ранние индикаторы стрессовых состояний растительного организма.

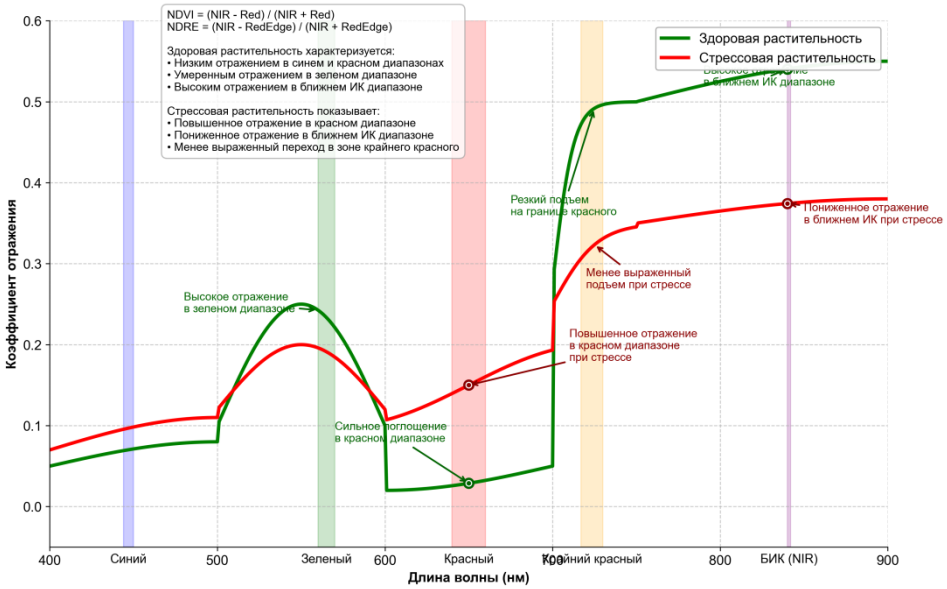



Рис. 1. Спектральные характеристики здоровой и стрессовой растительности в красном и ближнем инфракрасном диапазонах.

Анализируя паттерны отражения в различных спектральных диапазонах, исследователи и агропроизводители имеют возможность вычислять многопараметрические вегетационные индексы, коррелирующие с ключевыми биометрическими параметрами сельскохозяйственных культур, такими как индекс листовой поверхности (*LAI*), концентрация фотосинтетических пигментов, биомасса и, в конечном итоге, потенциальная урожайность.

Одним из наиболее широко используемых вегетационных индексов является Нормализованный разностный вегетационный индекс (*NDVI*), интегрирующий информацию из красного и ближнего инфракрасного диапазонов для квантификации фотосинтетически активной биомассы. По данным Каннинга и его коллег, данный индекс даёт возможность прогнозировать будущую урожайность, различать сорную и культурную растительность, а также своевременно распознавать признаки заболеваний. Кроме того, построенные на основе *NDVI* карты позволяют визуально выявить зоны с более плотным либо разреженным растительным покровом, а также определить участки открытой почвы, снежно-ледяного покрова, воды и техногенных материалов [2]. Однако, несмотря на информативность, *NDVI* характеризуется тенденцией к сатурации в высокоплотных агрофитоценозах, что лимитирует его аналитическую эффективность в пиковые фазы роста.

Для преодоления данного методологического ограничения исследователи разработали более специализированные индексы, такие как Нормализованный разностный индекс крайнего красного (*NDRE*), инкорпорирующий диапазон крайнего красного и демонстрирующий повышенную дискриминационную способность к вариациям содержания хлорофилла, особенно в высокоплотных посевах. Согласно материалам исследования, проведённого Каменцинд и Ю, наиболее точные прогнозы урожайности обеспечивались индексом *NDRE*; этот вывод согласуется с ранее опубликованными данными и, судя по всему, объясняется тесной взаимосвязью показателя с биомассой [3]. Данное открытие акцентирует важность селективного подхода к выбору соответствующих спектральных

индексов в зависимости от специфических параметров сельскохозяйственных культур, представляющих интерес, и анализируемой фенологической фазы.

Технологический алгоритм мультиспектральной съемки с помощью БПЛА включает несколько ключевых этапов, начиная с планирования полетной миссии и сбора первичных данных. Большинство современных коммерческих решений для сельскохозяйственных дронов интегрированы с автоматизированным программным обеспечением для планирования полетных заданий, оптимизирующим траектории полета для обеспечения максимальной эффективности сканирования целевых территорий. В процессе выполнения полетной миссии мультиспектральная камера регистрирует изображения в предустановленных спектральных диапазонах, в то время как специализированный датчик падающего света обеспечивает адекватную радиометрическую калибровку, квантифицируя параметры амбиентного освещения. Данные системы обычно функционируют на высоте от 10 до 30 метров над поверхностью почвы, что обеспечивает получение изображений с высоким пространственным разрешением - менее 5 сантиметров на пиксель. Например, в исследовании Каменцинд и Ю полеты осуществлялись на высоте 10 м над поверхностью, что обеспечивало пространственное разрешение 0,7 см/пиксель с 90% перекрытием снимков в обоих направлениях [3].

После этапа сбора первичных данных осуществляется фотограмметрическая обработка с применением алгоритма структурно-движущегося поиска (*structure-from-motion*) для генерации ортомозаик - геометрически скорректированных композитных изображений, которые могут быть точно коррелированы с границами полей и другими пространственными данными. Результирующие индексные карты обеспечивают пространственную репрезентацию физиологического состояния сельскохозяйственных культур по всему полю, акцентируя области с девиациями развития, требующие более детального анализа.

Корреляционные взаимосвязи между мультиспектральными данными и урожайностью зерна имеют основательную эмпирическую верификацию в многочисленных научных исследованиях. В своем комплексном исследовании прогнозирования урожайности пшеницы с использованием изображений с БПЛА, Каннинг и коллеги продемонстрировали, что независимо подтвержденная модель *PLSR* для *LAI* привела к 0,79 с *RMSE* 0,182. Линия регрессии была близка к линии 1:1 с наклоном, близким к 1 [2]. Эта статистически достоверная взаимосвязь между дистанционно определяемыми параметрами растительности и результирующей урожайностью формирует методологическую основу для использования мультиспектральных данных в качестве прогностического инструмента в прецизионном земледелии.

Темпоральные параметры мультиспектральных исследований играют детерминирующую роль в точности прогностических моделей урожайности. Исследование Каменцинд и Ю продемонстрировало, что измерения во время стадии антезиса демонстрировали превосходную прогностическую валидность для большинства анализируемых признаков. В частности, отражение в красном диапазоне достигло среднеквадратичной ошибки (*RMSE*) 52,4 г/м² в первый год и 64,4 г/м² во второй год исследования [3]. Данный вывод коррелирует с физиологическим пониманием того, что периоды антезиса и раннего формирования зерновки представляют собой критические этапы в детерминации урожайности для зерновых культур. Однако то же исследование также верифицировало, что информативные прогнозы урожайности могут быть сформированы на более ранних фенологических стадиях, особенно при интеграции спектральных данных из нескольких темпоральных точек наблюдения.

Для повышения точности прогностических моделей Каменцинд и Ю предложили методологию «moving window» (скользящее окно), при которой интегрируются данные из трех последовательных дат наблюдений. Данный подход позволил редуцировать среднеквадратичную ошибку (*RMSE*) прогноза урожайности до 45,0 г/м² при использовании красного диапазона отражения на стадии антезиса в первый год исследования и до 50,8 г/м²

при использовании вегетационного индекса *CCII* во второй год. Представленные результаты свидетельствуют о том, что многовременной анализ мультиспектральных данных способен существенно повысить прогностическую точность моделирования урожайности зерновых культур.

Прикладное значение мультиспектральной технологии БПЛА экстраполируется за пределы прогнозирования урожайности и обеспечивает информационную поддержку различных аспектов агротехнологического менеджмента. Идентифицируя пространственные паттерны в развитии агрофитоценозов, агропроизводители могут имплементировать локально-дифференцированные интервенции, такие как варьируемые нормы внесения агрохимикатов, таргетированное орошение или локализованный контроль фитопатогенов и энтомовредителей. Данный прецизионный подход не только повышает экономическую эффективность ресурсопотребления, но и минимизирует негативное воздействие на агроэкосистемы путем редукции избыточного внесения агрохимикатов, которые в противном случае могли бы способствовать эвтрофикации водных объектов или эмиссии парниковых газов.

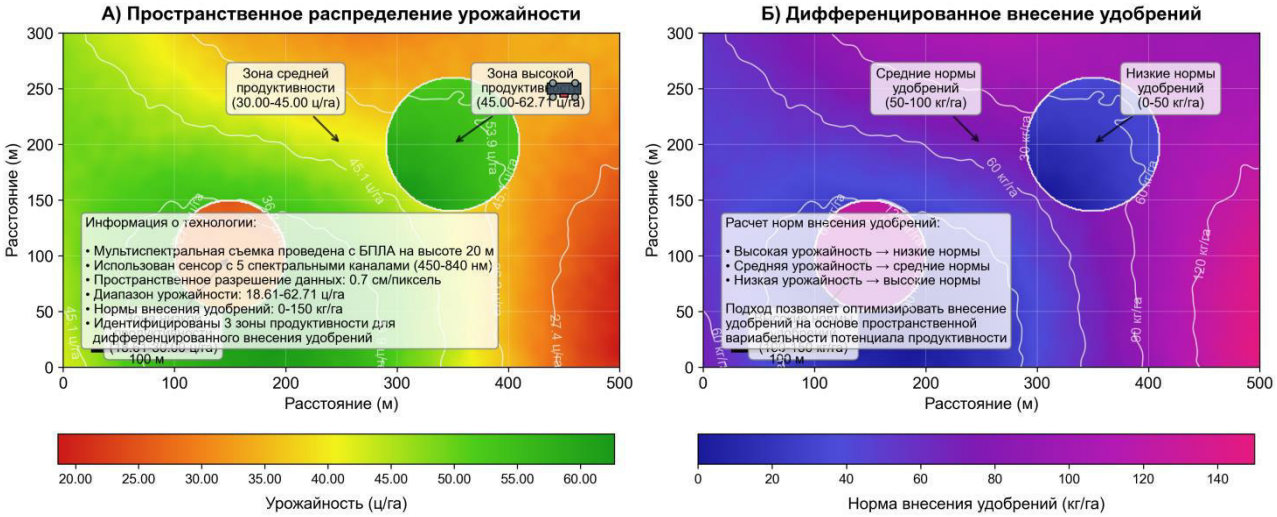



Рис. 2. Картографические модели распределения урожайности зерновых культур на основе мультиспектральных данных с БПЛА для дифференцированного внесения удобрений.

С практической перспективы, внедрение систем мультиспектрального мониторинга на базе БПЛА требует консидерации нескольких технических и операционных детерминант.

Затраты на внедрение БПЛА зависят от масштаба предприятия и уровня технологий. Несмотря на очевидные преимущества мультиспектральной съемки для сельскохозяйственных приложений, в процессе широкомасштабной имплементации данных технологий остается ряд методологических и технических проблем. Калибровка и стандартизация данных представляют собой постоянные технические вызовы, особенно при сравнительном анализе изображений, полученных при различных условиях освещения или на разных фенологических стадиях. Разработка надежных методов калибровки, обеспечивающих консистентные результаты в темпоральном и пространственном контекстах.

Методики, направленные на формирование откалиброванных изображений, предоставляющих дополнительную ценность при длительном отслеживании состояния сельскохозяйственных угодий, пока находятся в фазе интенсивных исследований. Существенное влияние на качество снимков оказывают переменные углы солнечного освещения и облачные массы, искажающие исходные данные. Тем не менее ожидается, что дальнейшее совершенствование технологий калибровки, основанных на беспилотных

летательных аппаратах, вскоре позволит преодолеть эти технические барьеры и обеспечить более высокие показатели эффективности, в том числе при проведении обрезки.

Другим существенным ограничивающим фактором для масштабного внедрения является необходимость специализированной экспертизы для эффективного анализа и интерпретации мультиспектральных данных. Хотя технология акквизиции данных стала значительно более доступной, трансформация первичных изображений в практически ценные аналитические выводы все еще требует специализированных компетенций как в области методологии дистанционного зондирования, так и агрономических практик. Преодоление этого образовательного и компетентностного дефицита через совершенствование программ обучения и разработку интуитивно понятных аналитических инструментов представляет собой ключевой приоритет для технологических провайдеров в данной сфере.

Мультиспектральные датчики на БПЛА представляют эффективный инструмент для картирования урожайности зерновых культур, интегрируясь в аппаратно-программные комплексы прецизионного земледелия. Ключевыми направлениями развития являются: интеграция алгоритмов искусственного интеллекта, повышающих точность прогнозов и автоматизирующих идентификацию стрессовых факторов (дефицит *NPK*, водный стресс, фитопатогены); совершенствование аппаратного обеспечения БПЛА с оптимизацией времени полета и функциональности сенсоров; и конвергенция с другими элементами точного земледелия - IoT-датчиками, метеостанциями, системами параллельного вождения. Создаваемые интегрированные системы поддержки принятия решений синтезируют данные из множественных источников, предоставляя агропроизводителям комплексные аналитические выводы для стратегического и оперативного управления, позволяя определять будущую урожайность культуры уже в середине вегетационного сезона что критически важно для развития устойчивого растениеводства.

**Список источников**

1. AEROMOTUS Россия. Технология мультиспектральной съемки с дронами для точного земледелия // Direct.farm. 2022. URL: https://aeromotus.ru/nashi-uslugi/multispektralnaya-semka/ (дата обращения: 30.03.2025).
2. Каннинг М., Кюлинг И., Трауц Д., Ярмер Т. Гиперспектральная съемка с БПЛА для оценки индекса листовой поверхности и хлорофилла пшеницы для прогнозирования урожайности // Remote Sensing. 2019.
3. Каменцинд М.П., Ю К. Мультивременное мультиспектральное дистанционное зондирование с БПЛА позволяет оценивать урожайность европейских сортов пшеницы уже до цветения // Frontiers in Plant Science. 2024. DOI: 10.3389/fpls.2023.1214931
4. Пермяков Д.С., Носков А.Г. Внедрение БПЛА в агробизнесе / Донской государственный технический университет. Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью «ДГТУ-ПРИНТ», 2023. С. 250-254. DOI 10.23947/interagro.2023.250-254.
5. Сюй Х., Генг К., Гао Ф., Сюн Д., Цяо Х., Ма С. Segmentation and counting of wheat spike grains based on deep learning and textural feature [Сегментация и подсчет зерен пшеничного колоса на основе глубокого обучения и текстурных характеристик] // Plant Methods. 2023. Т. 19. С. 77. DOI: 10.1186/s13007-023-01062-6.

**GRAIN CROP YIELD MAPPING USING MULTISPECTRAL SENSORS ON UAVs**

**Vasyutina T.L., Losev D.I.**

Vasyutina T.L., Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Socio-Economic and Humanitarian Disciplines at the Leningrad Regional Branch of Saint Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Saint Petersburg, Russia
Losev D.I., cadet Leningrad Regional Branch of Saint Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Saint Petersburg, Russia; 1@7mvd.ru

*Abstract.* The study examines the application of multispectral sensors on unmanned aerial vehicles (UAVs) for determining variability and forecasting grain crop yields. The technology combines remote sensing methods with data analysis, providing farmers with information about plant conditions. The sensors record reflections in visible (444-650 nm), far red (717-730 nm), and near-infrared (840-842 nm) ranges, revealing changes invisible to ordinary observation. This allows for the implementation of differentiated agrotechnical measures, optimization of resource use, and improvement of economic efficiency. The work analyzes the technological components of systems, aspects of their application, and development prospects in precision agriculture.

*Keywords:* multispectral sensor systems; yield mapping; precision agriculture; vegetation indices; remote sensing.

УДК 504.064.37:004.85:633.111

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЕЁ УРОЖАЙНОСТИ

**Гарафутдинова Л.В., Федоров Д.С.**
Младший научный сотрудник, Младший научный сотрудник
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,
Краснообск, Россия, lv.garafutdinova@mail.ru

*Аннотация.* В данной работе представлены результаты оценки эффективности использования вегетационных индексов в задачах прогнозирования урожайности яровой пшеницы с применением методов машинного обучения.

*Ключевые слова:* дистанционное зондирование, вегетационные индексы, прогнозирование урожайности

Традиционные способы оценки урожайности сельскохозяйственных культур занимают много времени, сложны в исполнении и часто страдают от низкой точности. Однако благодаря стремительному прогрессу в технологиях дистанционного зондирования, включая использование спутниковых данных среднего пространственного и высокого временного разрешения, стало возможным оперативно и точно оценивать урожайность на обширных территориях. Данные дистанционного зондирования, обеспечивая бесконтактное, регулярное и оперативное покрытие на региональном уровне, позволяют оценивать производство сельскохозяйственных культур и отслеживать рост растений вплоть до уборки урожая [1]. Разнообразные методы оценки урожайности с применением данных дистанционного зондирования становятся важными направлениями в научных исследованиях, включая использование технологий машинного обучения. Машинное обучение отлично подходит для интеллектуального анализа данных и исследований в области сельского хозяйства, а также для прогнозирования урожайности. Оно может эффективно применяться для оценки урожайности на основе данных дистанционного зондирования, что способствует повышению точности и эффективности моделей [2,3,4].

Исследования проводили на территории землепользования ОС «Элитная» СФНЦА РАН (54°54'57"с.ш., 82°57'6"в.д.) расположенной в лесостепной зоне Новосибирского Приобья.

В работе использовали спутниковые снимки Sentinel-2. В исследовании использовали 21 вегетационный индекс, рассчитанные с помощью QGIS в единой системе координат 2505 Pulkovo 1942/Gauss-Kruger CM 87E. Формулы расчета вегетационных индексов (ВИ) взяты из работы [5]. Рассчитанные значения вегетационных индексов были привязаны в единой системе координат 2505 Pulkovo 1942/Gauss-Kruger CM 87E. Предварительный анализ для

оценки связи между вегетационными индексами и урожайностью использовали корреляции Пирсона, взаимной информации, оценки важности с помощью случайного леса.

Для разработки моделей использовали три алгоритма машинного обучения: метод опорных векторов (Support Vector Regression, SVR), экстремальный градиентный бустинг (eXtreme Gradient Boosting, XGBoost) и случайный лес (Random Forest, RF). Расчеты и визуализация данных осуществлялись с использованием языка программирования Python и интерактивной среды Jupyter Notebook. Набор данных разделен на обучающую 80% и тестовую выборки 20%.

Предварительный анализ с использованием четырех методов выявил различную степень взаимосвязи между вегетационными индексами и урожайностью яровой пшеницы (рис. 1).

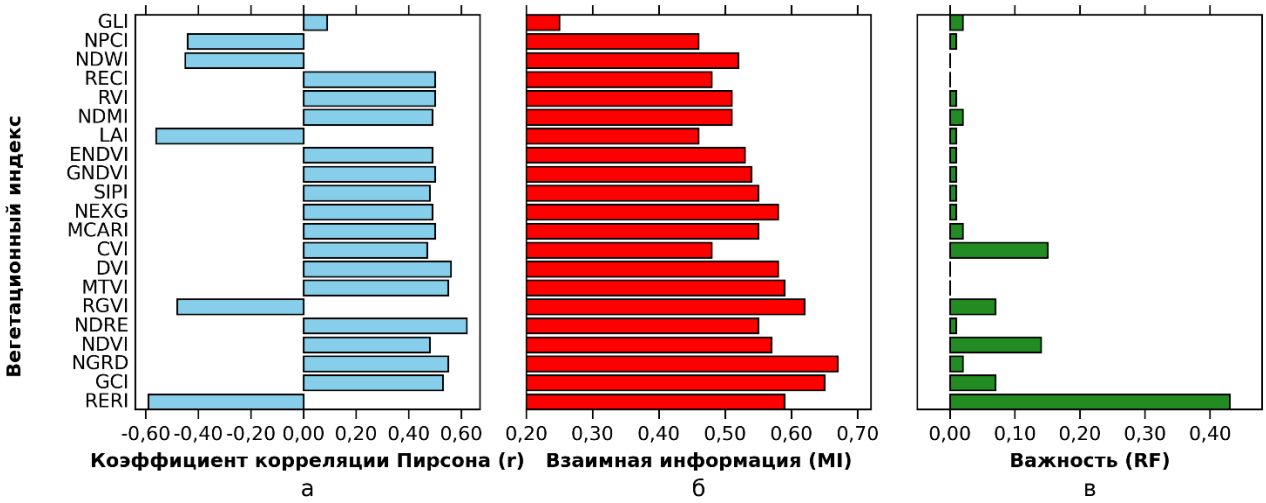



Рис. 1. Оценки влияния признаков на урожайность пшеницы: а – коэффициент корреляции Пирсона (r), б – взаимная информация (MI), в – важность (RF)

Рисунок 1 отображает результаты анализа четырьмя различными методами.

Корреляционный анализ (рисунок 1а) позволил выявить линейные взаимосвязи между исследуемыми признаками и урожайностью. На рисунке представлены только статистически значимые корреляции ($p < 0,05$). Наиболее сильная положительная корреляция с урожайностью наблюдается для индекса NDRE (0,62), за которым следуют DVI (0,56) и MTVI (0,55). Индексы RERI (-0,59) и LAI (-0,56) демонстрируют сильную отрицательную корреляцию. Индекс GLI показывает слабую положительную корреляцию (0,09), что указывает на его ограниченную линейную связь с урожайностью.

Анализ методом взаимной информации (рисунок 1б) отражает общую зависимость между факторами и урожайностью, учитывая как линейные, так и нелинейные связи. Наибольшее значение взаимной информации с урожайностью показывает индекс NGRD (0,67), за ним следуют GCI (0,65) и RGVI (0,62). Примечательно, что RGVI, имеющий отрицательную корреляцию (-0,48), демонстрирует сложную нелинейную связь с урожайностью.

По результатам оценки важности признаков методом случайного леса (рисунок 1б), наиболее важным оказался индекс RERI (0,43), что контрастирует с его отрицательной корреляцией. Индексы CVI и NDVI получили умеренные оценки важности (0,15 и 0,14 соответственно), в то время как остальные индексы показали относительно низкие значения.

Сравнение результатов, полученных различными методами оценки влияния факторов, выявило особенности использования различных ВИ. Индекс RERI демонстрирует сильную отрицательную корреляцию с урожайностью, но при этом является важным признаком при прогнозировании с использованием случайного леса. Это может

свидетельствовать о сложном, нелинейном характере влияния RERI на урожайность. Индекс NGRD имеет умеренную положительную корреляцию (0,55) и высокий показатель взаимной информации (0,67) с урожайностью. Однако, метод случайного леса присваивает NGRD низкую важность (0,016). Индекс GCI демонстрирует согласованные результаты во всех методах оценки, показывая стабильно хорошие показатели корреляции и взаимной информации.

Выявленные различия в оценках подчеркивают сложность взаимосвязей между вегетационными индексами и урожайностью, что указывает на необходимость комплексного подхода к анализу. Индекс GLI демонстрирует низкую значимость во всех методах, что, возможно, указывает на его ограниченную применимость для оценки урожайности в рассматриваемом контексте.

На рисунке 2 представлено сравнение фактических и прогнозных значений урожайности, полученных с помощью трех различных моделей машинного обучения.

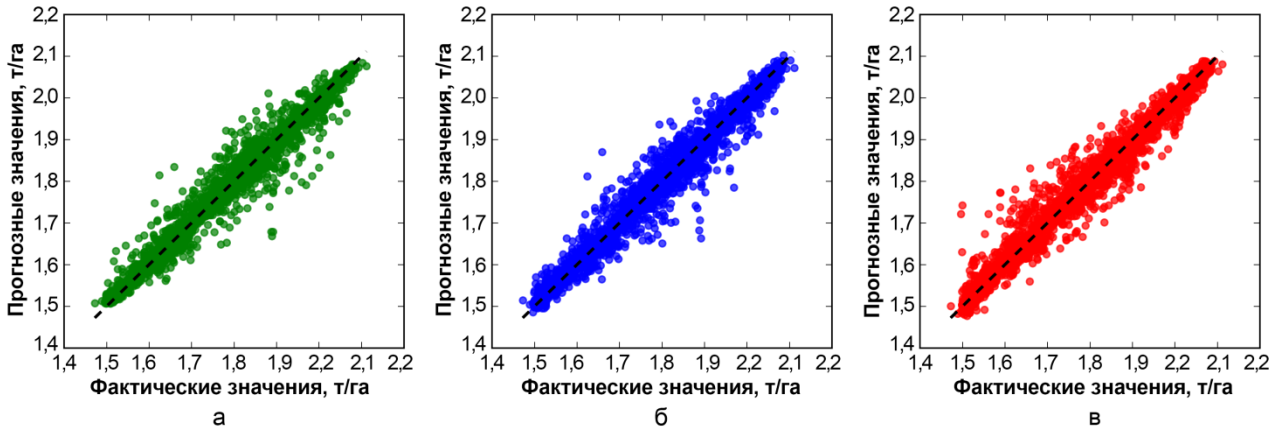



Рис. 2. Сравнение фактических и прогнозных значений урожайности: а – RF, б – XGBoost, в – SVR

Как видно из графиков, все три модели демонстрируют близкую динамику прогнозирования урожайности, однако наблюдаются различия в точности предсказаний для отдельных наблюдений. В таблице ниже представлены результаты оценки точности моделей.

Таблица 1. Показатели точности моделей прогнозирования урожайности

| Модель | $R^2$ | RMSE | MAE | MAPE |
|---|---|---|---|---|
| Random Forest | 0,87 | 0,57 | 0,43 | 2,43 |
| XGBoost | 0,97 | 0,30 | 0,21 | 1,17 |
| SVR | 0,97 | 0,28 | 0,19 | 1,06 |

Модель SVR демонстрирует наилучшие результаты по всем ключевым метрикам. Она объясняет значительную долю дисперсии в данных ($R^2$ = 0,97) и характеризуется минимальными значениями ошибок прогнозирования: RMSE = 0,28, MAE = 0,19 и MAPE = 1,06%, что свидетельствует о высокой точности прогнозов.

Модель XGBoost показывает результаты, сопоставимые с SVR. При идентичном коэффициенте детерминации ($R^2$ = 0,97), ее показатели ошибок незначительно выше (RMSE = 0,30, MAE = 0,21, MAPE = 1,17%).

Модель Random Forest демонстрирует более низкую точность прогнозов по сравнению с SVR и XGBoost ($R^2$ = 0,87, RMSE = 0,57, MAE = 0,43 и MAPE = 2,43%).

В целом, полученные результаты подчеркивают перспективность использования методов машинного обучения для прогнозирования урожайности яровой пшеницы на основе значений вегетационных индексов. Высокая точность, продемонстрированная моделями

SVR и XGBoost, позволяет рассматривать их в качестве эффективного инструмента для решения данной задачи. Низкие значения MAPE (около 1% для лучших моделей) свидетельствуют о высокой надежности и практической применимости полученных прогнозов.

Стоит отметить, что по сравнению с предыдущими исследованиями, где значения MAPE даже для лучших моделей превышали 20%, текущие результаты указывают на значительно более высокую точность. Это может быть обусловлено более высоким качеством используемого набора данных или более простой структурой зависимостей между переменными.

**Список источников**

1. Ishaq R. A. F., Zhou G., Tian C., Tan Y., Jing G., Jiang H. A systematic review of radiative transfer models for crop yield prediction and crop traits retrieval //Remote Sensing. – 2023. – Т. 16. – №. 1. – С. 121. https://doi.org/10.3390/rs16010121.

2. Gupta S., Geetha A., Sankaran K.S., Zamani A.S., Ritonga M., Raj R., Ray S., Mohammed H.S. Machine Learning- and Feature Selection- Enabled Framework for Accurate Crop Yield Prediction //Journal of Food Quality. – 2022. – Т. 2022. – №. 1. – С. 6293985. https://doi.org/10.1155/2022/6293985.

3. Ismael H. R., Abdulazeez A. M., Hasan D. A. Comparative study for classification algorithms performance in crop yields prediction systems //Qubahan Academic Journal. – 2021. – Т. 1. – №. 2. – С. 119-124. https://doi.org/10.48161/qaj.v1n2a54.

4. Bharadiya J. P., Tzenios N. T., Reddy M. Forecasting of crop yield using remote sensing data, agrarian factors and machine learning approaches //Journal of Engineering Research and Reports. – 2023. – Т. 24. – №. 12. – С. 29-44. DOI: 10.9734/JERR/2023/v24i12858.

5. Skobalski J., Sagan V., Alifu H., Akkad O.Al., Lopes F.A., Grignola F. Bridging the gap between crop breeding and GeoAI: Soybean yield prediction from multispectral UAV images with transfer learning // ISPRS Journal of Photo-grammetry and Remote Sensing. 2024. Vol. 210. P. 260-281. DOI:https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2024.03.015.

## APPLICATION OF VEGETATION INDICES FOR MONITORING SPRING WHEAT CROPS AND FORECASTING ITS YIELDS

L.V. Garafutdinova, D.S. Fedorov

Junior Researcher, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia, lv.garafutdinova@mail.ru

*Abstract.* The paper focuses on the results of assessing the effectiveness of vegetation indices when applied to predicting spring wheat yield, using machine learning methods.

*Keywords:* remote sensing, vegetation indices, yield forecasting

УДК 004.9:001.895

# ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Грибова А.Э.**
Аспирант
Гродненский государственный аграрный университет, Гродно, Республика Беларусь
*Научный руководитель Киреенко Н.В., д.э.н., профессор,*
Институт повышения квалификации и переподготовки кадров АПК, Минск, Республика Беларусь, ann.beletskaya@mail.ru

*Аннотация.* Цифровая конкуренция стала основополагающей для экономического роста любой страны. Высокий темп, с которым государства, промышленность, организации переходят на цифровые инструменты, подчеркивает необходимость развитой цифровой инфраструктуры для формирования эффективной трансформации.

*Ключевые слова:* цифровизация, аграрный сектор, уровень цифровой конкурентоспособности, программы.

Основной проблемой, с которой сталкиваются страны является цифровой разрыв, как между государствами, так и внутри них. Стоит заметить, что регионы использующие инструменты цифровых технологий, такие как – программы аналитики данных и искусственного интеллекта, системы точного земледелия, автономного контроля и управления, сельскохозяйственных роботов и дронов могут придерживаться высокого уровня цифровой конкурентоспособности, в то время как другие будут отставать. Согласно отчету IMD World Digital Competitiveness, Ranking 2024 – Сингапур признан самой конкурентоспособной в цифровом отношении страной в мире согласно уровню цифровой конкурентоспособности (100 %). Швейцария (93,15 %), Дания (91,99 %), США (91,31 %), Швеция (90,42 %), Гонконг (88,11 %), Нидерланды (87,03 %) демонстрируют высокий темп развития и внедрения цифровых технологий [1].

Государственная политика Северной Америки сконцентрирована на разнообразных направлениях развития цифровизации аграрного сектора – цифровые финансовые услуги и маркетинговые программы, рационализация системы контроля и управления данными. В США проводятся программы: AFRI – исследования в области сельского хозяйства и пищевых продуктов, включающие шесть приоритетных направлений (здоровье и производство растений и растительные продукты; здоровье и производство животных, продукты животного происхождения; безопасность пищевых продуктов, питание и здоровье; биоэнергетика, природные ресурсы и окружающая среда; сельскохозяйственные системы и технологии; экономика сельского хозяйства и сельских сообществ); SBIR – программа исследований инноваций малого бизнеса, направлена на содействие в создании прорывных технологий и позволяет провести идею от концепции до рынка [2].

Лидерами по расширению цифровых технологий в сельском хозяйстве Европы являются Нидерланды, Германия, Великобритания и Франция. Так приоритетной целью в Нидерландах является увеличение производительности и экспорта сельскохозяйственной продукции по всему миру. Страна является создателям программы «продовольственная долина (Food Valley)» - региона, где около 15 тыс. профессионалов активно занимаются наукой, связанной с пищевыми продуктами и технологическим развитием, а также торговлей и продвижением. Государство широко использует проект «Digital Twin». Германия реализует политику Land.Digital по улучшению жизни в стране за счет разумного использования информационных возможностей, разрабатывает технологии «цифровых полей» и реализовывает задачу по покрытию доступным широкополосным интернетом сельской местности. Стратегией в области цифровизации во Франции является укрепление французской экосистемы и расширение цифровых технологий в сельском хозяйстве,

повышение осведомленности и обучение фермеров, содействие инновациям в сфере цифровых технологий аграрного сектора. Развитие инноваций и цифровых технологий в сельском хозяйстве Великобритании находится на высоком уровне. Страна использует вертикальное земледелие, робототехнику и автоматизации процессов, блокчейн для управления поставками, а также увеличивает возможности хранения и обработки данных. Государством в 2021 г. разработана программа сельскохозяйственных инноваций (Agricultural Transition Plan), которая включает три направления финансирования: Фонд отраслевых партнерств в области НИОКР (The «industry-led R&D partnerships fund»), Фонд НИОКР в области будущих сельскохозяйственных разработок (The «farming futures R&D fund») и Фонд проектов по ускорению внедрения (The «projects to accelerate adoption fund» [2, 3, 4].

В Азиатско-тихоокеанском регионе расширяется развитие цифровых технологий в сельском хозяйстве. Быстро развивающимися государствами являются Австралия, Япония, Китай. Япония, для усиления инновационного развития, руководствуется программой «Межминистерская программа создания стратегических инноваций» (Crossministerial Strategic Innovation Promotion Program), которая содействует инновационному развитию страны, оказывает финансовую поддержку, стимулирует разработку цифровых платформ и лабораторий, оказывает помощь по подготовке квалифицированных кадров. В Китае используются инновационные технологии Farmonaut объединившие в себе спутниковый мониторинг посевов, искусственный интеллект Jeevn Al, управление техникой, блокчейн для прослеживания продукции, который позволяет отследить отгрузку продукции от начала пути до поступления к потребителю.

В Латинской Америке наблюдается рост внедрения систем мониторинга и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур, приоритетными направлениями являются точное земледелие, выращивание генетически модифицированных культур, робототехника. Большого прогресса в цифровизации аграрного сектора данного региона добились Чили и Бразилия.

Развитие цифровизации аграрного сектора в Африке существенно ниже уровня других стран, вместе с тем наблюдается интерес к технологиям на базе мобильных устройств [2, 3].

Выполненные исследования позволили сделать вывод, что рост цифровых технологий дает преимущество государствам, инвестирующим в данную отрасль. Их применение способствует повышению экономической эффективности производства и конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции, улучшению качества принимаемых управленческих и организационных решений, автоматизирует и систематизирует сбор информации.

**Список источников**

1. IMD World Digital Competitiveness Ranking 2024 [Electronic resource]. – 2025. – Mode of access: https://imd.widen.net/s/xvhldkrrkw/20241111-wcc-digital-report-2024-wip – Data of access: 15.03.2025.

2. Международный опыт развития цифровизации АПК: государственная поддержка, регулирование, практика [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/d62/Mezhdunarodnyy-opyt-razvitiya-tsifrovizatsii-v-APK-gosudarstvennaya-podderzhka_-regulirovanie.pdf – Дата доступа : 18.03.2025.

3. Цифровое сельское хозяйство: преимущества, проблемы и уровень развития в странах [Электронный ресурс]. – 2025. – Режим доступа: https://agro.club/tpost/cy7fthu8j1-tsifrovoe-selskoe-hozyaistvo-preimusches – Дата доступа : 17.03.2025 г.

4. Farming Innovation Programme launched to boost the future of farming [Electronic resource]. – 2025. – Mode of access: https://www.gov.uk/government/news/farming-innovation-programme-launched-to-boost-the-future-of-farming – Data of access: 18.03.2025.

## FOREIGN EXPERIENCE OF APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE

**Hrybava H.E.**
Postgraduate student, EI Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus.
*Scientific supervisor N.V. Kireenko, Doctor of Economics, Professor, Institute of Advanced Training and Retraining of Agroindustrial Complex Personnel, Minsk, Republic of Belarus*.
ann.beletskaya@mail.ru

*Abstract.* Digital competition has become fundamental to the economic growth of any country. The high rate at which states, industry, organizations are shifting to digital tools emphasizes the need for a developed digital infrastructure to form an effective transformation.

*Key words:* digitalization, agricultural sector, level of digital competitiveness, programs.

УДК: 631.416.2:219.2

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФОСФОРА В ПОЧВЕ ПЕРЕД ПОСЕВОМ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Кизимова Т.А.**
Младший научный сотрудник
Сибириский Федеральный Научный Центр Агробиотехнологий Российской академии наук,
tanya.luzhnykh@mail.ru

*Аннотация.* В статье предложен метод прогнозирования содержания фосфора в почве перед посевом зерновых культур, основанный на построении искусственной нейронной сети. Для построения нейронной сети использовали данные многофакторного полевого опыта СибНИИЗиХ СФНЦА РАН (лесостепь). Разработанная нейронная сеть продемонстрировала высокую точность прогнозирования 85%. ROC - анализ, проведённый для оценки предсказательной способности нейросети, показал, что площадь под кривой ROC для каждой категории была близка к 1. Это свидетельствует о том, что нейронная сеть имеет высокую предсказательную силу и способна точно определять различные категории целевого показателя.

*Ключевые слова:* фосфор, нейронная сеть, зерновые культуры, прогноз.

**Введение.** Фосфор является одним из важнейших макроэлементов, необходимых для полноценного роста и развития зерновых культур. Он играет ключевую роль в формировании корневой системы, участвует в процессах энергообмена и биохимических реакциях, которые способствуют улучшению структуры и качества урожая. Его содержание в почве может колебаться под влиянием различных факторов, таких как тип почвы, система её обработки, метеорологические условия и интенсивность агрохимических мероприятий [1-3].

При планировании урожайности важно не только знать текущее содержание фосфора в почве, но и уметь прогнозировать его уровень перед началом сельскохозяйственного сезона (заранее). Это позволяет оптимизировать использование ресурсов и избегать как дефицита, так и избыточного применения удобрений [4-6].

В последние годы всё большее внимание уделяется применению методов машинного обучения, в частности нейронных сетей, для решения задач прогнозирования в агрономии. Нейронные сети способны эффективно работать с большими объемами данных и выявлять сложные зависимости между агротехническими, метеорологическими и другими факторами, влияющими на содержание питательных веществ в почве. Нейронные сети позволяют

анализировать большой объём данных, выявлять в них закономерности и использовать эти знания для прогнозирования, моделирования условий и событий [7-9].

В отличие от классических математических и физических моделей искусственные нейронные сети обладают высокой способностью к нелинейному моделированию, могут одновременно учитывать большое количество входных данных (разных типов) и факторов, что позволяет моделям нейронных сетей быть более адаптивными и точными [10].

**Цель исследований:** построение искусственной нейронной сети для прогнозирования фосфора в почве перед посевом зерновых культур

**Методы исследований:** Построение искусственной нейронной сети (ИНС) осуществляли с помощью программного пакета модулей SPSS версия «26». Размерность уровня содержания подвижного фосфора в почве устанавливали по шкале Н.П. Карпинского.

Моделирование проводили на данных многофакторного полевого опыта СиНИИЗиХ СФНЦА РАН (заложенного в 1981 г.), расположенном на территории ОС «Элитная» - филиала СФНЦА РАН Новосибирской области (центрально-лесостепная подзона). Данные включают результаты исследований четырёхпольного зернопарового севооборота (пар-пшеница-пшеница-пшеница) с разными вариантами основной обработки почвы с 2008 по 2018 гг. Почва стационара – чернозём выщелоченный среднесуглинистого гранулометрического состава.

**Результаты и обсуждения.** Для прогноза целевого показателя – содержание легкоподвижного фосфора учитывались как качественные факторы: способ обработки почвы, предшественники, так и количественные, которые характеризуют погодные условия и запасы продуктивной влаги почвы осенью.

Способ обработки почвы описывался 4 градациями: 0-нулевая обработка (без зяблевой обработки); 1- минимальная обработка (плоскорезная обработка на глубину 10-12 см под все культуры ежегодно); 2- безотвальная обработка (безотвальное рыхление стойками СибИМЭ под 1-ю и 3-ю культуры на глубину 20-22 см и под 2-ю на 25-27 см); 3-вспашка (под 1-ю и 3-ю культуру на 20-22 см, под 2-ю на 25-27 см).

Предшественники 4 градациями:0- пар; 1- 1-ая пшеница по пару; 2- 2-ая пшеница по пару; 3-ая пшеница по пару.

К количественным факторам относятся погодные условия, а именно сумма активных температур воздуха >0° (больше нуля градусов) и осадков за периоды: сентябрь-февраль, март-апрель, запасы продуктивной влаги осенью в метровом слое почвы в мм перед посевом.

Зависимая переменная была классифицирована в виде категориальной, при этом значения содержания фосфора (P2O5) в почве перед посевом описываются тремя градациями: 0- низкое меньше 0,35 мг/кг; 1- среднее от 0,35 до 0,65 мг/кг; 3 - повышенное более 0,65 мг/кг.

Построенная искусственная нейронная сеть (с архитектурой многослойного персептрона) включала 14 входных нейронов (рисунок 1), 6 нейронов в скрытом слое и 3 выходных нейрона, советующих каждой категории зависимой переменной. В качестве функции активации для скрытого слоя - использовался гиперболический тангенс, для выходного слоя – сигмоидальная функция.

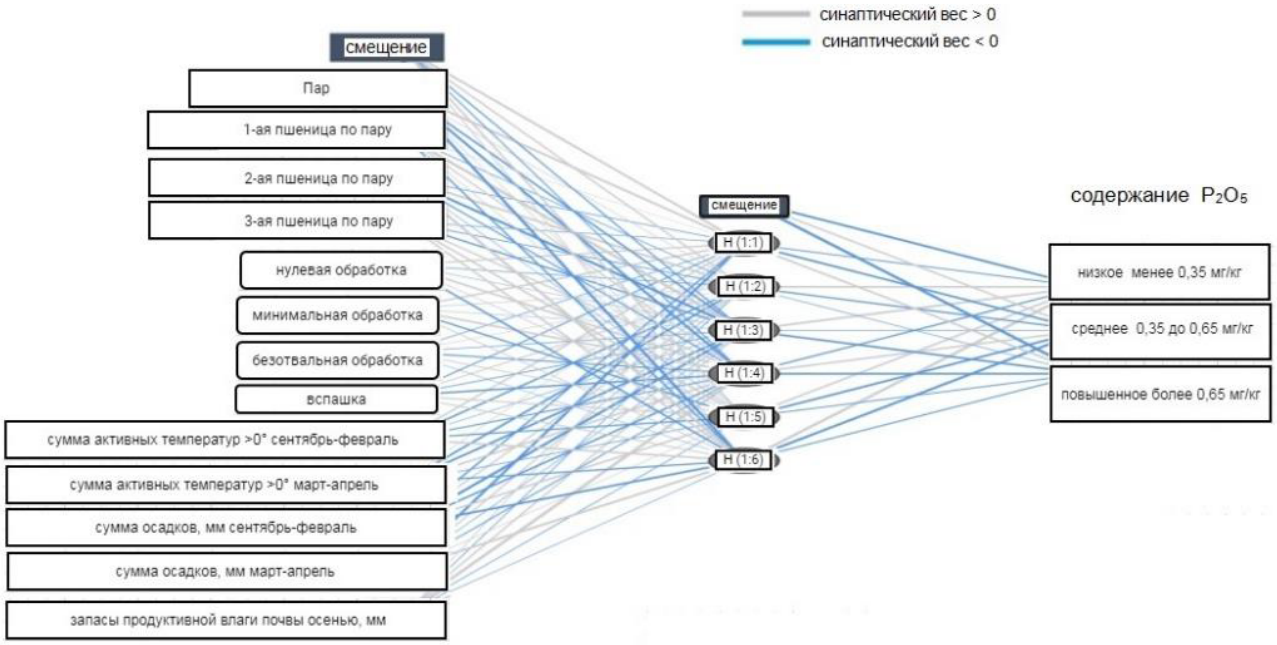



Рис. 1. Структура ИНС

Разделение между обучающей, тестовой и контрольной выборками было произведено в отношении 15:3:2. На обучающем множестве происходило обучение нейронной сети. На тестовом и контрольных множествах осуществлялась проверка построенной модели. В таблице 1 приведены результаты оценки эффективности ИНС.

Количество достоверно спрогнозированных наблюдений для первой градации (менее 0,35 мг/кг) составляет 49 из 58, второй (от 0,35 до 0,65 мг/кг) 66 из 73, третьей (более 0,65мг/кг) 21 из 29.

Таблица 1. Классификационная таблица двухслойной нейронной сети по предсказанию содержания фосфора в почве перед посевом

| Количество наблюдений | Предсказанные | | | % правильных прогнозов |
|---|---|---|---|---|
| | Низкое менее 0,35 мг/кг | Среднее от 0,35 до 0,65 мг/к | Повышенное более 0,65 мг/к | |
| низкое менее 0,35 мг/кг (58) | 49 | 8 | 1 | 84,5% |
| среднее от 0,35 до 0,65 мг/кг (73) | 2 | 66 | 5 | 90,4% |
| повышенное более 0,65 мг/кг (29) | 1 | 7 | 21 | 72,4% |
| общая доля | 52 | 81 | 27 | 85,0% |

Общий процент правильных прогнозов, равный 85%, демонстрирует высокую точность модели ИНС. Таким образом, учитывая её высокие показатели, данную ИНС можно применять для прогнозирования содержания фосфора в почве перед посевом зерновых культур.

Качество модели оценивалось по значениям площади под ROC- кривой (AUC — Area Under the Curve) (таблица 2): AUC =1 означает идеальную модель (правильно классифицирует все примеры), AUC = 0,5 означает случайную классификацию, модель не имеет предсказательной силы, её результаты не лучше случайных угадываний), AUC > 0.5 и

< 1 — модель имеет некоторую предсказательную силу, чем выше значение AUC, тем лучше модель.

Таблица 2. Площади под ROC-кривыми ИНС

| Категории содержания фосфора | Площадь под ROC - кривой ROCкривой |
|---|---|
| Низкое-менее 0,35 мг/кг | 0,899 |
| Среднее от 0,35-0,65 мг/кг | 0,891 |
| Повышенное более 0,65 мг/кг | 0,927 |

Полученные оценки площадей говорят о высоком качестве классификаторов каждой категории целевого показателя и пригодности применения данной нейросети для решения прогностических задач.

**Заключение.** Результаты исследования показали, что искусственные нейронные сети, могут эффективно использоваться для прогнозирования содержания фосфора в почве перед посевом зерновых культур. ИНС с архитектурой многослойного перцептрона продемонстрировала высокую точность прогнозирования 85%.

ИНС позволяют прогнозировать содержание фосфора в режиме реального времени, используя многолетние данные о способах обработки почвы, предшественниках, погодных условиях. При этом они не требуют дополнительных затрат на отбор проб и химический анализ почвы, которые необходимы при традиционном методе определения фосфора в почве.

**Список источников**

1. Нестеренко В.А., Лапушкин В.М. Влияние обеспеченности почв подвижным фосфором и доз азотных удобрений на формирование урожая и качество яровой пшеницы // Агрохимический вестник.– 2021.– №1.– С. 38 – 42. doi:10.24412/1029-2551-2021-1-007

2. Лапушкин В.М., Нестеренко В.А. Формирование урожая и качества зерна яровой пшеницы в зависимости от доз азотных удобрений и обеспеченности почвы подвижным фосфором // Плодородие. – 2019. – № 3 (108). – С. 19-21. doi:10.25680/s19948603.2019.108.06

3. Митрофанов Д.В. Влияние погодных условий, основной обработки почвы, продуктивной влаги и питательных веществ на урожайность зерновых культур //Аграрный Вестник Урала.– 2023. – №8.– С. 12-22. DOI: 10.32417/1997-4868-2023-237-08-12-23

4. Шафран С. А., Кирпичников Н.А. Научные основы прогнозирования содержания подвижных форм фосфора и калия в почвах // Агрохимия. – 2019. – № 4. – С. 3-10. – DOI 10.1134/S0002188119040112.

5. Сычев В.Г., Шафран С.А., Адрианов С.Н., Прошкин В.А., Шаброва Е.В. Эффективность фосфорных удобрений на почвах России и основные направления исследований по агрохимии фосфора // Бюллетень Географической сети опытов с удобрениями. М.: ВНИИА. – 2010. – №. 10. – С. 48.

6. Семашко О. В. Прогнозирование содержания минеральных и органических форм фосфора в почвах под сельскохозяйственным посевом на основе математического моделирования: специальность 06.01.03 "Агрофизика": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук – Санкт-Петербург, 1992. – 20 с.

7. Погонышев В. А., Погонышева Д. А.,Ториков В. Е. Нейронные сети в цифровом сельском хозяйстве // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – №. 5 (87). – С. 68-71.

8. Liu Y., Jiang C., Lu C., Wang Z., Che W. Increasing the Accuracy of Soil Nutrient Prediction by Improving Genetic Algorithm Backpropagation Neural Networks // Symmetry.– 2023.– 15(1).– P. 151– DOI: 10.3390/sym15010151.

9. Rabie R., Taoufiq S., Salah E. I., Ilham B., Ouadi S., Kaoutar Y., Brahim L., Najib E.M., El M. H. Predicting soil phosphorus and studying the effect of texture on the prediction accuracy using machine learning combined with near-infrared spectroscopy// Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. – 2020. – Vol 242. – P.118736, doi.org/10.1016/j.saa.2020.118736

10. Абрагин А. В. Перспективы развития и применения нейронных сетей // Проблемы современной науки и образования. –2015. – №12 (42). – С. 12-15.

## FORECASTING PHOSPHORUS CONTENT IN SOIL BEFORE SOWING GRAIN CROPS USING NEURAL NETWORKS

**Kizimova T.A**.
Junior Researcher
Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences
tanya.luzhnykh@mail.ru

*Abstract.* The article proposes a method for forecasting phosphorus content in soil before sowing grain crops, based on the construction of an artificial neural network. To build the neural network, we used data from a multifactorial field experiment of the Siberian Research Institute of Plant Protection and Crops of the SFSC RAS (forest-steppe). The developed neural network demonstrated high forecasting accuracy of 85%. ROC analysis conducted to assess the predictive ability of the neural network showed that the area under the ROC curve for each category was close to 1. This indicates that the neural network has high predictive power and is able to accurately determine different categories of the target indicator.

*Keywords:* phosphorus, neural network, grain crops, forecast.

УДК 633.1:004.048

## КЛАССИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

**О.С. Крылова**, **Л. В. Гарафутдинова**
аспирант, младший научный сотрудник., младший научный сотрудник
*Научный руководитель – доктор с.-х. наук Каличкин В.К.*
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий
Российской академии наук, Краснообск, Россия,olgakrylova775@gmail.com

*Аннотация*. В работе представлены результаты исследования по классификации сельскохозяйственных культур с использованием данных дистанционного зондирования и методов машинного обучения. Исследование проводилось на территории землепользования ООО «Сибирское поле» (Мошковскогоий р-н, Новосибирская обл.) в 2022 г. Производилась идентификация следующих сельскохозяйственных культур: яровой рапс, ячмень и горох, а также залежи по данным спутников Sentinel-2, Landsat-8,9. Наибольшую производительность и точность по двум метрикам (средневзвешенной F1-score и ROC-AUC-score) продемонстрировала модель XGBoost, точность которой составила 97-99%. Близкие результаты показали модели Random Forest (96-99%) и KNN (95-98%). Самые низкие показатели точности классификации продемонстрировала модель deep-FNN (85-94%).

*Ключевые слова:* классификация сельскохозяйственных культур, дистанционное зондирование, спутниковые данные, машинное обучение.

Введение

В последние годы за рубежом получили значительное развитие методы распознавания сельскохозяйственных культур по спутниковым данным с использованием технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и подходов машинного обучения (МО) [1-3]. Данные методы применяются для онлайн-статистики посевов сельскохозяйственных культур, которая необходима для контроля распределения государственных субсидий, страхования урожая, а также находит применение для планирования рынка растениеводческой продукции. В последнее время в России также развиваются методы дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве [4] и распознавания посевов сельскохозяйственных культур с помощью космических снимков [5].

Несмотря на то, что идентификация сельскохозяйственных культур с использованием методов ДЗЗ и МО менее точная, чем с использованием традиционных методов полевых обследований, новые методы более быстрые и дешевые, требуют меньше человеческих и материальных ресурсов. Кроме того, идентификация сельскохозяйственных культур по космическим снимкам возможна не только в настоящий момент, но за любой прошедший период: прошлый месяц, год и т.д. Поэтому данные методы имеют большие перспективы развития и практического применения.

Материалы и методы

Исследуемая территория землепользования ООО «Сибирское поле» расположена в р.п. Мошково Мошковского района Новосибирской области (55°21'32.1"с.ш., 83°39'07.73"в.д.), общей площадью 950 га. В данном исследовании осуществлялось распознавание следующих культур: яровой рапс, ячмень и горох. Также в структуре землепользований хозяйства имеются не используемые земли (залежь), которые также были идентифицированы на спутниковых снимках как отдельный класс.

Для идентификации сельскохозяйственных культур использовались комбинации изображений, полученных с Sentinel-2 и Landsat -8,9, доступных в свободном скачивании с Геологической службы США и Sentinelhub (https://earthexplorer.usgs.gov и https://www.sentinel-hub.com). Использовали снимки с облачностью ниже 75%, полученные в период с 1 июня по 31 августа 2022 г. Из-за влияния временного разрешения и качества изображений дистанционного зондирования получение изображений каждой фенологической стадии сельскохозяйственных культур затруднено, поэтому в работе были использованы все доступные изображения. За вегетационный период 2022 г. со спутника Sentinel-2 было получено 4 изображения: 21 и 29 июня, 11 июля и 20 августа. Со спутника Landsat -8,9 были получено 7 снимков: за 10, 12, 21 и 29 июня; 23 июля и 31 августа.

Обработку полученных данных проводили с использованием программного обеспечения Quantum GIS (QGIS) с открытым исходным кодом. Для получения обучающих данных исследуемая территория была разбита сеткой 30 на 30, что суммарно составляет за каждый год по три набора данных, включающих спектральные характеристики и вегетационные индексы: NDVI, NDWI, NDMI, GNDVI и LAI. Первый набор состоял из данных со спутника Sentinel-2, второй – из данных Landsat 8-9 и третий включал комбинацию данных этих спутников.

Для распознавания сельскохозяйственных культур решалась задача классификации с использованием следующих моделей машинного обучения: машина опорных векторов (SVM), метод k-ближайших соседей (KNN, n_neighbors=3), а также ансамблевые модели: случайный лес (RandomForest) и экстремальный градиентный бустинг (XGBoost). Кроме того, для классификации данных использовались глубокие нейронные сети с архитектурой deep-FNN с тремя скрытыми слоями. Обучение нейронной сети deep-FNN проводилось в

течение 20 эпох. При построении и обучении моделей использовали стандартные библиотеки Python для МО (numpy, pandas, skikit-learn, matplotlib и др.).

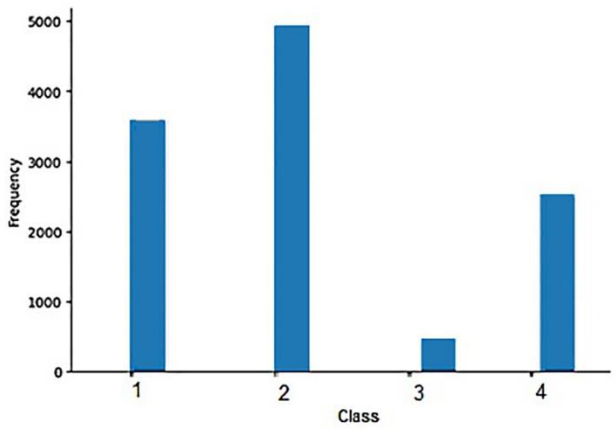
Предварительная обработка данных включала нормализацию данных, обработку пропущенных значений и разделение данных на обучающий и тестовый наборы в соотношении 80/20. Верификация модели осуществлялась с помощью тестового набора данных, сосотоявшего из 20% объема общей выборки. Тестовая выборка формировалась методом полной рандомизации.

Выбор метрик для оценки модели осуществлялся с учетом конкретной задачи и типа данных. Для оценки точности прогнозов применялись метрики средневзвешенная F1-score (weighted F1-score) и ROC-AUC-score. В качестве метрики для оценки производительности нейронных сетей использовалась категориальная точность (categorical accuracy). Валидация модели производилась путем распознавания сельскохозяйственных хозкультур на всей территории объекта и сравнения полученных результатов с фактическими данными.

Результаты и обсуждение

Результаты предварительного анализа данных показали, что распределение анализируемых данных было несбалансированным. На рисунке 1 представлена диаграмма распределения данных по классам, из которой видно, что наибольшая частота у класса 2 (ячмень), наименьшая – у класса 3 (горох). Таким образом, распределение данных было несбалансированным, что влияет на выбор метрик для оценки моделей машинного обучения.

В настоящем исследовании проводилось распознавание сельскохозяйственных культур по спутниковым данным путем решения задачи классификации методами машинного обучения. В таблице 1 показаны сравнительные характеристики результатов обучения различных моделей МО на трех наборах данных за 2022 г., масштаб 30 м/пиксел. Первый набор данных состоял из данных спутника Sentinel-2, второй – из данных спутников Landsat 8-9, третий – из объединенных данных спутников Sentinel-2 и Landsat 8-9.




*Классы: 1 – рапс, 2 – ячмень, 3 – горох, 4 – залежь (не используется)*

Рис. 1. Распределение данных по классам

В таблице 1 сравниваются пять методов машинного обучения: машина опорных векторов (SVM), k-ближайших соседей (KNN), случайный лес (RandomForest), экстремальный градиентный бустинг (XGBoost) и глубокие нейронные сети с архитектурой FNN (трехслойный перцептрон). Оценка работы моделей производилась с помощью метрики средневзвешенной F1-score (weighted F1-score). Для оценки работы deep-FNN использовали метрику categorical_accuracy.

Таблица 1. Оценка работы моделей машинного обучения с тремя наборами данных, метрика средневзвешенная F1-score

| Алгоритм | Sentinel-2 | Landsat-8,9 | Landsat + Sentinel |
|---|---|---|---|
| KNN | 0,95 | 0,98 | 0.98 |
| SVC | 0.92 | 0,96 | 0.97 |
| Random Forest | 0.96 | 0,99 | 0.98 |
| XGBoost | 0.97 | 0,99 | 0.99 |
| deep-FNN* | 0.86 | 0,85 | 0,94 |

*Для deep-FNN использовали метрику categorical_accuracy.

Как видно из таблицы, на всех наборах данных наилучшие показатели продемонстрировал метод градиентного бустинга (XGBoost), при этом точность классификации модели составила 97-99%. Примерно равную точность классификации с моделью XGBoost продемонстрировала модель Random Forest, точность классификации которой составила 96-99%. Несколько меньшая точность классификации наблюдалась при реализации моделей KNN – 95-98% и SVC – 92-97%. Самые низкие показатели точности классификации были получены при реализации модели deep-FNN, которые варьировали в пределах 85-94%.

Кроме того, анализ данных, представленных в таблице 1 показал, что наиболее высокая точность распознавания сельскохозяйственных культур была получена при обработке объединенных данных спутников Sentinel-2 и Landsat-8,9.

В МО пока не разработано единой универсальной метрики, которая могла бы оптимально оценивать качество работы моделей во всех случаях. Каждая метрика имеет свои достоинства и недостатки, поэтому для оценки эффективности моделей недостаточно использовать одну метрику, а требуется сравнивать значения двух или более метрик, наиболее подходящих для конкретной задачи.

Средневзвешенное значение F1-score не всегда позволяет однозначно сравнивать производительность моделей по причине своей зависимости от порогового значения вероятности (threshold). Поэтому в данном исследовании помимо F1-score была использована метрика ROC-AUC-score, позволяющая адекватно сравнивать классификационную способность моделей при несбалансированном наборе данных. Значения ROC-AUC-score, а также графики ROC-кривых показаны на рисунке 2.

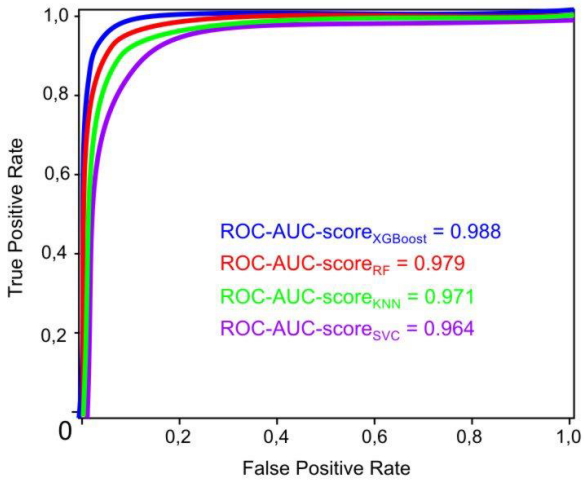



Рис. 2. ROC-кривые и значения ROC-AUC-score для разных методов МО

Из рисунка видно, что наиболее высокие значения метрики ROC-AUC-score показал метод XGBoost (ROC-AUC-score=0,988). Близкие значения метрики ROC-AUC-score показали методы RF (ROC-AUC-score=0,979) и KNN (ROC-AUC-score=0,971).

В таблице 2 показана точность классификации различных сельскохозяйственных культур с помощью модели XGBoost, используемая метрика – F1-score.

Таблица 2**.** Точность классификации сельскохозяйственных культур (модель XGBoost)

| Класс | Культура | Точность, % |
|---|---|---|
| 1 | Рапс яровой | 99 |
| 2 | Ячмень | 99 |
| 3 | Горох | 93 |
| 4 | Залежь | 98 |
| Средневзвешенное значение F1-score | | 99 |

Наблюдалась наиболее высокая точность классификации рапса ярового и ячменя. Точность идентификации данных культур составила 99% и была равна средневзвешенному значению F1-score. Наиболее низкая точность наблюдалась при идентификации гороха, она была ниже средневзвешенного значения F1-score на 6%. Точность идентификации залежи была ниже средневзвешенного значения F1-score на 1%.

Выводы

1. Оценка работы моделей МО с помощью средневзвешенной F1-score показала достаточно высокую производительность и точность классификации культур алгоритмами XGBoost, RF и KNN. Наилучшие результаты на всех наборах данных продемонстрировала модель XGBoost с точностью классификации 97-99%. Близкую точность продемонстрировала модель Random Forest (96-99%). Несколько меньшая точность классификации наблюдалась при реализации моделей KNN – 95-98% и SVC – 92-97%. Самые низкие показатели точности (85-94%) показала модель deep-FNN.

2. Анализ оценки точности моделей по двум метрикам (средневзвешенной F1-score и ROC-AUC-score) показал, что наиболее производительным и точным был метод экстремального градиентного бустинга (XGBoost), несколько уступали ему в точности методы k-ближайших соседей (KNN) и случайный лес (RF). Самые низкие показатели точности показал метод опорных векторов (SVM).

3. Результаты обучения моделей МО на трех наборах данных показали, что объединенные данные спутников Sentinel-2 и Landsat-8,9 обладали большей информативной способностью для обучения моделей.

4. Результаты классификации различных сельскохозяйственных культур с помощью модели XGBoost: точность идентификации ярового рапса и ячменя составила 99% и была равна средневзвешенному значению F1-score. Наиболее низкая точность наблюдалась при идентификации гороха (93%), она была ниже средневзвешенного значения F1-score на 6%. Точность идентификации залежи (98%) была ниже средневзвешенного F1-score на 1%.

## Список источников

1. Chakhar A., Ortega-Terol D., Hernández-López D., Ballesteros R., Ortega J.F., Moreno M. A. Assessing the accuracy of multiple classification algorithms for crop classification using Landsat-8 and Sentinel-2 data // Remote sensing. 2020. Vol. 12. N 11. P. 1735. DOI: 10.3390/rs12111735.

2. Song X. P., Huang W., Hansen M.C., Potapov P. An evaluation of Landsat, Sentinel-2, Sentinel-1 and MODIS data for crop type mapping // Science of Remote Sensing. 2021. Vol. 3. P. 100018. DOI: 10.1016/j.srs.2021.100018.

3. Blickensdörfer L., Schwieder M., Pflugmacher D., Pflugmacher D., Nendel C., Erasmi S., Hostert P. Mapping of crop types and crop sequences with combined time series of Sentinel-1, Sentinel-2 and Landsat 8 data for Germany // Remote sensing of environment. 2022. Vol. 269. P. 112831. DOI: 10.1016/j.rse.2021.112831.

4. Якушев В.П., Захарян Ю.Г., Блохина С.Ю. Состояние и перспективы использования дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 1. С. 287–294. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-1-287-294.

5. Илларионова Л.В., Степанов А.С., Фомина Е.А. Распознавание и классификация посевов сельскохозяйственных культур Хабаровского края с использованием NDVI и EVI // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. № 2. С. 155. DOI: 10.21046/2070-7401-2023-20-2-155-165.

## CROPS' CLASSIFICATION USING REMOTE SENSING AND MACHINE LEARNING METHODS

**O. S. Krylova**, postgraduate, junior researcher
**L. V. Garafutdinova**, junior researcher
Siberian Federal Scientific Center of Agro-biotechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk reg., Russia
*Scientific supervisor – Doctor of agricultural Sciences Kalichkin V. K.*
olgakrylova775@gmail.com

*Abstract.* The paper presents the results of a study on the crops' classification using remote sensing data and machine learning methods. The study was conducted on the land use territory of Sibirskoe Pole LLC (Moskovsky District, Novosibirsk Region) in 2022. The following agricultural crops were identified: spring rape, barley and peas, as well as fallow lands using Sentinel-2, Landsat-8.9 satellite data. The highest performance and accuracy for two metrics (weighted average F1-score and ROC-AUC-score) were demonstrated by the XGBoost model, the accuracy of which was 97-99%. Similar results were shown by the Random Forest (96-99%) and KNN (95-98%) models. The lowest classification accuracy was demonstrated by the deep-FNN model (85-94%).

*Keywords:* crop classification, remote sensing, satellite data, machine learning.

УДК 633.1:632.51:632.911.4

## ОБНАРУЖЕНИЕ СОРНЯКОВ В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Риксен В.С.**
младший научный сотрудник, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, р.п. Краснообск, Россия, Riclog@mail.ru

*Аннотация*. В статье рассматривается классификатор на основе ResNet-18 для автоматического распознавания 19 видов сорняков в посевах пшеницы и ячменя, оценивая их распространение по двум градациям: превышение/непревышение экономического порога вредоносности. Модель, обученная на данных фитосанитарного мониторинга и фотоснимках, достигла 95% точности на тестовых изображениях.

*Ключевые слова:* сорные растения, классификатор, ResNet-18, пшеница яровая, ячмень яровой.

Современное сельское хозяйство сталкивается с критическими вызовами, включая изменение климата, истощение ресурсов и необходимость повышения урожайности, где борьба с сорняками остается ключевой проблемой [1]. Традиционные методы, такие как механическая обработка и массовое применение гербицидов, часто недостаточно эффективны и экологически рискованны, что стимулирует внедрение технологий ИИ [2,3]. Сверточные нейронные сети (CNN), в частности архитектура ResNet с остаточными связями, решают проблему затухающих градиентов в глубоких сетях, обеспечивая высокую точность классификации даже в условиях вариативности освещения, углов съемки и разрешения изображений [4,5]. В данной работе фокус направлен на разработку классификаторов для зерновых культур (пшеница, ячмень) на основе ResNet-18, оценивающего не только наличие 19 видов сорняков, но и степень их распространения (превышение/непревышение экономического порога вредоносности).

Для обучения модели ResNet использовались 146 изображений (1340×1790 пикселей), полученных с мобильных камер, и данные фитосанитарного мониторинга.

В ходе предварительной обработки данных было определено 32 класса засорённости посевов сорными растениями. Каждому классу присвоена уникальная числовая метка (табл. 1).

Таблица 1. Выделенные типы засоренности с учетом градаций

| Идентификатор | Метка | Идентификатор | Метка | Идентификатор | Метка |
|---|---|---|---|---|---|
| Chenopodiumalbum0 | 0 | Euphorbiavirgata1 | 11 | Persicariahydropiper1 | 22 |
| Chenopodiumalbum1 | 1 | Fallopiaconvolvulus0 | 12 | Sinapisarvensis0 | 23 |
| Cirsiumarvense1 | 2 | Fallopiaconvolvulus1 | 13 | Sinapisarvensis1 | 24 |
| Convolvulusarvensis0 | 3 | Galiumaparine0 | 14 | Sonchusarvensis0 | 25 |
| Convolvulusarvensis1 | 4 | Lappulasquarrosa0 | 15 | Sonchusarvensis1 | 26 |
| Echinochloacrus-galli0 | 5 | Lappulasquarrosa1 | 16 | Stachyssylvatica0 | 27 |
| Echinochloacrus-galli1 | 6 | Lathyrussylvestris0 | 17 | Stachyssylvatica1 | 28 |
| Equisetumarvense0 | 7 | Panicumcapillare0 | 18 | Taraxacumofficinale1 | 29 |
| Equisetumarvense1 | 8 | Panicumcapillare1 | 19 | Viciasativa0 | 30 |
| Erodiumcicutarium0 | 9 | Pastinacasylvestris1 | 20 | Viciasativa1 | 31 |
| Euphorbiavirgata0 | 10 | Persicariahydropiper0 | 21 | | |

Идентификатор «0» присваивается сорнякам, количество которых не превышает экономический порог вредоносности (ЭПВ), а «1» — тем, чья засорённость выше ЭПВ.

Для решения этой задачи в исследованиях использовалась архитектура ResNet (Residual Network), известная благодаря блокам с остаточными связями (residual blocks) и готовым реализациям в фреймворке PyTorch [4].

Архитектура ResNet с остаточными блоками, реализованная в PyTorch, обучалась в течение 100 эпох с размером батча 16 и оптимизатором Adam для минимизации переобучения.

Модели достигли точности >95% благодаря аугментации, нормализации данных и адаптации ResNet к сельскохозяйственным изображениям (табл. 2). Однако F1-мера (0,60) отразила сложности задачи: визуальное сходство сорняков с культурами, вариативность освещения и стадий роста растений. Для сравнения, в бинарной классификации F1-мера обычно выше 0,8, что подчеркивает многоклассовую специфику текущей задачи.

Таблица 2. Результаты обучения нейросети ResNet-18 по эпохам

| Epoch | train_loss | valid_loss | accuracy_multi | F1 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.072530 | 0.726205 | 0.227371 | 0.182359 |
| 30 | 0.492774 | 0.235319 | 0.784483 | 0.378663 |
| 60 | 0.111596 | 0.138264 | 0.948276 | 0.577651 |
| 100 | 0.062181 | 0.131960 | 0.957974 | 0.596734 |

Результаты подтвердили потенциал ResNet для идентификации сорняков, но указали на необходимость доработки моделей для повышения устойчивости к внутриклассовым вариациям и артефактам съемки.

**Список источников**

1. FAO. The State of Food and Agriculture 2020 // Overcoming water challenges in agriculture. Rome. – 2020. – P. 210.
2. Zimdahl R. L., Basinger N. T. Fundamentals of weed science // Elsevier. – 2024. - P. 560.
3. Kamilaris A., Prenafeta-Boldú F. X. Deep learning in agriculture: A survey // Computers and electronics in agriculture. – 2018. – Vol. 147. – P. 70-90.
4. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep residual learning for image recognition // Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2016. - P. 770-778.
5. Zhang X., Zhou X., Lin M., Sun J. Shufflenet: An extremely efficient convolutional neural network for mobile devices // Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. – 2018. – P. 6848-6856.

## WEED DETECTION IN GRAIN CROPS USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

**Riksen V.S.,**
junior researcher, Siberian Federal Scientific Center
of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia
Riclog@mail.ru

*Abstract.* The article discusses a ResNet-18-based classifier for automatic recognition of 19 weed species in wheat and barley crops, assessing their distribution according to two gradations: exceeding/not exceeding the economic threshold of harmfulness. The model, trained on phytosanitary monitoring data and photographs, achieved 95% accuracy on test images.

*Key words:* weeds, classifier, ResNet-18, spring wheat, spring barley.

УДК 004.852:631.5

# РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕСБАЛАНСИРОВАННЫХ КЛАССОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДАННЫХ

**Федоров Д.С.**
Младший научный сотрудник
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук,
Новосибирская область, р.п. Краснообск, 630501, Россия, dima.fedorov99@mail.ru

*Аннотация.* Исследование посвящено проблеме несбалансированных классов при разработке моделей машинного обучения для прогнозирования эффективности различных типов обработки почвы. Сравнивались четыре метода балансировки данных (без балансировки, undersampling, oversampling и SMOTE) в сочетании с алгоритмами случайного леса и градиентного бустинга. Результаты показали, что метод случайного увеличения выборки (oversampling) с градиентным бустингом обеспечивает наилучшую точность (F1-мера 0,55, AUC-ROC 0,86), что на 31% выше по сравнению с исходной несбалансированной выборкой. Для случайного леса этот же метод повысил F1-меру до 0,48 и AUC-ROC до 0,84. Метод SMOTE также улучшил показатели, но в меньшей степени, а undersampling оказался наименее эффективным, снижая качество моделей из-за потери информативных наблюдений. Предложенный подход может быть интегрирован в системы поддержки принятия решений для оптимизации агротехнических мероприятий.

*Ключевые слова:* машинное обучение, несбалансированные классы, обработка почвы, SMOTE, цифровое земледелие.

*Благодарности.* Автор считают своим долгом выразить искреннюю признательность А.Л. Пакулю, научному сотруднику Кемеровского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, за предоставленную подробную информацию по длительным полевым опытам.

Цифровизация сельского хозяйства предполагает активное внедрение интеллектуальных систем прогнозирования для оптимизации агротехнологических решений [1]. Однако данные, получаемые в ходе агрономических наблюдений, часто характеризуются несбалансированным распределением классов, что снижает эффективность построения предиктивных моделей [2]. Особенно это актуально при прогнозировании эффективности различных технологий обработки почвы, где количество наблюдений по одним типам обработки может значительно превышать данные по другим.

Целью исследования являлась разработка оптимального подхода к решению проблемы несбалансированных классов при прогнозировании эффективности типов обработки почвы в зависимости от агроклиматических факторов и предшественников.

В ходе исследования были проанализированы данные полевых опытов Кемеровского НИИСХ – филиала СФНЦА РАН, проведенных в 2013-2019 гг. в Кузнецкой лесостепи Кемеровской области (п. Новостройка). Выборка исходных данных включала 288 наблюдений по засоренности посевов яровой пшеницы злаковыми сорняками, включающая информацию о типах обработки почвы (отвальная глубокая, безотвальная, минимальная, нулевая), предшественниках и метеорологических показателях (температура и осадки по декадам апреля-мая). Для построения прогнозных моделей данные были разделены на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80:20. Статистические расчёты и графические построения выполнены средствами языка программирования Python в интерактивном блокноте Jupyter.

Анализ распределения классов показал значительную несбалансированность данных: комбинированная глубокая обработка составила 25%, комбинированная минимальная – 25%, отвальная минимальная – 16,7%, отвальная глубокая – 14,6%, безотвальная глубокая – 6,3%,

безотвальная минимальная – 6,3%, без обработки – 6,3%. Такая несбалансированность приводит к смещению моделей в сторону мажоритарного класса и снижению точности прогнозирования для миноритарных классов.

Для решения проблемы несбалансированности были применены следующие методы:

1. Случайное сокращение выборки (Random Undersampling) – уменьшение количества наблюдений мажоритарного класса. Метод реализует стратегию, описываемую формулой (1):

$$D_{under} = D_{min} \cup D'_{maj}, \quad (1)$$

где $D_{min}$ – множество наблюдений миноритарных классов, $D'_{maj}$ – случайно выбранное подмножество наблюдений мажоритарного класса, а $|D|$ обозначает мощность множества $D$, $|D'_{maj}| = |D_{min}|$ [3].

2. Случайное увеличение выборки (Random Oversampling) – дублирование наблюдений миноритарных классов до выравнивания с мажоритарным по формуле (2):

$$D_{over} = D_{maj} \cup D'_{min}, \quad (2)$$

где $D'_{min}$ включает все оригинальные наблюдения миноритарного класса и их случайные дубликаты, а $D_{maj}$ – все наблюдения мажоритарного класса, $|D'_{min}| = |D_{maj}|$ [4].

3. SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique) – генерация синтетических наблюдений для миноритарных классов на основе ближайших соседей, которая основывается на формуле (3):

$$x_{new} = x_i + \alpha \cdot (x_{nn} - x_i), \quad (3)$$

где $x_i$ – наблюдение миноритарного класса, $x_{nn}$ – одно из его $k$ ближайших соседей того же класса, $\alpha$ – случайное число в интервале [0,1]. Этот метод позволяет создавать синтетические примеры, лежащие на отрезке, соединяющем соседние наблюдения миноритарного класса, что помогает избежать переобучения, характерного для простого дублирования [5].

В качестве алгоритмов классификации использовались случайный лес и градиентный бустинг. Оценка моделей проводилась с применением 5-кратной стратифицированной перекрестной проверки по F1-мере и площади под ROC-кривой (AUC-ROC).

Результаты эксперимента (табл. 1) демонстрируют, что применение методов балансировки существенно влияет на точность прогнозирования для всех моделей, причем наиболее эффективным оказалось использование техники случайного увеличения выборки.

Таблица 1. Сравнение методов балансировки и моделей машинного обучения

| Модель | Метод балансировки | F1-мера | AUC-ROC |
|---|---|---|---|
| Случайный лес | Без балансировки | 0,40 | 0,81 |
| | Undersampling | 0,30 | 0,76 |
| | Oversampling | 0,48 | 0,84 |
| | SMOTE | 0,43 | 0,81 |
| Градиентный бустинг | Без балансировки | 0,42 | 0,77 |
| | Undersampling | 0,27 | 0,73 |
| | Oversampling | 0,55 | 0,86 |
| | SMOTE | 0,45 | 0,83 |

Градиентный бустинг с применением увеличения выборки показал наилучший результат среди всех комбинаций, обеспечив F1-меру 0,55 и значение AUC-ROC 0,86, что на 31% выше по F1-мере по сравнению с исходной несбалансированной выборкой того же алгоритма (F1-мера 0,42). Этот же метод балансировки оказался эффективным и для случайного леса, повысив F1-меру до 0,48 (на 20% выше базовой версии) и AUC-ROC до 0,84.

Применение метода SMOTE также дало положительный эффект: для градиентного бустинга F1-мера возросла до 0,45, а для случайного леса – до 0,43. Однако эти результаты уступают показателям, полученным при использовании метода увеличения выборки.

Метод случайного сокращения выборки оказался наименее эффективным для обоих алгоритмов, приводя к снижению качества моделей относительно набора данных без балансировки, вероятно, из-за потери информативных наблюдений в процессе удаления экземпляров мажоритарного класса.

Предложенный подход к решению проблемы несбалансированных классов может быть интегрирован в системы поддержки принятия решений для оптимизации агротехнических мероприятий, что позволит повысить экономическую эффективность и экологическую устойчивость растениеводства.

**Список источников**

1. Каличкин В.К., Федоров Д.С., Максимович К.Ю., Риксен В.С. Машинное обучение при прогнозировании продуктивности севооборотов // Агроинженерия. 2025. Т. 27. № 1. С. 41-52. https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-1-41-52

2. Johnson R.A., Zhang T. Learning nonlinear functions using regularized greedy forest // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2020. Vol. 36, № 5. P. 942-954. http://doi.org/10.1109/TPAMI.2013.159

3. He, H., & Garcia, E. A. (2009). Learning from imbalanced data. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 21(9), 1263-1284. https://doi.org/10.1109/TKDE.2008.239

4. Batista, G. E., Prati, R. C., & Monard, M. C. (2004). A study of the behavior of several methods for balancing machine learning training data. ACM SIGKDD Explorations Newsletter, 6(1), 20-29. https://doi.org/10.1145/1007730.1007735

5. Chawla N.V., Bowyer K.W., Hall L.O., Kegelmeyer W.P. SMOTE: Synthetic Minority Over-sampling Technique // Journal of Artificial Intelligence Research. 2019. Vol. 16. P. 321-357. https://doi.org/10.1613/jair.953

## ADDRESSING CLASS IMBALANCE PROBLEMS IN AGRICULTURAL DATA

**Fedorov D.S.**

Junior Researcher, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia

dima.fedorov99@mail.ru

*Abstract.* This study addresses the class imbalance problem in machine learning models for predicting soil treatment effectiveness. Four balancing methods (no balancing, undersampling, oversampling, and SMOTE) were compared with Random Forest and Gradient Boosting algorithms. Results show that random oversampling with Gradient Boosting provides the highest accuracy (F1-score 0.55, AUC-ROC 0.86), which is 31% higher compared to the original imbalanced dataset. For Random Forest, this method increased the F1-score to 0.48 and AUC-ROC to 0.84. SMOTE also improved performance metrics but to a lesser extent, while undersampling proved least effective, reducing model quality due to the loss of informative observations. The proposed approach can be integrated into decision support systems to optimize agricultural practices, enhancing both economic efficiency and environmental sustainability of crop production.

*Keywords:* machine learning, imbalanced classes, soil treatment, SMOTE, digital agriculture.

# *Экология и рациональное использование природных ресурсов в АПК*

УДК 631/635/631.95

## НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ: ИНТЕГРАЦИЯ АГРОБИОЦЕНОТИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Максимович К.Ю.**

Заведующий лабораторией биологического мониторинга и устойчивости агроэкосистем СибНИИЗБиЦ, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирская область,
р.п. Краснообск, 630501, Россия, kiri-maksimovi@mail.ru

*Аннотация.* В данной работе обсуждаются некоторые методологические аспекты и практические подходы к оценке устойчивости аграрных экосистем с точки зрения биологических и сельскохозяйственных наук. Рассмотрены концептуальные представления и узловые вопросы предметной области. Учитывая существующую многомерность и высокий уровень параметризации землепользования, компетентная оценка может быть реализована на основе повышения уровня информатизации о сельскохозяйственных объектах и процессах, а также выделения ключевых индикаторов и критериев их устойчивости. Комплексный мониторинг пространственных объектов землепользования, а также интеграция агробиоценотических индикаторов и цифровых технологий, могут стать основой для осуществления многокритериальной оценки устойчивости агроэкосистем.

*Ключевые слова:* устойчивость, агроэкосистема, рациональное природопользование, агробиоценотические индикаторы, цифровые технологии.

На сегодняшний день, современные исследования из области биологических и сельскохозяйственных наук направлены на решение дилеммы по достижению высокой продуктивности агроэкосистем и одновременно рационального природопользования в рамках достижения Целей устойчивого развития ООН [1]. Производственная устойчивость тесно связана с реализацией условий для стабильного получения конечной продукции функционирования аграрной экосистемы – урожая, а концепция экологической устойчивости направлена на сохранение окружающей среды и поддержания режима рационального природопользования сельскохозяйственными землями. Создание гармоничного единства между экологической и производственной устойчивостью аграрных экосистем - одна из фундаментальных задач современности. Для создания и внедрения перспективных систем земледелия, определяющих интенсивность и специфику режимов управляющего воздействия в процессе землепользования, предметная область «устойчивость аграрных экосистемы» имеет основополагающее значение [1-3].

В настоящее время, с точки зрения биологии, аксиоматическое понимание термина «устойчивость» применительно к явлению аграрных экосистем, можно интерпретировать, как «способность биологической системы сохранять и поддерживать значения своих параметров и структурно-функционального единства в пространстве и времени, качественно не меняя характер их функционирования» [2-4]. Учитывая многомерность и высокий уровень сложности структурно-функциональной организации таких биологических систем [5], параметрами их устойчивости выступают функции, режимы и свойства основных ее компонентов [3,4,6,7-9] – почва, растительные и животные сообщества.

Биофизические и агрохимические свойства почвы, а также структура, организация и биоразнообразие микробных сообществ, могут определять доступность питательных веществ, интенсивность и сбалансированность биогеохимического круговорота [8,9]. Структурно-функциональная организация и продуктивность агрофитоценоза выполняет средообразующую функцию, которая сохраняет и поддерживает разнообразие трофических цепей на разных уровнях их организации в условиях существующих режимов землепользования, а также может выступать ключевым фактором, определяющим общий уровень биологического разнообразия агроэкосистемы [10]. Таксономическое, филогенетическое и функциональное богатство наземных животных сообществ, позволяет сохранять и поддерживать разнообразие пищевые цепей, а также обеспечивать реализацию различных экосистемных услуг (разложение органического вещества, регулирование популяций болезней и вредителей сельскохозяйственных культур, рыхление, опыление и др. [11,12].

На данный момент, мировым научным сообществом разработаны системы и инструменты комплексной оценки устойчивости (экологическая, социальная и экономическая) [13]. Среди наиболее распространенных можно выделить следующие: SAFA, MOTIFS, SOSTARE, Smart-Farm Tool, IDEA, RISE и др. Результаты исследований направлены на выделение представительных индикаторов и критериев для адекватной оценки устойчивости аграрных экосистем, учитывая сложность структуры мультимодальных данных [14], участвующих в анализе. Одними из самых сложных и малоизученных междисциплинарных аспектов, касающихся предметной области, являются также вопросы определения следующих параметров: уровни критических нагрузок, пороги насыщения, диапазоны и лимиты устойчивости и т.д. [3,4,6].

Предметную область необходимо рассматривать как синергетическую функцию действия комплекса почвенно-агрохимических, эколого-физиологических и экотоксикологических факторов. Комплексный мониторинг пространственных объектов землепользования, а также интеграция агробиоценотических индикаторов и цифровых технологий, могут стать основой для разработки и реализации многокритериальной оценки устойчивости антропогенно - преобразованных природных объектов, таких как аграрные экосистемы.

**Список источников**

1. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей ООН «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года». United Nations, 2015. [Электронный ресурс]. URL: https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n15/291/92/pdf/n1529192.pdf (дата обращения 18.03.2025).

2. Соколов, О.А. Агроэкология: учебное пособие. – М.: МСХА, 2000. – 217 с.

3. Титова В. И., Дабахов М. В., Дабахова Е. В. Агроэкосистемы: проблемы функционирования и сохранения устойчивости (теория и практика агрономаэколога). Учебное пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — Н. Новгород: НГСХА, 2002. — 205 с.

4. Письменная, Е. В. Эколого-хозяйственная организация территории для оптимизации аграрного землепользования в зоне степей Северо-Кавказского региона: автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.03 / Письменная Елена Вячеславовна; [Место защиты: Агрофиз. науч.-исслед. ин-т]. – Ставрополь, 2018. – 50 с.

5. Каличкин В. К., Максимович К. Ю. Методология формирования цифровой системы управления земледелием //Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2024. – Т. 54. – №. 3. – С. 5–20.

6. Кирюшин В. И. Цена экологической устойчивости сельскохозяйственного ландшафта //Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2004. – Т. 4. – №. 4-1. – С. 9-12.

7. Hawes, C., Iannetta, P. P., & Squire, G. R. Agroecological practices for whole-system sustainability. *CABI Reviews*. – 2021. – Vol. 16. P. 005. https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20211600

8. Wurst S., De Deyn G. B., Orwin K. Soil biodiversity and functions //Soil ecology and ecosystem services. – 2012. – pp. 28-44.

9. Bispo, A., Cluzeau, D., Creamer, R., Dombos, M., Graefe, U., Krogh, P. H., ... & Römbke, J. . Indicators for monitoring soil biodiversity //Integrated environmental assessment and management. – 2009. – Vol. 5. – No. 4. – pp. 717-719. https://doi.org/10.1897/IEAM_2009-064.1

10. Beillouin, D., Ben- Ari, T., Malézieux, E., Seufert, V., & Makowski, D. Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services //Global change biology. – 2021. – Vol. 27. – No. 19. – pp. 4697-4710. https://doi.org/10.1111/gcb.15747

11. Maksimovich, K. Y., Dudko, R. Y., Shatalova, E. I., Tsakalof, A. K., Tsatsakis, A. M., Golokhvast, K. S., & Novikov, E. A.. Species composition and ecological structure of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) communities as biological indicators of the agro-environmental sustainability //Environmental Research. – 2023. – Vol. 234. – P. 116030. https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116030

12. Якимов, Василий Николаевич. Методология анализа скейлинга таксономического, филогенетического и функционального разнообразия биотических сообществ: автореферат дис. ... доктора биологических наук: 03.02.08 / Якимов Василий Николаевич; [Место защиты: Нижегор. гос. ун-т им. Н.И. Лобачевского]. — Нижний Новгород, 2015. — 47 с.

13. Alaoui A. et al. An overview of sustainability assessment frameworks in agriculture //Land. – 2022. – Vol. 11. – No. 4. – P. 537. https://doi.org/10.3390/land11040537

14. Gaviglio A., Bertocchi M., Demartini E. A tool for the sustainability assessment of farms: Selection, adaptation and use of indicators for an Italian case study //Resources. – 2017. – Vol. 6. – No. 4. – P. 60.

## SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL BASIS FOR ASSESSING SUSTAINABILITY OF FARMING: INTEGRATION OF AGRO-BIOCENOTIC INDICATORS AND DIGITAL TECHNOLOGIES

**Maksimovich K.Yu,**
Head of the Laboratory of Biological Monitoring and Sustainability of Agroecosystems, Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia
kiri-maksimovi@mail.ru

*Abstract.* This paper discusses some methodological aspects and practical approaches to assessing the sustainability of agrarian ecosystems from the perspective of biological and agricultural sciences. Conceptual representations and nodal issues of the subject area are considered. Taking into account the existing multidimensionality and high level of land use parameterization, competent assessment can be realized on the basis of increasing the level of informatization about agricultural objects and processes, as well as identifying key indicators and criteria of their sustainability. Integrated monitoring of spatial objects of land use, as well as the integration of agro-biocenotic indicators and digital technologies, can become the basis for the implementation of multi-criteria assessment of the sustainability of agro-ecosystems.

*Keywords:* sustainability, agroecosystem, environmental management, agrobiocenotic indicators, digital technologies.

# *Экономика АПК и сельских территорий*

УДК 631.338.43

## КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Горанец С.И.**

Аспирант, Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Гродно, Республика Беларусь

*Научный руководитель Киреенко Н. В., д.э.н., профессор*

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров АПК БГАТУ, Минск, Республика Беларусь, natallia_kireenko@mail.ru

*Аннотация.* В статье анализируется значимость сельского хозяйства Гродненской области для экономики Республики Беларусь, рассматриваются ключевые факторы его устойчивого развития, а также влияние аграрного сектора на продовольственную безопасность региона.

*Ключевые слова:* сельское хозяйство, Гродненская область, продовольственная безопасность, аграрный сектор, инвестиции.

Сельское хозяйство играет ключевую роль в экономике Республики Беларусь, являясь одним из основных источников обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого социально-экономического развития страны. Объемы производства продукции сельского хозяйства в Республике Беларусь достигли 33 млрд руб. в 2023 г. (темп роста составил 101,1% к предыдущему году), в том числе продукции растениеводства – 15,5 млрд руб. (98% к предыдущему году) и продукции животноводства – 17,8 млрд руб. (104,3% к предыдущему году). Удельный вес продукции сельского хозяйства в структуре ВВП Республики Беларусь по состоянию на 2023 г. составил 7,2% [1].

Для оценки влияния Гродненской области на общие показатели сельского хозяйства по стране проанализируем динамику сельскохозяйственного производства в данном регионе за период с 2019 по 2023 гг. (табл. 1).

Таблица 1. Показатели сельского хозяйства Гродненской области (в текущих ценах) [1, 2]

| Показатель | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2023 г. |
|---|---|---|---|---|---|
| Валовой региональный продукт (ВРП) Гродненской области, млн руб. | 10 900,4 | 12 274,2 | 18 300,1 | 20 306, 8 | 23 441,0 |
| Удельный вес ВРП Гродненской области в ВВП страны, % | 8, 09 | 8, 35 | 10, 35 | 10, 48 | 10, 85 |
| Продукция сельского хозяйства Гродненской области, в том числе, млн руб.: | 2 854, 0 | 3 285, 0 | 3640, 0 | 4 540, 0 | 4 950, 0 |
| продукция растениеводства, млн руб. | 1 087, 0 | 1 211, 0 | 1 295, 0 | 1 658, 0 | 1 781, 0 |
| продукция животноводства, млн руб. | 1 767, 0 | 2 074, 0 | 2 345, 0 | 2 882, 0 | 3 169, 0 |
| Удельный вес продукции сельского хозяйства в ВРП Гродненской области, % | 26, 18 | 26, 73 | 19, 89 | 22, 36 | 21, 11 |

Из данных таблицы 1 можно видеть, что с 2019 по 2023 гг. наблюдается устойчивый рост валового регионального продукта (ВРП), который увеличился с 10 900,4 млн рублей в 2019 г. до 23 441,0 млн рублей в 2023 г. Данный рост сопровождается значительным увеличением удельного веса ВРП региона в валовом внутреннем продукте (ВВП) страны – с 8,09% в 2019 г. до 10,85% в 2023 г. Это свидетельствует о возрастающей значимости Гродненской области в экономике Республики Беларусь.

Продукция сельскохозяйственных организаций и фермерских хозяйств, несмотря на колебания, демонстрирует общий рост: с 2 854,0 млн рублей в 2019 г. до 4 950,0 млн рублей в 2023 г. В течение периода с 2019 по 2023 гг. продукция растениеводства выросла с 1 211,0 до 1 781,0 млн рублей, а объемы продукции животноводства возросли с 2 074,0 до 3 169,0 млн рублей. Вместе с тем отмечается снижение удельного веса продукции сельского хозяйства в ВРП Гродненской области с 26,18% до 21,11% за 2019-2023 гг. Данная тенденция может свидетельствовать о диверсификации экономики региона, развитии промышленного сектора и сферы услуг.

На рис. 1 представлена продукция сельского хозяйства Гродненской области за 2023 г. в хозяйствах всех категорий в текущих ценах.

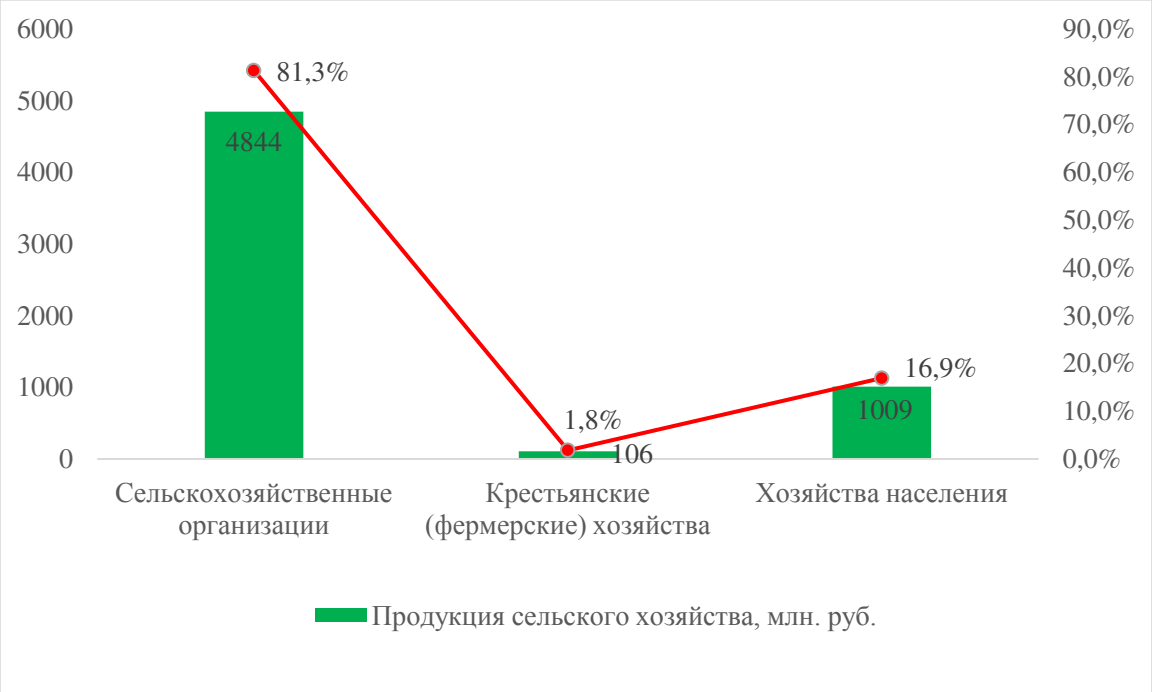



Рис. 1. Продукция сельского хозяйства Гродненской области в хозяйствах всех категорий (в текущих ценах) в 2023 г. [2]

Анализ данных о продукции сельского хозяйства в Гродненской области за 2023 год показывает, что основным источником сельскохозяйственной продукции остаются сельскохозяйственные организации, которые обеспечивают 81,3% общего объема. Это свидетельствует о высокой концентрации производства в крупных аграрных организациях, что может указывать на их лучшую обеспеченность ресурсами и высоким уровнем механизации.

В то же время, доля продукции, произведенной в крестьянских (фермерских) хозяйствах (1,8%), остается крайне низкой, что может говорить о недостаточной поддержке этого сектора или о существующих барьерах для его развития, таких как сложные условия доступа к кредитам, недостаточная инфраструктура, а также ограниченный доступ к современным технологиям и рынкам сбыта в условиях санкционных ограничений. Хозяйства

населения вносят 16,9% в общий объем, что подчеркивает значимость мелкого сельского хозяйства для обеспечения продовольственной безопасности и самозанятости населения.

Проанализируем показатели сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий по областям (табл. 2).

Таблица 2. Продукция сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий по областям (в текущих ценах) в 2023 г. [1]

| Область | Продукция сельского хозяйства, млн руб. | Удельный вес в общем объеме производства по стране, % | Среднесписочная численность работников сельского хозяйства, тыс. чел. | Продукция сельского хозяйства на одного занятого в отрасли, тыс. руб. / чел. |
|---|---|---|---|---|
| Брестская | 7 604 | 22, 8 | 50,1 | 151, 8 |
| Витебская | 3 684 | 11,1 | 33,3 | 110, 6 |
| Гомельская | 3 964 | 11, 9 | 35,4 | 112, 0 |
| Гродненская | 5 959 | 17, 9 | 39,6 | 150, 5 |
| Минская | 8 741 | 26, 2 | 54,5 | 160, 4 |
| Могилевская | 3 343 | 10,0 | 27,1 | 123, 4 |
| Всего по стране | 33 295 | 100 | 240,9 | 138, 2 |

В 2023 г. Гродненская область произвела продукции сельского хозяйства на сумму 5 959 млн рублей, что составляет 17,9% от общего объема производства по стране. По данному показателю область занимает 3-е место среди регионов Беларуси, уступая Минской (8 741 млн руб.), Брестской (7 604 млн руб.) областям. Среднесписочная численность работников сельского хозяйства в Гродненской области составляет 39,6 тыс. чел. На одного занятого в данной отрасли Гродненской области производится 150,5 тыс. руб. продукции сельского хозяйства, что сопоставимо с показателями Брестской (151,8 тыс. руб.). Однако, Гродненская область в некоторой степени уступает Минской (160,4 тыс. руб.), что может свидетельствовать о наличии более высоких технологий или лучших условий труда в столичном регионе.

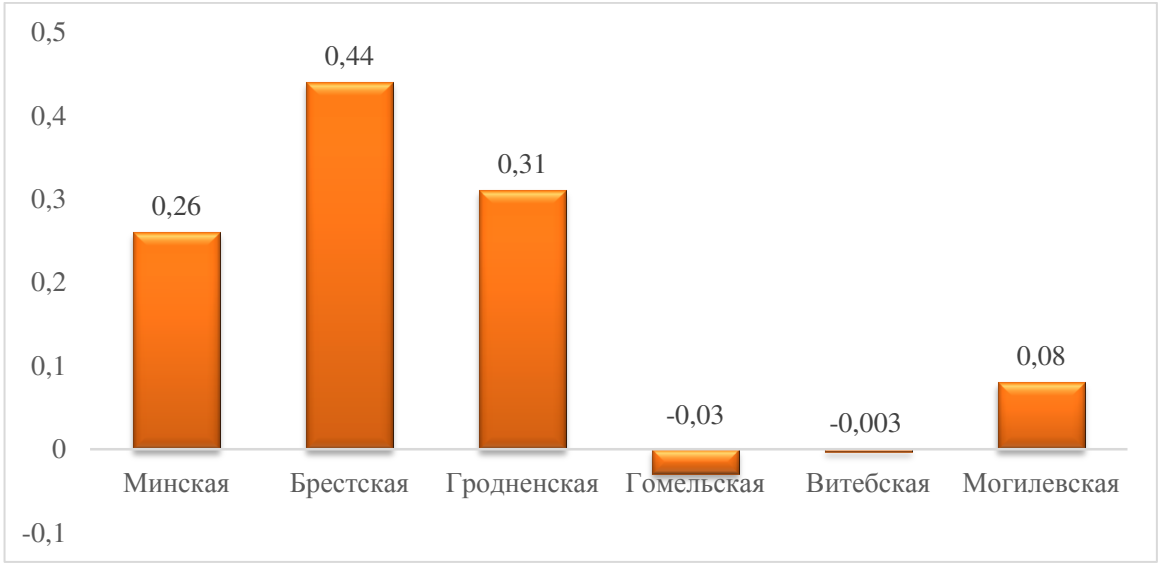



Рис. 2. Прибыль, убыток (-) от реализации продукции, товаров, работ, услуг в сельском хозяйстве, тыс. руб. на 1 га сельскохозяйственных площадей по областям в 2023 г. [1]

С целью оценки финансовых результатов сельскохозяйственной деятельности на уровне областей следует уделить внимание анализу ключевых показателей, отражающих эффективность функционирования данного сектора экономики. На рис. 2 представлена прибыль (убыток) от реализации продукции, товаров, работ, услуг в сельском хозяйстве, тыс. руб. на 1 га сельскохозяйственных площадей по областям в 2023 г.

В 2023 г. Гродненская область продемонстрировала уровень прибыли в размере 0,31 тыс. руб., что выше, чем в Минской (0,26 тыс. руб.), Могилевской (0,08 тыс. руб.), Гомельской (-0,03 тыс. руб.) и Витебской (-0,003 тыс. руб.) областях, но ниже, чем в Брестской области (0,44 тыс. руб.).

Прибыль от реализации продукции, товаров, работ, услуг в сельском хозяйстве, тыс. руб. на одного занятого в отрасли по областям в 2023 г. представлена на рис. 3.

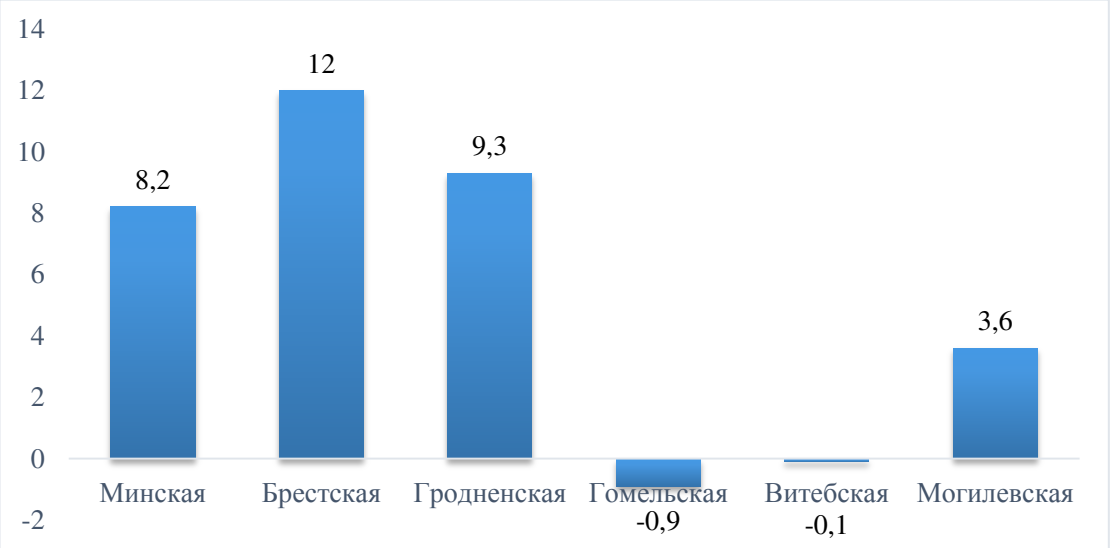



Рис. 3. Прибыль, убыток (-) от реализации продукции, товаров, работ, услуг в сельском хозяйстве, тыс. руб. на одного занятого в отрасли по областям в 2023 г. [1]

В 2023 г. показатели прибыли от реализации продукции, товаров, работ и услуг в сельском хозяйстве на одного занятого в отрасли в Гродненской области составили 9,3 тыс. руб., что превышает значения, зафиксированные в Минской (8,2 тыс. руб.), Могилевской (3,6 тыс. руб.), Гомельской (-0,9 тыс. руб.) и Витебской (-0,1 тыс. руб.) областях, но уступает показателям Брестской (12 тыс. руб.). В целом, Гродненская область демонстрирует более высокие финансовые результаты в сравнении с большинством регионов страны.

Важное значение в развитии аграрного сектора региона играют инвестиции, в том числе иностранные. Подавляющее большинство иностранных инвестиций в экономику Гродненской области осуществляется не через сельское хозяйство, а в другие отрасли, что отображает структурные особенности регионального рынка. В 2023 г. общий объем инвестиций, поступивших от иностранных инвесторов в экономику региона, составил 293 828,4 тыс. долларов США, что незначительно превышает значения предыдущих лет. При этом объем инвестиций, поступивших от иностранных инвесторов в сельское хозяйство Гродненской области, составил всего 10 932,6 тыс. долларов США.

Кроме того, наблюдается, что объем инвестиций, направленных из сельского хозяйства Гродненской области за рубеж, остается достаточно низким, что может указывать на недостаточную зрелость этого сектора для выхода на международный рынок, необходимость наращивания экспортного потенциала сельского хозяйства области для более сбалансированного развития экономической структуры региона [1].

Таким образом, можно заключить, что сельское хозяйство Гродненской области занимает значимое место в экономике Республики Беларусь, обеспечивая стабильный

уровень продовольственной безопасности и способствуя экономическому развитию региона. Данный сектор экономики не только вносит вклад в валовой внутренний продукт страны, но и предоставляет рабочие места для значительной части населения. Для обеспечения дальнейшего устойчивого развития сельского хозяйства Гродненской области требуется комплексный подход, включающий как поддержку со стороны государства, так и активное внедрение новых технологий и методов управления самими организациями.

**Список источников**

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь, 2024 // Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdania/public_brochures/index_100486 (дата обращения: 12.03.2025).
2. Статистический ежегодник Гродненской области, 2024 // Главное статистическое управление Гродненской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://grodno.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/publications/izdaniya/public_compilation/index_135024 (дата обращения: 12.03.2025).

## KEY FACTORS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN GRODNO REGION OF THE REPUBLIC OF BELARUS

**Goranets S.I.**
Postgraduate student, Yanka Kupala Grodno State University, Grodno, Republic of Belarus
*Scientific supervisor Kireyenka N. V., Doctor of Economics, Professor, Institute for advanced training and retraining of personnel agro-industrial complex BSATU, Minsk, Republic of Belarus*
natallia_kireenko@mail.ru

*Abstract.* The article highlights the importance of agriculture in the Grodno region for the economy of the Republic of Belarus, considers key factors of its sustainable development, as well as the impact of the agricultural sector on food security in the region.

*Key words:* agriculture, Grodno region, food security, agricultural sector, investments.

УДК 332.133.2, 631.1

## ИНДЕКС ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫМ РАЗВИТИЕМ

**Лисицин А.Е.**
м.н.с.
Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Краснообск, Россия, 030107107lis@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассматриваются современное состояние и перспективы развития человеческого капитала сельских территорий регионов Сибирского федерального округа на основе индексного анализа. Автором выявляются сильные и слабые стороны регионов с точки зрения формирования человеческого капитала и даются рекомендации по дальнейшему совершенствованию государственной политики в этой сфере.

*Ключевые слова:* человеческий капитал, сельские территории, индекс, региональное развитие.

Человеческий капитал (ЧК) является основным фактором производства в современных экономических системах. По мере их усложнения и внедрения инноваций, растут и требования к сотрудникам, причём как к производственному, так и к

управленческому персоналу. Именно сформированный и постоянно актуализируемый набор знаний, навыков и умений позволяет эффективно использовать современные технологии, повышая ценность такого работника как для работодателя, так и для экономики в целом.

В данной работе рассмотрим особенности формирования ЧК для нужд сельской экономики, не касаясь вопросов его привлечения. Конечно, основой для этого процесса служит наличие готовых к обучению и последующей трудовой деятельности людей, а также финансовых ресурсов [1], однако на региональном уровне основой системы формирования ЧК является инфраструктура. Именно на её состояние и эффективность региональные и местные органы власти могут влиять непосредственно, поэтому далее будем рассматривать инфраструктуру формирования человеческого капитала как индикатор потенциальных возможностей по его формированию, наряду с показателями, характеризующими действия самих жителей.

Сельская местность обладает рядом особенностей с точки зрения формирования и привлечения человеческого капитала. В большинстве случаев они негативно отражаются на этих процессах. Сельский тип расселения делает развитие инфраструктуры в малых и средних населённых пунктах экономически нецелесообразным, из-за чего инвестиции со стороны бизнес-сообщества стремятся к нулю, а государство имеет ограниченные бюджетные ресурсы, пытаясь (не всегда эффективно) распределить их в соответствии с целями социально-экономического и бюджетного выравнивания территорий. В сочетании с низкими доходами сельского населения и имеющим место в большинстве регионов Сибирского федерального округа (СФО) миграционным оттоком сельского населения в города, это приводит к тому, что село является неблагоприятной средой для формирования ЧК по сравнению с городом [2].

Таблица 1. Декомпозиция компонентов человеческого капитала сельских территорий.

| Здоровье | Образование | Творчество | Мобильность | Добросовестность |
|---|---|---|---|---|
| Отношение числа лечебно-профилактических учреждений на сельских территориях к числу сельских населённых пунктов | Численность воспитанников на 100 мест в организациях, дошкольного образования, человек | Численность исследователей, занятых научными исследованиями и разработками, чел. | Коэффициент миграционного прироста сельского населения на 1000 человек | Соотношение браков и разводов |
| Численность врачей всех специальностей на 10 000 человек | Выпуск специалистов среднего звена на 1000 человек | Используемые передовые производствен-ные технологии, ед. | Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием | Зарегистрировано преступлений экономической направленности на 1000 чел. |
| Ожидаемая продолжительность жизни сельского населения при рождении, лет | Выпуск бакалавров, специалистов, магистров на 1000 человек | | Удельный вес автомобильных дорог с усовершенствованным покрытием в протяженности автомобильных дорог общего пользования, % | Коэффициент смертности сельского населения по классу XX, ‰ |

Предлагаемый состав компонентов человеческого капитала сельских территорий представлен в таблице 1. Они охватывают показатели здоровья как потенциала реализации сформированного ЧК, образования, являющегося основным компонентом ЧК по мнению многих учёных, творчества как основы создания и внедрения инноваций и интенсивного развития сельской экономики, мобильности, отвечающей за возможность наилучшего с точки зрения доходов индивидуума и потребностей экономики применения сформированного ЧК, и добросовестности, характеризующей как стремление граждан и

бизнеса к честному труду, так и потенциальную эффективность применения технологических и управленческих инноваций.

Каждому из предлагаемых компонентов ЧК будет поставлен в соответствие индекс, значение которого за 2023 г. приведено в таблице 2, а динамика итогового индекса – на рисунке 1. Источником информации для их расчётов служит официальная статическая информация Росстата [3-5], обеспечивающая сопоставимость данных в пространственном и временном аспекте.

Таблица 2. Частные и общий индекс человеческого капитала сельских территорий регионов СФО в 2023 г.

| | Здо-ровье | Образо-вание | Творчес-тво | Мобиль-ность | Добросо-вестность | Итого-вый |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Республика Алтай | 0,89 | 0,56 | 0,03 | 0,21 | 0,72 | 0,49 |
| Республика Тыва | 0,90 | 0,64 | 0,02 | -0,93 | 0,66 | 0,33 |
| Республика Хакасия | 0,80 | 0,50 | 0,08 | -0,18 | 0,54 | 0,38 |
| Алтайский край | 0,82 | 0,54 | 0,34 | 0,18 | 0,50 | 0,49 |
| Красноярский край | 0,81 | 0,55 | 0,66 | 0,04 | 0,59 | 0,56 |
| Иркутская область | 0,79 | 0,58 | 0,33 | 0,15 | 0,59 | 0,51 |
| Кемеровская область | 0,75 | 0,55 | 0,46 | 0,31 | 0,53 | 0,53 |
| Новосибирская область | 0,88 | 0,64 | 0,87 | 0,35 | 0,57 | 0,68 |
| Омская область | 0,84 | 0,69 | 0,44 | -0,17 | 0,56 | 0,52 |
| Томская область | 0,86 | 0,68 | 0,43 | 0,21 | 0,59 | 0,49 |

По индексу здоровья лидируют республики Алтай и Тыва, что связано с высокой обеспеченностью сельских поселений медицинскими учреждениями. Это объясняется низкой освоенностью территорий данных регионов, при которой целесообразнее поддерживать функционирование ЛПУ в отдалённых сёлах, ведь прибытие скорой помощи из райцентра не всегда возможно с точки зрения транспортной доступности. При этом в Тыве наименьшая из всех регионов СФО ожидаемая продолжительность жизни сельского населения. А вот Новосибирская область является лидером по совокупности всех компонентов, Томская же отстаёт от неё по доступности ЛПУ.

Томская и Омская области обладают наиболее развитой системой образования, хотя по относительному выпуску специалистов среднего звена их опережает республика Алтай. Хакасия же существенно отстаёт от остальных регионов округа по наполняемости дошкольных учреждений, а вот в Тыве они переполнены на 21%. При этом необходимо отметить, что общей тенденцией является снижение выпуска лиц с высшим образованием.

Новосибирская область со значительным отрывом опережает остальные рассматриваемые регионы по творческому потенциалу, особенно – в части генерации инноваций. Внедрение же инноваций наиболее развито в добывающих регионах – Красноярском крае и Кемеровской области. Наименьшую творческую активности проявляет население и бизнес в национальных республиках.

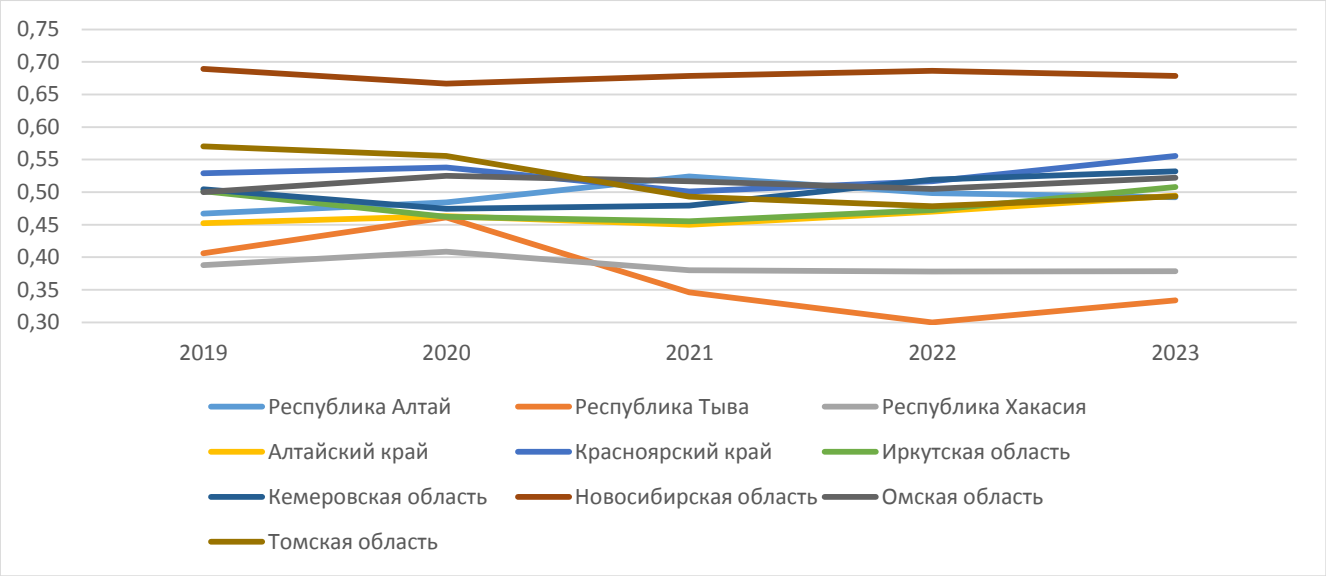



Рис. 1. Динамика индекса человеческого капитала сельских территорий регионов Сибирского федерального округа

Индекс человеческого капитала сельских территорий, как и его структура, могут служить важным инструментом планирования и реализации социальной политики на селе, а также развития сельских территорий региона. Индексный анализ позволяет выявить сильные и слабые стороны каждого из компонентов ЧК региона, а также задать целевые значения, основываясь на межрегиональном сопоставлении ресурсов, целей и возможностей. Рассмотрим некоторые из возможных рекомендаций для регионов Сибирского федерального округа, основанные на проведённом анализе.

По общему индексу человеческого капитала сельских территорий наиболее успешным регионом СФО является Новосибирская область. Не имея откровенных слабых мест и лидируя по некоторым показателям, этот регион имеет стабильную нейтральную динамику, что говорит о потенциале эффективного развития системы формирования человеческого капитала при необходимых капиталовложениях в образование и здравоохранение.

Республики Тыва и Хакасия, напротив, отстают от остальных регионов округа, показывая при этом негативную динамику. Неразвитость системы образования, а также разработки и внедрения инноваций в сочетании с миграционным оттоком населения являются главными проблемами этих регионов. Им можно рекомендовать сосредоточиться на повышении качества жизни сельского населения, что снизит темпы обезлюдения сельской местности и повысит доступность образовательных услуг для сельского населения.

Томская область при сохранении относительно неплохого положения показала отрицательную динамику, связанную со снижением миграционного прироста сельского населения и увеличением числа экономических преступлений в регионе, а также ростом смертности сельского населения от несчастных случаев. Таким образом, для региона можно порекомендовать разработку системы мероприятий по повышению добросовестности сельского населения. Сильной же стороной региона является его образовательный кластер, готовящий кадры для экономики, в т.ч. инновационной направленности.

В республике Алтай с 2021 г. резко выросло число преступлений экономической направленности, что связано с активизацией развития внутреннего туризма в условиях пандемии. Кроме рекомендованной для Томской области системы мер повышения добросовестности населения, республике стоит уделить внимание развитию систем

образования и здравоохранения на сельских территориях, а также рассмотреть возможность гармоничного вплетения инноваций в рекреационную сферу.

Остальным же регионам СФО следует комплексно и сбалансированно развивать все компоненты системы формирования человеческого капитала сельских территорий, не допуская перекосов в её структуре и повышая доступность соответствующей инфраструктуры для сельского населения.

Подводя итог, можно заключить, что регионы Сибирского федерального округа значительно различаются по уровню развития человеческого капитала сельских территорий, имея различные сильные и слабые стороны. Индекс человеческого капитала сельских территорий может стать эффективным инструментом для регионального развития, учитывающим территориальную специфику, а разработанные на его основе рекомендации будут способствовать повышению эффективности формирования человеческого капитала не только села, но и региона в целом.

**Список источников**

1. Максимович К.Ю., Лисицин А.Е., Алещенко О.А., Алещенко В.В. Формирование человеческого капитала сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации отрасли // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 114. С. 49-59.
2. Едренкина, Н. М. Концептуальные направления повышения качества жизни сельского населения / Н. М. Едренкина, А. Е. Лисицин. – DOI 10.33305/248-121. – Текст: непосредственный // АПК: Экономика, управление. – 2024. – № 8. – (Развитие сельских территорий). – С. 121-130.
3. Демографический ежегодник России. Приложение к сборнику (информация в разрезе субъектов Российской Федерации) 2023. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13207
4. База данных показателей муниципальных образований. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/munst.htm
5. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: Стат. сб. / Росстат. – М., 2024. – 1081.

## RURAL AREAS HUMAN CAPITAL INDEX AS A TOOL FOR TERRITORIAL DEVELOPMENT MANAGING

**Lisitsin A.E.**
Junior researcher, Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Russia
030107107lis@mail.ru

*Abstract.* The article examines the current state and prospects for the development of human capital in rural areas of the regions of the Siberian Federal District based on index analysis. The author identifies the strengths and weaknesses of the regions in terms of human capital formation and provides recommendations for further improvement of state policy in this area.

*Key words:* human capital, rural areas, index, regional development.

УДК 338.43

# РАЗВИТИЕ ВНЕШНЕТОРГОВОЙ ПОЛИТИКИ В СФЕРЕ АПК В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**Макарская Е.Ю.**
К.э.н., старший научный сотрудник
Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта, Краснодар, Россия, vniimk@vniimk.ru

*Аннотация.* В текущих экономических и политических условиях экспорт продукции АПК играет ключевую роль в укреплении позиций Российской Федерации на международной арене и поддержании стабильности внутреннего рынка. Рекордный объем экспорта продукции АПК России является результатом высоких темпов развития отрасли и стремления зарубежных стран увеличить запасы продовольствия. Ситуация на рынке масличного сырья в Российской Федерации за 2023–2024 гг. характеризовалась снижением объема экспорта подсолнечника и увеличением рапса и сои.

*Ключевые слова:* агропромышленный комплекс, масличные культуры, подсолнечник, соя, рапс, экспорт, импорт, квоты, государственное поддержка.

Несмотря на введенные ограничения и санкции, российский экспорт продукции агропромышленного комплекса показывает позитивную динамику, так за десятилетний период экспорт продукции АПК в стоимостном выражении увеличился в 2,3 раза, составив в 2023 г. 43,5 млрд долларов, что свидетельствует о способности российских производителей адаптироваться к новым условиям рынка и находить новые каналы сбыта (рис. 1). По оценке Федерального центра развития экспорта продукции АПК Минсельхоза России, в 2023 г. страна позиционировалась на 17-м месте в рейтинге основных мировых экспортеров продовольствия, обеспечив более 103 млн тонн поставок сельскохозяйственных товаров в 160 стран мира, что свидетельствует о значимости России на глобальной продовольственной арене [1]. Крупнейшими агроимпортерами РФ в 2023 г. являлись Китай, на долю которого пришлось 17,5 % поставок экспорта АПК страны, Турция (11,4 %), Казахстан (7,6 %), Беларусь (6,3 %), Египет (5,8 %) и Иран (5,1 %).

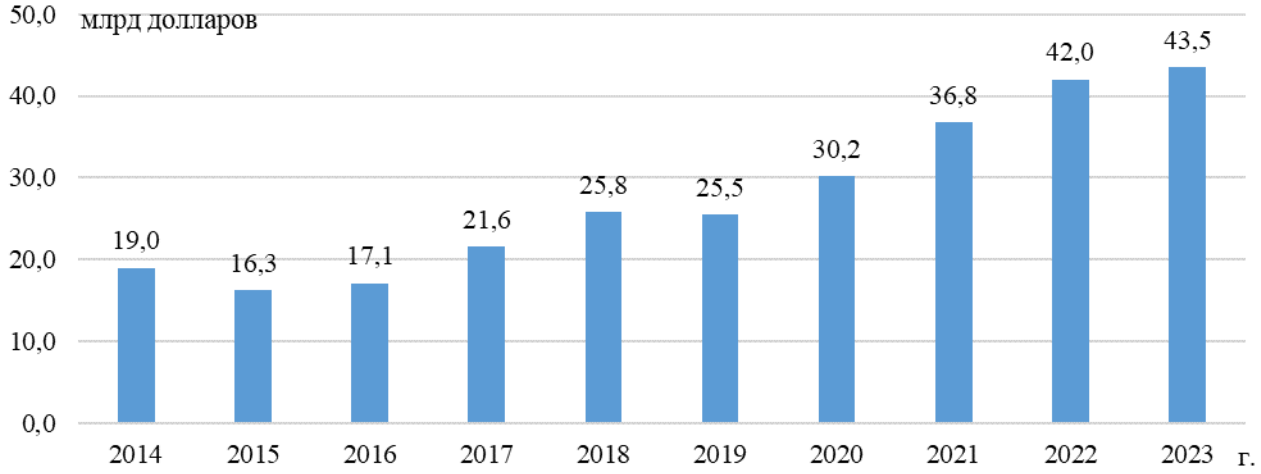



Рис. 1. Экспорт продукции АПК 2014–2023 гг., млрд долларов [1]

По итогам 2023 г. наибольшую долю в экспорте продукции АПК в стоимостном объеме заняли зерновые – 37,4 %, на экспорт масложировой продукции пришлось 19,5 % (рис. 2).

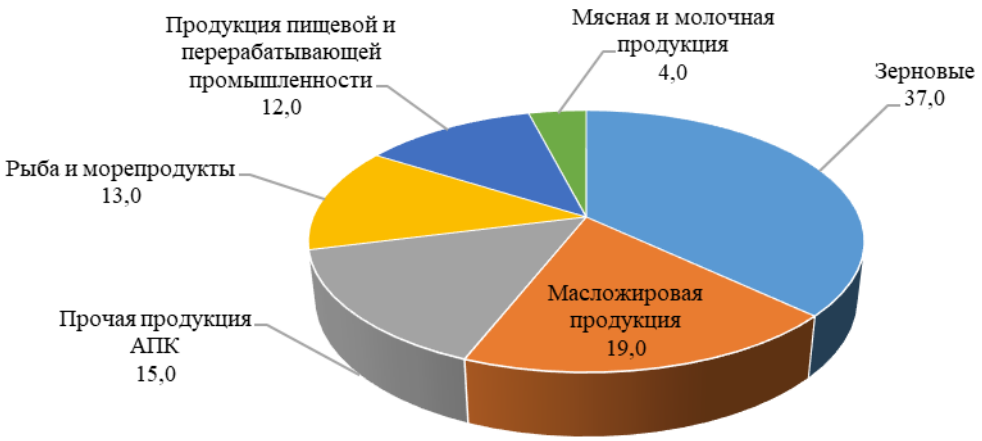



Рис. 2. Структура экспорта продукции АПК из Российской Федерации в 2023 г., % [1]

Экспорт семян российской селекции, несмотря на распад сформированной в период СССР единой селекционно-семеноводческой системы продолжался, однако его объемы отличались нерегулярностью и значительными колебаниями, что затрудняет стратегический подход к долгосрочному планированию и развитию экспортной политики [2]. Опыт, накопленный отечественными селекционно-семеноводческими компаниями в работе на зарубежных рынках, а также структурные изменения на российском рынке семян, произошедшие за последние годы, привели к появлению крупных игроков [3]. Эти факторы создали реальные предпосылки для активизации деятельности российских селекционно-семеноводческих компаний на глобальном рынке. Усиление позиций на международной арене и развитие экспорта семян становятся важными задачами, учитывая конкурентные преимущества, которые могут быть использованы для выхода на новые рынки.

В последние годы усилия Минсельхоза РФ по защите отечественной селекции стали важным импульсом для активизации процессов на рынке семян. Эти меры включали в себя поддержку и развитие законодательства, направленного на защиту интересов отечественных производителей, улучшение условий для селекции и семеноводства, а также внедрение субсидий и других форм государственной поддержки. В результате таких действий, российские компании получили дополнительные стимулы для выхода на международные рынки, что способствовало укреплению позиций отечественной селекции и увеличению объемов экспорта [4].

К ключевым факторам, способствующим укреплению экспорта агропромышленной продукции следует отнести [5]: продление федерального проекта «Экспорт продукции АПК» на период 2025–2030 гг.; программу по продвижению российских брендов «Сделано в России»; развитие представительств МСХ Российской Федерации за рубежом (сельхозатташе) и др.

Сегодня в мировом экспорте сырья Россия заняла третье место по подсолнечнику, по рапсу – четвертое, по сое – восьмое [6]. При этом, объем экспорта подсолнечника в 2024 г. сократился на 200 тыс. тонн (или на 36 %) по сравнению с 2023 г. и составил 350 тыс. тонн. Доля экспорта подсолнечника в общих ресурсах культуры в стране снизилась на 1,1 п.п. и составила всего 2,2 % в 2024 г. по сравнению с предшествующим. Объем поставок сои за рубеж увеличился на 375 тыс. тонн (или на 42 %) и составил 1275 тыс. тонн, при этом доля экспорта в общих ресурсах культуры составила 19,1 %. Наибольшая доля экспорта в общих

ресурсах культуры среди основных масличных зафиксирована у рапса – 22,2 %, с прибавкой 350 тыс. тонн (или 70 %) в 2024 г. по сравнению с 2023 г. (табл. 1).

Таблица 1. Доля импорта и экспорта в общих ресурсах основных масличных культур в Российской Федерации в 2023–2024 гг. [6]

| Год | Валовой сбор, тыс. т | Импорт, тыс. т | Доля импорта в общих ресурсах культуры, % | Экспорт, тыс. т | Доля экспорта в общих ресурсах культуры, % |
|---|---|---|---|---|---|
| Подсолнечник | | | | | |
| 2023 | 17 259 | 50 | 0,3 | 550 | 3,3 |
| 2024 | 16 574 | 50 | 0,3 | 350 | 2,2 |
| 2024 г. в (+/-) к 2023 г. | -685 | 0 | 0,0 | -200 | -1,1 |
| Соя | | | | | |
| 2023 | 6 826 | 1100 | 15,7 | 900 | 12,8 |
| 2024 | 7 040 | 900 | 13,5 | 1275 | 19,1 |
| 2024 г. в (+/-) к 2023 г. | 214 | -200 | -2,2 | 375 | 6,3 |
| Рапс | | | | | |
| 2023 | 4 204 | 20 | 0,5 | 500 | 13,4 |
| 2024 | 4 660 | 25 | 0,7 | 850 | 22,2 |
| 2023 г. в (+/-) к 2022 г. | 456 | 5 | 0,2 | 350 | 8,8 |

Самообеспеченность России отечественными семенами, по предварительным данным, выросла более чем на 5 процентных пунктов — до 67,6 % по итогам 2024 г. увеличилась доля российских семян яровой пшеницы, зернобобовых культур, подсолнечника и сахарной свеклы российской селекции (при целевом индикаторе 75 % к 2030 г.) [7]. Наибольшая доля импорта в общих ресурсах культуры среди основных масличных в 2024 г. зафиксирована у сои – 13,5 %, необходимо отметить, что по сравнению с предшествующим годом произошло сокращение на 2,2 п.п. Доля импорта в общих ресурсах культуры подсолнечника и рапса составляет 0,3 % и 0,7 % соответственно. В целях недопущения дефицита семенного материала и для гибкого регулирования цен на внутреннем рынке семян применяются временные количественные ограничения на ввоз отдельных видов семян из недружественных стран. Так, в 2025 г. для высокоолеиновых гибридов подсолнечника квота составляет 500 тонн, что в 14 раз меньше разрешенного объема по сравнению с предшествующим 2024 г. [8]. Квота на импорт гибридные семена рапса осталась на прежнем уровне – 2 тыс. тонн.

Основными трудностями на пути продвижения семян отечественной селекции за рубежом являются [9]: высокие кредитные ставки, затрудняющие процесс привлечения кредитных ресурсов; отсутствие понимания реального потенциала зарубежного рынка, жесткие требования для регистрации сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, включая затруднения в поиске партнеров для организации и контроля над проведением сортоиспытаний, отличающихся крайне высокой стоимостью.

Подводя итоги условий формирования внешнеторговой политики российского рынка семян масличных культур, необходимо выделить ключевые аспекты: повышение добавленной стоимости экспортируемой сельхозпродукции позволит повысить рентабельность продаж; организация координационных центров в приоритетных странах импортерах поможет адаптировать предложение к требованиям региональных рынков; укрепление национальных брендов способствует повышению привлекательности отечественных продуктов; усовершенствование существующей программы развития

экспорта сельскохозяйственной продукции способствует обеспечению бесперебойных поставок. Эти меры помогут создать более устойчивую и конкурентоспособную систему внешнеэкономической деятельности в агропромышленном комплексе.

**Список источников**

1. Официальный сайт Федерального центра развития экспорта продукции АПК Минсельхоза России [Электронный ресурс]. – URL: https://aemcx.ru/ (дата обращения: 26.02.2025).

2. Лукомец А.В. Импортозамещение семян сельскохозяйственных культур в России / А.В. Лукомец // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2023. – № 1. – С. 108–114.

3. Бойко Е.Ю. Анализ соотношения сортов сои отечественной и зарубежной селекции в посевах культуры Краснодарского края // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – Москва. – 2019. – № 4 (49). – С. 86–90.

4. Официальный сайт новостного интернет-портала Агроэксперт [Электронный ресурс]. – URL: https://agroexpert.press/ (дата обращения: 07.03.2025).

5. Кривошлыков К.М. / Развитие направлений государственного регулирования отрасли соеводства в современных экономических условиях / Васильева Н.К., Бойко Е.Ю. // Развитие агропромышленного комплекса в условиях роботизации и цифровизации производства в России и за рубежом: Международная научно-практическая конференция 15–16 октября 2020 г.

6. United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service: [Electronic resource] // USDA. URL: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery (date of application: 14.02.2025).

7. Официальный сайт цифровой платформы Поле.рф [Электронный ресурс]. – URL: https://xn--e1alid.xn--p1ai/ (дата обращения: 01.03.2025).

8. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства РФ [Электронный ресурс]. – URL: https://mcx.gov.ru/ (дата обращения: 17.02.2025).

9. Лукомец А.В., Семеноводство в обеспечении ресурсного рынка АПК и методы его защиты // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2021. – № 2. – С. 134–141.

## DEVELOPMENT OF FOREIGN TRADE POLICY IN THE AGRICULTURAL SECTOR IN MODERN CONDITIONS

**Makarskaya E.Yu.**

PhD in economy, senior researcher of the Laboratory of Economy
of the V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops,
Krasnodar, Russia, vniimk@vniimk.ru

*Abstract.* In the current economic and political conditions, the export of agricultural products plays a key role in strengthening the position of the Russian Federation in the international arena and maintaining the stability of the domestic market. The record volume of exports of Russian agricultural products is the result of the high rates of the sector development and the desire in foreign countries to increase food stocks. The situation on the oil seed market in the Russian Federation in 2023–2024 was characterized by a decrease in sunflower exports and an increase in rapeseed and soybeans.

*Key words*: agricultural and industrial complex, oil crops, sunflower, soybean, rapeseed, export, import, quotas, governmental support.

УДК: 338.43.636

# ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА В ХОЗЯЙСТВАХ НАСЕЛЕНИЯ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ-КУЗБАСС

**Мовшин Е.В.**
Аспирант
Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкова,
Кемерово, Россия, movshin-ak1237@bk.ru

*Аннотация. В* статье определены направления дальнейшего развития молочного скотоводства в хозяйствах населения Кемеровской области – Кузбасс. Приводится оценка современного состояния производства молока в рассматриваемой категории производителей. Отмечаются возможности роста производства и вывода деятельности на качественно новый уровень используя имеющиеся резервы.

*Ключевые слова*: молочное скотоводство, хозяйства населения, производство молока, поголовье коров, рост производства молока.

Для отечественного сельского хозяйства по прежнему актуальным вопросом остается обеспечение населения молоком. Молоко — это важная часть рациона питания человека и поэтому в каждом регионе уделяется особое внимание этому вопросу с учетом имеющейся производственной специфики [1, 2, 3].

За последние годы в Кемеровская область-Кузбасс наблюдались заметные изменения в обеспечение населения молоком. Прежде всего отметим, что регион не обеспечивает себя собственным молоком и значительную его часть ввозил, хотя проводилась значительная работа, направленная на рост производства. Так в 2019-2023 годах, не смотря на все усилия, валовое производство уменьшилось с 302,7 тыс. тонн до 262,6 тыс. тонн, т.е. на 13,2% [4]. Если рассматривать удельный показатель производства молока за год на душу населения, то в 2023 г. было получено в регионе менее 110 кг/чел., потребление составляло порядка 203 кг, что ниже достигнутого уровня по стране 240 кг/чел. [5], а установленная медицинская норма потребления - 325 кг/чел в год [6].

Стабильное обеспечение качественным молоком и молочной продукцией достаточно сложный вопрос, в котором переплетаются экономические и социальные аспекты жизни региона. Развитое сельскохозяйственное производство обеспечивает социально-экономическое развитие территорий с одной стороны, а с другой позволяет обеспечивать население собственной более свежей и доступной продукцией.

Сокращение производства в регионе влияет на опережающий рост цен и доступность молока у малообеспеченных групп населения. В тоже время молочный рынок все больше дифференцируется и увеличивается доля сегментов, где первостепенным фактором, определяющим выбор, является качество. Данный факт можно воспринимать как возможность обеспечения роста производства молока в регионе. При этом следует отметить, что молоко производится в разных категориях производителей: как крупными агрохолдингами, крупными фермерами так и небольшими по размеру, но многочисленными хозяйствами населения

Преимущества крупного производства над мелким в сельском хозяйстве очевидны, однако и у них есть свои аргументы в растущей конкурентной борьбе. Прежде всего это близость к потребителям, экологичность и качество производимого молока, что обеспечивает более высокую цену реализации.

Однако, если рассматривать динамику производства молока в хозяйствах населения Кемеровской области-Кузбасс за последние годы, то можно увидеть устойчивую тенденцию сокращения производства (рис. 1).

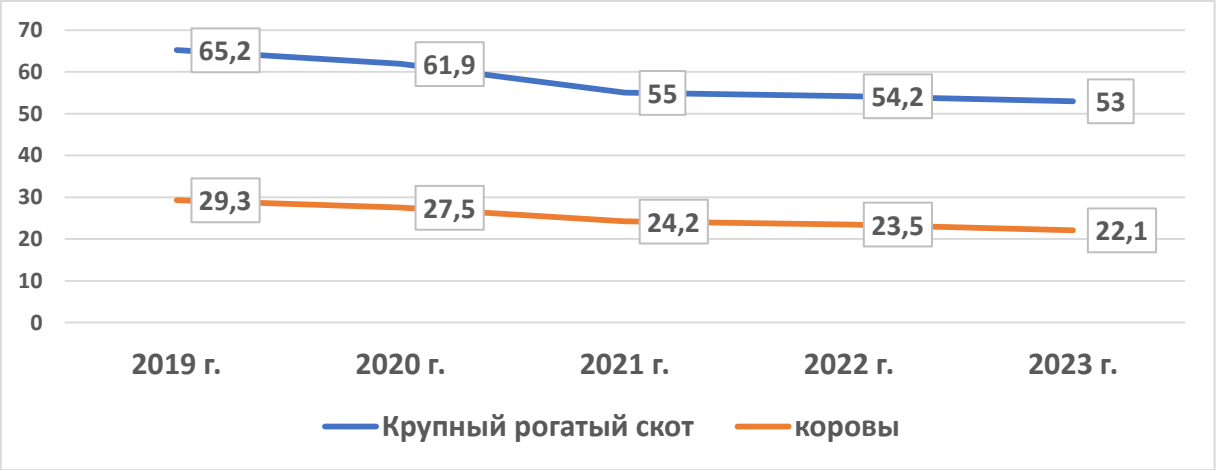



Рис. 1. Динамика поголовья скота в хозяйствах населения Кемеровской области – Кузбассе, тыс. голов [4]

Если в 2019 г. поголовье КРС составляло 65,2 тыс. голов, а коров 29,3 тыс. голов, то к 2023 г. данные показатели достигли соответственно 53,0 тыс. голов (снижение на 18,7%) и 22,1 тыс. голов (на 24,6%) [4]. Такое изменение оказало влияние на долю хозяйств населения по поголовью КРС, она выросла с 45,3% в 2019 г. до 46,5% в 2023 г., а коров наоборот снизилась с 45,0% до 43,7%.

Хозяйства населения выступают в качестве хранителей традиционной сельской культуры, тем самым выполняют важнейшую социальную роль и при этом обеспечивают себя основными продуктами питания, что повышает уровень доходов граждан. По этой причине в стратегиях социально-экономического развития сельских территорий отводится значительная роль данной категории производителей [7].

Снижение производства молока в хозяйствах населения связано с большим количеством причин, среди которых ученые занимающиеся данной проблематикой выделяют прежде всего:

- технологии производства основаны на использование ручного труда;
- низкая продуктивность животных:
- недостаточно эффективный доступ к рынкам сбыта произведенной продукции;
- рост конкуренции на рынке, где преимущества имеют крупные агрохолдинги.

Для изменения сложившейся ситуации необходимо обеспечить решение существующих проблем, что должно обеспечить рост производства в хозяйствах населения.

В Кемеровской области реализуется Стратегия развития сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности на период до 2035 года [8], особую ставку делает на развитие молочного скотоводства, которое должно снизить зависимость региона от ввозимой продукции. В данном документе основная ставка делается на крупных современный бизнес, однако сбрасывать со счетов хозяйства населения, по нашему мнению, еще рано. У данной категории производителей еще остается потенциал, позволяющий обеспечить рост производства в будущем.

Если рассматривать важнейший отраслевой параметр продуктивность коров, то можно констатировать, что в целом он растет хотя и значительно уступает по сравнению с уровнем, достигнутым в крупных сельскохозяйственных предприятиях. Рассматривая продуктивность коров более детально отметим, что в 2019 г. она была на уровне 4025,1 кг/гол., а в конце рассматриваемого периода уже 4131,2 кг/гол. (рис. 2), при этом производство сократилось с 117935 тонн до 91299 тонн (на 22,6%). Хорошо видно, что темпы сокращения поголовья оказались выше, чем темпы роста продуктивности, что и

обеспечило общее снижение производства молока в рассматриваемой категории производителей.

Рис. 2. Динамика производства молока и надой на одну корову в хозяйствах населения Кемеровской области – Кузбассе [4]

Очевидно, что молоко, полученное в условиях преобладания ручного труда не может конкурировать по цене с произведенным в промышленных условиях, эта продукция в априори всегда будет дорогой. Бесспорно, в хозяйствах населения нужно заниматься обновлением стада, оптимизацией рациона кормления делать все чтобы обеспечить снижение себестоимости единицы продукции, однако, на наш взгляд, особое внимание нужно уделить совершенствованию реализации товарной продукции. Необходимо продолжать формировать и развивать имеющуюся нишу на рынке молока и продуктов его переработки, делая ставку на качество, что позволит повлиять на рост цен реализации.

Сохраняя и совершенствуя государственную поддержку, можно также оказывать влияние на производство в хозяйствах населения. Реализация государственных программ, направленных на привлечение людей в сельскую местность для проживания в обязательном порядке, должны учитывать возможность реализации имеющихся амбиций, в том числе в производственной сфере. Осуществляя производство на новом уровне с учетом имеющихся трендов в области экологии, здорового питания, развития нишевых рынков можно обеспечить достойный уровень жизни для сельской семьи.

В качестве подтверждения данных процессов можно привести примеры показывающие высокое качество производимой продукции в малых формах хозяйствования [3], организация переработки молока позволяет получать более высокий доход реализуя качественный сыр и другие продукты переработки [9]. Другими словами, в Кемеровской области-Кузбасс далеко не все названные выше возможности исчерпаны.

К сожалению далеко не все хозяйства смогут выйти на новый уровень развития. Однако если даже меньшая их часть сумеет перестроить свою работу это все равно позволит значительно нарастить производство востребованной продукции – молока.

Таким образом, обобщим наиболее проблемные места в организации эффективного молочного скотоводства в условиях небольших фермерских хозяйств. В качестве направлений, на которые нужно обратить внимание, занимаясь развитием производства молока в хозяйствах населения можно обозначить следующие:

- использование имеющихся возможностей применения средств малой механизации труда, что очень важно в условиях ограниченности трудовых ресурсов;

- более широкое использование существующих мер государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей, поскольку сегодня далеко не все знают и используют имеющиеся возможности;

- дальнейшее развитие рынка органических продуктов питания обеспечит устойчивый рост спроса на качественное молоко с небольших ферм, при этом цены на этом сегменте рынка будут значительно выше средних по региону;

- обязательно заниматься обновлением породного состава животных, шире использовать искусственное осеменение;

- продолжать заниматься оптимизацией рационов кормления, добиваться сбалансированности с учетом экономической целесообразности;

- развивать сельскохозяйственную потребительскую кооперацию как инструмент решения многих проблем и прежде всего связанных с продвижением и переработкой производимой продукции.

В результате небольшие производители могут не только сохранить свои позиции, но и обеспечить устойчивое развития сельских территорий и рост продовольственной безопасности страны.

**Список источников**

1. Видякин, А. В. Пути увеличения производства молока в крестьянских (фермерских) хозяйствах Кемеровской области-Кузбасса / А. В. Видякин // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике: Материалы XX Международной научно-практической конференции, Кемерово, 08–09 декабря 2021 года. – Кемерово: ФГБОУ ВО Кузбасская ГСХА, 2021. – С. 546-552.

2. Грудкина Т.И. Стратегия развития производства молока в Крестьянских (Фермерских) Хозяйствах // Вестник Саратовского Государственного технического университета. 2013. № 1 (73). С. 313-317.

3. Шилин Е.В. Повышение качества и экологичности при производстве молока в малых фермерских хозяйствах // проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. Сборник научных трудов по материалам V Международной научной экологической конференции, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ. 2017. С. 586-592.

4. Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики РФ по Кемеровской области [электронный ресурс] http://kemerovostat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/kemerovostat/ru/statistics/enterprises/agriculture (дата обращения 05.03.2025)

5. Официальный сайт Минсельхоза Кузбасса [электронный ресурс] http://mcx42.ru/zhivotnovodstvo (дата обращения 05.03.2025)

6. Оценка экономической доступности потребления молока населением Сибирского федерального округа / С. Чернова, Д. Эссауленко // АПК: экономика, управление. – 2021. - №4. – с.67-74.

7. Распоряжение Коллегии администрации Кемеровской области от 25 октября 2013 г. № 464 «Об утверждении государственной программы Кемеровской области - Кузбасса "Государственная поддержка агропромышленного комплекса и устойчивого развития сельских территорий Кузбасса" на 2014 - 2024 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/412808064 (дата обращения: 05.03.2025).

8. Стратегия развития сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Кемеровской области на период до 2035 года, Утв. Распоряжением Коллегии Администрации Кемеровской области от 7 марта 2019 г. N 143-р.

9. Павлов А.К., Жунева Л.С. Оценка качества молока фермерских хозяйств Кемеровской области // Безопасность и качество товаров. Материалы XIV Международной научно-практической конференции. 2020. С. 166-171.

**MILK PRODUCTION PROSPECTS IN FARMS OF THE POPULATION OF THE KEMEROVO REGION-KUZBASS**

**Movshin E.V.**
Postgraduate student, Federal State Educational Institution of Higher Education "Kuzbass State Agrarian University named after V.N. Poletskov", Kemerovo, Russia movshin-ak1237@bk.ru

*Abstract:* the article defines the directions of further development of dairy cattle breeding in households of the Kemerovo region - Kuzbass. An assessment of the current state of milk production in the category of producers under consideration is given. The possibilities of production growth and bringing the activity to a qualitatively new level using the available reserves are noted.

*Key words:* dairy farming, households, milk production, number of cows, growth of milk production.

УДК 332.2

**КАДАСТРОВАЯ СТОИМОСТЬ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МЕЖДУРЕЧЕНСКОМ КАДАСТРОВОМ ОКРУГЕ**

**Рассохина Д.И.**
Студент
*Научный руководитель Заварин Д.А., к.э.н., доцент*
Вологодский государственный университет, г. Вологда, Россия,
daryana.rassokhina@bk.ru

***Аннотация:*** статья посвящена кадастровой стоимости земель, напрямую влияющей на налогообложение, сделки купли-продажи, арендные отношения, получение кредитов и другие экономические процессы в сельском хозяйстве. Фокусировка на конкретном кадастровом округе позволяет выявить особенности, которые не учитываются в общих исследованиях кадастровой стоимости. В качестве примера рассматривается Междуреченский район Вологодской области, анализируются факторы, влияющие на кадастровую стоимость земельных участков, и их воздействие на развитие сельского хозяйства.

***Ключевые слова:*** кадастровая стоимость, Междуреченский район, сельскохозяйственное использование, земельный участок, кадастровый номер.

В исследовании анализируются факторы, определяющие кадастровую стоимость сельскохозяйственных земель именно в Междуреченском кадастровом округе Вологодской области.

Сельское хозяйство — важная отрасль экономики, обеспечивающая продовольственную безопасность и занятость значительной части населения. В условиях повышенного внимания к развитию аграрного сектора особую актуальность приобретает вопрос кадастровой оценки сельскохозяйственных земель. Верно определенная кадастровая стоимость — ключевой фактор успешного развития сельского хозяйства. Её завышение или занижение может привести к целому ряду негативных последствий: несправедливому налоговому бремени, сложностям с кредитованием и оборотом земель, а также неравным условиям для сельхозпроизводителей.

Земли сельскохозяйственного назначения — это земли, находящиеся за границами населённого пункта и предоставленные для нужд сельского хозяйства [1]. Особый вид земель, имеющий специфическое предназначение и регулируемый законодательством.

На землях сельского хозяйственного использования накладываются свои ограничения. Например, строительство объектов, не связанных с сельским хозяйством, загрязнение земель, разработка полезных ископаемых, изменение целевого назначения земли.

Междуреченский район (рисунок 1) — административно-территориальная единица в Вологодской области Российской Федерации. Занимает площадь 3624 км². Административный центр района — село Шуйское. Крупнейшие населённые пункты — Шуйское и посёлок Туровец, где проживает примерно половина 4918 жителей района.

В районе, безусловно, преобладает сельскохозяйственная инфраструктура: поля, фермы, склады для хранения урожая. Лесная промышленность в основном находится в поселке Туровец. Там расположены основные лесные массивы представлена инфраструктура лесозаготовок и деревообработки.

Рис. 1. Карта Междуреченского района Вологодской области.

Кадастровая стоимость земли — это денежная оценка стоимости земельного участка, определяемая государством на основе данных государственного кадастра недвижимости. Эта оценка используется для различных целей, связанных с налогообложением, сделками с недвижимостью и другими государственными мероприятиями. Она устанавливается в рублях для каждого объекта недвижимости и не зависит от рыночной цены.

Факторами, влияющими на кадастровую стоимость, могут быть: плодородие почв, близость к инфраструктуре, транспортным путям, возможность использования для определенных видов сельскохозяйственных культур, наличие прав собственности, арендных договоров возможность приобретения в собственность [2].

Высокая стоимость может ограничить доступ к земле для начинающих фермеров, что приведет к концентрации земельной собственности в руках крупных агрохолдингов.

Публичная кадастровая карта представляет собой составленные на картографической основе, тематические карты, информация на которых отображается в графической и текстовой форме. На данной карте содержится информация о кадастровом делении территории, сведения о объектах, которые там располагаются, а также сведения о земельных участках, зонах с особыми условиями использования территории [3].

С помощью публичной кадастровой карты можно определить доступные для сельскохозяйственной деятельности земли, провести анализ потенциала земель, изучить соседние участки, площадь земельного участка, владельцев, кадастровый номер и многое другое. Карта позволяет легко и быстро получить информацию о заинтересованным участком земли, проанализировать наличие водоемов, инфраструктуры и других факторов. [4]

Рассмотрим на примере Междуреченского района Вологодской области кадастровую стоимость земель сельскохозяйственного назначений благодаря возможностям публичной кадастровой карты. (таблица 1)

Таблица 1. Кадастровая стоимость земель для сельскохозяйственного использования в Междуреченского районе.

| № | Кадастровый номер | Площадь участка | Кадастровая стоимость участка | Кадастровая стоимость 1 кв.м. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 35:27:0301005:125 | 116 000 кв. м | 96 280 руб. | 0.83 |
| 2 | 35:27:0301005:129 | 14 336 кв. м | 11 898,88 руб. | 0.83 |
| 3 | 35:27:0202048:360 | 152 000 кв. м | 136 800 руб. | 0.9 |
| 4 | 35:27:0202048:361 | 88 000 кв. м | 79 200 руб. | 0.9 |
| 5 | 35:27:0202048:366 | 62 000 кв. м | 55 800 руб. | 0.9 |
| 6 | 35:27:0202048:365 | 114 445 кв. м | 103 000,5 руб. | 0.9 |
| 7 | 35:27:0000000:312 | 13 652 000 кв. м | 11 331 160 руб. | 0.83 |
| 8 | 35:27:0301043:539 | 49 999 кв. м | 67 998,64 руб. | 1.36 |
| 9 | 35:27:0000000:441 | 294 000 кв. м | 244 020 руб. | 0.83 |
| 10 | 35:27:0301005:169 | 102 774 кв. м | 85 302,42 руб. | 0.84 |
| 11 | 35:27:0301005:168 | 64 924 кв. м | 53 886,92 руб. | 0.84 |
| 12 | 35:27:0000000:272 | 2 200 000 кв. м | 1 826 000 руб. | 0.83 |
| 13 | 35:27:0000000:299 | 11 685 000 кв. м | 9 698 550 руб. | 0.83 |
| 14 | 35:27:0000000:470 | 4 325 000 кв. м | 3 589 750 руб. | 0.83 |
| 15 | 35:27:0301043:409 | 56 000 кв. м | 76 160 руб. | 1.36 |
| 16 | 35:27:0301043:383 | 119 590 кв. м | 162 642,4 руб. | 1.36 |

С помощью таблицы 1 можно сделать вывод, что кадастровая стоимость 1 кв. м. варьируется от 0.83 до 1.36 руб., что свидетельствует о различии в оценке стоимости различных участков. Участки с более высокой кадастровой стоимостью 1 кв. м. (1.36 руб.) имеют кадастровые номера 35:27:0301043:539 и 35:27:0301043:409 и 35:27:0301043:383. Эти участки расположены в более выгодных местах (ближе к инфраструктуре, дорогам). Участки с кадастровой стоимостью 1 кв. м. в диапазоне 0.83-0.9 руб. составляют большинство в представленной таблице.

Стоимость кадастровых участков, предназначенных для ведения сельского хозяйства, является актуальным вопросом, влияющим на развитие отрасли. Необходимо уделять внимание созданию благоприятных условий для сельхозпроизводителей, совершенствованию системы оценки земель и развитию инфраструктуры для повышения эффективности сельскохозяйственного производства в России.

В заключение, исследование анализирует факторы, влияющие на кадастровую стоимость сельскохозяйственных земель в Междуреченском районе Вологодской области, с учетом его особенностей, таких как удаленность от транспортных магистралей и специфика местного сельского хозяйства. В отличие от общих исследований, фокус на региональном контексте делает эту работу особенно ценной. Анализ выявил влияние на кадастровую стоимость таких факторов, как плодородие почв, близость к инфраструктуре и транспортным путям, а также наличие прав собственности и арендных соглашений. Обнаруженная вариативность кадастровой стоимости указывает на необходимость более точной и дифференцированной оценки сельхозземель. Высокая кадастровая стоимость может ограничивать доступ к земле для начинающих фермеров, способствуя укрупнению земельной собственности. Исследование подчеркивает важность совершенствования системы оценки для справедливого налогообложения и развития сельского хозяйства в регионе.

**Список источников**

1. Определение возможности застройки при планировании развития территории на основании комплексных кадастровых работ / Д. А. Заварин, А. А. Тесаловский, Ю. М.

Авдеев [и др.]. — Текст: непосредственный // Экономика и предпринимательство. — 2019. — № 9 (110). — с. 322-326.

2. Рассохина, Д. И. Кадастровая стоимость земельных участков для личного подсобного хозяйства в Устюженском кадастровом округе. / Д. И. Рассохина. — Текст: непосредственный // молодые исследователи аграрнопромышленного и лесного комплекса - регионам— Вологда Молочное: Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина, 2024. — С. 138-142.

3. Рассохина, Д. И. Использование публичной кадастровой карты для определения зон с особыми условиями использования территории в городе Устюжна / Д. И. Рассохина, Д. А. Заварин. — Текст: непосредственный // современные тенденции в кадастре, землеустройстве и геодезии. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2024. — С. 31-34.

4. Тесаловский, А. А. Определение корректировок цен земельных участков для личного подсобного хозяйства с учетов кадастрового деления и территориального зонирования / А. А. Тесаловский, Д. А. Заварин, Н. В. Анисимов. — Текст: непосредственный // Вестник Алтайской академии экономики и права. — 2023. — № 6-2. — С. 374-376.

## CADASTRAL VALUE OF LAND PLOTS FOR AGRICULTURAL USE IN THE MEZHDURECHENSK CADASTRAL DISTRICT

**Rassokhina D. I.**

Student, Vologda State University, Vologda, Russia

Scientific supervisor Zavarin D.A., Candidate of Economics, Associate Professor, Vologda State University, Vologda, Russia, daryana.rassokhina@bk.ru

*Abstract:* The article is devoted to the cadastral value of land, which directly affects taxation, purchase and sale transactions, lease relations, obtaining loans and other economic processes in agriculture. Focusing on a specific cadastral district allows you to identify features that are not taken into account in general cadastral value studies. The Mezhdurechensky district of the Vologda Oblast is considered as an example, the factors influencing the cadastral value of land plots and their impact on the development of agriculture are analyzed.

*Keywords:* cadastral value, Mezhdurechensk district, rural area

УДК 322

## НЕИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В СИСТЕМЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЛИ

**Рыжова И.С.**

*Научный руководитель Рогатнев Ю.М., д-р экон. наук, профессор*

Омский государственный аграрный университет, г. Омск, Россиия, is.ryzhova@omgau.org

*Аннотация.* В статье рассмотрена проблема неиспользования в системе обеспечения рационального использования земли. В ней показано как не соблюдение принципов рационального использования порождает не использование земли.

*Ключевые слова: н*еиспользование земли, полное использование, правильное использование, эффективное использование.

В последние годы отмечается устойчивая тенденция качественных изменений состояния и организации использования земли. Развивается водная и ветровая эрозия, опустынивание, засоление, истощение почв и другие негативные процессы, о чем говорится

в национальном докладе «О состоянии и использовании земель в Российской Федерации». В сложившихся условиях необходимо обратиться к решению вопросов рационального использования земель сельскохозяйственного назначения как наиболее ценных из всех земель.

Рациональное использование земель — обеспечение всеми землепользователями в процессе производства максимального эффекта производства с учетом охраны земель и оптимального взаимодействия с природными факторами. Это указывает на то, что требование к рациональному использованию земель имеет в основном экономический характер и напрямую связано с эффективностью их использования. Анализ современного использования земли показывает, что эффективное его развитие не может осуществляться без учета потерь качества земли и окружающей среды в целом. Расширяя и интенсивнее используя природные ресурсы, общество находится в большой зависимости от их качественного состояния. Сегодня необходимо решать первостепенные задачи, такие как: минимизация негативных последствий использования земель; приведение в соответствие потребности в интенсивном использовании земельных ресурсов с качеством земель.

Наиболее полное в современном понимании определение дает Волков С.Н., который подчеркивает, что рациональное использование земли — это ее использование, отвечающее совокупным интересам общества, собственников и пользователей земли, обеспечивающее наиболее целесообразное и экономически выгодное использование полезных свойств земли в процессе производства, оптимальное взаимодействие с окружающей средой, охрану и воспроизводство земельных ресурсов [2]. Это определение более полно отражает политические и экономические изменения, произошедшие за последние двадцать лет в России.

С учетом сказанного понятие «рациональное использование земли как природного ресурса, обладающего рядом особенностей» включает количественное сохранение данного ресурса, с одной стороны, и с другой — использование ее для получения максимального урожая. В этом кроется определенное противоречие. Простая максимизация показателей эффективности (урожайность, прибыль) — это путь к истощению плодородного слоя почвы [6].

Рогатнев Ю.М. даёт определение понятия «рациональное использование земли», которое охватывает стороны функционирования земли как средства производства, пространства жизнедеятельности, объекта социально-экономических отношений. Оно носит практико-ориентированный характер. В условиях рыночных отношений наибольший перевес имеют политико-правовая и экономическая функции земли. Разрыв между теорией и практикой рационального земле- и природопользования становится все более очевидным. В настоящее время это дает (а в будущем только усугубит) социальные и экологические негативные последствия, связанные с нарастанием проблем из-за неблагоприятного состояния земли и воспроизводства природно-ресурсного потенциала. Рациональное использование земли рекомендуется рассматривать как процесс равнозначного развития всех функций земли и их комплексного учета в модели землепользования. Рациональное использование земель не должно применяться только для земель, связанных с сельскохозяйственным производством. Проблема формирования принципов рационального использования земельного фонда распространяется на все категории земель [1].

Важность максимального использования территории в современных условиях определяется задачей продовольственной безопасностью страны. Неполное использование возникает по разным причинам проблемы с обеспечением условий использования земли (трудо, фондообеспечения, финансовой обеспеченности, колебания рынка сельскохозяйственной продукции, природные условия).

Основными пользователями земельных ресурсов в Омской области являются сельскохозяйственные предприятия (более 50%). На КФХ приходится около 38%. Происходит значительносокращение количества сельхозпроизводителей всех видов. В связи

с тем, что трудоспособное население уезжает с сельских территорий в города, возникает дефицит трудовых ресурсов на сельскохозяйственных предприятиях. Многие хозяйства сталкиваются с ограниченными возможностями в доступе к современным технологиям. Это включает недостаток техники, а также старение оборудования, что сказывается на производительности труда. Нехватка финансовых средств влияет на способность сельхозпроизводителей покупать новое оборудование и технологии. Это ограничивает потенциальный рост и продуктивность. Нестабильность в ценах сельскохозяйственной продукции приводит к снижению интереса к производству определенных культур, что, в свою очередь, сказывается на полноценном использовании земельных ресурсов. Условия окружающей среды, такие как засухи, наводнения и другие климатические явления ограничивают возможность ведения сельского хозяйства. Негативное влияние природных факторов также приводит к неполной реализации потенциала земель. В свою очередь все эти негативные процессы приводят к появлению неиспользуемых земельных ресурсов.

Поэтому можно отметить, что именно долговременное проявление неполного использования земель в итоге приводит к окончательному выбытию земель из сельскохозяйственного использования. Это первая глобальная причина появление такого явления как постоянно неиспользуемые земли.

В соответствии с принципом правильного использования: земли должны использоваться по целевому назначению и разрешенным использованием, в соответствии с формами собственности и природными свойствами земельного участка.

Правильным использование земли будет, когда цели и характер использования совпадает с разрешенным использованием. Например, для использования под посевы сельскохозяйственных культур допустимо использовать земли сельскохозяйственного назначения, строительство на которых допускается только для целей ведения сельского хозяйства. Однако учитывая, что земля является продуктом развития природного комплекса и обеспечивает многовековые интересы общества, она должна сохранять свои производительные свойства не только в данный момент производства, но и в перспективе. Поэтому ее производительные свойства при использовании следует сохранять и развивать. Это возможно в случае, когда технология и характер ее использования носят неистощительный характер, правильный с позиций обеспечения постоянного и устойчивого развития ее производительных свойств. Поэтому правильное использование основывается на учете состояния земель, наличия негативных и деградационных процессов и мер по их ослаблению или даже прекращения, восстановлении и развитии производственного потенциала земельных ресурсов.

Поэтому правильное использование земли непосредственная производственная задача землепользователя и товаропроизводителя. Не правильное использование земли приводит к истощению ее как производственного ресурса и выбытию их сельскохозяйственного производства. Это вторая важна причина появления неиспользуемых земельных ресурсов.

Третья сторона рационального использования земли ее эффективное использование. Именно эффективность использования земельных ресурсов в условиях рыночной экономики стала определяющим условием их привлечения в сельскохозяйственное производство. Эффективность использования непосредственно определяется качествами привлекаемых земельных ресурсов. Плодородие земель формирует урожайность. Оно оценивается баллом бонитета. В пределах Омской области плодородие земель колеблется от 30 до 80 баллов. Даже в пределах зон и районов эти колебания значительны, например, в южной лесостепной зоне колебания от 40 до 75 баллов. Поэтому при применении схожих технологий возделывания сельскохозяйственных культур результаты растениеводства значительно разнятся. Кроме того, определенные свойства почв (мехсостав), расположения участков относительно хозяйственных центров и длина гонов оказывают существенное воздействие на производственные затраты. Комплексный показатель - качество технологических свойств указывает на значительные различия пахотных участков по затратам. Например, в северной

лесостепной зоне производственные затраты на 1 га составляет 8436 руб., северной зоне – 12168 руб., в степной зоне 9973 руб., в южной лесостепи – 11516 руб.

В совокупности плодородие и затратность земель формируют доходность и эффективность использования земли. Учитывая разнообразие свойств земли, эффективность использования пашни также в значительной степени различается не только по зонам и районам, но и сельскохозяйственным организациям. Кроме того, на эффективность использования земли в значительность степени влияет как погодные условия (фактическая урожайность), так и состояние рынков (стоимость продукции при реализации и цены на необходимое материально-техническое обеспечение растениеводства).

Цена реализации зерна по Омской области варьируется от 10 до 20 тысяч рублей за тонну в зависимости от сорта и качества. Цена на семена сельскохозяйственных культур может колебаться от 30 до 100 рублей за килограмм. Стоимость минеральных удобрений составляет от 5 до 30 тысяч рублей за тонну в зависимости от вида. Удельная стоимость сельскохозяйственной техники варьируется от 100 тысяч до нескольких миллионов рублей. Это вызывает колебания эффективности особенно растениеводческого производства. Многократное неэффективное использование земель приводит хозяйствующий субъект к необходимости вывода из использования низкопродуктивных земель.

Долговременное состояние не эффективного использования земель в условиях рыночного производства — это третья и главная причина неиспользования земель в условия рыночной экономики.

**Заключение.** Подводя итог рассмотрению значения рационального использования земли, следует сказать, что обеспечение именно рационального использования земли гарантия устойчивого и эффективного сельского хозяйства.

**Список источников**

1. Современные проблемы землеустройства и кадастров / Ю. М. Рогатнев, М. Н. Веселова, В. Н. Щерба, И. В. Хоречко. — Омск : Омский ГАУ, 2013. — 256 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/58824 (дата обращения: 20.02.2025).

2. Рогатнев Ю. М. Теоретические и методологические основы землеустройства в условиях формирования рыночных отношений в Западной Сибири. Учебное пособие. - Омск, ОмГАУ 2003. - 208 с.

3. Волков С.Н. Землеустроительное проектирование.// С.Н. Волков, В.П. Троицкий, Н.Г. Конокотин и др. – М.: Колос, 1997. - 606 с.

4. Научные основы землеустройства учебник /В.П. Троицкий, С.Н. Волков, М.А. Гендельман и др. Под ред В.П.Троицкого – М.:Колос, 1995. - 176 с.

5. Поисеев, И. И. Вопросы методики определения понятия "рациональное использование земли" / И. И. Поисеев, М. И. Стрекаловская // Проблемы современной экономики. – 2017. – № 3(63). – С. 166-169.

## NON-USE OF LAND RESOURCES IN THE SYSTEM OF RATIONAL USE OF LAND

**Ryzhova I.S.,**
Postgraduate student, Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia
Scientific supervisor Rogatnev Yu.M., Doctor of Economics, Professor,
Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia, is.ryzhova@omgau.org

*Abstract.* The article considers the problem of non-use in the system of ensuring the rational use of land. It shows how non-compliance with the principles of rational use leads to non-use of land.

*Keywords:* non-use of land, full use, proper use, efficient use.

УДК 314.247.2

# РИСКИ В СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ НЕДВИЖИМОСТИ: СУЩНОСТЬ, НАЗНАЧЕНИЕ И ПОРЯДОК УЧЕТА

**Титков А.А., Золотарев А.С.**
к.э.н., доцент, магистрант
Орловский государственный аграрный университет, Орел, Россия, titkow91@mail.ru

*Аннотация***.** Риски в секторе оценочной деятельности выступают элементом исследования в части их значительного воздействия на итоговый результат стоимости. Совершенствование методов учета рисков в оценке позволит существенно снизить стоимость, и повысить инвестиционную привлекательность объектов недвижимости. Понимание и управление рисками не только повышает степень качества оценки, но и способствует более точному ценообразованию и снижает вероятность риска финансовых потерь.

*Ключевые слова***:** неопределенность, показатели эффективности, ставка капитализации, стоимость, учет риска.

*Введение*. Риск – экономическое явление, которое главным образом рассматривается как часть расчета ставки капитализации при оценке коммерческой недвижимости. В виду чего, наибольшую значимость оценка рисков приобретает для данного сектора. Текущий подход к оценке рисков при определении надбавки за риск вложения полагает расчет статичных и динамичных рисков экспертным методом, где объективность результата не является вполне обоснованной, в виду чего требуется развитие методологии расчета и понимания риска при оценке недвижимости [1].

*Основная часть*. Риск в оценочной деятельности представляет собой вероятность того, что оцененная стоимость имущества может отличаться от его реальной рыночной стоимости в будущем. В таблице 1 представлены основные аспекты учета риска в оценочной деятельности.

Таблица 1. Аспекты учета риска в оценочной деятельности

| Название | Описание аспекта |
|---|---|
| Неопределенность | Оценка недвижимости опирается на множество факторов, таких как экономика, положение на рынке и т.д. |
| Доступность информации | Неполнота или недостоверность данных для анализа может привести к ошибкам в оценке. |
| Влияние внешних факторов | Политическая ситуация, законодательные изменения, меры по охране окружающей среды и другие изменения могут повлиять на стоимость недвижимости. |
| Технические аспекты | Появление скрытых дефектов и проблем со строительством, которые могут повысить затраты на перепродажу или ремонт. |

Таким образом, управление рисками в оценочной деятельности предполагает анализ и минимизацию возможных негативных последствий, что критично для получения точных оценок и успешных инвестиционных решений [2]. Риски в оценке недвижимости можно классифицировать на несколько основных видов, каждый из которых имеет свои характеристики и влияние на конечную стоимость объекта:

1. Экономические риски: включают колебания цен на рынке недвижимости, обусловленные изменениями в спросе и предложении. Непредсказуемые изменения экономической ситуации (например, рецессия) могут привести к значительным колебаниям рыночной стоимости объектов.

2. Кредитные риски: связаны с возможностью дефолта заемщика, что может повлиять на ликвидность и инвестиционную привлекательность недвижимости.

3. Юридические риски: охватывают вопросы прав собственности, ограничения на использование объектов и изменения в законодательстве. Неясности в документации могут снизить доверие и стоимость объекта.

4. Строительные риски: включают возможные проблемы с качеством строительства, дефекты и необходимость незапланированных затрат на ремонт.

5. Экологические риски: ассоциируются с возможными экологическими проблемами, такими как загрязнение территории, что может негативно сказаться на ценности объекта недвижимости и привлечении покупателей.

Учёт всех видов риска позволяет улучшить точность оценок и снизить вероятность убытков для инвесторов и собственников недвижимости. На рисунке 1 представлена общая схема анализа управления рисками.

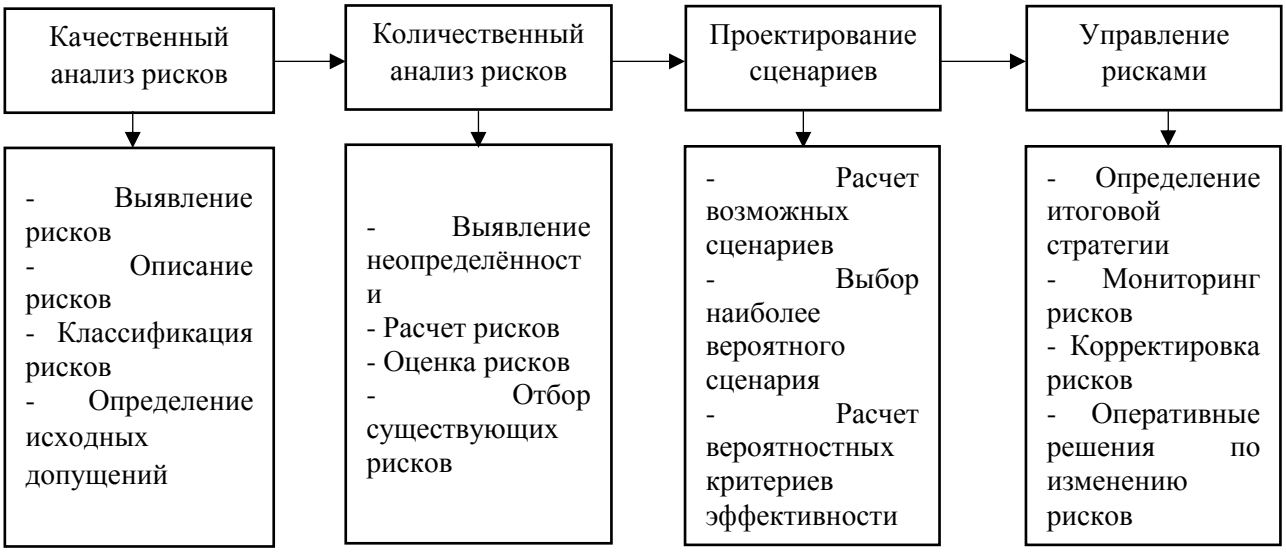



Рис.1. Общая схема анализа управления рисками

Порядок учёта включает следующие ключевые шаги:

– Идентификация рисков: в коммерческой недвижимости это может включать рыночные риски, изменения в спросе, юридические риски и технические проблемы [3].

– Анализ рыночных условий: оценка текущих условий на рынке, таких как конкуренция, арендные ставки, наличие арендаторов и тенденции экономического роста или падения.

– Определение значения справедливой стоимости: оценка на основе применения совокупность подходов к оценке в условиях учета потенциальных рисков;

– Оценка действительных значений рисков: использование поправочных коэффициентов, направленных на учет разнородных рисков;

– Использование принципов документирования: документальное сопровождение используемых коэффициентов риска;

– Адаптация к рыночным условиям: периодическая оценка рисков и изменения значения стоимости, в условиях нестабильной внешней среды функционирования объекта.

Важно отметить, что для каждого вида коммерческой недвижимости характерны определенные группы рисков [4]. Так для офисных зданий: риски могут быть связаны с изменениями в спросе на офисные площади, уровнями аренды и возможными финансовыми трудностями арендаторов; торговых площадей: риски связаны с конкурентоспособностью, изменениями потребительских предпочтений и экономической ситуацией; складских и

логистических центров: риски, связанны с расположением, доступом к транспортной инфраструктуре и изменениями в логистических цепочках; промышленных объектов: риски могут включать изменения в законодательстве, технологические изменения, а также потенциальные проблемы с окружающей средой [5].

Далее рассмотрим действующие методы учета риска в оценке коммерческой недвижимости:

1. Метод капитализации дохода. Недостатки: чувствительность к изменениям в коэффициенте капитализации, что может привести к значительным колебаниям в оценке; проблемы с прогнозированием будущих доходов, особенно в условиях нестабильного рынка; не учитывает изменение [6]

2. Метод дисконтирования денежного потока. Недостатки: сложность в определении правильной ставки дисконтирования, которая должна учитывать все возможные риски; необходимость в тщательном прогнозировании денежных потоков, что может быть затруднительно из-за неопределённости в экономической среде.

3. Метод сравнительного анализа. Недостатки: зависимость от наличия и качества данных о сопоставимых объектах; в случае их отсутствия оценка может быть затруднена; не всегда учитывает уникальные аспекты оцениваемого объекта, которые могут существенно повлиять на его стоимость; предполагает, что рынок является сбалансированным, что не всегда верно.

4. Метод риска и доходности. Недостатки: сложности в количественной оценке рисков, что может привести к недооценке или переоценке; может быть субъективным из-за зависимости от восприятия и опыта аналитика.

5. Сценарный анализ. Недостатки: требует значительных временных и ресурсных затрат на разработку сценариев; может приводить к искажению восприятия риска из-за эмоциональной нагрузки, связанной с возможными негативными последствиями; время от времени результаты могут быть слишком неопределёнными и не соответствовать реальной ситуации.

Каждый из перечисленных методов имеет свои недостатки, однако все они не учитывают особенности объекта, доступность информации и текущие рыночные условия [5]. Исходя из вышеизложенного, в рамках совершенствования методов учёта различного вида рисков в оценке коммерческой недвижимости можно выделить следующие предложения;

Финансовые риски.

Для учета финансовых рисков рекомендуется внедрение более детализированных сценарных анализов. Это позволит оценивать влияние различных экономических условий на доходность объектов. Важно также учитывать ставки по ипотечным кредитам и колебания валют, влияющие на доходность.

Операционные риски

Следует использовать методы стресс-тестирования для анализа влияния факторов управления и эксплуатации. Регулярные аудиты операционных процессов и внедрение детального анализа KPI (ключевых показателей эффективности) помогут снизить неопределенность в управлении объектами.

Рыночные риски

Для лучшего учета рыночных рисков стоит применять многомерный анализ данных по аналогичным объектам, включая использование алгоритма, учитывающего общие особенности каждого вида коммерческой недвижимости, а также анализ исторических тенденций. Это даст более полное представление о возможных рыночных изменениях и их влиянии на коммерческую недвижимость [7].

Правовые риски

Кроме внедрения комплексного юридического сопровождения каждой сделки по оценке недвижимости, необходимо также учитывать дальнейшее изменение нормативно-

правовой базы оценки недвижимости. Это поможет минимизировать правовые риски и защитить инвестиции.

Экологические риски

Следует проводить оценку экологических рисков на этапе выбора объекта, включая анализ близости к источникам загрязнения и потенциальным экологическим катастрофам. Возможность комбинирования европейских и отечественных экологических стандартов с последующей сертификации будет способствовать повышению уровня экологической устойчивости объектов.

Технологические риски

Для учета технологических рисков целесообразно используя аналитические возможности путем ежегодного блиц – опроса постоянно обновлять сведения о новых технологиях в строительстве и управлении недвижимостью.

Заключение. В условиях динамично меняющегося рынка коммерческой недвижимости эффективное управление рисками становится одним из ключевых факторов, влияющих на успешность инвестиций, в том числе, и на стоимость объектов недвижимости. Совершенствование системы учёта различных видов рисков — финансовых, операционных, рыночных, правовых, экологических и технологических представляет собой важную задачу для профессионалов в области оценки недвижимости. Внедрение современных аналитических инструментов и технологий, а также использование подходов, основанных на данных, могут значительно повысить точность оценок и снизить уровень неопределенности. Обеспечение комплексного анализа каждого типа риска позволит инвесторам и оценщикам принимать более обоснованные решения.

**Список источников**

1. Федеральный закон «Об оценочной деятельности в Российской Федерации» от 29.07.1998 № 135-ФЗ (ред. от 14.02.2024 г.). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19586/ (дата обращения 15.03.2025 г.)

2. Баранова, М. С. Анализ рисков и их влияние на стоимость коммерческой недвижимости. – Новосибирск: НГС, 2022.

3. Кузнецова, Л. Н., & Сидоров, И. Г. Современные методы анализа рисков в оценке недвижимости. – Екатеринбург: УралГАУ, 2022.

4. Коновалова, Т. В. Методология оценки рисков в контексте устойчивого развития коммерческой недвижимости. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2023.

5. Титков, А. А. Оценка собственности : Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы для обучающихся направления подготовки 08.03.01 "Строительство", направленность "Экспертиза и управление недвижимостью" очной, очно-заочной и заочной форм обучения / А. А. Титков. – Орел : Картуш, 2024. – 71 с. – EDN ASUYRD.

6. Титков, А. А. Типичные проблемы оценки стоимости коммерческой недвижимости: идентификация объекта и методология расчетов / А. А. Титков, Д. С. Бантовский // Интеллектуальные системы в аграрном и строительном комплексе : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Орел, 16–17 ноября 2023 года. – Орел: Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина, 2023. – С. 144-153. – EDN NRPWGY.

7. Лившиц, А. С. «Финансовый анализ и оценка рисков в инвестициях в коммерческую недвижимость» М: - Москва: Издательство "Перспектива", 2018. 384 с.

**RISKS IN THE REAL ESTATE VALUATION SYSTEM: THE ESSENCE, PURPOSE AND ACCOUNTING PROCEDURE**

**Titkov A.A.**

Candidate of Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation, Expertise and Management of Real Estate, Orel State Agrarian University, Orel, Russia
**Zolotarev A.S**.
Master's student in the field of 08.04.01 Construction, Oryol State Agrarian University, Orel, Russia
titkow91@mail.ru

*Abstract*: Risks in the valuation sector are an element of research in terms of their significant impact on the final value result. Improving risk accounting methods in the assessment will significantly reduce the cost and increase the investment attractiveness of real estate. Understanding and managing risks not only improves the quality of the assessment, but also contributes to more accurate pricing and reduces the risk of financial losses.

*Keywords*: uncertainty, performance indicators, capitalization rate, cost, risk accounting.

# *Содержание*

## *Биохимия и физиология растений*

1. **Гусева О.А.** СОДЕРЖАНИЕ КОМПОНЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ И ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩИХ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ЯЧМЕНЯ ПОСЛЕ γ-ОБЛУЧЕНИЯ 3
2. **Дегтева Ю.В., Глущенков В.А., Роденко Н.А., Бледных О.В.** ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ TRITICUM AESTIVUM (L.) 8
3. **Табанюхов К. А., Масленникова В.С., Шелихова Е.В.** ВЛИЯНИЕ ВИРУСОВ РОДОВ CARLAVIRUS, POTYVIRUS И POTEXVIRUS НА КАРТОФЕЛЬ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ 11

## *Ветеринарная медицина*

4. **Абдурахмонов С.А.** ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТОВ УБОЯ УТОК «КАУСАР» 13
5. **Боровинский Г.Е.** КЛОСТРИДИОЗЫ ЖИВОТНЫХ. ПОДХОДЫ К ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ 15
6. **Бряднов В.С.** БАКТЕРИЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ ЛАБОРАТОРНОГО ОБРАЗЦА ПРЕПАРАТА АРГОЦИД И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА БИОПЛЁНКООБРАЗОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ 18
7. **Вдовкина А.Е.** ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ ТЕЛЯТ 22
8. **Грицан А.В., Афонюшкин В.Н.** АНАЛИЗ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ САЛЬМОНЕЛЛ НА ПТИЦЕФАБРИКАХ БРОЙЛЕРНОГО НАПРАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЦИКЛИЧЕСКИХ ГРАФОВ 27
9. **Говорова Ю.А.** ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕНИЯ ПАНЛЕЙКОПЕНИИ КОШЕК 30
10. **Гончарова Т.В.** ПАТОГЕНЕТИЧЕКИЕ МЕХАНИЗМЫ САПРОЛЕГНИОЗА РЫБ, РОЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И СТРЕССА 34
11. **Дягилева Д.А., Аржаков П.В.** ИЗУЧЕНИЕ СПОРОЦИДНОГО ЭФФЕКТА НОВОГО БИОЦИДНОГО ПРЕПАРАТА 38
12. **Задворная Д.А.** ЛЕЧЕНИЯ ТОКСИЧЕСКОЙ ДИСПЕПСИИ ТЕЛЯТ НОВЫМИ ХИМИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ 40
13. **Карташева А.М.** ОБОСНОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ КАЗЕОЗНОГО ЛИМФАДЕНИТА МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА 43
14. **Квашко М.В.** АНАЛИЗ ТРАВМ ЛЕТУЧИХ МЫШЕЙ ОБУСЛОВЛЕННЫХ ИХ АНАТОМИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ 47
15. **Кильп А.С.** ВЛИЯНИЕ ВЕЗИКУЛЯРНОГО ЭНТЕРИТА НА КАЧЕСТВО ВАКЦИНАЦИИ ПРОТИВ ИНФЕКЦИОННОГО БРОНХИТА У КУР 51
16. **Кособоков Е.А., Дудоладова Т.С.** ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕЛЕЗЕНКИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НТМБ 55
17. **Лашин А.П., Симонова Н.В., Максимов Н.И.** ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОРРЕКЦИИ ИММУНОДЕФИЦИТА ТЕЛЯТ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ДИСПЕПСИИ 58
18. **Лашин А.П., Симонова Н.В., Крикунова Е.В., Максимов Н.И.** СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭТИОТРОПНОЙ ТЕРАПИИ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ, НА ФОНЕ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ БРОНХОПНЕВМОНИИ ТЕЛЯТ 61

19. **Лукина А.Н., Сергеев Д.М., Степанова У.А., Димитриева В.А.** НЕОБХОДИМОСТЬ ДРЕНИРОВАНИЯ СВОБОДНЫХ ПОЛОСТЕЙ ПРИ УНИЛАТЕРАЛЬНОЙ МАСТЭКТОМИИ СОБАК 64
20. **Малащенко Н.О., Дубаневич О.В.** МОНИТОРИНГ РЕСПИРАТОРНОЙ ПАТОЛОГИИ КРС В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ С ДИФФЕРЕНЦИАЦИЕЙ БАКТЕРИЙ СЕМЕЙСТВА PASTEURELLACEAE 67
21. **Манакова О.О., Янченко Т.А.** ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ КАТИОННЫХ БЕЛКОВ НЕЙТРОФИЛОВ У ЖИВОТНЫХ, СЕНСИБИЛИЗИРОВАННЫХ БРУЦЕЛЛАМИ 72
22. **Миронова Т.А., Дельмухаметов А.Б.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК РАЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ ОТКОРМЕ МЯСНОГО СКОТА 75
23. **Миронова Т.Е.** ДЕТЕКЦИЯ БИОПЛЕНОЧНЫХ ФОРМ МИКРООРГАНИЗМОВ С ПОМОЩЬЮ ПЦР 79
24. **Нефедова Е.В.** СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФАРМАКОТЕРАПИИ ГНОЙНО-КАТАРАЛЬНОГО ЭНДОМЕТРИТА У КОРОВ 84
25. **Нефедова Е.В.** ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП НА ПРОЦЕСС БИОПЛЕНКООБРАЗОВАНИЯ 86
26. **Нефедова Е.В.** ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП НА ИЗМЕНЕНИЕ АНТИБИОТИКОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ *P.AERUGINOSA* АТСС 2785 87
27. **Нефедова Е.В.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ПРЕПАРАТА СОДЕРЖАЩЕГО НАНОЧАСТИЦЫ СЕРЕБРА С МОЛОКОМ, КРОВЬЮ, МОЧОЙ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНО-КАТАРАЛЬНОГО ЭНДОМЕТРИТА У КОРОВ 90
28. **Нефедова Е.В.** ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП НА ИЗМЕНЕНИЕ АНТИБИОТИКОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ *S.ENTERITIDIS* АТСС 13076 92
29. **Низамова Г.М., Муллакаев О.Т., Гиззатуллин Р.Р., Каримова А.З., Шерина А.А.** МОРФОЛОГИЯ КЛЮВА У КУРИЦЫ И ВОРОНЫ 94
30. **Палевич Ю.Г.,** ВЛИЯНИЕ АНТИОКСИДАНТА ЭМИДОНОЛ 20% НА ПОКАЗАТЕЛИ ЕСТЕСТВЕННОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ У СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ С ВОЗРАСТНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ 97
31. **Степанова У.А.** СРАВНЕНИЕ УНИЛАТЕРАЛЬНОЙ И РЕГИОНАЛЬНОЙ МАСТЭКТОМИИ СОБАК 100
32. **Сляднева Я.А.** ЛЕЧЕНИЕ КАТАРАЛЬНОГО ПОСЛЕРОДОВОГО ЭНДОМЕТРИТА У КОРОВ 103
33. **Сляднев Л.С.** ЛЕЧЕНИЯ СЕРОЗНОГО МАСТИТА У КОРОВ 106
34. **Толокнова А.А.** МИКРОВОДОРОСЛИ *CHLORELLA VULGARIS* КАК ОБЪЕКТ ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ 109
*35.* **Хоменко Ю.С.** РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ СЕРОЛОГИЧЕСКОЙ ИРА ДИАГНОСТИКИ ЭПИЗООТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ПАТОГЕНОВ СВИНЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПТИЦ (*ERYSIPELOTHRIX RHUSIOPATHIAE)* 114
36. **Хоменко Ю.С.** ИЗУЧЕНИЕ ПЕРЕКРЁСТНЫХ РЕАКЦИЙ ИММУНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ РЕАКЦИИ АГГЛЮТИНАЦИИ (ИРА) К РАЗЛИЧНЫМ ИЗОЛЯТАМ САЛЬМОНЕЛЛ 116
37. **Чердакова В.О.** ПОВЫШЕНИЕ ЧУВТСВИТЕЛЬНОСТИ ST. AUREUS К ЭНРОФЛОКСАЦИНУ В СОЧЕТАНИИ С ПРЕПАРАТОМ АРГОВИТ И ЦИТРАТОМ НАТРИЯ 119
38. **Черепушкина В.С.** ПОИСК И ТИПИРОВАНИЕ БАКТЕРИОФАГОВ НА СЕМЕЙСТВЕ ЭНТЕРОБАКТЕРИЙ 122

39. **Юрченко Е.Е., Умаров С.С.** ФИЗИОТЕРАПИЯ В ВЕТЕРИНАРИИ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ ЖИВОТНЫХ 125
40. **Юшкова Л.Я., Юдаков А.В., Мельцов И.В.** ПРОФИЛАКТИКА НЕЗАРАЗНЫХ БОЛЕЗНЕЙ 129
41. **Янченко Т.А., Манакова О.О.** ОЦЕНКА ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ У ЖИВОТНЫХ, ИММУНИЗИРОВАННЫХ СЛАБОАГГЛЮТИНОГЕННЫМИ И НЕАГГЛЮТИНОГЕННЫМИ ВАКЦИНАМИ 133

## *Геодезия и картография в АПК*

42. **Мауткина В.Е.** РОЛЬ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ В УПРАВЛЕНИИ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ 137
43. **Мерёжина А.А.** ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА КОТЛАС ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ 139
44. **Назаров В.Н.** ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДУКТИВНОЙ ВЛАГИ В ПОЧВЕ СРЕДСТВАМИ ГИС 143
45. **Щелканова Д.А.** КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЗОН ГОРОДСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ «ВЕЛЬСКОЕ» 147

## *Животноводство*

46. **Авадани Д.А., Гончаренко Г.М., Хорошилова Т.С., Халина О.Л., Гришина Н.Б.** ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И КАЧЕСТВО МОЛОКА СИММЕНТАЛЬСКОЙ ПОРОДЫ СКОТА 153
47. **Архипова Е.А.** ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ 156
48. **Гайнутдинова Э.Р.** ДИНАМИКА ЖИВОЙ МАССЫ ГОЛШТИНСКОГО СКОТА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ РАЗНЫХ ГЕНОТИПОВ ГЕНА FGF21 159
49. **Гайнутдинова Э.Р., Шакиров Ш.К., Сафина Н.Ю., Муханина Е.Н.** АССОЦИАЦИЯ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА GPX-1 С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЖИВОЙ МАССЫ ГОЛШТИНСКОГО СКОТА РАЗНОЙ СЕЛЕКЦИИ 163

## *Защита растений*

50. **Зубарев Ю.А., Гунин А.В., Воробьева А.В.** ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ФУНГИЦИДОВ НА РАЗВИТИЕ МИКОЗНОГО УСЫХАНИЯ В НАСАЖДЕНИЯХ ОБЛЕПИХИ 169
51. **Медведева О.Л.** ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ 173
52. **Сибирная Л.Н., Горшков В.И.** УСТОЙЧИВОСТЬ СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ РАПСА К БОЛЕЗНЯМ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЦЧР 176
53. **Тупиков Н.Ю.** СИМБИОЗ ПРИРОДЫ И НАУКИ: КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА УЛУЧШАЕТ КАЧЕСТВО И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ 181
54. **Ферапонтова С.А.**, **Муратова Е.Н., Кривцова М.С.** ВЛИЯНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА БАКОВОЙ СМЕСИ НА ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ СЕМЯН 185

55. **Ферапонтова С.А.**, **Коробова Л.Н.** ФУНГИСТАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ ЧЕРЕЗ ГОД ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛУКА В ОДНОЛЕТНЕЙ КУЛЬТУРЕ 189
56. **Хаксар Е.В., Романова М.С., Манукян А.И., Сухопаров А.А.** ВЛИЯНИЕ АНТИВИРУСНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ОЗДОРОВЛЕННЫХ МИКРОРАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ СОРТА ЧАРОИТ 193
*57.* **Ходакова А.В., Андреева И.В.** ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭНТОМОФАГА *TRISSOLCUS KOZLOVI* 198
58. **Чернобровкина К. С.** ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ И ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ТЕРРИТОРИИ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2023-2024 гг. 200
59. **Шаталова Е.И., Андреева И.В., Ходакова А.В.** ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ВЫПУСКА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНТОМОФАГА *PODISUS MACULIVENTRIS* НА КАРТОФЕЛЕ 204
60. **Шаталова Е.И., Воронкова А.В.** ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗООФАГОВ И ЗООФИТОФАГОВ ПОДОТРЯДА ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ (HEMIPTERA) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ 206

## *Земледелие, агрономия и мелиорация*

61. **Волкодавов А.В.** ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ЦИНКА В ПОЧВАХ РЕПЕРНЫХ УЧАСТКОВ ФГБУ ГЦАС «ВОРОНЕЖСКИЙ» 208
62. **Киселёва А.А., Шулико Н.Н.** ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩИХ МИКРООРГАНИЗМОВ В РИЗОСФЕРЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ 212
63. **Кривоносова Л.А.** ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНДОФИТНЫХ ГРИБОВ В ПОСЕВАХ ОВСА 214
64. **Медведев Д.А.** ДИНАМИКА КИСЛЫХ ПОЧВ ВСЕВЕРНЫХ И ЮЖНЫХ РАЙОНАХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ 218
65. **Миназов В.В.** МОРФО-АНАТОМИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ СТРОЕНИЯ КСИЛЕМЫ СТЕБЛЕЙ СОРТОВ СОИ С РАЗНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ПОЛЕГАНИЮ 223
66. **Савельева Д.А.** ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ НА ТОЧНОСТЬ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЕСЕННЕТАЛОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ ПОДТАЙГИ ПРИТОМЬЯ 227
67. **Меркушева Е.К.** ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСТЕНИЙ КОРНЕВОГО СЕЛЬДЕРЕЯ 230
68. **Соромотина Т.В., Ташкинов Е.В.** СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ И ГИБРИДОВ ДЫНИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ 234
69. **Чевердин А.Ю., Чевердин Ю.И.** ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ АЗОТОМ РАСТЕНИЙ СОИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УДОБРЕНИЙ И МИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ 240
70. **Юртаева Я.О.** ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ 243

## *Зоотехния и биотехнология*

71. **Белозерова О.В.** ПРИМЕНЕНИЕ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОК 247

72. **Захаренко А.М., Памирский И.Э., Подолец А.М**. ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ ФЛЮИДНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕТУЛИНА ИЗ КОРЫ БЕРЕЗЫ 250

## *Кадровое обеспечение АПК, профориентация и агрообразование*

73. **Романова Н.С.** РЕГИОНАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ПОДГОТОВКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КАДРОВ В ЕНИСЕЙСКОЙ ГУБЕРНИИ В 1920-Е ГОДЫ 255
74. **Сапарова Ш. О., Шаммедов М. Н., Атаев Р. Х.** АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ВЛИЯНИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ НА РЫНОК ТРУДА 257

## *Лесное хозяйство*

75. **Ботвин М. В.** ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ ПОД ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ В БОРЕАЛЬНОЙ ЗОНЕ 264
76. **Горбунов И.Н., Ворошнина М.Д.** ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА КЛЕНА ТАТАРСКОГО (ACER TATARICUM L.) ПРИ ИНТРОДУКЦИИ 268
77. **Пузанков А.А., Бабошко О.И.** ОЦЕНКА ПРОДУЦИРОВАНИЯ КИСЛОРОДА И ДЕПОНИРОВАНИЯ УГЛЕРОДА ЛЕСНЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ ВО ВЛАЖНЫХ ДУБРАВАХ КАШАРСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ 271

## *Механизация, автоматизация и роботизация АПК*

78. **Бураева Г.М.** ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА. 276
79. **Егоров И.Б., Поздняков Н.А.** ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ WAAM ДЛЯ РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ. 280
80. **Канжина Ю.А.** GPS-ТРЕКЕРЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ОПТИМИЗАЦИЯ РЕСУРСОВ И ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ. 285
81. **Таранюк И.В.** ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ ЗОНАЛЬНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ МЕТАЛЛОВ. 289
82. **Шистеев А.В.** ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ СИСТЕМ МАШИН МЕТОДОМ ЭКСПЕРТНОГО АНАЛИЗА. 294
83. **Шмидт А.Н., Кем А.А., Михальцов Е.М.** РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА ДЛЯ ПОСЕВА И РАЗНОУРОВНЕВОГО ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ. 299

## *Переработка, транспортировка и хранение сельскохозяйственной продукции*

84. **Афанасьева А.Д., Балянов Ф.А., Хайдаров Н.Р.** БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА 302
85. **Бурминский А.В., Оробинская В.Н., Беляева И.А.** РАЗРАБОТКА ПИЩЕВЫХ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ НАПИТКОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВИТАМИННО-МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И ПРИМЕНЕНИЯ ИХ В УСЛОВИЯХ СВО 307

86. **Бушмакина С.В.** КОНТРОЛЬ (НАДЗОР) ЗА ОСУЩЕСТВЛЕНИЕМ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ 313
87. **Гурова Д.В., Блинова М.А., Дерюшева О.В.** ВЛИЯНИЕ ГЕЛЕВОГО ПОКРЫТИЯ НА КАЧЕСТВО ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ЯБЛОК ПРИ ХРАНЕНИИ 315
88. **Ландарь Е.А.** ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ХРАНЕНИЯ 320
89. **Михайленко И.Г., Максимов А.Ю.** ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ НЕКОНДИЦИОННЫХ КУРИНЫХ ЯИЦ 324
90. **Мокеева С.А.** ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА СОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВА ОХЛАЖДЕННОЙ МЯСНОЙ ПРОДУКЦИИ 328
91. **Нициевская К.Н.** ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ КВАСОВ НЕОСВЕТЛЕННЫХ ИЗ BRASSICA RAPA L. С ПЛОДАМИ SÓRBUS AUCUPARIA И ARÓNIA MELANOCÁRPA 333
92. **Соколенко А.И.** ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ 336
93. **Титова Д.И., Харламов В.А., Меджидов И.М.** ДЕЙСТВИЕ СВЧ ПЛАЗМЫ НА ДРОЖЖИ SACCHAROMYCES CEREVISIAE 340
94. **Чубко Л.В.** ОБОСНОВАНИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ 345
95. **Шумилина Н.С., Ляшенко Е.М.** КАК ТЕХНОЛОГИИ, ТАКИЕ КАК БЛОКЧЕЙН, ПОМОГАЮТ ОТСЛЕЖИВАТЬ И УПРАВЛЯТЬ ПРОДУКТАМИ НА ВСЕ ЭТАПАХ 349

## *Продовольственная безопасность и технологический суверенитет в АПК*

96. **Веккессер К.А.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЕВОЙ ОКАРЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОДОВОГО ХЛЕБА 352
97. **Лукомец А.В., Макарская Е.Ю.** ОЦЕНКА УРОВНЯ ИМПОРТОЗАВИСИМОСТИ РОССИЙСКОГО РЫНКА МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР 355
98. **Пищимко О.И., Федоров Д.С., Гарафутдинова Л.В.** ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗА УРОЖАЙНОСТИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ 359

## *Растениеводство и кормопроизводство*

99. **Васильева Н.А.** ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОГО СОРТА ЖИМОЛОСТИ 364
100. **Горячева Д.А.** ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОРТОВ ОВОЩНОГО ГОРОХА В УСЛОВИЯХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ 368
101. **Ермошкина Н.Н., Кошева О.Н.** ПЕРСПЕКТИВЫ УЛУЧШЕНИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОРТОВ И ГИБРИДОВ РЖИ ПРИ РАЗНЫХ НОРМАХ ВЫСЕВА В УСЛОВИЯХ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ 371

102. **Зайцева Н.А., Донаева А.А., Морозов Д.Е**. ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ САФЛОРА В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ ПО МОРФОБИОМЕТРИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ 376
103. **Мухордова М.Е., Власова А.А., Урман М.В.** ОЦЕНКА ГОМЕОСТАТИЧНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ 380
104. **Потоцкий Я.О., Смирнова Н.В., Шаталова Е.И.** ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СМЕСИ НА ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕЙ В УСЛОВИЯХ ГИДРОПОННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ 384
105. **Султани А.К.** ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ РАННЕГО 386
106. **Шамаев М.С., Акулов А.О, Дубинская К.М.** ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МАЛИНЫ РЕМОНТАНТНОЙ В УСЛОВИЯХ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ 389

## *Цифровое сельское хозяйство*

107. **Васютина Т.Л., Лосев Д.И.** КАРТИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С ПОМОЩЬЮ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ НА БПЛА 393
108. **Гарафутдинова Л.В., Федоров Д.С.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПОСЕВОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЕЁ УРОЖАЙНОСТИ 398
109. **Грибова А.Э.** ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ 402
110. **Кизимова Т.А.** ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФОСФОРА В ПОЧВЕ ПЕРЕД ПОСЕВОМ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ 404
111. **Крылова О.С., Гарафутдинова Л.В.** КЛАССИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ 408
112. **Риксен В.С.** ОБНАРУЖЕНИЕ СОРНЯКОВ В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ С ПОМОЩЬЮ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ 413
113. **Федоров Д.С.** РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕСБАЛАНСИРОВАННЫХ КЛАССОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДАННЫХ 416

## *Экология и рациональное использование природных ресурсов в АПК*

114. **Максимович К.Ю.** НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ: ИНТЕГРАЦИЯ АГРОБИОЦЕНОТИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 419

## *Экономика АПК и сельских территорий*

115. **Горанец С.И.** КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ 422
116. **Лисицин А.Е.** ИНДЕКС ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫМ РАЗВИТИЕМ 426
117. **Макарская Е.Ю.** РАЗВИТИЕ ВНЕШНЕТОРГОВОЙ ПОЛИТИКИ В СФЕРЕ АПК В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ 431

118. **Мовшин Е.В.** ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА В ХОЗЯЙСТВАХ НАСЕЛЕНИЯ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ-КУЗБАСС 435
119. **Рассохина Д. И.** КАДАСТРОВАЯ СТОИМОСТЬ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МЕЖДУРЕЧЕНСКОМ КАДАСТРОВОМ ОКРУГЕ 439
120. **Рыжова И.С.** НЕИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В СИСТЕМЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЛИ 442
121. **Титков А.А., Золотарев А.С.** РИСКИ В СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ НЕДВИЖИМОСТИ: СУЩНОСТЬ, НАЗНАЧЕНИЕ И ПОРЯДОК УЧЕТА 446

Электронное издание

# МОЛОДЫЕ УЧЕНЫЕ:
# СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА БУДУЩЕЕ АПК

Сборник X международной научно-практической конференции

(р.п. Краснообск, 15 апреля 2025 г.)

*Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикаций*

Файл подготовлен 20.06.2025 г. Формат 60 × 84 1/8.
Объем 31,8 уч.-изд. л.; 57,38 печ. л. Заказ № 6

Файл подготовлен в издательстве «Агронаука»
Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук
Центральная ул., зд. 7, ком. 456, р.п. Краснообск, г.п. рабочий поселок Краснообск,
м. р-н, Новосибирский, Новосибирская область, 630501