

ИННОВАЦИИ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

INNOVATIONS AND FOOD SAFETY



№3(41)2023

Теоретический и научно-практический журнал

Теоретический и
научно-практический
журнал

ISSN 2311 0651

ИННОВАЦИИ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Innovations and Food Safety

№ 3(41) 2023



Новосибирск 2023

**ИННОВАЦИИ И
ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Теоретический
и научно-практический
журнал**

№ 3(41) 2023

Учредитель:
ФГБОУ ВО
«Новосибирский
государственный
аграрный университет»

Выходит ежеквартально
Основа в мае 2013 года

Зарегистрирован
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)
П/И № ФС 77-82304 от 10.11.2021 г.

Подписной индекс в Объединенном
каталоге «Пресса России» – 40553

Журнал включен в Перечень
рецензируемых научных изданий, в
которых должны быть опубликованы
основные научные результаты
диссертаций на соискание ученой степени
кандидата наук, на соискание ученой
степени доктора наук

Адрес редакции и издателя:
630039, Новосибирск,
ул. Добролюбова, 160
Тел./факс: 8 (383) 264-28-00
E-mail: ngaufiziologi@mail.ru
smirnov.271@mail.ru

Тираж 500 экз.

Технический редактор *Г.В. Вдовина*
Редактор *Т.К. Коробкова*
Компьютерная верстка *В.С. Колбин*
Переводчик *И.Н. Рюмкина*
Подписано в печать 30 сентября 2023 г.
Дата выхода в свет 30 сентября 2023 г.
Свободная цена
Формат 60 × 84 1/8.
19,8 усл. печ. л.
Бумага офсетная
Гарнитура «Times». Заказ № 2575.
Отпечатано в Издательском центре
НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск,
ул. Добролюбова, 160

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии

Е.В. Рудой (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р экон. наук, проф., чл.-корр. РАН.

Главный редактор

П.Н. Смирнов (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р вет. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ, почетный профессор Арктического государственного агротехнологического университета (АГАТУ), Таджикского ГАУ, Новосибирского ГАУ.

Члены редакционной коллегии:

А.Н. Власенко (Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук. Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства), д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН, действительный член Национальной академии наук Монголии.

М.И. Воевода (Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины), д-р мед. наук, проф., акад. РАН, член-корр. РАН.

А.С. Донченко (Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук. Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока), д-р вет. наук, проф., акад. РАН, вице-президент РАСХН, заслуженный деятель науки РФ.

К.В. Жучаев (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р биол. наук, проф., заслуженный работник высшей школы.

С.П. Князев (Новосибирский государственный аграрный университет), канд. биол. наук, действительный член Российской академии естественных наук, почетный работник высшего профессионального образования РФ.

В.А. Козлов (Научно-исследовательский институт фундаментальной и клинической иммунологии), д-р мед. наук, проф., акад. РАН, заслуженный деятель науки РФ.

С.Н. Магер (Новосибирский государственный аграрный университет, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук. Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства), д-р биол. наук, проф.

Р.С. Москалик (Молдавский НИИ животноводства и ветеринарии), д-р хабилитат вет. наук, проф., акад. МАИ.

К.Я. Мотовилов (Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук. Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции) д-р биол. наук, проф., член-корр. РАН.

Г.А. Ноздрин (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р вет. наук, проф., заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, почетный доктор Санкт-Петербургской академии ветеринарной медицины, академик Экологической академии, заслуженный деятель науки Новосибирской области.

В.А. Тутельян (Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи), д-р мед. наук, проф., акад. РАН, иностранный член НАН РА, заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Правительства РФ.

О.К. Мотовилов (Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук. Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции), д-р техн. наук.

С.Л. Гаптар (Новосибирский государственный аграрный университет), канд. техн. наук, доц.

Г.М. Крохта (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р техн. наук, проф., почетный работник высшего профессионального образования РФ, кавалер ордена «Знак Почёта».

Ю.А. Гуськов (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р техн. наук, доц., почетный работник высшего профессионального образования, почетный работник агропромышленного комплекса России.

А.А. Долгушин (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р техн. наук, доц.

А.Т. Стадник (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р экон. наук, проф.

С.А. Шелкоеников (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р экон. наук, проф.

* На обложке использован логотип ©World Trade Organization (WTO)

** Использован логотип, опубликованный в интернет-ресурсе http://ru.freepik.com/free-vector/ecology-and-recycling-icons_376900.htm

**INNOVATIONS
AND FOOD SAFETY**

Theoretical
and practical
scientific journal

№ 3(41) 2023

Founder:
FHOB
«Novosibirsk
State
Agrarian University»

Published quarterly
Founded in May 2013

Registered
van Federal service for supervision of
Telecom and mass communications
PI № FS 77-82304 dated 10.11.2021

Subscription index in United catalogue
«Press of Russia» – 40553

The journal is included in the List
of peer-reviewed scientific publications,
where must be published basic
scientific results
dissertations on competition
of a scientific degree
candidate of Sciences, on competition
of a scientific degree of doctor of science

Address of Editorial office:
160 Dobrolyubova Str.,
630039 Novosibirsk
Tel/fax: 8 (383) 264-28-00
E-mail: ngauffiziologi@mail.ru
Smirnov.271@mail.ru

Circulation is 500 issues

Technical editor *G.V. Vdovina*
Editor *T.K. Korobkova*
Desktop publishing *V.S. Kolbin*
Translator *I.N. Ryumkina*

Passed for printing on 30 September 2023
Release date 30 September 2023
Free price
Size is 60x 84 1/8,
Volume contains 19,8 publ.
Offset paper is used
Typeface is Times. Order No. 2575.

Printed in "Zolotoy Kolos" Publ.
of Novosibirsk State Agrarian University
160 Dobrolyubova Str., office 106,
630039 Novosibirsk.

EDITORIAL BOARD

Chairman of the editorial board

E.V. Rudoy (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Economics Sciences, Professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences

Chief Editor

P.N. Smirnov (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Honorary Professor of the Arctic State Agrotechnological University (ASAU), Tajik State Agrarian University (TSAU), Novosibirsk State Agrarian University (NSAU).

Members of the editorial board:

A.N. Vlasenko (Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Siberian Research Institute of Agriculture and Chemicalization of Agriculture), Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Full member of the National Academy of Sciences of Mongolia.

M.I. Voevoda (Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine), Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Medical Sciences.

A.S. Donchenko (Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Institute of Experimental Veterinary Medicine of Siberia and the Far East), Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Vice-President of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation.

K.V. Zhuchaev (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Worker of Higher Education

S.P. Knyazev (Novosibirsk State Agrarian University), Candidate of Biological Sciences, Full Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation.

V.A. Kozlov (Research Institute of Fundamental and Clinical Immunology), Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation.

S.N. Mager (Novosibirsk State Agrarian University, Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Siberian Research and Design Institute of Animal Husbandry), Doctor of Biological Sciences, Professor

R.S. Moskalik (Moldovan Research Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine), Doctor of Habilitation of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the International Academy of Informatization.

K.Ya. Motovilov (Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Siberian Research and Technological Institute of Agricultural Products Processing) Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences

G.A. Nozdrin (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Honorary Doctor of the St. Petersburg Academy of Veterinary Medicine, Academician of the Ecological Academy, Honored Scientist of the Novosibirsk Region.

V.A. Tutelyan (Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety), Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Medical Sciences, foreign member of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia, Honored Scientist of the Russian Federation, Laureate of the RF Government Prize.

O.K. Motovilov (Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Siberian Research and Technological Institute of Agricultural Products Processing), Doctor of Technical Sciences.

S.L. Gaptar (Novosibirsk State Agrarian University) Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

G.M. Krokhta (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Technical Sciences, Professor, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Commander of the Order of the Badge of Honor.

Yu.A. Guskov (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Honorary Worker of Higher Professional Education, Honorary Worker of the Russian Agro-Industrial Complex.

A.A. Dolgushin (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

A.T. Stadnik (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Economics, Professor

S.A. Shelkovnikov (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Economics, Professor

*Logo World Trade Organization (WTO) is used on the cover.

**Logo published http://ru.freepik.com/free-vector/ecology-and-recycling-icons_376900.htm is used.

ОГЛАВЛЕНИЕ

КОЛОНКА РЕДАКТОРА	8
Технологии содержания, кормления и обеспечения ветеринарного благополучия в продуктивном животноводстве	
<i>Василевич Ф.И., Бачинская В.М., Гончар Д.В.</i> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТОКСОКАРОЗ КРОЛИКОВ	13
<i>Томских О.Г., Красноперов А.С., Малков С.В., Порываева А.П., Лысова Я.Ю.</i> НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МИКРОКЛИМАТА КАК ФАКТОРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ РАЗВИТИЮ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОПЫТЕЦ У КОРОВ	18
<i>Тюрин В.Г., Кляпнев А.В., Семенов В.Г., Родионова Н.В.</i> ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ НУКЛЕИНАТА И СИНЕСТРОЛА СУХОСТОЙНЫМ КОРОВАМ	25
Генетические основы разведения и селекции: биотехнология животных	
<i>Яцентюк С.П.</i> ИЗУЧЕНИЕ МЕТАГЕНОМА СПЕРМЫ БЫКОВ	31
Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология	
<i>Безбородова Н.А., Соколова О.В., Кожуховская В.В., Томских О.Г., Печура Е.В., Суздальцева М.А.</i> ПАТОГЕННЫЕ ВИДЫ КЛОСТРИДИЙ И ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ К АНТИБИОТИКАМ, ФАКТОРЫ ВИРУЛЕНТНОСТИ И ГЕНОМНЫЕ ОСОБЕННОСТИ	39
<i>Власенко А.А., Семененко М.П., Семененко К.А.</i> ОЦЕНКА КЛИНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТА СИЛИОСТИН ПРИ ДИСХОНДРОПЛАЗИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ	52
<i>Леонова М.А., Леонов С.В., Тареева Е.А., Политов А.А., Аксёнов В.В.</i> ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ САХАРОВ (ГЛЮКОЗЫ, САХАРОЗЫ) ЗЕРНОВОЙ И СВЕКЛОВИЧНОЙ МЕЛАССЫ НА РОСТ УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ	58
<i>Функ И.А.</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИКА В РАЦИОНЕ СУКОЗНЫХ КОЗ	67
Рациональное природопользование, экология и охрана окружающей среды	
<i>Нелюбина Ж.С., Касаткина Н.И.</i> ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ ВИКТОРИЯ В ОДНОВИДОВЫХ И ПОЛИВИДОВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗАХ В УСЛОВИЯХ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ	75
<i>Юсупова Д.М., Бареева Б.Ш., Гальперина А.Р., Сопрунова О.Б.</i> ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБНОСТИ РИЗОСФЕРНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ К ПРОДУКЦИИ ИУК И ВЛИЯНИЮ НА РОСТ РАСТЕНИЙ	83
Ресурсосберегающие технологии в земледелии, агрохимии, селекции и семеноводстве	
<i>Васильев А.А., Горбунов А.К.</i> ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА СБАЛАНСИРОВАННЫЕ НОРМЫ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ	91
<i>Галеев Р.Р., Петров А.Ф., Альберт М.А., Петров Д.Д., Потапов П.Н.</i> ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРТОФЕЛЯ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	101
<i>Емелев С.А., Лыбенко Е.С.</i> СОРТА ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО (<i>LUPINUS ANGUSTIFOLIUS L.</i>) СИДЕРАЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	107

<i>Илюшкина О.В.</i> ПРОБЛЕМЫ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ	115
<i>Леднев А.В., Пегова Н.А., Тронина Л.О.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ	124
<i>Ленточкин А.М.</i> РЕАЛИЗАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОРТАМИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ.....	134
<i>Притчин А.Н., Цымбаленко И.Н., Гилев С.Д., Ефремов В.П.</i> СОЯ В ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТАХ ЗАУРАЛЬЯ	144

Региональная и отраслевая экономика

<i>Гилев С.Д., Цымбаленко И.Н., Степных Н.В., Копылова С.А.</i> ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ В ЗАУРАЛЬЕ	151
<i>Цынгеева В.В., Самохвалова А.А.</i> РАЗВИТИЕ ОВЦЕВОДСТВА КАК ПРИОРИТЕТНОЙ ОТРАСЛИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ.....	159
<i>Эрлих В.А.</i> ОТРАЖЕНИЕ ВОПРОСОВ РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ ЭКОНОМИКИ И ПРОМЫСЛОВ В ДРЕВНИХ ОБЩЕСТВАХ «ВАРВАРСКОЙ» ЕВРОПЫ В РУССКОЯЗЫЧНЫХ ИЗДАНИЯХ ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ 1970-х гг.	169

CONTENTS

EDITOR'S COLUMN.....	8
----------------------	---

Technologies for keeping, feeding and ensuring veterinary well-being in productive livestock

<i>Vasilevich F.I., Bachinskaya V.M., Gonchar D.V.</i> EXPERIMENTAL TOXOCARIASIS IN RABBITS	13
<i>Tomskikh O.G., Krasnoperov A.S., Malkov S.V., Poryvaeva A.P., Lysova Ya. Yu.</i> UNFAVORABLE MICROCLIMATE PARAMETERS AS FACTORS CONTRIBUTING TO THE DEVELOPMENT OF FOOT DISEASES IN COWS.....	18
<i>Tyurin V.G., Klyapnev A.V., Semenov V.G., Rodionova N.V.</i> CHANGES IN HEMATOLOGICAL INDICATORS OF NEWBORN CALVES AFTER THE USE OF SODIUM NUCLEINATE AND SYNESTROL IN DRY COWS.....	25

Genetic bases of breeding and selection: animal biotechnology

<i>Yatsentyuk S.P.</i> STUDY OF THE SPERM MICROBIOME OF BULLS USING METAGENOMIC ANALYSIS	31
--	----

Animal pathology, morphology, physiology, pharmacology and toxicology

<i>Bezborodova N.A., Sokolova O.V., Kozhukhovskaya V.V., Tomskikh O.G., Pechura E.V., Suzdal'tseva M.A.</i> PATHOGENIC SPECIES OF CLOSTRIDIA AND THEIR ANTIBIOTIC RESISTANCE, VIRULENCE FACTORS, AND GENOMIC FEATURES	39
<i>Vlasenko A.A., Semenenko M.P., Semenenko K.A.</i> EVALUATION OF CLINICAL EFFECTIVENESS OF THE DRUG SILIOSTIN IN BROILER CHICKEN DYSCHONDROPLASIA	52
<i>Leonova M.A., Leonov S.V., Tareeva E.A., Politov A.A., Aksyonov V.V.</i> THE INFLUENCE OF SUGAR CONCENTRATIONS (GLUCOSE, SUCROSE) IN GRAIN AND BEET MOLASSES ON THE GROWTH OF CONDITIONALLY PATHOGENIC BACTERIA.....	58

<i>Funk I.A.</i> EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF PROBIOTICS IN THE RATION OF DAIRY GOATS	67
---	----

Rational nature management, ecology and environmental protection

<i>Nelyubina Zh.S., Kasatkina N.I.</i> CULTIVATION OF VARIABLE LUCERNE VARIETY VICTORIA IN MONOCULTURAL AND POLYCULTURE AGROPHYTOCENOSIS UNDER THE CONDITIONS OF UDMURT REPUBLIC	75
<i>Yusupova D.M., Bareeva B.Sh., Galperina A.R., Soprunova O.B.</i> STUDY OF THE ABILITY OF RHIZOSPHERE MICROORGANISMS TO PRODUCE IAA AND THEIR INFLUENCE ON PLANT GROWTH	83

Resource-saving technologies in agriculture, agrochemistry, breeding and seed production

<i>Vasiliev A.A., Gorbunov A.K.</i> RESPONSIVENESS OF POTATO VARIETIES TO BALANCED MINERAL FERTILIZER APPLICATION RATES	91
<i>Galeev R.R., Petrov A.F., Albert M.A., Petrov D.D., Potapov P.N.</i> EFFECTIVENESS OF PRECISION AGRICULTURE ELEMENTS IN POTATO PRODUCTION IN THE WESTERN SIBERIAN FOREST-STEPPE	101
<i>Emelev S.A., Lybenko E.S.</i> VARIETIES OF NARROW-LEAFED LUPINE (LUPINUS ANGUSTIFOLIUS L.) FOR FORAGE PURPOSES IN THE KIROV REGION	107
<i>Ilyushkina O.V.</i> SOIL FERTILITY ISSUES OF AGRICULTURAL LANDS IN THE REPUBLIC OF CRIMEA	115
<i>Lednev A.V., Pegova N.A., Tronina L.O.</i> CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL SYSTEMS IN THE UDMURT REPUBLIC	124
<i>Lentochkin A.M.</i> REALISATION OF PRODUCTIVITY POTENTIAL AND GRAIN QUALITY BY VARIETIES OF SPRING WHEAT OF DIFFERENT MATURITY GROUPS	134
<i>Pritchkin A.N., Tsymbalenko I.N., Gilev S.D., Efremov V.P.</i> SOYBEAN CULTIVATION IN CROP ROTATIONS OF THE TRANS-URALS REGION	144

Regional and sectoral economy

<i>Gilev S.D., Tsymbalenko I.N., Stepnykh N.V., Kopylova S.A.</i> ECONOMIC ASPECTS OF MAIZE CULTIVATION TECHNOLOGIES IN THE TRANS-URALS REGION	151
<i>Tsyngueva V.V., Samokhvalova A.A.</i> DEVELOPMENT OF SHEEP FARMING AS A PRIORITY BRANCH OF AGRICULTURE IN THE ZABAIKALSKY REGION	159
<i>Erlikh V.A.</i> REFLECTION OF ISSUES IN THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL ECONOMY AND INDUSTRY IN ANCIENT 'BARBARIAN' EUROPE IN RUSSIAN-LANGUAGE PUBLICATIONS OF THE EARLY 1970 s	169

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

В номере журнала 1 (39) 2023 г. была опубликована статья заслуженного ветеринарного врача, доктора ветеринарных наук, члена-корреспондента РАН, начальника Департамента ветеринарии МСХ РФ, главного государственного ветеринарного инспектора (1994 – 2000 гг.) Вячеслава Михайловича Авилова «Современное состояние государственной ветеринарной службы и перспективы ее развития».

В своей статье автор критически оценивал сложившуюся судьбу госветслужбы, ее разделение на две самостоятельные службы.

Объективная оценка материалов, затронутых автором, вызвала соответствующие отклики ветспециалистов с мест. Многие из них заслуживают внимания. Учитывая ограниченный объем журнала, приводим некоторые из них, авторы которых являются авторитетными среди научной и производственной общественности – доктора ветеринарных наук, профессора Никитина И.Н. (Казанская академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана, начальника Управления ветеринарии Томской области Валерия Витальевича Табакаева и специалистов Московской ветеринарной ассоциации.

Хотелось бы надеяться, что высказанные мнения авторитетных коллег будут услышаны руководством Департамента ветеринарии МСХА РФ.

С уважением, главный редактор журнала, профессор **П. Смирнов**

Современное состояние Государственной ветеринарной службы страны, подготовка ветеринарных врачей и фельдшеров, система профилактики и ликвидации особо опасных инфекционных болезней животных, результаты деятельности ветеринарной службы и образовательных учреждений требуют глубоких изменений на основе мирового и отечественного опыта, что является главной темой статьи В.М. Авилова.

Автор этой статьи последовательно и аргументированно излагает крупные недостатки и ошибки, допущенные нашей Государственной ветеринарной службой за последнее двадцатилетие (начала 21 века). Я полностью разделяю его тревогу и разочарование деятельностью родной нам Государственной ветеринарной службы.

1. Многолетнее реформирование, продолжающееся до сих пор, практически разрушило единую, мощную Государственную ветеринарную службу. Разделение её на две самостоятельные системы, создание Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору, уничтожение системы государственного ветеринарного надзора в субъектах Российской Федерации, лишение надзорных прав главных ветеринарных врачей городов и районов, создание федерального государственного ветеринарного надзора практически уничтожили стройную систему организации ветеринарного дела, государственного ветеринарного надзора, дали возможность юридическим и физическим лицам свободно нарушать требования ветеринарного законодательства в течение трех лет.

Право на осуществление надзорной функции органам исполнительной власти субъектов РФ за деятельностью индивидуальных предпринимателей в пределах своего субъекта, установленное новой редакцией закона РФ «О ветеринарии», является разделением единой службы на два уровня: Россельхознадзор – "первосортная служба", государственные органы ветеринарной власти в субъектах – "второсортные".

Следует поддержать аргументированные утверждения автора статьи В.М. Авилова о значительном снижении уровня профилактической ветеринарной деятельности в масштабе страны, что привело к широкому распространению ряда особо опасных инфекционных болезней.

К сожалению, за ухудшение федерального государственного ветеринарного надзора за 19 лет существования Россельхознадзора никто не несет должной ответственности.

Привлечение к дисциплинарной, административной и уголовной ответственности отдельных должностных лиц Государственной ветеринарной службы субъектов Российской Федерации не оправдывает многомиллиардные экономические потери страны из-за распространения африканской чумы свиней и других особо опасных инфекционных болезней.

2. Много негативных явлений накопилось в системе высшего и среднего ветеринарного образования, о чем наглядно излагает в статье В.М. Авилов:

– Открытие многочисленных карликовых ветеринарных факультетов в аграрных и даже технических вузах и классических университетах не способствует повышению уровня высшего образования из-за отсутствия в таких вузах квалифицированных преподавателей по основным профессиональным учебным дисциплинам. Поручение одному преподавателю вести обучение студентов по десяткам предметов привело к тому, что преподаватели не владеют знаниями всех предметов даже на уровне учебников и учебных пособий.

– Сокращение тиража издаваемой учебной литературы, рекомендация пользования электронными учебниками неполноценно заменяет действующую ранее систему обеспечения учебниками и учебными пособиями.

– В конце апреля 2023 г. на базе ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана» состоялось очередное совещание деканов ветеринарных факультетов аграрных вузов Российской Федерации по проблемам совершенствования подготовки ветеринарных врачей в России. Деканы посовещались между собой и разъехались по местам. В работе совещания не участвовали представители Департамента науки и высшего образования и Департамента ветеринарии Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, хотя мероприятие проводилось под эгидой учредителей высших аграрных учебных заведений. Вузы возвращаются к опыту дореволюционной деятельности по подготовке специалистов с высшим и средним ветеринарным образованием, что следует всячески поддерживать в связи с резким сокращением подготовки ветеринарных фельдшеров техникумами. Решение этой проблемы требует руководства со стороны соответствующих Департаментов Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

3. Позорной системой является весьма низкий уровень зарплаты ветеринарных врачей и фельдшеров. По данным Всероссийского НИИ защиты животных, средняя зарплата ветеринарных врачей Государственной ветеринарной службы в отдельных федеральных округах колеблется в больших пределах. Особенно низкая средняя зарплата в субъектах Северо-Кавказского федерального округа (менее 20 тыс. руб. в месяц). Проблема финансового обеспечения Государственной ветеринарной службы, в том числе оплата труда специалистов является ключевой проблемой закрепляемости молодых специалистов – выпускников вузов. Без государственного решения этой проблемы невозможно совершенствование деятельности Государственной ветеринарной службы.

4. Разработка нормативно-правовых документов, регламентирующих деятельность специалистов Государственной ветеринарной службы, наемных работников предприятий АПК и ветеринарных специалистов-предпринимателей, весьма ответственная задача Федеральных органов исполнительной власти в области ветеринарии. К сожалению, приходится соглашаться с автором статьи В.М. Авиловым о том, что отдельные вновь принятые ветеринарные правила и другие нормативно-правовые документы не способствуют совершенствованию ветеринарного дела. Законотворческую деятельность в сфере ветеринарии следует осуществлять более ответственно, с учетом 150-летнего опыта такой деятельности в стране.

Необходимо безотлагательно разработать проект нового закона Российской Федерации «О ветеринарии», чтобы основной закон регулировал деятельность каждого ветеринарного

специалиста, физического и юридического лица, ответственных за выполнение требований ветеринарного законодательства. К осуществлению законотворческой деятельности в области ветеринарии следует привлекать квалифицированных ученых и практических ветеринарных врачей.

5. Приветствую инициативу журнала «Инновации и продовольственная безопасность» провести общественную дискуссию по проблемам совершенствования ветеринарного дела в Российской Федерации.

И.Н. Никитин, доктор ветеринарных наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, Чувашской Республики, заслуженный ветеринарный врач Республики Татарстан, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, профессор кафедры организации ветеринарного дела ФГБОУ ВО «Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана».

29.05.2023 г.

Уважаемая редакция журнала!

В ответ на поступивший на официальный адрес электронной почты Департамента ветеринарии Томской области запрос сообщаем следующее.

В статье В.М. Авилова «Современное состояние государственной ветеринарной службы России и перспективы развития» автором обоснованно затронут ряд системных проблем современной ветеринарной службы, приведены наглядные примеры и, самое главное, показаны возможные пути решения. Особую ценность представляет опыт людей, которым повезло начать свой профессиональный путь в советский период и на собственном опыте оценить все последующие изменения, происходящие в ветеринарной службе, вплоть до сегодняшних дней. Несомненно, стоит прислушаться к такому мнению и сохранить эти знания хотя бы для того, чтобы не начать «изобретать велосипед» через несколько лет или десятилетий.

Приведённые в статье примеры сложившихся противоречий, естественно, не единственные. Здесь можно вспомнить и правовой вакуум, образовавшийся в результате отмены «старых» инструкций, взамен которых ничего нового введено не было. Например, перечень заразных, в том числе особо опасных, болезней животных, по которым могут устанавливаться ограничительные мероприятия (карантин) содержит несколько заболеваний пчел. Однако после отмены Инструкции о мероприятиях по предупреждению и ликвидации болезней, отравлений и основных вредителей пчел, исчезли единые принципы ликвидации и борьбы в отношении любой патологии такого вида, как пчела. Вместо этого Департамент ветеринарии Минсельхоза России ссылается на возможность региональных ветеринарных служб самостоятельно разрабатывать утверждать акты с соответствующими ограничениями при возникновении карантинных болезней пчел, используя отмененную инструкцию в качестве рекомендации. Подобный подход неизбежно повлечет за собой неоднородность как в определении обязательных запретов и требований, так и в реакции контрольных органов и владельцев пчел.

В этом же ряду коллизий вопросы обращения с биологическими отходами. С вступлением в силу Ветеринарных правил перемещения, хранения, переработки и утилизации биологических отходов, утвержденных приказом Минсельхоза России от 26.10.2020 № 626 (далее - Ветеринарные правила), практически единственный способ утилизации биологических отходов на сегодняшний день - это их сжигание. Использование скотомогильников допускается только один раз в два года. Учитывая то, что утилизация путем сжигания является высокозатратной (особенно с учетом доставки отходов к месту сжигания), доступна не всем слоям

населения, становится понятным, что далеко не все биологические отходы утилизируются в установленном порядке, а попросту выбрасываются.

При этом действующими ветеринарными правилами также не урегулирован вопрос о возложении обязанностей сбора и утилизации биологических отходов, в отношении которых невозможно подтвердить их происхождение или владелец которых не установлен.

Как итог - выброшенные отходы загрязняют окружающую среду и привлекают диких хищников к населенным пунктам и полигонам ТБО, значительно повышая угрозу эпизоотической безопасности.

Также, нельзя не отметить необходимость аккредитации субъектов ветеринарных лабораторий. Статус государственной лаборатории по определению должен подразумевать все необходимые виды аккредитаций, аттестаций и прочих требований согласно перечню проводимых исследований. Нынешние условия аккредитации лабораторной деятельности требуют значительных финансовых затрат, что не всегда под силу не только районным учреждениям, но даже областным. Получение аккредитаций и аттестаций лабораториями государственной ветеринарной службы должно финансироваться из бюджета.

Приведение всех примеров выходит далеко за рамки возможного объема статьи, а рассматриваемый период трансформации ветеринарной службы исчисляется годами. Очевидно, что такой долгий путь невозможно пройти без ошибок. Признать же ошибку способен лишь сильный и грамотный человек, а чтобы её исправить порой требуются колоссальные усилия.

В свою очередь считаем, что опасения редакции журнала относительно правомочности подобных публикаций неуместны для уважаемого издательства. Напротив, Вы могли бы стать отличной площадкой для цивилизованного диалога и дальнейшего развития затронутых В.М.Авиловым тем. Несомненно, читателям будет крайне интересно узнать отношение Минсельхоза России, Департамента ветеринарии Минсельхоза России и Россельхознадзора к затронутым вопросам.

Начальник департамента



В.В. Табакаев

Отзыв Совета ветеранов организации ветеранов государственной ветеринарной службы города Москвы на статью В.М.Авилова «Современное состояние государственной ветеринарной службы России и перспективы ее развития».

Одним из вопросов, рассмотренных на заседании Совета ветеранов 26 апреля 2023 г. явился вопрос обсуждения статьи В.М.Авилова «Современное состояние государственной ветеринарной службы России и перспективы ее развития», опубликованной в журнале «Инновации и продовольственная безопасность» №1(39)/2023.

В целом Совет ветеранов счел статью очень актуальной, реально отображающей положение дел с возникновением, развитием, реорганизацией, реформированием и нынешним состоянием государственной ветеринарии в стране, одобрил высказанные в ней выводы и предложения.

Государственная ветеринарная служба должна представлять единый многофункциональный орган с вертикалью управления до уровня муниципальных образований, обеспечивающий разработку ветеринарного законодательства, организацию и осуществление контроля за его

выполнением, организацию выполнения всех задач службы вплоть до участия в подготовке и переподготовке ветеринарных кадров. Оформление ветеринарных свидетельств должно быть только прерогативой специалистов государственной ветеринарной службы. 1993 г.

В целом Совет ветеранов государственной ветеринарной службы города-Москвы поддерживает предложения В.М.Авилова о том, что необходимо:

1. Восстановить структуру службы, взяв за основу Закон «О ветеринарии»
2. Восстановить единую государственную диагностическую систему в области ветеринарии.
3. Реализовать предлагаемые им мероприятия по совершенствованию системы подготовки ветеринарных кадров, в том числе по социальным вопросам.

Отдельно Совет ветеранов предлагает продумать и внедрить практику приема студентов, в том числе в вузы Москвы, Санкт-Петербурга, Казани из числа жителей субъектов, преимущественно сельской местности, с обязательной последующей отработкой.

По поручению Совета ветеранов,

Председатель Совета ветеранов
Зам. председателя Совета ветеранов



В.В. Селиверстов
В.И. Бурков



**ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ, КОРМЛЕНИЯ И
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЕТЕРИНАРНОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ
В ПРОДУКТИВНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

**TECHNOLOGIES FOR KEEPING, FEEDING AND
ENSURING VETERINARY WELL-BEING IN
PRODUCTIVE LIVESTOCK**

УДК 612.062:636.92:616.995.1

DOI:10.31677/2311-0651-2023-41-3-13-17

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТОКСОКАРОЗ КРОЛИКОВ

Ф.И. Василевич, доктор ветеринарных наук, профессор, академик РАН

В.М. Бачинская, доктор биологических наук, доцент

Д.В. Гончар, кандидат биологических наук

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К.И. Скрябина

E-mail: San111194@mail.ru

Ключевые слова: токсокароз, *Larva migrans*, паратенические хозяева, кролики, клинико-гематологические показатели, иммуноферментный анализ.

Реферат. Токсокароз как зооноз представляет медицинскую и ветеринарную проблему. В структуре ларвальных гельминтозов человека токсокароз составляет более 60%. У неспецифических хозяев, к которым относятся и человек, личинки токсокара совершают *visceral larva migrans*, повреждая преимущественно печень, легкие и другие органы и ткани. Постоянная реинвазия приводит к накоплению личинок второй и третьей стадии в организме неспецифических (паратенических) хозяев. При проведении наших исследований учитывалась проблема паразитологического загрязнения почвы на территории кролиководческих ферм и риски заражения кроликов, что доказывает необходимость изучения участия кроликов в качестве паратенического хозяина при токсокарозе. В качестве подопытных животных отобрали кроликов породы советская шиншилла. Яйца токсокара в организм животных вводили перорально. Гематологические исследования проводили по общепринятым методикам. С целью выявления специфических антител класса IgG исследовали сыворотку крови методом иммуноферментного анализа (ИФА). Наличие антител класса IgG в сыворотке крови кроликов при положительном титре (1:100) в ИФА позволяет заключить, что кролики, наряду с другими животными, являются паратеническими хозяевами *Toxocara canis*. Результаты гематологических исследований свидетельствовали об отсутствии достоверных различий и находились в пределах физиологической нормы на протяжении всего эксперимента.

EXPERIMENTAL TOXOCARIASIS IN RABBITS

F.I. Vasilevich, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences

V.M. Bachinskaya, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

D.V. Gonchar, PhD in Biological Sciences

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA named after K.I. Skryabin

Keywords: toxocariasis, , paratenic hosts, rabbits, clinical-hematological parameters, enzyme-linked immunosorbent assay.

Abstract. *Toxocariasis as a zoonosis represents a medical and veterinary problem. In the structure of human larval helminthiases, toxocariasis accounts for more than 60%. In non-specific hosts, including humans, toxocara larvae undergo visceral larva migrans, primarily damaging the liver, lungs, and other organs and*

tissues. Constant reinvasion accumulates second and third-stage larvae in the bodies of nonspecific (paratenic) hosts. In our research, we considered the problem of soil parasitological contamination on rabbit farms and the risks of rabbit infection, emphasising the need to study the involvement of rabbits as paratenic hosts in toxocarasis. We selected rabbits of the Soviet chinchilla breed as experimental animals. Toxocara eggs were administered orally to the animals. Hematological studies were conducted using commonly accepted methods. To detect specific IgG class antibodies, rabbit serum was analysed by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). The presence of IgG class antibodies in the blood serum of rabbits at a positive titer (1:100) in ELISA allows us to conclude that rabbits, along with other animals, serve as paratenic hosts for Toxocara canis. Haematological research results indicated the absence of significant differences and remained within the physiological norm throughout the entire experiment.

Токсокароз – паразитарное заболевание, вызываемое миграцией в организме человека личинок гельминтов собак – *Toxocara canis*, реже – кошек – *Toxocara mystax* и характеризующееся комплексом синдромов и симптомов, обозначаемых как visceral larva migrans. На распространение токсокароза среди людей оказывают такие факторы, как рост числа собак и кошек в населенных пунктах, их высокая пораженность токсокарами, интенсивность экскреции яиц половозрелыми гельминтами, обитающими в кишечнике животных, устойчивость яиц во внешней среде. В современных условиях токсокароз становится наиболее социально значимым гельминтозом с высоким риском заражения в городах [1-10].

Токсокароз повсеместно широко распространен и, являясь зоонозом, имеет ветеринарное и медицинское значение [2, 3]. В структуре ларвальных гельминтозов человека он доминирует и составляет 63,5 %. Отличительной особенностью биологии токсокар является то, что у неспецифических хозяев, в т. ч. и у человека, личинки токсокар совершают visceral larva migrans, повреждая преимущественно печень, легкие и другие органы и ткани. Постоянная реинвазия приводит к накоплению личинок второй и третьей стадии в организме неспецифических (паратенических) хозяев [4 – 6].

Риск заражения токсокарозом паратенических хозяев велик, так как контаминация объектов окружающей среды ввиду высокой численности собак, особенно бездомных, и низкий уровень санитарной гигиены при выгуле владельцами собак приводят к загрязнению яйцами *Toxocara canis* мест обитания животных и человека. Тараканы и мухи способствуют механическому распространению паразита [3].

Цель исследований – изучить участие кроликов в качестве паратенического хозяина при токсокарозе.

В эксперименте участвовали 7 кроликов (4 подопытных и 3 контрольных) породы советская шиншилла. Яйца *Toxocara canis* получали от зараженных токсокарозом собак. Культивировали при температуре 20 – 24 °С в кювете с землей на глубине 5 – 7 см при комнатном освещении до достижения ими инвазионной стадии (формирование L2). Извлечение яиц из почвы проводили в соответствии с МУК 4.2.2661-10 «Методы санитарно-паразитологических исследований». При исследовании проб использовали метод V.A. Santaren. Кроликам № 1, 2, 3, 4 перорально вводили 50, 100, 200, 500 яиц токсокар соответственно. Кроликов контрольной группы содержали изолированно.

Образцы крови для исследований у подопытных и контрольных кроликов отбирали на 5, 10, 20, 30-е сутки после заражения, гематологические исследования проводили по общепринятым методикам. С целью выявления специфических антител класса IgG исследовали сыворотку крови методом иммуноферментного анализа (ИФА) с помощью диагностических тест-систем «Токсокара-IgG-ИФА-БЕСТ» в соответствии с инструкцией к тест-системам МУК 3.2.1173-02 «Серологические методы лабораторной диагностики паразитарных заболеваний».

По результатам клинического осмотра подопытных и контрольных животных видимых изменений в поведении кроликов не отмечалось. Температура, пульс и дыхание находились в

пределах физиологической нормы, аппетит – свойственный данному виду животных. На 5-е сутки эксперимента состояние подопытных и контрольных кроликов не отличалось. На 10-е сутки у кроликов № 1 (50 яиц *Toxocara canis* при заражении) и № 2 (100 яиц *Toxocara canis* при заражении) не было установлено отличий при определении клинических показателей, у кроликов № 3 (200 яиц *Toxocara canis* при заражении) и № 4 (500 яиц *Toxocara canis* при заражении) отметили легкое угнетение, малоподвижность, снижение аппетита, учащенное дыхание, кашель, у кролика № 4 наблюдались угнетенное состояние, выраженная иктеричность слизистых оболочек глаз и кашель.

На 20-е сутки состояние кролика № 4 нормализовалось – появился аппетит, восстановилась подвижность, но желтушность слизистых оболочек и кашель сохранились.

На 30-е сутки подопытные и контрольные кролики имели внешне здоровый вид, подвижны, отметили высокую поедаемость корма, температура и пульс не отличались во всех группах, кашель у кролика № 4 не наблюдался.

Гематологические показатели кроликов при экспериментальном токсокарозе
Hematological parameters of rabbits in experimental toxocarasis

Показатели	После заражения					
	5-е сутки		10-е сутки		20-е сутки	
	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль
Гемоглобин (Hb), г/л	126±12	138±11	127±14	137±12	131±8	138±13
Эритроциты (RBC), $\times 10^6$ /мкл	5,91±1,40	6,98±1,30	5,80±1,60	6,85±1,30	6,02±1,30	6,85±1,50
Цветной показатель	0,52±0,10	0,58±0,15	0,51±0,20	0,59±0,15	0,56±0,20	0,61±0,30
Среднее содержание гемоглобина в эритроците (MCH), пг	18,10±0,20	19,10±0,30	18,30±0,20	18,90±0,10	18,20±0,30	19,40±0,30
Средний объем эритроцитов (MCV), мкм ³	51,30±1,60	52,70±2,10	51,80±1,50	52,30±1,20	51,40±1,70	52,80±2,10
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците (MCHC), г/л	348,00±5,30	357,00±45,00	346,00±6,20	359,00±6,10	351,00±4,50	358,00±4,80
Показатель, степени анизоцитоза эритроцитов (RDW), %	14,80±1,50	12,70±2,40	15,10±2,50	13,60±3,10	13,50±2,10	12,80±1,70
Гематокрит (Ht), %	38,10±1,50	40,20±1,30	35,10±1,80	39,30±1,20	39,10±1,30	40,80±2,30
Тромбоциты (Pl), $\times 10^5$ /мкл	4,65±1,20	4,87±0,25	4,12±0,15	3,95±0,15	4,01±0,20	4,35±0,25
Лейкоциты (WBC), $\times 10^3$ /мкл	8,95±0,25	6,83±0,38	9,25±0,25	7,48±1,50	7,25±1,80	8,95±1,70
Эозинофилы, %	6,40±0,50	3,20±1,20	7,85±1,80	3,60±1,70	8,85±0,35	3,12±1,30

Гематологические показатели у подопытных и контрольных кроликов не имели достоверных различий и находились в пределах физиологической нормы на протяжении всего эксперимента (таблица). Стоит отметить, что у кроликов № 3 и № 4 отмечалась эозинофилия, на

5-е сутки количество эозинофилов составило $6,40 \pm 0,50$ %, на 10-е – $7,85 \pm 1,80$ %, на 20-е – $8,85 \pm 0,3$, на 30-е – $9,50 \pm 0,58$ %.

У кроликов № 3 и № 4 на 10-е сутки эксперимента активность аспартатаминотрансферазы (АСТ) составляла 45 и 33 Е/л, соответственно, на 20-е сутки – 62 и 47 Е/л, также нами было отмечено что на 30-е сутки активность ферментов снижалась до 24 и 23 Е/л соответственно.

Антитела класса IgG к токсокарозу в титре (1 : 50) в ИФА отмечали у всех зараженных кроликов, начиная с 10-го дня эксперимента, а на 20 – 30-е сутки антитела класса IgG в положительном титре (1 : 100 и выше) выявлены у всех подопытных кроликов.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют, что кролики могут являться паратеническими хозяевами *Toxocara canis*, о чем свидетельствует наличие антител класса IgG на 10-е сутки после заражения в титре 1 : 50, а на 20 – 30-е сутки – 1 : 100 и выше.

Мясо кроликов, недостаточно термически обработанное, может представлять эпидемиологическую опасность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Василевич Ф.И., Шевкопляс В.Н. Паразитарные зоонозы // Ветеринария Кубани. – 2012. – № 3. – С. 5–11.
2. Акбаев М.Ш., Василевич Ф.И., Акбаев Р.М. Паразитология и инвазионные болезни животных / – М.: КолосС, 2013. – 776 с.
3. Панова О.А., Хрусталева А.В. Пути и риски заражения человека токсокарами // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями: сб. науч. ст. по материалам докл. науч. конф. – 2018. – Вып. 19. – С. 370–373.
4. Березина Е.С., Лобкис Д.В., Старостина О.Ю. Распространение токсокароза в популяциях домашних плотоядных и человека на территории России // Ветеринарная патология. – 2011. – № 3 (37). – С. 113–117.
5. Старостина О.Ю., Березина Е.С., Романова С.Н. Токсокароз: современное состояние проблемы в Российской Федерации. Сообщ. 1: Риск заражения населения токсокарозом на территории России // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2015. – Т. 14, № 2 (81). – С. 13–18.
6. Хуторянина И.В., Твердохлебова Т.П., Думбадзе О.С. Токсокароз на некоторых территориях юга России // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями: сб. науч. ст. по материалам докл. науч. конф. – 2018. – Вып. 19. – С. 498–499.
7. Балакирев Н.А., Нигматуллин Р.М., Тинаева Е.А. Интерьерные особенности кроликов основных пород, разводимых в Российской Федерации // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4 (37). – С. 76–79.
8. Бурмистрова М.И., Василевич Ф.И., Дельцов А.А. Влияние инсекто-акарицидного препарата Дельцид 7,5® на организм кроликов // Ветеринария и кормление. – 2021. – № 2. – С. 10–12.
9. Василевич Ф.И., Бачинская В.М., Гончар Д.В. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов животноводства при паразитарных зоонозах // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2023. – № 1 (45). – С. 55–60.
10. Василевич Ф.И., Кузина А.М. Влияние псороптоза на продуктивные показатели кроликов // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2022. – № 23. – С. 112–117.

REFERENCES

1. Vasilevich F.I., Shevkoplyas V.N., Veterinariya Kubani, 2012, No. 3, pp. 5–11. (In Russ.)
2. Akbaev M.Sh., Vasilevich F.I., Akbaev R.M., Parazitologiya i invazionnye bolezni zhivotnyh (Parasitology and invasive diseases of animals), Moscow: KolosS, 2013, 776 p.
3. Panova O.A., Khrustaleva A.V., Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami (Theory and practice of combating parasitic diseases), Collection of Scientific Articles Based on Reports of Scientific Conferences, 2018, Issue 19, pp. 370–373. (In Russ.)

4. Berezina E.S., Lobkis D.V., Starostina O.Yu., *Veterinary pathology*, 2011, No. 3 (37), pp. 113–117. (In Russ.)
5. Starostina O.Yu., Berezina E.S., Romanova S.N., *Epidemiology and vaccination*, 2015, Vol. 14, No. 2 (81), pp. 13–18. (In Russ.)
6. Khutoryanina I.V., Tverdokhlebova T.P., Dumbadze O.S., *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami (Theory and practice of combating parasitic diseases)*, Collection of Scientific Articles Based on Reports of Scientific Conferences, 2018, Issue 19, pp. 498–499. (In Russ.)
7. Balakirev N.A., Nigmatullin R.M., Tinaeva E.A., *Bulletin of the Orel State Agrarian University*, 2012, No. 4 (37), pp. 76–79. (In Russ.)
8. Burmistrova M.I., Vasilevich F.I., Deltsov A.A., *Veterinary medicine and feeding*, 2021, No. 2, pp. 10–12. (In Russ.)
9. Vasilevich F.I., Bachinskaya V.M., Gonchar D.V., *Russian Journal of Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology*, 2023, No. 1 (45), pp. 55–60. (In Russ.)
10. Vasilevich F.I., Kuzina A.M., *Theory and practice of combating parasitic diseases*, 2022, No. 23, pp. 112–117. (In Russ.)

НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МИКРОКЛИМАТА КАК ФАКТОРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ РАЗВИТИЮ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОПЫТЕЦ У КОРОВ

О.Г. Томских, кандидат ветеринарных наук
А.С. Красноперов, кандидат ветеринарных наук
С.В. Малков, кандидат ветеринарных наук
А.П. Порываева, доктор биологических наук
Я.Ю. Лысова

*Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения
Российской академии наук
E-mail: tomskiy1982@mail.ru*

Ключевые слова: крупный рогатый скот, ортопедическое обследование, копытца, ламинит, гнойно-некротические поражения копытец, межпальцевый и пальцевый дерматит, микроклимат, микробиологические исследования.

Реферат. *Отражены результаты клинико-ортопедического обследования у крупного рогатого скота голштинской породы в условиях беспривязного содержания. Нами были зафиксированы хромота у животных различной степени выраженности – 25 %, деформация копытцевого рога – 20, межпальцевый дерматит – 10 – 15, ламинит – 15 – 20, гнойно-некротические поражения копытец – 15 – 20 %. Выявленные патологии дистального отдела конечностей явились следствием нарушений зоогиgienических параметров микроклимата и технологии содержания высокопродуктивных коров. При микробиологических исследованиях соскобов с раневой поверхности копытец выделены *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* (непатогенный тип), *Staphylococcus aureus*, *Proteus spp.*, плесневые грибы (*Aspergillus spp.*, *Mucor spp.*). В образцах подстилочного материала (солома) с мест отдыха животных выявлены плесневые грибы *Aspergillus spp.*, *Mucor spp.*, *Fusarium spp.*, что является одним из факторов развития заболеваний инфекционной и неинфекционной природы дистального отдела конечностей.*

UNFAVORABLE MICROCLIMATE PARAMETERS AS FACTORS CONTRIBUTING TO THE DEVELOPMENT OF FOOT DISEASES IN COWS

O.G. Tomskih, PhD in Veterinary Sciences
A.S. Krasnoperov, PhD in Veterinary Sciences
S.V. Malkov, PhD in Veterinary Sciences
A.P. Poryvaeva, Doctor of Biological Sciences
Ya.Yu. Lysova

Keywords: cattle, orthopedic examination, hooves, laminitis, purulent-necrotic lesions of the hooves, interdigital and digital dermatitis, microclimate, microbiological studies.

Abstract. *The results of clinical and orthopedic examination of Holstein cattle in free-range conditions are reflected in the article. Lameness in animals of varying severity - 25%, deformation of the hoof horn - 20%, interdigital dermatitis - 10-15%, laminitis - 15-20%, purulent-necrotic lesions of the hooves - 15-20% were established by us. The revealed pathologies of the distal extremities were the result of violations of the zoohygienic parameters of the microclimate and the technology of keeping highly productive cows. The microflora - *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* (non-pathogenic type), *Staphylococcus aureus*, *Proteus spp.*, fungi (*Aspergillus spp.*, *Mucor spp.*) - was isolated during microbiological studies of scrapings from the wound surface of the hooves. Molds *Aspergillus spp.*, *Mucor spp.*, *Fusarium spp.* revealed in samples of bedding material (straw) from animal resting places, which contributes to the development of diseases of the distal extremities of an infectious and non-infectious nature.*

По данным Единой межведомственной информационно-статистической системы (ЕМИСС), за 2022 г. реализация «Государственной программы по развитию сельского хозяйства и регулированию рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2020 – 2030 годы» в секторе животноводства обеспечила устойчивую тенденцию к росту поголовья сельскохозяйственных животных в стране в среднем на 0,4 % в год. Стабильный рост поголовья сельскохозяйственных животных прогнозируется вплоть до конца 2026 г. [1, 2]. В Уральском федеральном округе рост поголовья крупного рогатого скота в секторе молочного животноводства составлял 0,2 %, с ежегодным увеличением объема надоев молока в среднем на 5 – 7 %. Свердловская область в списке «Топ-20 регионов России по производству молока» по итогам 2021 г. занимала 10-е место (805,2 тыс. т). Основными флагманами в производстве молока являются животноводческие комплексы с интенсивной промышленной технологией. По мнению как научных, так и практических специалистов зоотехнической и ветеринарной службы, нарушения в регламентах промышленной технологии животноводства влекут за собой снижение молочной продуктивности на 14 – 18 %, ежегодную выбраковку до 15 – 17 % поголовья дойного стада и невосполнимые потери ценных высокопродуктивных животных [3–6].

Ежегодная выбраковка высокопродуктивных животных наносит серьезный экономический ущерб не только сельскохозяйственному предприятию, но и животноводческой отрасли в целом. Заболевания дистального отдела конечностей у высокопродуктивных коров как причина выбраковки занимают третье место после бесплодия и маститов [7, 8]. Патологии дистального отдела конечностей часто встречаются на территориях ферм с беспривязным содержанием, некачественно устроенными полами, нарушениями технологии уборки навоза, повышенной влажностью и т.д. Такие факторы негативно влияют на перераспределение нагрузки между копытами, вызывая их патологическую деформацию, непропорциональный рост тканей, появление трещин на копытцевом роге с последующим инфицированием мягких тканей условно-патогенными и патогенными микроорганизмами [9]. У коров с патологической деформацией копытец регистрируется снижение среднесуточного удоя молока на 5 – 17 %. Кроме того, на фоне хронического воспаления в дистальном отделе конечностей наблюдается снижение общей резистентности организма и увеличивается восприимчивость животных к инфекционным и неинфекционным заболеваниям [10].

Цель исследований – установление причинно-следственных связей нарушений параметров микроклимата и развития заболеваний дистального отдела конечностей.

Исследования проводили в 2021 – 2022 гг. на базе отдела экологии и незаразной патологии животных Уральского научно-исследовательского ветеринарного института – структурного подразделения ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках государственного задания в соответствии с Программой ФНИ государственных академий наук по направлению 4.2.1.5 «Разработка технологий прижизненного управления качеством животноводческого сырья для получения высококачественных и безопасных продуктов питания».

Объект исследования – коровы голштинской породы ($n = 215$) с продуктивностью 7000 – 9000 кг молока за лактацию. Содержание животных беспривязное.

Для анализа состояния микроклимата в животноводческих помещениях в зимний период были проведены замеры температуры, влажности и скорости движения воздуха. Температуру воздуха измеряли с помощью бесконтактного инфракрасного термометра VKTECH GM320 (Китай), относительную влажность воздуха – цифровым гигрометром ККМООН TL-500 (Китай), а скорость движения воздуха в помещении – анемометром с крыльчаткой HoldPeak HP-866B (Китай).

Микробиологические исследования проводили в соответствии с нормативным документом «Методические рекомендации. Методы бактериологического исследования условно-патогенных микроорганизмов в клинической микробиологии», утвержденные Министерством здравоохранения РСФСР от 19.12.1991. Бактериологическое исследование включало в себя прямой посев материала на питательные среды, выделение чистых культур, их идентифи-

кацию и определение патогенности. Проводили прямой посев проб на различные плотные питательные среды: энтерокоагар, Эндо, Среда №10, ВСА, XLD-агар, Плоскирева, Левина (ФБУН ГНЦ ПМБ, Россия), гектоеновый агар, цетримидный агар (Pronadisa, Conda, Испания). Исследования биохимических свойств бактериальных культур осуществляли на средах Олькеницкого, Симмонса, Ресселя, Клигlera, Гисса с различными сахарами и специфических тест-системах (пластины биохимические, дифференцирующие энтеробактерии (ПБДЭ); тест-системы для биохимической идентификации и дифференциации стафилококков ДС-ДИФ-СТАФИ-16 (ООО «НПО "Диагностические системы"», Россия). Определение патогенности выделенных микроорганизмов проводили путем постановки биопробы на лабораторных животных, а в отношении *Staphylococcus aureus* исследование проводили с использованием набора реагентов «Плазма кроличья цитратная сухая» (АО «НПО "Микроген", Москва).

Микологические исследования выполняли в соответствии с действующим нормативным документом ГОСТ 10444.12-2013 путем прямого посева проб на плотные питательные среды Чапека и Сабуро (ФБУН ГНЦ ПМБ, Россия).

При диспансеризации коров 1 – 2-го периода лактации выявлены симптомы заболеваний дистального отдела конечностей с признаками воспалительных процессов: хромота у животных различной степени выраженности – 25 %, деформация копытцевого рога – 20, межпальцевый дерматит – 10 – 15, ламинит – 15 – 20, гнойно-некротические поражения копытцев – 15 – 20 %.

При клиническом обследовании больных животных выявлены: умеренное загрязнение конечностей и молочной железы (гигиеническая оценка 3 балла); выраженная хромота (3 – 4 балла); гнойно-некротические поражения кожи в пяточной области и межпальцевой щели копытцев тазовых конечностей в виде болезненных изъязвлений размером более 2 см (рис. 1, 2).



Рис. 1. Умеренное загрязнение конечностей и молочной железы
Fig. 1. Moderate contamination of limbs and breast



Рис. 2. Гнойно-некротические поражения кожи копытцев
Fig. 2. Purulent-necrotic lesions of the skin of the hooves

В животноводческих помещениях комплекса и галереях между корпусами пол бетонный, застелен резиновыми матами. Места отдыха имеют недостаточное количество подстилочного материала, что приводит к сильному загрязнению шерстного покрова навозом, создавая дополнительную нагрузку на суставы, вследствие чего происходит раздражение и мацерация кожи конечностей у коров. Доля отдыхающих в помещении коров составляет 25 – 35 % (по норма-

тивам должно быть около 80 %), что косвенно указывает на недостаточный уровень комфорта в содержании животных.

Скреперная система навозоудаления не обеспечивает качественную уборку помещения: после прохождения скрепера каловые массы остаются в середине прохода, по краям и в углублениях пола, который имеет вогнутости. Это приводит к повышенной влажности пола и увеличивает риск травматизма опорно-двигательного аппарата у коров.

Все вышеперечисленные нарушения способствуют снижению кратности подхода к кормовому столу и поилкам, сокращают время отдыха животных, увеличивают интенсивность нагрузки на дистальный отдел конечностей.

При оценке параметров микроклимата в животноводческих помещениях исходили из нормативов, отраженных в приказе от 21.10.2020 № 622 «Об утверждении ветеринарных правил содержания крупного рогатого скота в целях его воспроизводства, выращивания и реализации» (табл. 1).

Таблица 1

Параметры микроклимата в животноводческих помещениях
Microclimate parameters in livestock buildings

Помещение	Температура воздуха, °С	Влажность, %	Освещённость, л	Скорость движения воздуха, м/с
Норма (коровы)	10	40 – 75	50 – 75	Не более 0,5 (зима)
Доильный зал	9	65	170 – 250	0,1
Поздний сухостой, новотельные коровы	1,5 – 3,0	62	170	0,1
Коровы дойного стада (1 половина лактации)	1,5 – 2,4	74 – 80	170	0,1 – 2,0
Коровы дойного стада (2 половина лактации)	2,0 – 4,0	73 – 78	100 – 180	0,2

Таблица 2

Видовой состав микроорганизмов при исследовании соскобов с раневой поверхности копытца у коров и проб подстилочного материала
Species composition of microorganisms in the study of scrapings from the wound surface of the hooves of cows and samples of bedding material

Микроорганизм	Количество положительных проб, %
<i>Соскобы с раневой поверхности копытца (n = 5)</i>	
<i>Staphylococcus aureus</i>	100
<i>Enterococcus faecium</i>	100
<i>Proteus mirabilis</i>	80
<i>Escherichia coli</i> (непатогенный тип)	60
<i>Aspergillus spp.</i>	40
<i>Mucor spp.</i>	20
<i>Пробы подстилочного материала (n = 5)</i>	
<i>Aspergillus spp.</i>	80
<i>Mucor spp.</i>	40
<i>Fusarium spp.</i>	20

Из табл. 1 видно, что параметры микроклимата в обследованных помещениях не соответствовали нормативным требованиям. Температура воздуха была ниже допустимого уровня на 6 – 8,5 °С, влажность воздуха – выше на 14,6 %. Выявленные нарушения могут приводить к холодовому стрессу, активизации патологических процессов в дистальном отделе конечностей,

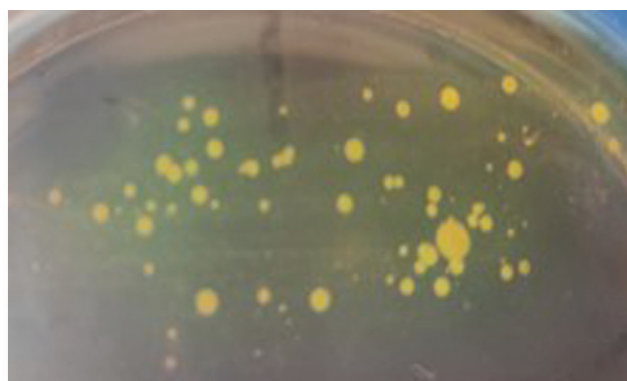
провоцировать снижение естественной резистентности организма и повышать риск возникновения факторных инфекций.

При проведении микробиологических исследований соскобов с раневой поверхности копытца выделена следующая микрофлора: *Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* (непатогенный тип), *Staphylococcus aureus*, *Proteus* spp., плесневые грибы (*Aspergillus* spp., *Mucor* spp.) (табл. 2).

В образцах подстилочного материала (солома) с мест отдыха животных выявлены плесневые грибы *Aspergillus* spp., *Mucor* spp., *Fusarium* spp. (рис. 3).



Escherichia coli (соскоб с раневой поверхности)



Staphylococcus aureus (соскоб с раневой поверхности)



Mucor spp. (проба подстилочного материала)



Aspergillus spp. (проба подстилочного материала)

Рис. 3. Микроорганизмы, выявленные при исследовании соскобов с раневой поверхности копытца и проб подстилочного материала

Fig. 3. Microorganisms identified in the study of scrapings from the wound surface of the hooves and samples of bedding material

Таким образом, при проведении клинического осмотра коров с признаками заболеваний дистального отдела конечностей зарегистрированы ламинит, гнойно-некротические поражения копытца, межпальцевый и пальцевый дерматит.

Предрасполагающими факторами к развитию этих патологий у крупного рогатого скота могут быть изменения температурно-влажностного режима, наличие постоянного контакта копытца с мочой и каловыми массами.

Микробиологическими исследованиями обнаружены возбудители *Staphylococcus aureus*, *Proteus* spp. и плесневые грибы *Aspergillus* spp., *Mucor* spp., которые обитают в подстилке и каловых массах, провоцируя возникновение заболеваний копытца.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Постановление* Правительства Российской Федерации от 14.07.2012 № 717 «О государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.garant.ru/70210644> (дата обращения: 05.05.2023).
2. *Клинико-ортопедическая диспансеризация коров при беспривязном содержании* / А.И. Белоусов, Л.В. Халтурина, С.В. Малков [и др.] // *Ветеринария Кубани*. – 2020. – № 5. – С. 14–17.
3. *Клинико-лабораторная диагностика межпальцевого дерматита у высокопродуктивного молочного скота* / А.С. Красноперов, Н.А. Безбородова, А.П. Порываева [и др.] // *Ветеринария*. – 2021. – № 11. – С. 10–17.
4. *Ветеринарная гигиена и санитария на животноводческих фермах и комплексах* / А.Ф. Кузнецов, В. Г. Тюрин, В.Г. Семенов [и др.]. – СПб, 2022. – 424 с. (Сер. Учебники для вузов. Специальная литература).
5. *Шкуратова И.А., Шилова Е.Н., Соколова О.В.* Ветеринарно-санитарные аспекты профилактики болезней молодняка крупного рогатого скота в современных промышленных комплексах // *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. – 2017. – № 12. – С. 51–54.
6. *Белоусов А.И., Шкуратова И.А., Ряпосова М.В.* Нарушение минерального обмена у крупного рогатого скота // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии*. – 2016. – № 3. – С. 95–97.
7. *Семенов В.Г., Чучулин А.В.* Ветеринарно-гигиенические мероприятия в обеспечении здоровья копытцев коров // *Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85- летию ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА*. – Чебоксары, 2016. – С. 313–317.
8. *Ветеринарно-гигиенические приемы профилактики хромоты и терапии заболеваний копытцев коров* / А.В. Чучулин, В.Г. Семенов, И.В. Царевский [и др.] // *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана*. – Казань, 2019. – Т. 238. – С. 229–237.
9. *Ярован Н.И., Смагина Т.В.* Анализ причин возникновения заболеваний копытцев у высокопродуктивных коров в условиях промышленного комплекса // *Вестник Орловского государственного аграрного университета*. – 2015. – № 5 (56). – С. 74–77.
10. *Волотко И., Безин А., Бутакова Н.* Профилактика и лечение болезней дистального отдела конечностей коров // *Ветеринария сельскохозяйственных животных*. – 2015. – № 1-2. – С. 40–45.

REFERENCES

1. Available at: <http://base.garant.ru/70210644> (May 05, 2023).
2. Belousov A.I., Halturina L.V., Malkov S.V., Mil'shtejn I.M., Krasnoperov A.S., *Veterinarija Kubani*, 2020, No. 5, pp. 14–17. (In Russ.)
3. Krasnoperov A.S., Bezborodova N.A., Poryvaeva A.P., Kozhuhovskaja V.V., Lysova Ja.Ju., Malkov S.V., Oparina O.Ju., *Veterinarija*, 2021, No. 11, pp. 10–17. (In Russ.)
4. Kuznecov A.F., Tjurin V.G., Semenov V.G., Nikitin G.S., Zenkov K.F., Lunegova I.V., Rozhkov K.A., *Veterinarnaja gigiena i sanitarija na zhivotnovodcheskih fermah i kompleksah* (Veterinary hygiene and sanitation on livestock farms and complexes), Sankt-Peterburg, 2022, 424 p., Ser. *Uchebniki dlja vuzov. Special'naja literatura*.
5. Shkuratova I.A., Shilova E.N., Sokolova O.V., *Veterinarija sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh*, 2017, No. 12, pp. 51–54. (In Russ.)
6. Belousov A.I., Shkuratova I.A., Rjaposova M.V., *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniija v veterinarii*, 2016, No. 3, pp. 95–97. (In Russ.)
7. Semenov V.G., Chuchulin A.V., *Nauchno-obrazovatel'naja sreda kak osnova razvitija agropromyshlennogo kompleksa i social'noj infrastruktury sela* (Scientific and educational environment as the basis for the development of the agro-industrial complex and social infrastructure of the village), Proceedings of

- the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 85th Anniversary of the Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary, 2016, pp. 313–317. (In Russ.)
8. Chuchulin A.V., Semenov V.G., Carevskij I.V., Nikitin D.A., Petrov N.S., *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.Je. Baumana*, Kazan, 2019, Vol. 238, pp. 229–237. (In Russ.)
 9. Jarovan N.I., Smagina T.V., *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, No. 5 (56), pp. 74–77. (In Russ.)
 10. Volotko I., Bezin A., Butakova N., *Veterinarija sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh*, 2015, No. 1-2, pp. 40–45. (In Russ.)

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ НУКЛЕИНАТА И СИНЕСТРОЛА СУХОСТОЙНЫМ КОРОВАМ

^{1,4}**В.Г. Тюрин**, доктор ветеринарных наук, профессор

²**А.В. Кляпнев**, кандидат биологических наук, доцент

³**В.Г. Семенов**, доктор биологических наук, профессор

⁴**Н.В. Родионова**, кандидат биологических наук, доцент

¹*Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены
и экологии — филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН*

²*Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия*

³*Чувашский государственный аграрный университет*

⁴*Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –
МВА им. К.И. Скрябина*

E-mail: potyemkina@mail.ru

Ключевые слова: глубокостельные коровы, новорожденные телята, натрия нуклеинат, эстрогены, показатели крови.

Реферат. Показана динамика морфологических, биохимических и иммунологических показателей крови новорожденных телят после применения натрия нуклеината в сочетании с синестролом 2 %-м стельным коровам в период, максимально приближенный к отелу. Объектами исследования были 20 клинически здоровых стельных коров чёрно-пёстрой породы, отобранных по принципу парных аналогов, которые были разделены на две группы (контрольная и опытная) по 10 животных в каждой, и полученные от них новорождённые телята. Коровам опытной группы за 3 – 9 дней перед отёлом вводили однократно, внутримышечно 0,2 %-й водный раствор нуклеината натрия в дозе 5 мл и масляный раствор синестрола 2 %-й (аналог женского полового гормона эстрогена) в дозе 1 мл. Коровам контрольной группы вводили 0,9 %-й раствор хлорида натрия. В первые сутки жизни в крови телят установлено более высокое количество эритроцитов – на 8,5 – 9,2 %, гемоглобина – на 20,1 %, что указывает на интенсивное протекание окислительно-восстановительных процессов, и отмечено повышение содержания в крови лейкоцитов на 11,6 – 29,9 %, а также относительного и абсолютного количества Т-лимфоцитов соответственно на 6,0 – 6,6 и 27,1 – 52,7 %, что свидетельствует о развитее клеточного звена иммунной системы. В совокупности с повышенным содержанием гамма-глобулинов в крови и усиленной неспецифической резистентностью телята быстрее адаптировались к условиям внешней среды и были устойчивы к незаразным заболеваниям.

CHANGES IN HEMATOLOGICAL INDICATORS OF NEWBORN CALVES AFTER THE USE OF SODIUM NUCLEINATE AND SYNESTROL IN DRY COWS

^{1,4}**V.G. Tyurin**, Doctor of Veterinary Sciences, Professor

²**A.V. Klyapnev**, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

³**V.G. Semenov**, Doctor of Biological Sciences, Professor

⁴**N.V. Rodionova**, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

¹*All-Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene, and Ecology - Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Center - All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K. I. Scriabin and Y. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences" (FSBSI FSC RRIEVM RAS)*

²*Nizhny Novgorod State Agricultural Academy*

³*Chuvash State Agricultural University*

⁴*Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin*

Keywords: deep-stalled cows, newborn calves, sodium nucleinate, estrogens, blood parameters.

Abstract. *The dynamics of newborn calves' morphological, biochemical, and immunological blood parameters after using sodium nucleinate in combination with 2% synestrol in dry cows, as close as possible to calving, are presented. The research involved 20 clinically healthy pregnant cows of the black-and-white breed, selected based on the principle of paired analogues. They were divided into two groups (control and experimental), with ten animals in each and the newborn calves obtained from them. Cows in the experimental group were intramuscularly administered a single dose of a 0.2% aqueous solution of sodium nucleinate at a quantity of 5 ml and a 2% oil solution of synestrol (an analogue of the female sex hormone estrone) at a dose of 1 ml, 3–9 days before calving. Cows in the control group were administered a 0.9% sodium chloride solution. On the first day of life, the blood of the calves showed a higher number of erythrocytes, by 8.5–9.2%, and haemoglobin, by 20.1%, indicating intensive oxidative-reductive processes. An increase in the blood leukocyte count by 11.6–29.9% was also observed, as well as a relative and absolute increase in T-lymphocytes by 6.0–6.6 and 27.1–52.7%, respectively, indicating the development of the cellular component of the immune system. Along with the increased gamma-globulin content in the blood and enhanced nonspecific resistance, the calves adapted faster to external environmental conditions and were resistant to non-infectious diseases.*

Крупный рогатый скот в Российской Федерации – один из основных видов сельскохозяйственных животных. В объеме товарной продукции животноводства его доля составляет около 55 %. Этот вид животных дает такие ценные продукты питания, как молоко и мясо, служит источником сырья для пищевой, кожевенной и других видов промышленности. Высокая эффективность выращивания крупного рогатого скота по сравнению со многими другими видами животных объясняется хорошей оплатой корма продукцией, потреблением дешевых растительных кормов и отходов перерабатывающей промышленности, быстрым и равномерным оборотом средств [1].

Вместе с тем в современном промышленном животноводстве сохранность новорожденных телят в постнатальный период остается серьёзной проблемой. Высокая их заболеваемость и смертность, достигающая 20 % и более, приводит к значительным экономическим потерям как в России, так и во всех странах мира [2–4].

Поэтому в настоящее время актуальной является проблема получения и выращивания здоровых телят, которые в дальнейшем, став зрелыми животными, полностью реализуют свой продуктивный биологический потенциал. Для этой цели отечественными и зарубежными учеными проводилось изучение влияния на организм животных различных биопрепаратов [5–10].

Целью нашего исследования явилось изучение характера изменения морфологических, биохимических и иммунологических показателей крови новорожденных телят после применения иммуномодулятора натрия нуклеината в сочетании с гормональным препаратом – синестролом 2 %-м стельным коровам в период, максимально приближенный к отелу.

Научно-хозяйственный опыт проведен в осенне-зимний период 2020 г. на молочно-товарной ферме сельскохозяйственного производственного кооператива «Нижегородец» Нижегородской области. Объектами исследования были 20 глубокостельных коров чёрно-пёстрой породы, отобранные по принципу парных аналогов, которые были разделены на две группы (контрольная и опытная) по 10 животных в каждой, и полученные от них новорождённые телята. Коровам опытной группы за 3 – 9 дней перед отёлом вводили 0,2 %-й водный раствор натрия нуклеината в дозе 5 мл внутримышечно, однократно, а затем 1 мл синестрола 2 %-го (аналог эстрогена) внутримышечно, однократно. Коровам контрольной группы вводили 0,9 %-й раствор хлорида натрия в дозе 5 мл внутримышечно, однократно. Новорождённым телятам сразу после появления сосательного рефлекса выпаивали молозиво, полученное от их коров-матерей. Проводили клиническое наблюдение за подопытными животными. Пробы крови у новорожденных телят брали из яремной вены три раза: до кормления молозивом, через час после кормления и на 2-е сутки жизни (до кормления).

Исследование клинико-физиологических, морфологических, биохимических, иммунологических показателей новорожденных телят проводили в соответствии с современными методиками на сертифицированном лабораторном оборудовании. Анализы выполняли на кафедре анатомии, хирургии и внутренних незаразных болезней ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, лаборатории «Гемохелп», г. Нижний Новгород. Полученный цифровой экспериментальный материал обработан методом вариационной статистики по Стентону Гланцу (1999) с помощью сервисных программ и статистических функций программы Microsoft Excel. Для выявления статистически значимых различий использовали критерий Стьюдента.

На протяжении эксперимента проводили изучение гематологических показателей крови новорожденных телят. Известно, что количество гемоглобина и эритроцитов в крови указывает на интенсивность окислительно-восстановительных процессов в организме. Анализ полученных результатов показал, что в первые сутки до и после первого кормления молозивом концентрация гемоглобина в крови телят контрольной группы была незначительно выше. На вторые сутки уровень гемоглобина в крови телят контрольной группы снизился, а в опытной увеличился на 20,1 % ($P < 0,05$). Количество эритроцитов в крови телят опытной группы до приема молозива было выше на 8,5 %, в двухсуточном возрасте – на 9,2 %.

В первые сутки после рождения содержание лейкоцитов у телят, полученных от коров, которым за несколько дней до отела применяли 0,2 %-й водный раствор натрия нуклеината и синестрол 2 %-й, было выше на 16,4 %. Через час после первого кормления молозивом концентрация лейкоцитов в крови животных исследуемых групп возрастала, однако у опытных телят она оставалась по-прежнему выше на 11,61 % по сравнению с контрольной группой, на вторые сутки жизни – на 29,9 % ($P < 0,05$).

До двухсуточного возраста относительное и абсолютное количество нейтрофилов преобладало над лимфоцитами у подопытных телят. Затем происходило повышение абсолютного и относительного количества лимфоцитов. Имелась тенденция к повышению относительного и абсолютного количества нейтрофилов и лимфоцитов до и через час после выпойки молозива у телят опытной группы, а на вторые сутки – к увеличению у них количества лимфоцитов.

Абсолютное количество Т-лимфоцитов в опытной группе на протяжении всего наблюдаемого периода было выше, чем в контрольной группе, до и после дачи первой порции молозива на 32,7 и 27,1 %; на вторые сутки – на 52,7 % ($P < 0,05$). Относительное количество Т-лимфоцитов было выше на 6,0 – 6,5 %. Абсолютное количество В-лимфоцитов было сходным, а относительное – более низким у телят опытной группы на всем протяжении наблюдения.

На основании результатов исследований иммунобиохимических показателей крови новорожденных телят следует отметить, что содержание общего белка у телят подопытных групп до выпойки молозива находилось в пределах нижних границ физиологических норм для данного возрастного периода (таблица). Через час после выпойки первой порции молозива уровень общего белка в крови животных сравниваемых групп увеличивался, при этом у опытных телят он был выше на 12,4 % ($P < 0,05$) за счет альбумина и гамма-глобулинов. Стоит отметить, что в это время уровень гамма-глобулинов у телят опытной группы был выше в 2,23 раза, что связано, видимо, с повышением скорости их всасывания в кишечнике под действием аналога эстрогенного гормона ($P < 0,05$).

На вторые сутки жизни новорожденных телят происходит переваривание и всасывание компонентов первого молозива в желудочно-кишечном тракте. Уровень общего белка значительно повышался у подопытных телят преимущественно за счет фракции гамма-глобулинов. При этом разница у телят контрольной и опытной групп была значительной и составила 54,7 % в пользу опытных животных ($P < 0,05$). Во фракцию гамма-глобулинов входит большинство иммуноглобулинов, участвующих в защитных реакциях против чужеродных агентов.

Иммунобиохимические показатели крови новорожденных телят после применения натрия нуклеината и синестрола 2 %-го (M±m, n=10)

Immunohistochemical Blood Parameters of Newborn Calves After the Use of Sodium Nucleinate and 2% Synestrol (M±m, n=10)

Показатели	Группа	До выпойки молозива	Через час после выпойки молозива	На 2-е сутки жизни
Общий белок, г/л	Контрольная	40,44±0,30	41,20±0,45	61,09±2,03
	Опытная	43,46±0,87	46,30±0,96*	73,70±0,76*
Альбумины, г/л	Контрольная	18,52±0,26	19,40±0,11	19,80±0,27
	Опытная	19,48±0,43	20,32±0,12*	21,47±0,15*
α-глобулины, г/л	Контрольная	17,54±0,34	16,46±0,37	18,72±0,97
	Опытная	17,16±0,47	16,70±0,53	17,87±0,65
β-глобулины, г/л	Контрольная	3,52±0,40	4,06±0,48	5,62±0,85
	Опытная	5,84±0,94	6,42±1,01	7,36±0,63
γ-глобулины, г/л	Контрольная	0,86±0,05	1,28±0,10	17,45±0,37
	Опытная	0,98±0,19	2,86±0,16*	27,00±0,25*
БАСК, %	Контрольная	28,11±0,14	28,92±0,23	30,23±0,51
	Опытная	31,60±0,10*	32,96±0,12*	36,05±0,50*
ЛАСК, %	Контрольная	7,12±0,14	7,68±0,13	15,86±0,40
	Опытная	7,50±0,47	8,14±0,05*	19,30±0,30*
ФАН, %	Контрольная	30,58±0,33	31,9±0,41	33,52±0,46
	Опытная	33,60±0,19*	34,96±0,23*	38,98±0,52*
ФИ, %	Контрольная	1,21±0,01	1,30±0,03	1,39±0,03
	Опытная	1,47±0,02*	1,55±0,02*	1,95±0,04*

*P<0,05 по парному критерию по сравнению с контролем

На вторые сутки жизни новорожденных телят происходит переваривание и всасывание компонентов первого молозива в желудочно-кишечном тракте. Уровень общего белка значительно повышался у подопытных телят преимущественно за счет фракции гамма-глобулинов. При этом разница у телят контрольной и опытной групп была значительной и составила 54,7 % в пользу опытных животных (P<0,05). Во фракцию гамма-глобулинов входит большинство иммуноглобулинов, участвующих в защитных реакциях против чужеродных агентов.

С рождения у телят исследуемых групп отмечали достоверное нарастание бактерицидной (БАСК) и лизоцимной активности сыворотки крови (ЛАСК). Бактерицидная активность сыворотки крови у опытных телят до и после приема молозива была выше соответственно на 12,4 и 14 %, на вторые сутки жизни – на 19,2 %. Возможно, данный факт связан с активизацией комплементарной системы и определенных классов иммуноглобулинов с их количественным увеличением. Лизоцимная активность в опытной группе была выше в первые сутки при рождении и после первого поения на 5,3 и 6 %, на вторые сутки жизни – на 21,7 %. Неспецифическая фаза клеточного иммунитета проявлялась и в фагоцитарной активности нейтрофилов. Стимулирующий эффект сочетанного применения иммуномодулятора натрия нуклеината и синестрола 2 %-го глубокопастельным коровам на фагоцитарную активность нейтрофилов (ФАН) и фагоцитарный индекс (ФИ) проявлялся на протяжении всего опытного периода. При этом значения фагоцитарной активности нейтрофилов телят опытной группы были выше до выпойки и через час после приема молозива на 9,9 и 9,6 %, на вторые сутки – на

16,3 %, а разница в фагоцитарном индексе составила до и после выпойки 21,49 и 19,23 %; на вторые сутки – 40,3 %.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Однократное введение натрия нуклеината в дозе 5 мл и синестрола 2 %-го в дозе 1 мл сухостойным коровам в период, максимально приближенный к отелу, оказывает благоприятное влияние на здоровье коров и полученных от них новорожденных телят.

2. В первые сутки жизни в крови новорожденных телят отмечали более высокое количество эритроцитов – на 8,5 – 9,2 %, гемоглобина – на 20,1 %, что указывает на более интенсивное течение окислительно-восстановительных процессов.

3. Повышенное содержание в крови лейкоцитов на 11,6 – 29,9 % и относительного и абсолютного количества Т-лимфоцитов соответственно на 6,0 – 6,6 и 27,1 – 52,7 % свидетельствует о развитии клеточного звена иммунной системы, а в совокупности с повышенным содержанием гамма-глобулинов и усиленной неспецифической резистентностью телят обуславливает быстрое их адаптирование к условиям внешней среды и устойчивость к незаразным заболеваниям.

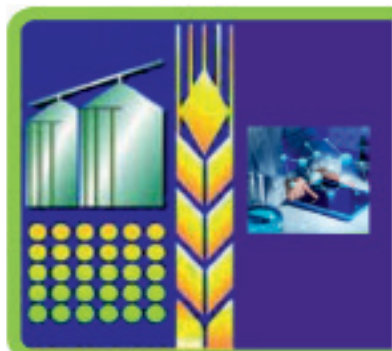
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гигиена содержания и кормления крупного рогатого скота* / А.Ф. Кузнецов, В.Г. Тюрин, В.Г. Семенов [и др.] – СПб.: Квадро, 2016. – 336 с. (Учебник для вузов. Специальная литература).
2. *Пассивный иммунитет: индикаторы и критерии оценки у новорожденных телят* / Ю.Н. Федоров, В.И. Ключкина, О.А. Богомолова [и др.] // *Ветеринария*. – 2022. – № 8. – С. 3–10.
3. *Курочкина Е.А.* Обмен веществ у высокопродуктивных коров при введении витаминно-минеральных болюсов пролонгированного действия // *Генетика и разведение животных*. – 2014. – № 1. – С. 29–32.
4. *Головань В.Т., Юрин Д.А., Кучерявенко А.В.* Использование витаминно-минеральных болюсов для коров и их влияние на потомство // *Труды ВИЭВ*. – 2018. – Т. 80, ч. 12. – С. 152–157.
5. *Макаревич Г.Ф.* Использование органических кислот в профилактике болезней молодняка крупного рогатого скота // *Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена "Знак Почёта" государственная академия ветеринарной медицины»*. – Витебск, 2019. – № 55 (1). – С. 62–67.
6. *Новиков С.В., Желобицкая Е.А.* Кормовая добавка диастатин для нормализации пищеварения у телят и поросят // *Ветеринария*. – 2021. – № 6. – С. 61–64.
7. *Василевич Ф.И., Бачинская В.М., Дельцов А.А.* Влияние кормовой добавки на основе белкового гидролизата на клинический статус телят // *Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии*. – 2020. – № 3 (35). – С. 359–364.
8. *Крапивина Е.В., Зайцев В.В., Алексеева Л.В.* Физиологические изменения в гемостазе у телят и поросят, оказавшихся в неблагоприятных условиях среды при применении катозала // *Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана*. – 2023. – Т. 253 (1). – С. 140–146.
9. *Эффективность профилактики желудочно-кишечных заболеваний новорожденных телят* / А.П. Овсянников, Д.Д. Хайруллин, Н.Ф. Садыков [и др.] // *Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана*. – 2023. – Т. 253 (1). – С. 210–214.
10. *Повышение иммунокомпетентных свойств молозива коров и пассивного иммунитета телят* / Е.П. Симурзина, В.Г. Семенов, Д.А. Никитин [и др.] // *Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана*. – 2023. – Т. 253 (1). – С. 227–234.

REFERENCES

1. Kuznetsov A.F., Tyurin V.G., Semenov V.G., Sofronov V.G., Dementiev E.P., Rozhkov K.A. *Gigiena sodержaniya i kormleniya krupnogo rogatogo skota* (Hygiene of keeping and feeding cattle), St. Petersburg: Kvadro LLC, 2016, P. 336, Textbook for universities. Special literature.

2. Fedorov Yu.N., Klyukina V.I., Bogomolova O.A., Romanenko M.N., Tsarkova K.N., Veterinariya, 2022, No. 8, pp. 3–10. (In Russ.)
3. Kurochkina E.A. Genetika i razvedenie zivotnyh, 2014, No. 1, p. 29–32. (In Russ.)
4. Golovan V.T., Yurin D.A., Kucheryavenko A.V., Trudy VIEV, 2018, Vol. 80, part 12, pp. 152–157. (In Russ.)
5. Makarevich G.F. Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya, Vitebskaya ordena "Znak Pochyota" gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny, Vitebsk, 2019, No. 55 (1), pp. 62–67. (In Russ.)
6. Novikov S.V. Veterinariya, 2021, No. 6, pp. 61–64. (In Russ.)
7. Vasilevich F.I., Bachinskaya V.M., Deltsov A.A., Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ekologii, 2020, No. 3 (35), pp. 359–364. (In Russ.)
8. Krapivina E.V., Zaitsev V.V., Alekseeva L.V., Uchenye zapiski KGAVM im. N.E. Baumana, 2023, Vol. 253 (1), pp. 140–146. (In Russ.)
9. Ovsyannikov A.P., Khairullin D.D., Sadykov N.F., Zinnatov F.F., Valiullina D.F., Girfanov A.I., Uchenye zapiski KGAVM im. N.E. Baumana, 2023, Vol. 253 (1), pp. 210–214. (In Russ.)
10. Simurzina, E.P., Semenov V.G., Nikitin D.A., Karaulov R.S., Semenov A.A., Semenova A.P., Uchenye zapiski KGAVM im. N.E. Baumana, 2023, Vol. 253 (1), pp. 227–234. (In Russ.)



ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВЕДЕНИЯ И СЕЛЕКЦИИ: БИОТЕХНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

GENETIC BASES OF BREEDING AND SELECTION: ANIMAL BIOTECHNOLOGY

УДК 636.03: 579.62

DOI:10.31677/2311-0651-2023-41-3-31-38

ИЗУЧЕНИЕ МЕТАГЕНОМА СПЕРМЫ БЫКОВ

С.П. Яцентюк, кандидат биологических наук

Всероссийский государственный центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор)

E-mail: pcr-lab@vgnki.ru

Ключевые слова: сперма быков, метабеном, ДНК, микробиом, секвенирование нового поколения, биоразнообразии, качество спермопродукции.

Реферат. Целью работы было получение информации о микробных сообществах спермы быков, используемой для искусственного осеменения. Исследования 10 образцов криоконсервированной спермы быков, полученной в отечественном племенном хозяйстве, и 24 импортированных спермодоз проводили с использованием технологии секвенирования нового поколения на платформе Illumina Miseq. Для биоинформатического анализа использовали пакет программ QIIME2. Полученные данные полногеномного секвенирования показали невысокий уровень биоразнообразия исследованных образцов. Определены значения индексов разнообразия для двух групп образцов: спермы отечественных и иностранных быков. Значение индекса Шеннона составило $1,40 \pm 0,12$ и $1,30 \pm 0,08$ для каждой группы образцов соответственно. Расчет *t*-критерия Стьюдента показал отсутствие статистически значимых различий параметров α -биоразнообразия между этими группами. В образцах выявлено до 19 известных типов бактерий, из них только *Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Fusobacteria*, *Bacteroidetes*, *Actinobacteria* и *Temericutes* присутствовали с частотой выше 5 %. В образцах спермы российских быков преобладали типы *Fusobacteria* и *Firmicutes*. В сперме иностранных быков преобладающим типом являлись *Proteobacteria*. Из детектированных в сперме 18 классов бактерий генетический материал 11 классов обнаружен хотя бы в одном из образцов с частотой, превышающей 5 %. В образцах российских быков выявлено до 13, а иностранных – до 15 родов бактерий с содержанием генетического материала выше 1 %. Преобладающим родом для образцов спермы отечественных быков был *Fusobacterium*, для иностранных – неидентифицированный род порядка *Clostridiales*. Отмечено присутствие в образцах представителей родов *Campylobacter* и *Pseudomonas*. Обсуждается возможная связь наличия определенных таксонов бактерий с морфофункциональными показателями качества спермы быков.

STUDY OF THE SPERM MICROBIOME OF BULLS USING METAGENOMIC ANALYSIS

S.P. Yatsentyuk, PhD in Biological Sciences

All-Russian State Center for Quality and Standardization of Veterinary Drugs and Feeds of the Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance (Rosselkhoz nadzor)

Keywords: bull sperm, metagenome, DNA, microbiome, next-generation sequencing, biodiversity, sperm quality.

Abstract. *The study aimed to obtain information about the microbial communities in bull sperm, which is used for artificial insemination. The research included ten samples of cryopreserved bull sperm obtained from domestic breeding farms and 24 imported sperm samples. Next-generation sequencing technology on the Illumina Miseq platform was used for the analysis. Bioinformatics analysis was performed using the QIIME2 software package. The obtained whole-genome sequencing data showed a low level of biodiversity in the analysed samples. Diversity index values were determined for two groups of samples: sperm from domestic and foreign bulls. The Shannon index values were 1.40 ± 0.12 and 1.30 ± 0.08 for each group, respectively. Student's t-test calculations indicated no statistically significant differences in the α -biodiversity parameters between these groups. Up to 19 known bacterial types were detected in the samples, with only Proteobacteria, Firmicutes, Fusobacteria, Bacteroidetes, Actinobacteria, and Tenericutes present at frequencies exceeding 5%. Fusobacteria and Firmicutes dominated Russian bull sperm samples, while the predominant type in foreign bull sperm was Proteobacteria. Of the 18 detected bacterial classes, genetic material from 11 classes was found in at least one of the samples at a frequency exceeding 5%. Russian bull samples contained up to 13 genera of bacteria with genetic material above 1%, while foreign bull samples contained up to 15 genera. The predominant genus for domestic bull sperm samples was Fusobacterium, while for alien bull sperm, it was an unidentified genus of the Clostridiales order. The presence of representatives from the Campylobacter and Pseudomonas genera was also noted in the samples. Possible associations between the presence of specific bacterial taxa and morphofunctional indicators of bull sperm quality are discussed.*

По мере накопления информации о микробиоме различных систем крупного рогатого скота растет понимание того, какое влияние оказывают нормальные микробные сообщества на здоровье животных и как изменения микробиома воздействуют на такие качества, как продуктивность, фертильность и устойчивость к инфекциям. В последнее десятилетие идет накопление информации о метагеноме рубца крупного рогатого скота, изучается микробный состав молока здоровых и маститных коров [1–3]. При изучении микробиома репродуктивных органов коров была выявлена корреляция между составом микробиома и нарушениями репродуктивного здоровья [4–7]. Микробному сообществу, населяющему органы репродукции и сперму быков, уделялось значительно меньше внимания, первые публикации стали появляться лишь в последние 2 – 3 года. Отдельные исследования показали, что бактерии в сперме могут негативно влиять на сперматозоиды, вызывая снижение их подвижности, а также увеличение частоты агрегации [8, 9]. Недавние исследования показали, что присутствие бактерий в сперме встречается относительно часто, в том числе у быков с нормальными параметрами спермы, и следует предположить, что сперма имеет свою собственную специфическую микрофлору. Одной из причин нарушения подвижности сперматозоидов могут быть изменения в составе микробного сообщества, а специфическая бактериальная флора является необходимой для нормального функционирования сперматозоидов [10, 11].

Появление новых технологий секвенирования ДНК позволяет выявлять в образце наличие генетического материала как культивируемых, так и некультивируемых видов бактерий, оценивать представленность таксонов различного ранга, т.е. проводить метагеномные исследования. Метагеномом называют совокупность геномов и генов микроорганизмов в исследуемом образце, чаще всего имея в виду совокупность бактерий [5, 12]. Сбор информации о метагеноме спермы позволит прояснить сложную систему взаимосвязей между представителями микробного сообщества и сперматозоидами и понять влияние микроорганизмов разных групп на морфофункциональные качества сперматозоидов. Идентификация бактерий также может привести к изменениям использования антибиотиков в средах для разбавления спермы [13].

Целью настоящей работы было получение информации о составе микробных сообществ образцов криоконсервированной спермы быков, используемой для искусственного осеменения.

Для исследований были отобраны 34 образца криоконсервированной спермопродукции: 10 образцов спермы быков из отечественного племенного хозяйства, расфасованных в облицованные гранулы, и 24 спермодозы разных быков из иностранных племенцентров. ДНК из образцов выделяли с помощью набора QIAamp DNA Mini Kit (QIAGEN), концентрацию выделенной ДНК измеряли на флуориметре Quantus (Promega) с использованием набора реагентов QuantiFluor®ONE dsDNA System (Promega). Библиотеку для метагеномных исследований готовили с использованием набора реактивов Nextera XT по инструкции производителя № 15044223 16S Metagenomic Sequencing Library Preparation. Парно-концевое секвенирование 2•300 п.н. проводили на платформе Illumina Miseq с использованием набора реагентов MiSeq 600v3 Reagent Kit в соответствии с инструкцией Illumina Experiment Manager. User Guide (#15031335v05). Для биоинформатического анализа при метагеномных исследованиях использовали встроенное программное обеспечение Illumina Metagenomics 16S rRNA, версия 2.6.2.3, а также пакет программ QIIME2. Выравнивание полученных фрагментов ДНК выполнялось с помощью программы VSEARCH с использованием следующих параметров: идентичность 97 %, покрытие 95 %. При оценке результатов метагеномных исследований рассчитывали индексы Шеннона и Симпсона, характеризующие α -биоразнообразие. Расчет проводили с использованием интернет-ресурса [14].

Полученные данные полногеномного секвенирования показали невысокую бактериальную обсемененность образцов по сравнению с традиционно анализируемыми образцами животного происхождения, такими как, например, кишечник или образцы фекалий. Среднее значение индекса видового разнообразия Шеннона образцов спермы быков из отечественного племенного центра составило $1,40 \pm 0,12$, а образцов спермы иностранных быков – $1,30 \pm 0,08$, значения индекса Симпсона – $0,30 \pm 0,04$ и $0,31 \pm 0,03$ соответственно. Расчет t-критерия Стьюдента показал отсутствие статистически значимых различий параметров α -биоразнообразия между пробами из отечественных и иностранных племенных центров.

В образцах выявлено до 19 известных типов бактерий, однако, согласно проведенному филогенетическому анализу (рис. 1), таксономический состав микробного сообщества образцов спермы быков сформирован преимущественно представителями 6 типов (Proteobacteria, Firmicutes, Fusobacteria, Bacteroidetes, Actinobacteria, Tenericutes), которые определены хотя бы в одном из исследованных образцов с частотой выше 5 %.

Пять из шести выявленных в нашей работе доминирующих типов: Proteobacteria, Firmicutes, Actinobacteria, Bacteroidetes и Fusobacteria – были ранее обнаружены в составе микробиоты семенной плазмы человека. Сходный состав был получен и при исследованиях спермы быков, но в отличие от данных, полученных при анализе микробиома свежеполученной спермы здоровых быков голштино-фризской породы, в микробиоме анализируемых нами образцов значительно меньше представлены Actinobacteria [12]. При этом в нашей работе в 76,5 % спермодоз были выявлены Tenericutes, не выявленные в образцах в исследовании словацких коллег [12], относительное содержание последовательностей которых в отдельных образцах достигало 18 %.

Анализ на уровне классов показал наличие в спермодозах 18 различных классов бактерий, но генетический материал только 11 из них обнаружен хотя бы в одном из образцов с частотой, превышающей 5 % (рис. 2).

Анализ двух отдельных групп образцов – спермы из отечественных и иностранных племенных хозяйств – показал четкие различия во встречаемости основных представителей бактериальной микрофлоры. В образцах спермы российских быков преобладающими типами были Fusobacteria и Firmicutes. На третьем месте по частоте были представлены Bacteroidetes. В сперме иностранных быков при этом в 87,5 % образцов преобладающим типом были представители Proteobacteria.

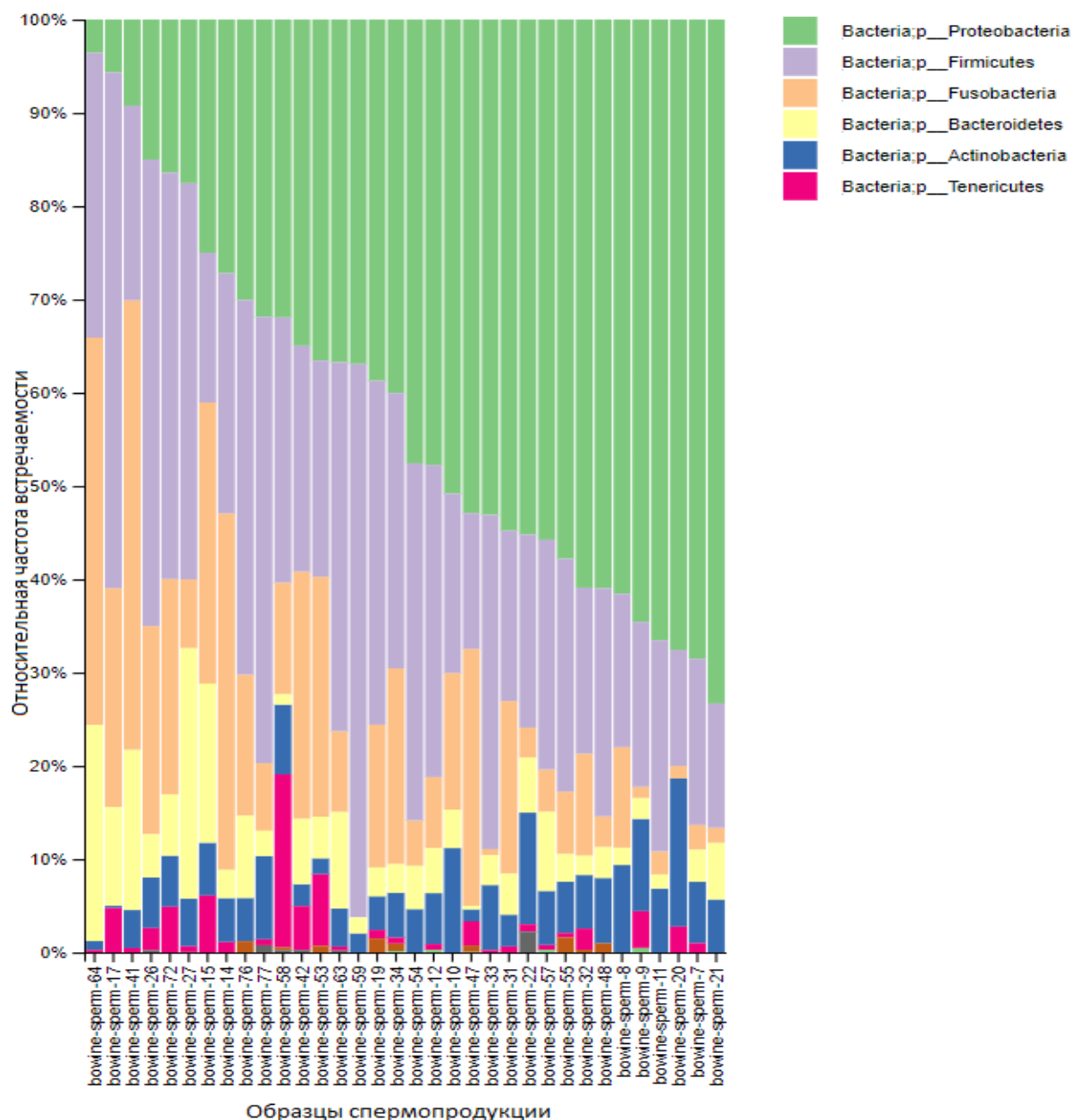


Рис. 1. Относительная представленность типов бактерий в анализируемых образцах криоконсервированной спермы быков

Fig. 1. Relative Abundance of Bacterial Types in Analyzed Cryopreserved Bull Sperm Samples

Различалось в отечественных и иностранных образцах и разнообразие на уровне родов. Так, в образцах российских быков зафиксировано в среднем 13, а в образцах иностранных быков – 15 родов бактерий с содержанием выше 1 %. В 7 из 10 проанализированных образцов от отечественных животных преобладающим родом в микробном сообществе был *Fusobacterium*, содержание последовательностей генома которого колебалось от 18,85 до 37,91 %. При этом род *Fusobacterium* доминировал только в 5 из 24 образцов от иностранных быков. На втором месте по частоте встречаемости во всех образцах был неидентифицированный род порядка Clostridiales с содержанием от 16,79 до 27,55 %. Третьим родом, встречающимся в большинстве образцов, был *Campylobacter*. Его содержание в сперме российских быков варьировало 5,99 до 9,68 %, а в образцах иностранных быков – от 1,55 до 23,7 %. Анализ полученных фрагментов генома позволил идентифицировать вид *Campylobacter ureolyticus*, который встречался в обеих группах образцов.

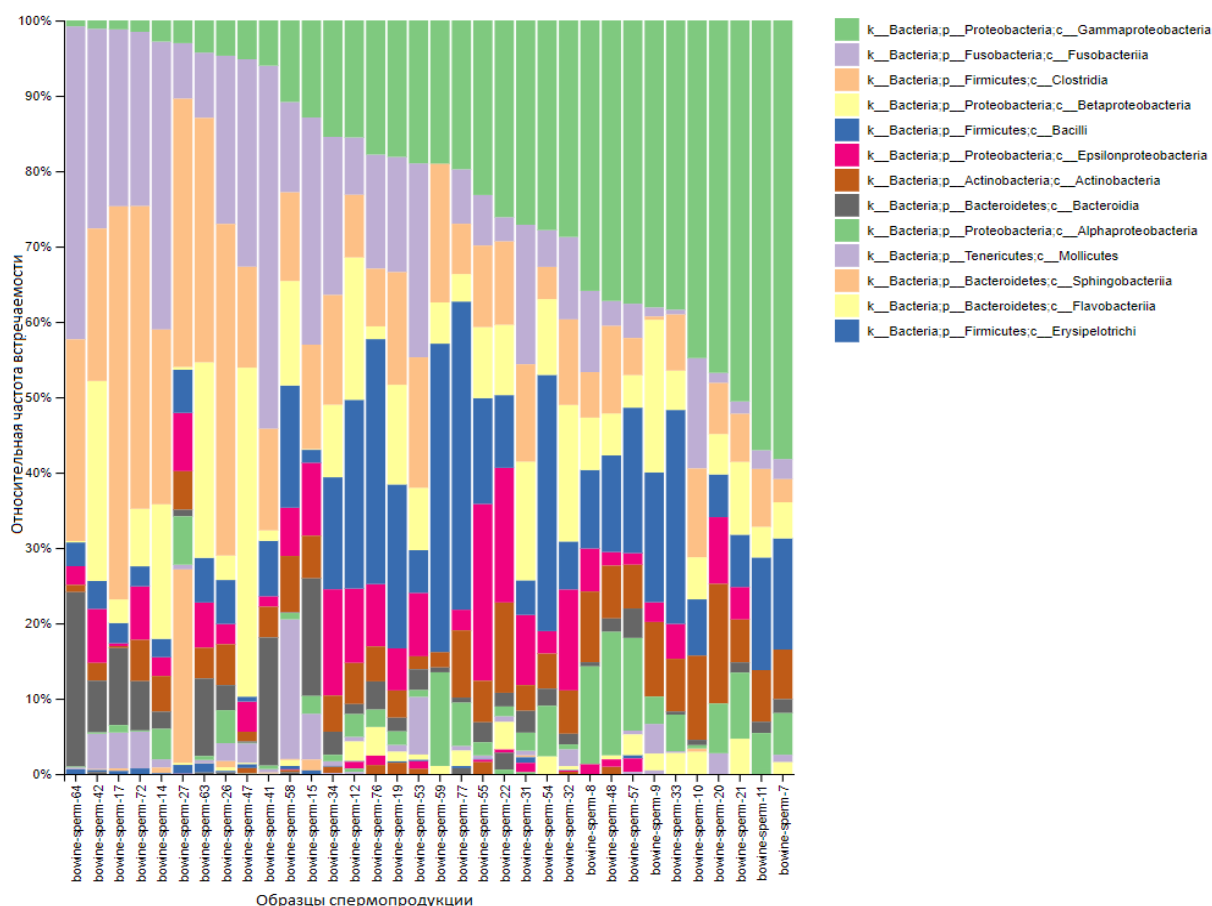


Рис. 2. Относительная представленность классов бактерий в анализируемых образцах криоконсервированной спермы быков

Fig. 2. Relative Abundance of Bacterial Classes in Analyzed Cryopreserved Bull Sperm Samples

Проведенный в работе, опубликованной в 2022 г., анализ встречаемости и сочетаний микроорганизмов в сперме быков с удовлетворительными и неудовлетворительными морфофункциональными показателями показал, что представители родов *Campylobacter* и *Fusobacterium* наиболее часто встречаются в образцах, характеризующихся аномальными показателями спермограммы [11]. В своей работе авторы акцентируют внимание на синергетической связи микроорганизмов родов *Campylobacter* и *Fusobacterium* с другими членами микробного сообщества, отмечая симбиотическое взаимодействие между представителями рода *Fusobacterium* и такими бактериями, как *Prevotella*, *Bacteroidetes* и *Trueperella*, выраженное в стимуляции фузобактериями пролиферации других бактерий за счет предоставления факторов роста и ослабления защиты организма-хозяина высвобождением белков-токсинов [11].

Согласно полученным нами результатам, нуклеотидные последовательности *Fusobacterium* были выявлены в 94 % образцов в сочетании с наибольшим количеством таксонов бактерий, что согласуется с предположением, что представители рода *Fusobacterium* являются активным членом семенного микробиома и могут оказывать влияние на качество спермы.

Кроме перечисленных выше родов микроорганизмов, в образцах спермы разных быков в нашей работе были выявлены следующие представители с содержанием последовательностей выше 1 %: *Pseudomonas* (в 64,7 % образцов), *Micrococcus* (44,1 %), *Prevotella* (38,2 %), *Oligella* (35,2 %), *Streptococcus* (26,5 %).

При проведенном анализе микробиома спермы человека в ранее опубликованных работах [10, 15] было отмечено, что преобладание представителей *Pseudomonas* и *Prevotella* коррели-

рует с аномальными параметрами качества спермы, влияние этих микроорганизмов на качество спермы крупного рогатого скота еще предстоит определить.

В нашем исследовании микроорганизмы рода *Prevotella* с содержанием последовательностей генома выше 5 % встречались исключительно в образцах спермы российских быков, а представители рода *Pseudomonas* в этих образцах выявлены не были. При этом в 9 из 24 проанализированных образцов импортированной спермы содержание генетического материала *Pseudomonas* было достаточно высоким и варьировало от 16,25 до 37,06 %. Биоинформатическая оценка на уровне вида показала, что в образцах присутствовали последовательности *P. stutzeri* и *P. mendocina*. Эти виды часто выделяют из почвы, навоза, сточных вод, их также описывали при анализе госпитальной микрофлоры [16, 17]. Возможно, высокая частота встречаемости этих видов в образцах связана с особенностями отбора спермы у быков и дальнейшей подготовки спермодоз. Полученная в нашей работе информация о микробиоме спермы в целом согласуется с выводами о низком качестве спермопродукции, используемой на территории России [18]. Оценивая полученные результаты, необходимо учитывать, что на состав микробиома криоконсервированной спермопродукции также влияет иммунный статус быка и микробный состав других систем органов животного, а также соблюдение санитарно-гигиенических норм при отборе спермы, ее подготовке, разбавлении и фасовке.

Таким образом, опубликованные в последнее время научные исследования показывают интерес ученых к микробным сообществам спермы крупного рогатого скота и подтверждают перспективность использования метагеномных исследований для изучения влияния микроорганизмов на морфофункциональные параметры спермы. Проведенный в нашей работе метагеномный анализ показал низкий уровень биоразнообразия и неоднородность состава микробного сообщества в образцах спермопродукции. Выявлены различия в представленности доминирующих типов бактерий в отечественной и иностранной спермопродукции.

Автор выражает благодарность сотрудникам ФГБУ «ВГНКИ» В.Д. Гордеевой, Е.В. Крыловой и С.М. Боруновой за консультации и помощь в подготовке статьи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Culture-independent* exploration of the teat apex microbiota of dairy cows reveals a wide bacterial species diversity / G. Braem, S. De Vliegher, B. Verbist [et al.] // *Vet Microbiol.* – 2012. – Jun 15, Vol. 157 (3-4). – P. 383–90. – DOI: 10.1016/j.vetmic.2011.12.031.
2. *Metagenomic* deep sequencing reveals association of microbiome signature with functional biases in bovine mastitis / M.N. Hoque, A. Istiaq, R.A. Clement [et al.] // *Sci Rep.* – 2019. – Vol. 9 (1). – P. 13536. – DOI: 10.1038/s41598-019-49468-4.
3. *Whole* rumen metagenome sequencing allows classifying and predicting feed efficiency and intake levels in cattle / B. Delgado, A. Bach, I. Guasch [et al.] // *Sci Rep.* – 2019. – Vol. 9. – P. 11–23. – <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36673-w>.
4. Santos T.M, Bicalho R.C. Diversity and succession of bacterial communities in the uterine fluid of postpartum metritic, endometritic and healthy dairy cows // *PLoS One.* – 2012. – Vol. 7. – P. 53048.
5. *Interrogating* the bovine reproductive tract metagenomes using culture-independent approaches: a systematic review / C.T. Ong, C. Turni, P.J. Blackall [et al.] // *Anim Microbiome.* – 2021. – Jun 9, Vol. 3 (1). – P. 41. – DOI: 10.1186/s42523-021-00106-3.
6. *Investigation* of postpartum dairy cows' uterine microbial diversity using metagenomic pyrosequencing of the 16S rRNA gene / V.S. Machado, G. Oikonomou, M.L. Bicalho [et al.] // *Vet Microbiol.* – 2012. – Vol. 159. – P. 460–469.
7. *Vaginal* microbial communities from synchronized heifers and cows with reproductive disorders / C. Gonzalez Moreno, C Fontana., P.S. Cocconcelli [et al.] // *J Appl Microbiol.* – 2016. – Vol. 121. – P. 232–241.

8. *The presence of bacteria species in semen and sperm quality* / E. Moretti, S. Capitani, N. Figura [et al.] // J Assist Reprod Gen. – 2009. – Vol. 26. – P. 47–56.
9. *Repression of common bull sperm flora and in vitro impairment of sperm motility with Pseudomonas aeruginosa introduced by contaminated lubricant* / I. Smole, A. Thomann, J. Frey, V. Perreten // Reprod Domest Anim. – 2010. – Vol. 45. – P. 737–742.
10. *Sperm Microbiota and Its Impact on Semen Parameters* / D. Baud, C. Pattaroni, N. Vulliemoz [et al.] // Front Microbiol. – 2019. – Feb 12, Vol. 10. – P. 234.
11. *Composition and diversity of the seminal microbiota in bulls and its association with semen parameters* / J.H. Koziol, T. Sheets, C.L. Wickware, T.A. Johnson // Theriogenology. – 2022. – Apr 1, Vol. 182, P. 17–25.
12. *Core Microbiome of Slovak Holstein Friesian Breeding Bulls' Semen* / J. Medo, J. Žiarovská, M. Ďuračka [et al.] // Animals (Basel). – 2021. – Nov 22, Vol. 11 (11). – P. 3331.
13. *Identification of Bull Semen Microbiome by 16S Sequencing and Possible Relationships with Fertility* / A. Cojkic, A. Niazi, Y. Guo [et al.] // Microorganisms. – 2021. – Nov 25, Vol. 9 (12), P. 2431.
14. *The Tanner M. Young Biodiversity Calculator [Электронный ресурс]* – URL: <https://www.alyoung.com/labs/biodiversity-calculator.html> (дата обращения: 25.03.2022).
15. *Bacterial communities in semen from men of infertile couples: metagenomic sequencing reveals relationships of seminal microbiota to semen quality* / S.L. Weng, C.M. Chiu, F.M Lin. [et al.] // PLoS One. – 2014. – Oct 23, Vol. 9 (10). – P. 110152.
16. *Pseudomonas mendocina Bacteremia: A Case Study and Review of Literature* / M. Gani, S. Rao, M. Miller, S. Scoular // Am J Case Rep. – 2019. – Apr. 5, Vol. 20. – P. 453–458.
17. *Федотова Т.А., Шестаков А.Г., Васильев Д.А. Изучение биологических свойств бактерий вида Pseudomonas stutzeri* // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2019. – № 3 (47). – С. 116–123.
18. *Борунова С.М. Комплексная оценка морфофункциональных и микробиологических показателей половых клеток быков-производителей: дис. ... д-ра биол. наук.* – М., 2019. – 379 с.

REFERENCES

1. Braem G., Vlieghe S.D., Verbist B., Heyndrickx M., Leroy F., Vuyst L.D., Culture-independent exploration of the teat apex microbiota of dairy cows reveals a wide bacterial species diversity, Vet Microbiol, 2012, Jun 15, Vol. 157 (3-4), pp. 383–90, DOI: 10.1016/j.vetmic.2011.12.031.
2. Hoque M.N., Istiaq A., Clement R.A., Sultana M., Crandall K.A., Siddiki A.Z., Hossain M.A., Metagenomic deep sequencing reveals association of microbiome signature with functional biases in bovine mastitis, Sci Rep, 2019, Vol. 9 (1), P. 13536, DOI: 10.1038/s41598-019-49468-4.
3. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-36673-w>.
4. Santos T.M, Bicalho R.C., Diversity and succession of bacterial communities in the uterine fluid of postpartum metritic, endometritic and healthy dairy cows, PLoS One, 2012, Vol. 7, P. 53048.
5. Ong C.T., Turni C., Blackall P.J., Boe-Hansen G., Hayes B.J., Tabor A.E., Interrogating the bovine reproductive tract metagenomes using culture-independent approaches: a systematic review, Anim Microbiome, 2021, Jun 9, Vol. 3 (1), P. 41, DOI: 10.1186/s42523-021-00106-3.
6. Machado V.S., Oikonomou G., Bicalho M.L., Knauer W.A., Gilbert R., Bicalho R.C., Investigation of postpartum dairy cows' uterine microbial diversity using metagenomic pyrosequencing of the 16S rRNA gene, Vet Microbiol, 2012, Vol. 159, pp. 460–469.
7. Gonzalez Moreno C., Fontana C., Cocconcelli P.S., Callegari M.L., Otero M.C., Vaginal microbial communities from synchronized heifers and cows with reproductive disorders, J Appl Microbiol, 2016, Vol. 121, pp. 232–241.
8. Moretti E., Capitani S., Figura N., Pammolli A., Federico M.G., Giannerini V., Collodel G., The presence of bacteria species in semen and sperm quality, J Assist Reprod Gen, 2009, Vol. 26, pp. 47–56.
9. Smole I., Thomann A., Frey J., Perreten V., Repression of common bull sperm flora and in vitro impairment of sperm motility with Pseudomonas aeruginosa introduced by contaminated lubricant, Reprod Domest Anim, 2010, Vol. 45, pp. 737–742.

10. Baud D., Pattaroni C., Vulliemoz N., Castella V., Marsland B.J., Stojanov M., Sperm Microbiota and Its Impact on Semen Parameters, *Front Microbiol*, 2019, Feb 12, Vol. 10, P. 234.
11. Koziol J.H., Sheets T., Wickware C.L., Johnson T.A., Composition and diversity of the seminal microbiota in bulls and its association with semen parameters, *Theriogenology*, 2022, Apr 1, Vol.182, pp. 17–25.
12. Medo J., Žiarovská J., Ďuračka M., Tvrďá E., Baňas Š., Gábor M., Kysel' M., Kačániová M., Core Microbiome of Slovak Holstein Friesian Breeding Bulls' Semen, *Animals (Basel)*, 2021, Nov 22, Vol. 11 (11), P. 3331.
13. Cojkić A., Niazi A., Guo Y., Hallap T., Padrik P., Morrell J.M., Identification of Bull Semen Microbiome by 16S Sequencing and Possible Relationships with Fertility, *Microorganisms*, 2021, Nov 25, Vol. 9 (12), P. 2431.
14. The Tanner M. Young Biodiversity Calculator, available at: <https://www.alyoung.com/labs/biodiversity-calculator.html> (March 25, 2022).
15. Weng S.L., Chiu C.M., Lin F.M., Huang W.C., Liang C., Yang T., Yang T.L., Liu C.Y., Wu W.Y., Chang Y.A., Chang T.H., Huang H.D. Bacterial communities in semen from men of infertile couples: metagenomic sequencing reveals relationships of seminal microbiota to semen quality, *PLoS One*, 2014, Oct 23, Vol. 9 (10), P. 110152.
16. Gani M., Rao S., Miller M., Scoular S., *Pseudomonas mendocina* Bacteremia: A Case Study and Review of Literature, *Am J Case Rep*, 2019, Apr 5, Vol. 20, pp. 453–458.
17. Fedotova T.A., Shestakov A.G., Vasil'ev D.A., *Vestnik Ul'yanovskoj GSKHA*, 2019, No. 3 (47) pp. 116–123. (In Russ.)
18. Borunova S.M. Kompleksnaya ocenka morfofunkcional'nyh i mikrobiologicheskikh pokazatelej polovyh kletok bykov-proizvoditelej (Comprehensive assessment of morphofunctional and microbiological parameters of germ cells of breeding bulls), Doctor's thesis of Biological Sciences, Moscow, 2019, 379 p. (In Russ.)



ПАТОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ, МОРФОЛОГИЯ,
ФИЗИОЛОГИЯ, ФАРМАКОЛОГИЯ
И ТОКСИКОЛОГИЯ

ANIMAL PATHOLOGY, MORPHOLOGY,
PHYSIOLOGY, PHARMACOLOGY
AND TOXICOLOGY

УДК 579.852.13:631.523.11

DOI:10.31677/2311-0651-2023-41-3-39-51

**ПАТОГЕННЫЕ ВИДЫ КЛОСТРИДИЙ И ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ К
АНТИБИОТИКАМ, ФАКТОРЫ ВИРУЛЕНТНОСТИ И ГЕНОМНЫЕ ОСОБЕННОСТИ**

Н.А. Безбородова, кандидат ветеринарных наук

О.В. Соколова, доктор ветеринарных наук

В.В. Кожуховская, младший научный сотрудник

О.Г. Томских, кандидат ветеринарных наук

Е.В. Печура, доктор ветеринарных наук

М.А. Суздальцева, кандидат ветеринарных наук

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения

Российской академии наук

E-mail: n-bezborodova@mail.ru

Ключевые слова: клостридии, гены резистентности, гены мутации, биопленки, геномные особенности, патогенность, вирулентность, антимикробные препараты, инфекционные заболевания, анаэробные бактерии.

Реферат. *Приведены научные данные о разнообразии видов опасных клостридий вызывающих инфекционные заболевания у сельскохозяйственных животных. Современные знания о факторах патогенности и вирулентности клостридий, их вредном воздействии на организм высокопродуктивных животных. Представлена информация о анаэробных бактериях, обладающих свойствами образовывать капсулы и биопленочные структуры, которые являются важными детерминантами вирулентности, блокирующими действие иммунных систем макроорганизма, антибактериальных препаратов и различных дезинфицирующих веществ. Данные о фенотипической и молекулярно-генетической устойчивости таких значимых клостридий, как *C. perfringens*, *C. difficile*, встречающиеся в опубликованных результатах исследований, представлены в таблицах, а актуальная информация о детерминантах вирулентности выявленных у *C. septicum*, *C. sordellii*, *C. sporogenes*, *C. tetani* из разных биологических материалов, от разных животных, представлена в тексте статьи. Описаны механизмы устойчивости к антибиотикам, измененная экспрессия окислительно-восстановительных белков, ДНК-восстановление, гены мутации, отвечающие за резистентность к антибиотикам, образование биопленок и наличие матрикса, затрудняющего проникновение антимикробных агентов в бактерии, и их распространенность среди патогенных клостридий во всем мире. Отображены современные доступные методы терапии и противомикробные препараты как альтернатива терапевтическим средствам, применяемым для лечения заболеваний у человека, животных и птиц, вызванных клостридиями.*

**PATHOGENIC SPECIES OF CLOSTRIDIA AND THEIR ANTIBIOTIC RESISTANCE,
VIRULENCE FACTORS, AND GENOMIC FEATURES**

N.A. Bezborodova, PhD in Veterinary Sciences

O.V. Sokolova, Doctor of Veterinary Sciences

V.V. Kozhukhovskaya, Junior Researcher
O.G. Tomskikh, PhD in Veterinary Sciences
E.V. Pechura, Doctor of Veterinary Sciences
M.A. Suzdal'tseva, PhD in Veterinary Sciences

Ural Federal Agricultural Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Keywords: clostridia, resistance genes, mutation genes, biofilms, genomic features, pathogenicity, virulence, antimicrobial agents, infectious diseases, anaerobic bacteria.

Abstract. *Scientific data on the diversity of dangerous clostridia species causing infectious diseases in farm animals are presented. Current knowledge about the pathogenicity and virulence factors of clostridia and their harmful effects on the organisms of highly productive animals. Information is provided on anaerobic bacteria that can form capsules and biofilm structures, which are important determinants of virulence that block the action of the immune systems of macroorganisms, antibacterial agents, and various disinfectants. Data on the phenotypic and molecular-genetic stability of such significant clostridia as C. perfringens and C. difficile, found in published research results, are presented in tables. Current information on the determinants of virulence identified in C. septicum, C. sordellii, C. sporogenes, and C. tetani from various biological materials from different animals is presented in the article. Mechanisms of resistance to antibiotics, altered expression of redox proteins, DNA repair, mutation genes responsible for antibiotic resistance, formation of biofilms, and the presence of a matrix that hinders the penetration of antimicrobial agents into bacteria are described, as well as their prevalence among pathogenic clostridia worldwide. Modern available therapy methods and antimicrobial agents are outlined as an alternative to therapeutic agents used to treat diseases in humans, animals, and poultry caused by clostridia.*

Род *Clostridium* включает группу микроорганизмов, многие из которых являются опасными для животных и человека. Большинство из них являются нормальными обитателями почвы, фекалий и желудочно-кишечного тракта.

В настоящее время известно более 204 видов клостридий и лишь некоторые из них обладают токсигенностью и патогенностью для человека и животных. Отдельные виды самостоятельно не могут вызывать заболевания, но в ассоциации с другими анаэробными и аэробными бактериями осложняют инфекцию. К патогенным видам относятся *C. botulinum*, *C. perfringens*, *C. chauvoei*, *C. septicum*, *C. haemolyticum*, *C. sordelli*, *C. sporogenes*, *C. tetani*, *C. histolyticum*, *C. novyi*. Возникающие клостридиальные инфекции приводят к экономическим потерям на сельскохозяйственных предприятиях, которые складываются из падежа, вынужденного убоя молодняка и взрослого поголовья, а также затрат на лечение и ликвидацию последствий вспышки заболевания [1, 2].

Основными факторами патогенности клостридий являются выделяемые ими экзотоксины и ферменты агрессии. Разные виды клостридий синтезируют разные экзотоксины, обладающие гемолитическим, некротизирующим и летальным действием [3, 4].

Патогенность является важным видовым признаком, влияет на специфику инфекционного процесса и всегда закреплена генетически. Вирулентность – степень патогенности (иногда используют как синоним патогенности), является индивидуальным фенотипическим признаком каждого отдельного клона микроорганизма. Высоковирулентные микроорганизмы в малых дозах могут вызывать заболевания даже у здоровых животных, а условно-патогенные приводят к развитию инфекционного процесса только при наличии ряда условий (низкий иммунный статус, большая инфицирующая доза агента, нарушение целостности кожных покровов, слизистой и т.п.). Вирулентность патогенных бактерий определяется адгезией, колонизацией, способностью формировать биопленки, пенетрацией, инвазией, агрессией и метаболической активностью [5].

Капсулы и биопленочные структуры бактерий являются важными детерминантами вирулентности, блокирующими действие иммунных систем инфицируемого организма, антибио-

тиков, различных дезинфектантов [6]. Микробы, образующие биопленки, вызывают 65 – 80% инфекций в связи с устойчивостью к внешним и физическим условиям окружающей среды, иммунным системам макроорганизма, бактериофагам и резистентностью к противомикробным препаратам [7].

В последние годы в связи с широким применением антибиотиков у жвачных животных резистентность клостридий к антибактериальным препаратам увеличивается с каждым днем, появляются полирезистентные штаммы, что приводит к постепенному росту заболеваемости клостридиозами жвачных. Это не только создает большие трудности в ветеринарной клинике, но и представляет серьезную угрозу безопасности продуктов питания для человека. В ноябре 2017 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) выпустила «Руководство по применению важных с медицинской точки зрения антибактериальных препаратов у сельскохозяйственных животных», в котором рекомендовалось свести к минимуму использование всех важных антибиотиков у жвачных животных и запретить антибактериальные препараты к применению для стимуляции роста сельскохозяйственных животных [4, 8-11]. В РФ был издан приказ Минсельхоза России от 18.11.2021 № 771 «Об утверждении перечня лекарственных препаратов, предназначенных для лечения инфекционных и паразитарных болезней животных, вызываемых патогенными микроорганизмами и условно-патогенными микроорганизмами, в отношении которых вводится ограничение на применение в лечебных целях, в том числе для лечения сельскохозяйственных животных».

Клостридии, как и все бактерии, имеют механизмы устойчивости к антибиотикам – приобретение генов устойчивости к антибиотикам путем переноса мобильных генетических элементов, селективное давление *in vivo*, приводящее к генным мутациям, измененная экспрессия окислительно-восстановительных белков, ДНК-восстановление, а также образование биопленки и наличие матрикса, затрудняющего проникновение антимикробных агентов в бактерии [6].

Известно, что бактерия *C. perfringens* продуцирует белковые токсины и способна превращаться в устойчивые к окружающей среде эндоспоры. Многие из токсинов кодируются конъюгативными плазмидами. Некоторые плазмиды кодируют детерминанты устойчивости к тетрациклину Tet(P) по локусу *tcp*. Также конъюгативные плазмиды способствуют распространению других мобильных резистентных интегративных мобилизуемых элементов устойчивости к хлорамфениколу (типизированные Tn4451), к бацитрацину, (типизированный ICESCp1), а также переносу последовательности вставки устойчивости к линкомицину (типизированную tISCpe8). Каждый из этих элементов обнаружен на конъюгативных плазмидах, которые тесно связаны с pCW3, что свидетельствует о том, что это большое семейство плазмид играет ключевую роль в распространении генов устойчивости к антибиотикам у *C. perfringens* [12].

Данные о фенотипической и молекулярно-генетической устойчивости *C. perfringens*, встречающиеся в опубликованных результатах исследований, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Данные о фенотипической и молекулярно-генетической устойчивости *C. perfringens*
 Data on phenotypic and molecular-genetic stability *C. perfringens*

№ п/п	Биологический материал	Резистентность к антимикробным препаратам	Виды генетических детерминант устойчивости <i>Cl. perfringens</i>	Авторы
1	2	3	4	5
1	Образцы фекалий от крупного рогатого скота и овец с симптомами диареи	Ванкомицин, цефамезин, метронидазол, бацитрацин	Гены устойчивости к хинолонам (<i>qnrD</i>), аминогликозидам (<i>aph</i>), сульфаниламидам (<i>sul1</i>), левомецетину (<i>floR</i>), бацитрацину (<i>bcrR</i>) и тетрациклинам (<i>tetM</i>)	Xiaoting W. et al., 2021 [8]

1	2	3	4	5
2	Образцы фекалий от цыплят и собак	Гентамицин, эритромицин, бацитрацин, тетрациклин	Гены устойчивости к эритромицину [erm (B), erm (Q), mef (A)], бацитрацину [bcrA, bcrB, bcrD, bcrR], тетрациклину [tetA (P), tetB (P), tet (M), tet (L), tet (K)], линкомицину [lnu (A), lnu (B)] и гентамицину [aac (3)-II, aac (6')-Ib, aac (6')-II, ant (3'')-I, aph (3')-VI, rmt B]	Anju K. et al., 2021 [13]
3	Сырая вода	-	Гены устойчивости к ванкомицину (vanRG, vanRI), пенициллинам (bla2), эритромицину (ermQ), тетрациклину tetB(P), триметоприму (dfrK), бацитрацину (bacA). Гены, кодирующие полипептиды и эффлюкс множественной лекарственной устойчивости (arIR, vgaB, merA)	Fourie J.C. et al., 2020 [14]
4	Образцы фекалий от овец и коз	Неомицин, тетрациклин, эритромицин	-	Mohiuddin M. et al., 2020 [15]
5	Смывы с клоаки уток и окружающей среды	Гентамицин, бацитрацин, линкомицин, тетрациклин	-	Xiu L. et al., 2020 [16]
6	Биоматериал от кур, свиней и коров	-	Гены устойчивости к тетрациклину tetA(P), tetB(P) и tetM	Park M. et al., 2019 [17]
7	Образцы животного происхождения (говядина, куриное мясо и сырое молоко)	Тетрациклин, линкомицин, энрофлоксацин, цефокситин, ампициллин, эритромицин	tet, lnu, qnr, bla и erm (B)	Bendary M.M. et al., 2022 [18]
8	Содержимое кишечника кур, голубей, верблюдов	Пенициллин, цефотаксим, цефокситин, цефтриаксон, клиндамицин, хлорамфеникол	Обнаружили ген AgNP, отвечающий за защитные системы типа quorum sensing (QS) и способность изолятов к образованию биопленок	Ahmed H.A. et al., 2022 [7]
9	Мазки из ран у пациентов	-	nim, tet W и Q, tet B, erm (A), erm (B)	Al-Shukri M.S. et al., 2021 [19]
10	Биоматериал от жеребят или собак с некротизирующим энтеритом	Бета-лактамы, пенициллины, ампициллины, клиндамицины, хлорамфениколы, метронидазол, тетрациклины	-	Mehdizadeh G.I., 2019 [20]
11	Биоматериал от крупного рогатого скота, пораженного злокачественным отеком	Метронидазол, ванкомицин, тетрациклины	[tetA (P), tetA408 (P), tetB (P) и tet M]	Holt H.M. et al., 2015 [21]
12	Источник не определен	-	Наличие генов устойчивости к тетрациклину tet и ген mprF, который кодирует бифункциональный мембранный белок	Raymond K. et al., 2017 [22]

Сравнительный анализ литературных данных о фенотипической устойчивости изолятов *S. perfringens*, выделенных из различного биологического материала, показал высокую их резистентность к бацитрацину, тетрациклину и эритромицину, что дополнительно подтверждалось наличием у них генетических детерминант устойчивости к антибиотикам (*bcr*, *tet*, *erm*). При этом исследователями были выявлены гены, кодирующие полипептиды и эффлюкс множественной лекарственной устойчивости (*arIR*, *vgaB*, *merA*), ген *AgNP*, отвечающий за защитные системы типа *quorum sensing* (QS) и способность изолятов к образованию биопленок.

Быстрая эволюция устойчивости еще одного патогена – *S. difficile* к антибиотикам и последующее влияние на профилактику и лечение инфекций вызывают озабоченность общественного здравоохранения. Антибиотикорезистентность *S. difficile* имеет многофакторную природу. Приобретение генетических элементов и изменение сайтов-мишеней антибиотиков, а также другие факторы, такие как вариации метаболических путей и образование биопленки, способствуют выживанию этого патогена в присутствии антибиотиков [23].

Бактерии при наличии биопленки обладают высокой вирулентностью и устойчивостью к множеству антибиотиков, что значительно сокращает возможность применения противомикробных препаратов. Таким образом, появившаяся у бактерий устойчивость к антибиотикам позволяет им лучше колонизировать макроорганизм, персистировать и рецидивировать, задействовав все аспекты инфекционного процесса [6, 24].

Механизмы устойчивости *S. difficile* к антибиотикам (ванкомицин, фидаксомицин и метронидазол) регулируются плазмидами *pCD-METRO*. Устойчивость к метронидазолу возникает за счет мутации *FeoB1*, которая снижает метаболизм флаводоксина и активацию метронидазола. Ген резистентности *IscR* влияет на активацию метронидазола и фидаксомицина, а ген *RpoB* снижает чувствительность к фидаксомицину и ванкомицину. Мутации двухкомпонентной системы *vanSR* обеспечивают конститутивную экспрессию *vanG*-подобного оперона, который способствует росту устойчивости к ванкомицину. Гены мутации *gugA* отвечают за устойчивость к фторхинолонам [24, 25].

Известно, что применение антибиотиков в профилактических целях или при возникновении инфекции вызывает серьезные и непредсказуемые нарушения резидентного микробиома. Изменения в разнообразии и относительной численности видов в микробиоме снижают возможность колонизации в толстой кишке, позволяя *S. difficile* развиваться [24]. Кроме того, недавние исследования показали, что вероятность заражения макроорганизма *S. difficile* увеличилась на 12,8 % с момента применения антибиотиков, а также зависела от вида используемого препарата и от пути введения. При этом риск в наибольшей степени был связан с применением антибиотиков широкого спектра действия (цефалоспорины, карбапенемы, фторхинолоны и клиндамицин) [26].

Успех *S. difficile* как патогена неразрывно связан с его способностью противостоять антибиотикам. Геном *S. difficile* длиной 4,29 млн п.н. (пар нуклеотидов) продемонстрировал необычайную способность приобретать устойчивость к множеству антибиотиков, включая аминогликозиды, тетрациклины, эритромицин, клиндамицин, бета-лактамы и цефалоспорины. [27]. Эта множественная лекарственная устойчивость являлась основой для развития желудочно-кишечных заболеваний среди людей в начале тысячелетия, в дополнение к появлению новых штаммов, подчеркивающих важность таких факторов в патогенезе. Устойчивость к семейству антибиотиков макролид-линкозамид-стрептограмин В (MLSB), включающему эритромицин и клиндамицин, достигается за счет рибосомного метилирования и приобретения транспозонов, таких как *Tn5398*, содержащих гены *erm* [28]. *Erm* кодирует 23S рРНК-метилазу, которая модифицирует 23S рРНК 50S субъединицы рибосомы, снижая аффинность связывания лекарств [29, 30]. Резистентность к тетрациклину менее распространена у *S. difficile*, од-

нако конъюгативные транспозоны позволили передать tet M некоторым штаммам, обеспечивая механизм защиты рибосом от тетрациклина [31].

Всемирный эпидемиологический надзор в последнее десятилетие сообщает о появлении штаммов *C. difficile*, устойчивых ко многим антибиотикам, например, о появлении и глобальном распространении гипервирулентных штаммов *C. difficile* 027/BI/NAP1, которые устойчивы к фторхинолонам [32, 33].

Данные о фенотипической и молекулярно-генетической устойчивости *Clostridium difficile* представлены в табл. 2.

Таблица 2

Данные о фенотипической и молекулярно-генетической устойчивости *C. difficile*
 Data on phenotypic and molecular-genetic stability *C. difficile*

№ п/п	Биологический материал	Резистентность к анти-микробным препаратам	Виды генетических детерминант устойчивости <i>Cl. perfringens</i>	Авторы
1	Фекалии от пациентов с симптомами диареи	Эритромицин, клиндамицин, моксифлоксацин, рифампицин	erm (B), tet (M), tet (W). Устойчивые к моксифлоксацину имели аминокислотную замену Thr-82 → Ile в GyrA. Устойчивые к рифампицину имели одну или две замены в RpoB: His-502 → Asn и Arg-505 → Lys	Spigaglia P. et al., 2011 [30]
2	Кишечные изоляты от пациентов	Ванкомицин, метронидазол, моксифлоксацин, клиндамицин, эритромицин	Мутации в генах gyrA and/ gyrB. erm (B)	Mackin K.E. et al., 2015 [34]
3	Фекалии от пациентов с симптомами диареи	Ванкомицин, метронидазол	-	Kunishima H. et al., 2013 [35]
4	Биоматериал (внутренние органы) от крупного рогатого скота, пораженного злокачественным отеком	Метронидазол, ванкомицин, тетрациклины	<i>C. difficile</i> [tetA (P), tetA408 (P), tetB (P) и tet M]	Holt H.M. et al., 2015 [21]

Анализ литературных данных о генах резистентности и фенотипической устойчивости изолятов *C. perfringens*, полученных из различного биологического материала, показал высокую их устойчивость к ванкомицину, метронидазолу, тетрациклинам с наличием генов резистентности erm, tet и аминокислотных замен, отвечающих за устойчивость к антимикробным препаратам.

Н.М. Holt с соавторами исследовали уровни чувствительности к антибиотикам у изолятов *C. perfringens*, *C. septicum*, *C. sordellii*, *C. difficile*, полученных от крупного рогатого скота, со злокачественным отеком. Для этого использовали методы минимальной ингибирующей концентрации (МИК), ПЦР - диагностику и секвенирование продуктов ПЦР. Было установлено, что данные штаммы имели устойчивость к окситетрациклину и несли гены устойчивости к тетрациклину [tetA (P), tetA408 (P), tetB (P) и tet M] [21].

Проведенное 10-летнее ретроспективное исследование в клиническом центре на юго-востоке Венгрии экспресс-методами ID 32A (bioMérieux, Франция), MALDI-TOF MS (Bruker Daltonics, Германия) с определением чувствительности к антибиотикам с помощью E-тестов у 313 изолятов *C. perfringens*, 20 изолятов *C. septicum*, 10 изолятов *C. sordellii* и *C. sporogenes*

показало, что устойчивость к пенициллину обнаружена у 6,8 % анаэробов, а резистентность к клиндамицину – у 8,5 % перечисленных патогенов [36].

Несмотря на современные подходы к лечению инфекции, вызванной *C. septicum*, заболеваемость и смертность среди сельскохозяйственных животных остаются высокими (более 60 %). У трех штаммов *C. septicum* выявлена высокая чувствительность к пенициллину, клиндамицину и тетрациклину, но значительно более низкая к ванкомицину [37].

Исследователями были выделены изоляты *C. tetani* из ран 84 больных столбняком. ПЦР-исследования подтвердили наличие у них гена, кодирующего выработку столбнячного нейротоксина. Все изоляты *C. tetani* были чувствительны к пенициллину и метронидазолу, но устойчивы к ко-тримоксазолу [38].

Изоляты *C. tetani*, выделенные с поверхности ран рук и ног 80 пациентов, были чувствительными к цефоперазону, хлорамфениколу, метронидазолу, пенициллину G и тетрациклину, но устойчивыми к эритромицину и офлоксацину [39].

Проведенные многочисленные исследования зарубежных и отечественных ученых дают представление о геномном потенциале патогенности клостридий и подчеркивают необходимость продолжения исследований в данном направлении [14, 40].

Растущая угроза устойчивости у *C. difficile* к группе бета-лактамов, тетрацикламам, аминогликозидам и макролидам в сочетании с уменьшением числа доступных методов лечения вызвали интерес к поиску новых противомикробных препаратов и альтернативных терапевтических средств, необходимых для лечения клостридиозов. Одним из новых подходов является фаговая терапия и создание противомикробных препаратов узкого спектра действия [6, 41].

Ветеринарные специалисты для лечения клостридиозов выделяют более эффективные препараты пенициллиновой группы: амоксилав, бициллин и амоксициллин [42]. В некоторых источниках отмечена эффективность антибиотиков тетрациклиновой группы: биомицина, тетрамицина [43]. Разные авторы в терапевтических мероприятиях предлагают также использовать кобактан – антибиотик, входящий в состав группы 4-го поколения цефалоспоринов [44]; энроксил 5 %-й, относящийся к группе фторхинолонов [45]; левомецетин, который входит в состав группы амфениколов. Тем не менее большинство ученых отмечают низкую терапевтическую эффективность при клинических случаях анаэробной энтеротоксемии молодняка крупного рогатого скота, высокую летальность и необходимость специфической профилактики [46].

Существует мнение о том, что антибиотики практически неэффективны в борьбе с микробами, обладающими свойствами образовывать биопленки. Поэтому поиск альтернативных средств борьбы с возбудителями, способными к образованию биопленок, является ещё одной актуальной проблемой [6]. В современной литературе появляются данные о новых препаратах, направленных на борьбу с клостридиями. Ридинилазол – новый низкомолекулярный противомикробный препарат с высокоспецифичной активностью против *C. difficile* [47, 48]. Установлено, что противоревматический препарат ауранофин [41] и антибиотики, такие как фузидовая кислота, рифампин и тигециклин [49], а также – OPS-2071 – новый хинолоновый антибактериальный препарат активны в отношении *C. difficile in vitro u in vivo* [50]. Проведенные исследования продемонстрировали хорошую активность эравациклина (синтетический антибиотик из группы тетрациклинов) *in vitro* в отношении большой коллекции клинических штаммов *C. difficile*, на которые не влияло наличие генов устойчивости к тетрациклину [40]. В 2018 г. в Японии было установлено, что новый препарат фидаксомицин ингибирует синтез РНК бактериальной ДНК-зависимой РНК-полимеразы, проявляет антибактериальную активность и обладает бактерицидным действием в отношении *C. difficile* [51].

В последнее время наблюдается интерес к фаговой терапии. Исследования в этой области ведутся многими исследователями с привлечением современных молекулярно-генетических

методов. Фаговая терапия осуществляется с использованием известных в природе фагов для инфицирования и лизиса бактерий. Разработка биотехнологических методов в настоящее время дает возможность увеличить потенциал фаговой терапии за счет создания биоинженерных бактериофагов и применения очищенных литических белков фагов. Проведенные исследования по использованию фагов и их литических белков при лечении инфекций, вызванных вирулентными бактериями, показали, что фаговая терапия может быть актуальной как альтернатива или дополнение к антибактериальной терапии. Капсулы и биопленочные структуры клостридий являются важными детерминантами вирулентности, блокирующими действие иммунных систем макроорганизма, антибиотиков и различных дезинфицирующих средств. Использование фаговых деполимераз для удаления этих структур представляет собой один из возможных подходов к лечению.

Широкое применение в медицине для борьбы с инфекционными заболеваниями находит антибактериальная фотодинамическая терапия (АФДТ), основой которой является воздействие на бактерии видимого или инфракрасного света с разной длиной волны, соответствующей спектру их поглощения, действующих повреждающе на их структуры [6].

Дальнейшее понимание факторов вирулентности, механизмов резистентности и взаимодействия с макроорганизмом, несомненно, поможет в разработке новых терапевтических средств, и изучении альтернативных терапевтических возможностей.

Работа проводилась в рамках Государственного задания Минобрнауки России 0532-2021-0007 «Изучить структуру антигенного пейзажа возбудителей эмерджентных инфекций сельскохозяйственных животных, биологические особенности механизмов их взаимодействия с макроорганизмом».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Обнаружение и идентификация лабораторными методами бактериальных патогенов рода Clostridium, выявленных у крупного рогатого скота на территории Уральского региона* / Н.А. Безбородова, Е.Н. Шилова, О.В. Соколова [и др.] // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2022. – № 1 (41). – С. 83–92.
2. *Видовой спектр бактерий рода Clostridium, выделенных от крупного рогатого скота на молочных комплексах* / Т.Е. Терентьева, Т.И. Глотова, А.Г. Глотов [и др.] // Российский ветеринарный журнал. Сельскохозяйственные животные. – 2016. – № 1. – С. 5–8.
3. *Белый Ю.Ф., Фиалкиа С.В., Троцкий В.И.* Роль токсинов в патогенности Clostridium difficile // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2018. – № 12 (160). – С. 4–10.
4. *Механизмы антибактериальной резистентности Clostridium (clostridioides) difficile* / М.А. Сухина, А.Б. Макешова, Ю.А. Шельгина [и др.] // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2018. – № 12 (160). – С. 70–79.
5. *Окулич В.К., Кабанова А.А., Плотников Ф.В.* Микробные биопленки в клинической микробиологии и антибактериальной терапии: монография. – Витебс. гос. мед. ун-т, 2018. – 301 с.
6. *Ильина Т.С., Романова Ю.М.* Бактериальные биопленки: роль в хронических инфекционных процессах и поиск средств борьбы с ними // Молекулярная генетика, микробиология и вирусология. – 2021. – № 39 (2). – С. 14–24.
7. *Genetic Relatedness, Antibiotic Resistance, and Effect of Silver Nanoparticle on Biofilm Formation by Clostridium perfringens Isolated from Chickens, Pigeons, Camels, and Human Consumers* / Н.А. Ahmed, E.I. Bayomi, R.I. Hamed [et al.] // Vet Sci. – 2022. – N 2. – P. 9–10.
8. *Antimicrobial resistance profiling and molecular typing of ruminant-borne isolates of Clostridium perfringens from Xinjiang, China* / W. Xiaoting, N. Chengcheng, J. Chunhui [et al.] // J Glob Antimicrob Resist. – 2021. – N 27. – P. 41–45.
9. *Молекулярные механизмы и генетические детерминанты устойчивости к антибактериальным препаратам у микроорганизмов (обзор)* / В.Д. Зубарева, О.В. Соколова, Н.А. Безбородова [и др.] // Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Т. 57, № 2. – С. 237–256.

10. *Analysis of the condition of microbiocenoses and antibiotic resistance on a dairy farm in three-year dynamics* / A. Isaeva, A. Krivonogova, A. Chentsova [et al.] // Bio web of conferences: International Scientific and Practical Conference, Tyumen, 19–20 июля 2021 г. – Tyumen: EDP Sciences, 2021. – P. 06017.
11. *Methodology for compiling a microbial resistance passport for dairy farms* / A.S. Krivonogova, I.M. Donnik, A.G. Isaeva, K.V. Moiseeva // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2020. – N 9 (200). – P. 42–47.
12. *Antibiotic resistance plasmids and mobile genetic elements of Clostridium perfringens* / V. Adams, X. Han, D. Lyras [et al.] // Plasmid. – 2018. – N 99. – P. 32–39.
13. *Toxinotyping and molecular characterization of antimicrobial resistance in Clostridium perfringens isolated from different sources of livestock and poultry* / K. Anju, K. Divya, P. Mala [et al.] // Anaerobe. – 2021. – N 67. – P. 102–298.
14. *Inside environmental Clostridium perfringens genomes: antibiotic resistance genes, virulence factors and genomic features* / J.C. Fourie, C.C. Bezuidenhout, T.J. Sanko [et al.] // J Water Health. – 2020. – N 18 (4). – P. 477–493.
15. *Prevalence, Genotypic and Phenotypic Characterization and Antibiotic Resistance Profile of Clostridium perfringens Type A and D Isolated from Feces of Sheep (Ovis aries) and Goats (Capra hircus) in Punjab, Pakistan* / M. Mohiuddin, Z. Iqbal, A. Siddique [et al.] // Toxins (Basel). – 2020. – N 12(10). – P. 657.
16. *Prevalence and multilocus sequence typing of Clostridium perfringens isolated from 4 duck farms in Shandong province, China* / L. Xiu, Y. Liu, W. Wu [et al.] // Poult Sci. – 2020. – N 99 (10). – P. 5105–5117.
17. *Park M., Rafii F. The prevalence of plasmid-coded cpe enterotoxin, β 2 toxin, tpeL toxin, and tetracycline resistance in Clostridium perfringens strains isolated from different sources* // Anaerobe. – 2019. – N 56. – P. 124–129.
18. *Bendary M.M., Abd El-Hamid M.I., El-Tarabili R.M. Clostridium perfringens Associated with Foodborne Infections of Animal Origins: Insights into Prevalence, Antimicrobial Resistance, Toxin Genes Profiles, and Toxinotypes* // Biology (Basel). – 2022. – N 11 (4). – P. 551.
19. *Al-Shukri M.S., Hmood A.M., Al-Charrakh A.H. Sequencing of Clostridium perfringens toxin genes (cpa, etx, iap) from Iraqi hospitals and detection by PCR of the genes encoding resistance to metronidazole, tetracycline, and clindamycin* // Indian J Med Microbiol. – 2021. – N 39 (3). – P. 289–294.
20. *Mehdizadeh G.I., Boerlin P., Prescott J.F. Antimicrobial Susceptibility and Clonal Relationship of Tetracycline Resistance Genes in netF-Positive Clostridium perfringens* // Microb Drug Resist. – 2019. – N 25 (4). – P. 627–630.
21. *Holt H.M., Danielsen T.K., Justesen U.S. Routine disc diffusion antimicrobial susceptibility testing of Clostridium difficile and association with PCR ribotype 027* // Eur J Clin Microbiol Infect Dis. – 2015. – N 34 (11). – P. 2243–2246.
22. *Probing genomic aspects of the multi-host pathogen clostridium perfringens reveals significant pangenome diversity, and a diverse array of virulence factors* / K. Raymond, C. Shabhonam, A. Sarah [et al.] // Microbiol. – 2017.
23. *Spigaglia P., Mastrantonio P., Barbanti F. Resistances of Clostridium difficile* // Adv Exp Med Biol. – 2018. – N 1050. – P. 137–159.
24. *Antibiotic treatment of Clostridium difficile carrier mice triggers a supershedder state, spore-mediated transmission, and severe disease in immunocompromised hosts* / T.D. Lawley, S. Clare, A.W. Walker [et al.] // Infect Immun. – 2009. – N 77 (9). – P. 3661–3669.
25. *gyrA and gyrB mutations are implicated in cross-resistance to Ciprofloxacin and moxifloxacin in Clostridium difficile* / L. Dridi, J. Tankovic, B. Burghoffer [et al.] // Antimicrob Agents Chemother. – 2002. – N 46 (11). – P. 3418–3421.
26. *Antibiotic exposure and risk for hospital-associated Clostridioides difficile infection* / B.J. Webb, A. Subramanian, B. Lopansri [et al.] // Antimicrob Agents Chemother. – 2020. – N 64 (4), DOI: 10.1128/AAC.02169-19.
27. *Update on antimicrobial resistance in Clostridium difficile: resistance mechanisms and antimicrobial susceptibility testing* / Z. Peng, D. Jin, H.B. Kim [et al.] // J Clin Microbiol. – 2017. – N 55 (7). – P. 1998–2008.

28. *Farrow K.A., Lyras D., Rood J.L.* The macrolide-lincosamide-streptogramin B resistance determinant from *Clostridium difficile* 630 contains two erm(b) genes // *Antimicrob Agents Chemother.* – 2000. – N 44 (2). – P. 411–413.
29. *Dzyubak E., Yap M.-N.F.* The expression of antibiotic resistance methyltransferase correlates with mRNA stability independently of ribosome stalling // *Antimicrob Agents Chemother.* – 2016. – N 60 (12). – P. 7178–7188.
30. *Multidrug* resistance in European *Clostridium difficile* clinical isolates / P. Spigaglia, F. Barbanti, P. Mastrantonio // *J Antimicrob Chemother.* – 2011. – N 66 (10). – P. 2227–2234.
31. Genetic analysis of Tn916-like elements conferring tetracycline resistance in clinical isolates of *Clostridium difficile* / D. Dong, X. Chen, C. Jiang [et al.] // *Int J Antimicrob Agents.* – 2014. – N 43 (1). – P. 73–77.
32. *Subinhibitory* concentrations of metronidazole increase biofilm formation in *Clostridium difficile* strains / C. Vuotto, I. Moura, F. Barbanti [et al.] // *Pathog Dis.* – 2016. – N 74. – P. 114.
33. *Antimicrobial* resistance in *Clostridium difficile* / H. Huang, A. Weintraub, H. Fang [et al.] // *Int J Antimicrob Agents.* – 2009. – N 34 (6). – P. 516–522.
34. *Molecular* characterization and antimicrobial susceptibilities of *Clostridium difficile* clinical isolates from Victoria, Australia / K.E. Mackin, B. Elliott, D. Kotsanas [et al.] // *Anaerobe.* – 2015. – N 34. – P. 80–83.
35. *Antimicrobial* susceptibilities of *Clostridium difficile* isolated in Japan / H. Kunishima, J. Chiba, M. Saito [et al.] // *J Infect Chemother.* – 2013. – N 19 (2). – P. 360–362.
36. *Sárvári K.P., Schoblocher D.* The antibiotic susceptibility pattern of gas gangrene-forming *Clostridium* spp. clinical isolates from South-Eastern Hungary // *Infect Dis (Lond).* – 2020. – N 52 (3). – P. 196–201.
37. *Comparative* efficacy of antibiotics in treating experimental *Clostridium septicum* infection / M.J. Aldape, C.R. Bayer, S.N. Rice [et al.] // *Int J Antimicrob Agents.* – 2018. – N 52 (4). – P. 469–473.
38. *Microbiologic* characterization and antimicrobial susceptibility of *Clostridium tetani* isolated from wounds of patients with clinically diagnosed tetanus / J.I. Campbell, T.M. Lam, T.L. Huynh [et al.] // *Am J Trop Med Hyg.* – 2009. – N 80 (5). – P. 827–831.
39. *Isolation* and Antibiogram of *Clostridium tetani* from Clinically Diagnosed Tetanus Patients / H. Hanif, A. Anjum, N. Ali [et al.] // *Am J Trop Med Hyg.* – 2015. – N 93 (4). – P. 752–756.
40. *In vitro* activity of eravacycline against common ribotypes of *Clostridioides difficile* / E. Bassères, K. Begum, C. Lancaster [et al.] // *J Antimicrob Chemother.* – 2020. – N 75 (10). – P. 2879–2884.
41. *Repurposing* auranofin as a *Clostridioides difficile* therapeutic / M.L. Hutton, H. Pehlivanoglu, C.J. Vidor [et al.] // *J Antimicrob Chemother.* – 2020. – N 75. – P. 409–417.
42. *Золотухин С.Н., Пульчеровская Л.П., Каврук Л.С.* Неспецифическая профилактика смешанной кишечной инфекции телят и поросят // *Практик.* – 2006. – № 6. – С. 72–76.
43. *Диагностика, специфическая профилактика и лечение и бактериальных болезней животных* / М.К. Пирожков, С.В. Ленев, Е.В. Викторова [и др.] // *Ветеринария.* – 2011. – № 1. – С. 24–28.
44. *Пименов Н.В., Колесникова Ю.Н.* Этиология анаэробной энтеротоксемии у молодняка крупного рогатого скота // *Перспективные направления в развитии сельского хозяйства: тр. Всерос. совета молодых ученых и специалистов аграр. образ. и науч. учр.* – М.: ФГБНУ «Росинформагротех». – 2015. – С. 175–178.
45. *Шахов А.Г.* Этиология и профилактика желудочно-кишечных и респираторных болезней телят и поросят // *Ветеринарная патология.* – 2003. – № 2 (6). – С. 25–28.
46. *Результаты* испытания вакцины, ассоциированной против анаэробной энтеротоксемии и эшерихиозной диареи телят на лабораторных животных / А.А. Иванов, Г.Н. Спиридонов, Х.Н. Макаев [и др.] // *Ветеринарный врач.* – 2012. – № 2. – С. 10–12.
47. *Efficacy* and safety of ridinilazole compared with vancomycin for the treatment of *Clostridium difficile* infection: a phase 2, randomised, double-blind, active-controlled, non-inferiority study / R.J. Vickers, G.S. Tillotson, R. Nathan [et al.] // *Lancet Infect Dis.* – 2017. – N 17 (7). – P. 735–744.
48. *Wullt M., Odenholt I.* A double-blind randomized controlled trial of fusidic acid and metronidazole for treatment of an initial episode of *Clostridium difficile*-associated diarrhea // *J Antimicrob Chemother.* – 2004. – N 54 (1). – P. 211–216.
49. *Petrosillo N., Granata G., Cataldo M.A.* Novel antimicrobials for the treatment of *Clostridium difficile* infection // *Front Med.* – 2018. – N 5. – DOI: 10.3389/fmed.2018.00096.

50. *In Vitro* and *In Vivo* Antibacterial Activities of a Novel Quinolone Compound, OPS-2071, against *Clostridioides difficile* / D. Oka, N. Yamaya, T. Kuno [et al.] // *Antimicrob Agents Chemother.* – 2021. – N 65 (4). – P. 1170–1172.
51. *Takeda S., Miki T.* Antimicrobial profile and clinical evidence of fidaxomicin (Dafclir®), a therapeutic agent for *Clostridioides (Clostridium) difficile* infection // *Nihon Yakurigaku Zasshi.* – 2019. – N 154 (4). – P. 217–229.

REFERENCES

1. Bezborodova N.A., Shilova E.N., Sokolova O.V., Kozhuhovskaya V.V., Poryvaeva A.P., Rossijskij zhurnal Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ekologii, 2022, No. 1 (41), pp. 83–92. (In Russ.)
2. Terent'eva T.E., Glotova T.I., Glotov A.G., Koteneva S.V., Rossijskij veterinarnyj zhurnal. Sel'skohozyajstvennyye zhivotnye, 2016, No. 1, pp. 5–8. (In Russ.)
3. Belyj Yu.F., Fialkia S.V., Troickij V.I., Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya, 2018, No. 12 (160), pp. 4–10. (In Russ.)
4. Suhina M.A., Makeshova A.B., Shelygina Yu.A., Kashnikov V.N., Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya, 2018, No. 12 (160), pp. 70–79. (In Russ.)
5. Okulich V.K., Kabanova A.A., Plotnikov F.V. Mikrobnnye bioplenki v klinicheskoy mikrobiologii i antibakterial'noj terapii (Microbial biofilms in clinical microbiology and antibacterial therapy), monograph, Vitebs. gos. med. un-t, 2018, 301 p.
6. Il'ina T.S., Romanova Yu.M., Molekulyarnaya genetika, mikrobiologiya i virusologiya, 2021, No. 39 (2), pp. 14–24. (In Russ.)
7. Ahmed H.A., Bayomi E.L., Hamed R.I., Mohsen R.A., El-Gohary F.A., Hefny A.A., Elkhawaga E., Tolba H. M-N., Genetic Relatedness, Antibiotic Resistance, and Effect of Silver Nanoparticle on Biofilm Formation by *Clostridium perfringens* Isolated from Chickens, Pigeons, Camels, and Human Consumers, *Vet Sci*, 2022, No. 2, pp. 9–10.
8. Xiaoting W., Chengcheng N., Chunhui J., Yan L., Jing L., Qingling M., Jun Q., Lixia W., Kuojun C., Jinsheng Z., Zaichao Z., Weiwei Yu., Yelong P., Xuepeng C., Antimicrobial resistance profiling and molecular typing of ruminant-borne isolates of *Clostridium perfringens* from Xinjiang, China, *J Glob Antimicrob Resist*, 2021, No. 27, pp. 41–45.
9. Zubareva V.D., Sokolova O.V., Bezborodova N.A., Shkuratova I.A., Krivonogova A.S., Bytov M.V., Sel'skohozyajstvennaya biologiya, 2022, Vol. 57, No. 2, pp. 237–256. (In Russ.)
10. Isaeva A., Krivonogova A., Chentsova A., Moiseeva K., Andruysheckina M., Analysis of the condition of microbiocenoses and antibiotic resistance on a dairy farm in three-year dynamics, *Bio web of conferences, International Scientific and Practical Conference, Tyumen, 19–20 iyulya 2021 g.*, Tyumen: EDP Sciences, 2021, P. 06017.
11. Krivonogova A.S., Donnik I.M., Isaeva A.G., Moiseeva K.V., Methodology for compiling a microbial resistance passport for dairy farms, *Agrarian Bulletin of the Urals*, 2020, No. 9 (200), P. 42–47.
12. Adams V., Han X., Lyras D., Rood J.I., Antibiotic resistance plasmids and mobile genetic elements of *Clostridium perfringens*, *Plasmid*, 2018, No. 99, P. 32–39.
13. Anju K., Karthik K., Divya V., Priyadharshini M.L.M., Sharma R.K., Manoharan S., Toxinotyping and molecular characterization of antimicrobial resistance in *Clostridium perfringens* isolated from different sources of livestock and poultry, *Anaerobe*, 2021, No. 67, pp. 102–298.
14. Fourie J.C., Bezuidenhout C.C., Sanko T.J., Mienie C., Adeleke R., Inside environmental *Clostridium perfringens* genomes: antibiotic resistance genes, virulence factors and genomic features, *J Water Health*, 2020, No. 18 (4), pp. 477–493.
15. Mohiuddin M., Iqbal Z., Siddique A., Liao Sh., Salamat M.K.F., Qi N., Din A.M., Sun M., Prevalence, Genotypic and Phenotypic Characterization and Antibiotic Resistance Profile of *Clostridium perfringens* Type A and D Isolated from Feces of Sheep (*Ovis aries*) and Goats (*Capra hircus*) in Punjab, Pakistan, *Toxins (Basel)*, 2020, No. 12 (10), P. 657.
16. Xiu L., Liu Y., Wu W., Chen S., Zhong Zh., Wang H., Prevalence and multilocus sequence typing of *Clostridium perfringens* isolated from 4 duck farms in Shandong province, China, *Poult Sci*, 2020, No. 99 (10), pp. 5105–5117.

17. Park M., Ruffi F., The prevalence of plasmid-coded cpe enterotoxin, β 2 toxin, tpeL toxin, and tetracycline resistance in *Clostridium perfringens* strains isolated from different sources, *Anaerobe*, 2019, No. 56, pp. 124–129.
18. Bendary M.M., Abd El-Hamid M.I., El-Tarabili R.M., *Clostridium perfringens* Associated with Foodborne Infections of Animal Origins: Insights into Prevalence, Antimicrobial Resistance, Toxin Genes Profiles, and Toxinotypes, *Biology (Basel)*, 2022, No. 11 (4), P. 551.
19. Al-Shukri M.S., Hmood A.M., Al-Charrakh A.H., Sequencing of *Clostridium perfringens* toxin genes (cpe, etx, iap) from Iraqi hospitals and detection by PCR of the genes encoding resistance to metronidazole, tetracycline, and clindamycin, *Indian J Med Microbiol*, 2021, No. 39 (3), pp. 289–294.
20. Mehdizadeh G.I., Boerlin P., Prescott J.F., Antimicrobial Susceptibility and Clonal Relationship of Tetracycline Resistance Genes in netF-Positive *Clostridium perfringens*, *Microb Drug Resist*, 2019, No/ 25 (4), pp. 627–630.
21. Holt H.M., Danielsen T.K., Justesen U.S., Routine disc diffusion antimicrobial susceptibility testing of *Clostridium difficile* and association with PCR ribotype 027, *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 2015, No. 34 (11), pp. 2243–2246.
22. Raymond K., Shabhonam C., Sarah A., Sarah A., Purnima P., Lindsay H., Probing genomic aspects of the multi-host pathogen *clostridium perfringens* reveals significant pangenome diversity, and a diverse array of virulence factors, *Microbiol*, 2017.
23. Spigaglia P., Mastrantonio P., Barbanti F., Resistances of *Clostridium difficile*, *Adv Exp Med Biol*, 2018, No.1050, pp. 137–159.
24. Lawley T.D., Clare S., Walker A.W., Goulding D., Stabler R.A., Croucher N., Mastroeni P., Scott P., Raisen C., Mottram L., Fairweather N.F., Wren B.W., Parkhill J., Dougan G., Antibiotic treatment of *Clostridium difficile* carrier mice triggers a supershedder state, spore-mediated transmission, and severe disease in immunocompromised hosts, *Infect Immun*, 2009, No. 77 (9), pp. 3661–3669.
25. Dridi L., Tankovic J., Burghoffer B., Barbut F., Petit J.-C., gyrA and gyrB mutations are implicated in cross-resistance to Ciprofloxacin and moxifloxacin in *Clostridium difficile*, *Antimicrob Agents Chemother*, 2002, No. 46 (11), pp. 3418–3421.
26. Webb B.J., Subramanian A., Lopansri B., Goodman B., Jones P.B., Ferraro J., Stenehjem E., Brown S.M., Antibiotic exposure and risk for hospital-associated *Clostridioides difficile* infection, *Antimicrob Agents Chemother*, 2020, No. 64 (4), DOI: 10.1128/AAC.02169-19.
27. Peng Z., Jin D., Kim H.B., Stratton Ch.W., Wu B., Tang Y.-W., Sun X., Update on antimicrobial resistance in *Clostridium difficile*: resistance mechanisms and antimicrobial susceptibility testing, *J Clin Microbiol*, 2017, No. 55 (7), pp. 1998–2008.
28. Farrow K.A., Lyras D., Rood J.L., The macrolide-lincosamide-streptogramin B resistance determinant from *Clostridium difficile* 630 contains two erm(b) genes, *Antimicrob Agents Chemother*, 2000, No. 44 (2), pp. 411–413.
29. Dzyubak E., Yap M.-N.F., The expression of antibiotic resistance methyltransferase correlates with mRNA stability independently of ribosome stalling, *Antimicrob Agents Chemother*, 2016, No. 60 (12), pp. 7178–7188.
30. Spigaglia P., Barbanti F., Mastrantonio P., Multidrug resistance in European *Clostridium difficile* clinical isolates, *J Antimicrob Chemother*, 2011, No. 66 (10), pp. 2227–2234.
31. Dong D., Chen X., Jiang C., Zhang L., Cai G., Han L., Wang X., Mao E., Peng Y., Genetic analysis of Tn916-like elements conferring tetracycline resistance in clinical isolates of *Clostridium difficile*, *Int J Antimicrob Agents*, 2014, No. 43 (1), pp. 73–77.
32. Vuotto C., Moura I., Barbanti F., Donelli G., Spigaglia P., Subinhibitory concentrations of metronidazole increase biofilm formation in *Clostridium difficile* strains, *Pathog Dis*, 2016, No. 74, P. 114.
33. Huang H., Weintraub A., Fang H., Nord C.E., Antimicrobial resistance in *Clostridium difficile*, *Int J Antimicrob Agents*, 2009, No. 34 (6), pp. 516–522.
34. Mackin K.E., Elliott B., Kotsanas D., Howden B.P., Carter G.P., Korman T.M., Riley Th.V., Rood Ju.I., Jenkin G.A., Lyras D., Molecular characterization and antimicrobial susceptibilities of *Clostridium difficile* clinical isolates from Victoria, Australia, *Anaerobe*, 2015, No. 34, pp. 80–83.
35. Kunishima H., Chiba J., Saito M., Honda Y., Kaku M., Antimicrobial susceptibilities of *Clostridium difficile* isolated in Japan, *J Infect Chemother*, 2013, No. 19 (2), pp. 360–362.

36. Sárvári K.P., Schoblocher D., The antibiotic susceptibility pattern of gas gangrene-forming *Clostridium* spp. clinical isolates from South-Eastern Hungary, *Infect Dis (Lond)*, 2020, No. 52 (3), pp. 196–201.
37. Aldape M.J., Bayer C.R., Rice S.N., Bryant A.E., Stevens D.L., Comparative efficacy of antibiotics in treating experimental *Clostridium septicum* infection, *Int J Antimicrob Agents*, 2018, No. 52 (4), pp. 469–473.
38. Campbell J.I., Lam T.M., Huynh T.L., To S.D., Tran Th.Th.N., Nguyen V.M.H., Le Th.S., Nguyen V.V.Ch., Parry Ch., Farrar J.J., Tran T.H., Baker S., Microbiologic characterization and antimicrobial susceptibility of *Clostridium tetani* isolated from wounds of patients with clinically diagnosed tetanus, *Am J Trop Med Hyg*, 2009, No. 80 (5), pp. 827–831.
39. Hanif H., Anjum A., Ali N., Jamal A., Imran M., Ahmad B., Ali M.I., Isolation and Antibiogram of *Clostridium tetani* from Clinically Diagnosed Tetanus Patients, *Am J Trop Med Hyg*, 2015, No. 93 (4), pp. 752–756.
40. Bassères E., Begum K., Lancaster C., Gonzales-Luna A.J., Carlson T.J., Miranda Ju., Rashid T., Alam M.Ja., Eyre D.W., Wilcox M.H., Garey K.W., In vitro activity of eravacycline against common ribotypes of *Clostridioides difficile*, *J Antimicrob Chemother*, 2020, No. 75 (10), pp. 2879–2884.
41. Hutton M.L., Pehlivanoglu H., Vidor C.J., James M.L., Thomson M.J., Lyras D., Repurposing auranofin as a *Clostridioides difficile* therapeutic, *J Antimicrob Chemother*, 2020, N 75, pp. 409–417.
42. Zolotuhin S.N., Pul'cherovskaya L.P., Kavruk L.S., *Praktik*, 2006, No. 6, pp. 72–76. (In Russ.)
43. Pirozhkov M.K., Lenev C.B., Viktorova E.V., Strel'chenko S.A., Tihonov L.I., Sklyarov O.D., *Veterinariya*, 2011, No. 1, pp. 24–28. (In Russ.)
44. Pimenov N.V., Kolesnikova Yu.N., Perspektivnye napravleniya v razvitii sel'skogo hozyajstva (Promising directions in the development of agriculture), Proceedings of the All-Russian Council of Young Scientists and Specialists of Agricultural educational and Scientific institutions, Moscow: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2015, pp.175–178. (In Russ.)
45. Shahov A.G. *Veterinarnaya patologiya*, 2003, No. 2 (6), pp. 25–28. (In Russ.)
46. Ivanov A.A., Spiridonov G.N., Makaev H.N. i dr., *Veterinarnyj vrach*, 2012, No. 2, pp. 10–12. (In Russ.)
47. Vickers R.J., Tillotson G.S., Nathan R., Hazan S., Pullman J., Lucasti Ch., Deck K., Yacyshyn B., Maliakkal B., Pesant Y., Tejura B., Roblin D., Gerding D.N., Wilcox M.H., Efficacy and safety of ridinilazole compared with vancomycin for the treatment of *Clostridium difficile* infection: a phase 2, randomised, double-blind, active-controlled, non-inferiority study, *Lancet Infect Dis*, 2017, No. 17 (7), pp. 735–744.
48. Wullt M., Odenholt I., A double-blind randomized controlled trial of fusidic acid and metronidazole for treatment of an initial episode of *Clostridium difficile*-associated diarrhea, *J Antimicrob Chemother*, 2004, No. 54 (1), pp. 211–216.
49. Petrosillo N., Granata G., Cataldo M.A., Novel antimicrobials for the treatment of *Clostridium difficile* infection, *Front Med*, 2018, No. 5, DOI: 10.3389/fmed.2018.00096.
50. Oka D., Yamaya N., Kuno T., Asakawa Yu., Shiragiku T., Chen L., Xue J., Mamuti A., Ye F., Sun J., Ohguro K., Miyamoto H., Uematsu Yu., Inagaki K., Cheng J.-F., Matsumoto M., In Vitro and In Vivo Antibacterial Activities of a Novel Quinolone Compound, OPS-2071, against *Clostridioides difficile*, *Antimicrob Agents Chemother*, 2021, No. 65 (4), pp. 1170–1172.
51. Takeda S., Miki T., Antimicrobial profile and clinical evidence of fidaxomicin (Dafclir®), a therapeutic agent for *Clostridioides (Clostridium) difficile* infection, *Nihon Yakurigaku Zasshi*, 2019, No. 154 (4), pp. 217–229.

ОЦЕНКА КЛИНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТА СИЛИОСТИН ПРИ ДИСХОНДРОПЛАЗИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

А.А. Власенко, аспирант

М.П. Семенов, доктор ветеринарных наук, доцент

К.А. Семенов, кандидат экономических наук

Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии

E-mail: artem.vlasenko@yandex.ru

Ключевые слова: Силиостин, терапия, костная ткань, дисхондроплазия, цыплята-бройлеры, остеопатология, биохимия.

Реферат. На базе птицеводческого крестьянско-фермерского хозяйства «Иванов А. С.» проведен опыт по изучению клинической эффективности нового остеотропного препарата Силиостин при дисхондроплазии цыплят-бройлеров. Силиостин представляет собой комплексную фармацевтическую композицию, содержащую источники кремнийорганических и неорганических соединений, флавоноиды, органические кислоты, витамины, а также ряд остеотропных макро- и микроэлементов. Для эксперимента было сформировано две группы цыплят-бройлеров кросса КОББ-500 – опытная и контрольная ($n = 60$). В течение 21 дня птица опытной группы получала препарат Силиостин в дозе 2 % к массе потребляемого полнорационного комбикорма, цыплята группы контроля содержались только на кормах основного рациона. Терапевтическая эффективность Силиостина оценивалась по таким критериям, как клиническое состояние, сохранность поголовья, масса тела, а также по показателям биохимического статуса сыворотки крови. Установлено, что применение препарата при клиническом проявлении дисхондроплазии у цыплят-бройлеров способствует улучшению физиологического состояния больной птицы, нормализации показателей биохимического гомеостаза, а также оказывает положительное влияние на кормовую активность и интенсивный рост массы тела. При этом по истечении срока приема препарата и до окончания производственного цикла выращивания (60 дней) положительная динамика по вышеописанным показателям была сохранена, а повторных случаев возникновения дисхондроплазии у бройлеров опытной группы не выявлено.

EVALUATION OF CLINICAL EFFECTIVENESS OF THE DRUG SILIOSTIN IN BROILER CHICKEN DYSCHONDROPLASIA

A.A. Vlasenko, PhD Student

M.P. Semenenko, Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor

K.A. Semenenko, PhD in Economic Sciences

Krasnodar Scientific Center for Livestock and Veterinary Medicine

Keywords: Siliostin, therapy, bone tissue, dyschondroplasia, broiler chickens, osteopathology, biochemistry.

Abstract. An experiment was conducted at the poultry farm "Ivanov A. S." to study the clinical effectiveness of the new osteotropic drug Siliostin in broiler chicken dyschondroplasia. Siliostin is a complex pharmaceutical composition containing sources of organosilicon and inorganic compounds, flavonoids, organic acids, vitamins, and a range of osteotropic macro and microelements. Two groups of Cobb-500 crossbred broiler chickens were formed for the experiment - experimental and control ($n = 60$). Over 21 days, the birds in the experimental group received Siliostin at a dose of 2% of the mass of consumed complete feed, while the control group chickens were fed only on the primary ration feeds. The therapeutic effectiveness of Siliostin was evaluated based on criteria such as clinical condition, flock integrity, body weight, and serum blood biochemistry indicators. It was established that the use of the drug in cases of clinical manifestation of dyschondroplasia in broiler chickens contributes to the improvement of the physiological condition of sick birds, normalisation of indicators of biochemical homeostasis, and also has a positive effect on feed activity and intensive body weight

gain. Moreover, after the end of the drug administration period and until the completion of the production cycle (60 days), the positive dynamics in the parameters mentioned above were maintained, and no repeated cases of dischondroplasia were observed in the experimental group of broilers.

Успешное развитие промышленного птицеводства в Российской Федерации основано на постоянном совершенствовании организации и технологии производства яиц и мяса птицы с целью увеличения продуктивности и качества производимой продукции. На фоне санкционной экономической политики, проводимой в последнее время со стороны недружественных стран в отношении России, именно птицеводство способно в кратчайшие сроки обеспечить наращивание объемов производства мяса птицы благодаря более высокому выходу продукции с единицы производственной площади, низким затратам кормов и быстрой окупаемости вложенных в отрасль инвестиций, а также за счет широкого спектра селекционных разработок, главная задача которых – выведение скороспелых пород и кроссов сельскохозяйственной птицы с высокими показателями продуктивности [1 – 3].

При этом качество и объем получаемой продукции зависят не только от соблюдения зоотехнических параметров, но и от ветеринарного благополучия хозяйств по патологиям различного генеза [4].

Одной из существенных проблем при выращивании современных высокопродуктивных кроссов бройлеров является метаболическая костная патология, сопровождаемая нарушением роста и развития костной ткани конечностей и приводящая к возникновению дисхондроплазии большеберцовых костей мясной птицы. Заболевание характеризуется угловыми и ротационными деформациями, слабостью ног, снижением двигательной активности и затруднениями при ходьбе, в худших случаях – переломами и патологическими изменениями мягких тканей. При этом степень вариации данного заболевания может диагностироваться с различным уровнем симптоматики – от незначительного снижения двигательной активности до полного прекращения способности к передвижению [5 – 7].

Основными причинами возникновения дисхондроплазии являются селекционные разработки по повышению генетического потенциала современных мясных кроссов птицы, имеющих хорошие продуктивные качества и высокий выход мяса, но не учитывающие особенности формирования костной ткани (остеогенеза) бройлеров. Подобный дисбаланс приводит к интенсивному росту мышечной массы, которая практически всегда опережает скорость развития костей, что на фоне дефицита в кормовых рационах ряда остеотропных макро-, микроэлементов и витаминов только усугубляет ситуацию [8].

На сегодняшний день лекарственные препараты, способные оказывать терапевтический эффект при костных патологиях, на ветеринарном фармацевтическом рынке практически отсутствуют. Профилактика дисхондроплазии достигается только за счет применения различных кормовых добавок и премиксов. Именно поэтому разработка лекарственных средств, обладающих остеотропным действием, оказывающих влияние на процессы остеогенеза, может иметь большое практическое значение [9, 10].

В связи с этим целью настоящего исследования явилось изучение клинической эффективности нового остеотропного препарата Силиостин при дисхондроплазии цыплят-бройлеров мясного кросса КОББ-500.

Объект исследований – Силиостин, комплексный препарат, проявляющий потенцирующее остеотропное действие за счет содержания в своем составе растительных, минеральных и витаминных компонентов, оказывающих максимальное действие на прочность костной ткани птицы и положительно влияющих на многие взаимосвязанные звенья процесса репаративного остеогенеза.

Экспериментальная часть исследований проведена на 14-дневных цыплятах-бройлерах кросса КОББ-500 с признаками дисхондроплазии в условиях крестьянско-фермерского хозяйства «Иванов А.С.». Хозяйство включает 10 корпусов по выращиванию птицы, в каждом из которых размещается по 10 тыс. голов.

Птица содержится на полу с подстилкой из шелухи семян подсолнечника, кормление цыплят осуществляется вволю из автоматических кормушек полнорационным комбикормом по схеме: от момента рождения до 10-го дня – Старт; с 11-го по 25-й день – Рост; с 26-го по 60-й день – Финиш. Поение – неограниченное из ниппельных поилок. Световой режим – круглосуточный за счет светодиодной системы освещения. В каждом корпусе установлено по два тепловых генератора и один вентилятор на 10 тыс. м³.

Для проведения эксперимента была произведена выборка птицы с признаками патологических процессов в костной ткани тазовых конечностей, обусловленных метаболическими нарушениями, что проявлялось быстрой утомляемостью и приседаниями после незначительной активности, расползанием или выворачиванием нижних конечностей, отечностью мягких тканей, искривлением фаланг пальцев (рисунок).



Цыпленок с клиническими признаками дисхондроплазии тазовых конечностей
Chick with clinical signs of dischondroplasia of pelvic limbs

Далее было сформировано две группы цыплят: опытная (n = 60) и контрольная (n = 60). Опытная группа бройлеров получала препарат Силиостин с кормами основного рациона на протяжении трех недель в дозе 2 % от массы потребляемого полнорационного комбикорма. Контрольные аналоги находились только на кормах, применяемых в хозяйстве.

Критериями терапевтической эффективности препарата явились следующие параметры: сохранность поголовья, учет клинического состояния, масса тела, а также оценка биохимических показателей сыворотки крови, в том числе маркеров костной резорбции и костеобразования. При этом по истечении лечебных мероприятий и до завершения производственного цикла выращивания птицы (60 дней) осуществлялось регулярное наблюдение за физиологическим состоянием цыплят как опытной, так и контрольной групп.

Биохимические показатели сыворотки крови определялись на биохимическом автоматическом анализаторе Vitalab Selectra Junior с версией программного обеспечения 1.0. (открытая система для проведения фотометрических тестов, изготовитель Vital Scientific N. V. Netherlands).

Полученные в опытах цифровые данные обрабатывались методами математической статистики, принятой в биологии и медицине, с помощью программного обеспечения фирмы Microsoft®.

Первые изменения клинической картины заболевания у цыплят опытной группы регистрировались уже после 5 дней скармливания препарата, что проявлялось улучшением аппетита, повышением общей и двигательной активности. К 10-му дню эксперимента птица стала меньше подворачивать ноги, однако признаки хромоты сохранялись, при этом 33 цыпленка из группы по-прежнему были малоактивны, чаще сидели, чем двигались. На 14-й день экспериментального периода 48 бройлеров из опытной группы начали нормально передвигаться, за исключением 12 цыплят, у которых при движении все еще сохранялась хромота. Полная нормализация клинического состояния всей птицы из опытной группы была отмечена к 22-му дню исследования. Сохранность поголовья за экспериментальный период составила 100 %.

В группе контроля случаев улучшения клинического состояния не наблюдалось. На 15, 21, 28 и 33-й дни жизни цыплят были зафиксированы случаи падежа ($n = 6$). При вскрытии павших бройлеров регистрировались признаки дегидратации, истощения, атрофии мышц конечностей тазового пояса. У одного цыпленка выявлен оскольчатый перелом бедренной кости правой тазовой конечности. Сохранность поголовья в контроле составила 90,0 %.

В начале исследований динамика массы тела птицы, участвующей в эксперименте, не выявила значимых межгрупповых различий в гравиметрических показателях (табл. 1). Однако в 28-дневном возрасте в опытной группе была отмечена тенденция к увеличению массы тела на 6,8 %, а по достижении цыплятами 42-дневного возраста разница возросла до 27,5 % ($p \leq 0,05$) в пользу птиц опытной группы. К концу экспериментального периода по массе тела опытные бройлеры превышали аналогов из контрольной группы на 26,0 % ($p \leq 0,05$).

Таблица 1

Динамика массы тела цыплят-бройлеров ($M \pm m$; $n=30$)
Body weight dynamics of broiler chickens ($M \pm m$; $n=30$)

Группа	Возраст			
	14 дней	28 дней	42 дня	60 дней
Опытная	419,3±3,1	1445,5±16,5	2993,5±35,5*	3926,7±59,9*
Контрольная	424,8±3,5	1353,0±15,7	2347,6±30,2	3117,6±42,3

* $p \leq 0,05$.

Таким образом, препарат Силиостин оказал положительное влияние на нормализацию физиологического состояния, а также интенсивность роста и развития цыплят-бройлеров.

Проводимая терапия способствовала активному динамическому изменению биохимического гомеостаза крови птицы (табл. 2). Концентрация общего белка к окончанию эксперимента в группе опытных цыплят была выше, чем у контрольных аналогов, на 6,4 %. Уровень мочевины коррелировал с показателем общего белка, превышая значения контрольных цыплят на 21-й день жизни на 13,3 %, на 35-й день – на 19,2 %.

Анализ углеводного обмена и его основного метаболита – глюкозы установил возрастающую динамику ее концентрации в опытной группе, которая через неделю экспериментального периода составила 9,5 %, сохраняясь на высоком уровне до конца опыта.

Таблица 2

Динамика биохимических показателей цыплят-бройлеров в период эксперимента ($M \pm m$; $n=10$)
 Dynamics of biochemical parameters of broiler chickens during the experiment ($M \pm m$; $n=10$)

Показатель	Фон		7-й день опыта (21-й день жизни)		21-й день опыта (35-й день жизни)	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Общий белок, г/л	35,0±0,94	35,7±0,51	37,9±0,72	38,1±0,31	37,5±2,12	39,9±1,35*
Мочевина, ммоль/л	4,8±0,24	4,0±0,16	4,5±0,26	5,1±0,7	4,7±0,30	5,6±0,22
Глюкоза, ммоль/л	14,4±0,70	14,7±0,65	14,8±0,41	16,2±0,62*	15,1±0,91	16,5±1,06*
АсАТ, ЕД/л	277,4±9,51	265,3±11,4	258,6±7,99	288,4±11,1*	272,4±8,55	303,5±11,41*
АлАТ, ЕД/л	24,6±1,73	27,0±1,50	27,7±2,29	23,7±1,74**	28,4±3,05	21,9±1,72**
ЩФ, Ед/л	697,5±12,2	674,8±13,12	716,0±18,63	634,8±18,8**	746,8±19,9	608,0±27,4**
Кальций, ммоль/л	2,16±0,05	2,07±0,04	2,11±0,12	2,21±0,10**	2,11±0,07	2,45±0,09***
Фосфор, ммоль/л	2,42±0,04	2,48±0,05	2,68±0,06	2,27±0,08*	2,66±0,11	2,17±0,04*
Са : Р	0,89	0,83	0,79	0,97	0,79	1,13

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$ по отношению к контрольной группе.

Активность щелочной фосфатазы в контрольной группе цыплят-бройлеров на протяжении всего эксперимента была выше, чем у опытных цыплят: межгрупповая разница составила 12,8 % на 21-й день ($p \leq 0,01$) и 22,8 % ($p \leq 0,01$) – на 35-й день жизни. При костной патологии концентрация данного фермента увеличивается в месте интенсивного формирования кости, тем самым возникает прямая связь между степенью тяжести патологических процессов костной ткани и большой концентрацией щелочной фосфатазы в сыворотке крови.

При оценке показателей минерального обмена у бройлеров установлено увеличение содержания кальция в группе цыплят, получавших терапию. Так, уровень данного элемента после 7 дней дачи препарата был на 4,7 % ($p \leq 0,01$), а после 21 дня приема Силиостина – на 16,1 % ($p \leq 0,001$) выше значений контрольной группы. При этом в опытной группе отмечено снижение концентрации фосфора на 15,3 и 18,4 % ($p \leq 0,05$), что способствовало оптимизации кальций-фосфорного соотношения в сторону кальция, на основании чего можно сделать вывод о нормализации минерального обмена у опытных цыплят.

Следует отметить, что даже по истечении скормливания препарата Силиостин опытным бройлерам повторных случаев возникновения у них клинических симптомов дисхондроплазии до окончания производственного цикла выращивания выявлено не было.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Применение препарата Силиостин в дозе 2 % к массе корма основного рациона при дисхондроплазии у цыплят-бройлеров в течение 21 дня способствует улучшению клинического состояния больной птицы, увеличению сохранности поголовья и интенсификации прироста массы тела.

2. Препарат нормализует биохимический гомеостаз крови птицы по основным показателям обмена веществ, а также оказывает влияние на снижение уровня щелочной фосфатазы – фермента, относящегося к маркерам костной резорбции.

3. Курс терапии Силиостином в течение 21 дня обеспечивает полное выздоровление заболевшей птицы, предотвращая появление рецидивов развития дисхондроплазии в последующем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Измайлович И.Б.* Использование провитаминального препарата «Каролин» в птицеводстве. – 2014. – 215 с.
2. *Околелова Т.М., Енгашев С.В.* Научные основы кормления и содержания сельскохозяйственной птицы. – М.: РИОР, 2021. – 439 с.
3. *Сидоренко Л.И., Щербатов В.И.* Биология кур: учеб. пособие. – Краснодар: Кубан. гос. аграр. ун-т, 2016. – 244 с.
4. *Мясная* продуктивность и качество мясного сырья при использовании в рационе цыплят-бройлеров фосфоритной кормовой добавки / Д.В. Ежков, А.П. Герасимов, И.А. Яппаров, В.О. Ежков // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2022. – Т. 249, № 1. – С. 65–69.
5. *Влияние* препарата силиостин на структурные изменения и биомеханические свойства трубчатых костей сельскохозяйственной птицы / Д.П. Винокурова, М.П. Семенов, А.А. Власенко [и др.] // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 101. – С. 189–195.
6. *Власенко А.А.* Особенности биохимических показателей крови цыплят-бройлеров при фармакопрофилактике дисхондроплазии // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2022. – Т. 11, № 2. – С. 90–93.
7. *Groves P.J., Muir W.I.* Earlier hatching time predisposes cobb broiler chickens to tibial dyschondroplasia // *Animal*. – 2017. – Vol. 11 (1). – P. 112–120.
8. *Possibility of Using a New Osteogenic Drug in the Prevention and Treatment of Dyschondroplasia in Broilers* / A. Vlasenko, D. Vinokurova, D. Osepchuk [et al.] // *Lecture Notes in Networks and Systems*. – 2022. – P. 277–286.
9. *Портянко А.В., Лыско С.Б., Красиков А.П.* Применение растительного препарата в птицеводстве // Ветеринария и кормление. – 2019. – № 2. – С. 44–46.
10. *Севостьянова О.И.* Витаминно-минеральный препарат для птицеводства – токсикологические параметры // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – № S1. – С. 138–142.

REFERENCES

1. *Izmajlovich I.B.* Ispol'zovanie provitamininogo preparata «Karolin» v pticevodstve (The use of the provitamin preparation "Karolin" in poultry farming.), 2014, 215 p.
2. *Okolelova T.M., Engashev S.V.* Nauchnye osnovy kormleniya i sodержaniya sel'skokozyajstvennoj pticy (Scientific bases of feeding and keeping of poultry), Moscow: RIOR, 2021, 439 p.
3. *Sidorenko L.I., Shcherbatov V.I.* Biologiya kur (Biology of chickens), ucheb. Posobie, Krasnodar: Kuban. gos. agrar. un-t, 2016, 244 p.
4. *Myasnaya produktivnost' i kachestvo myasnogo syr'ya pri ispol'zovanii v racione cyplyat-broylerov fosforitnoj kormovoj dobavki* / D.V. Ezhkov, A.P. Gerasimov, I.A. YApparov, V.O. Ezhkov // *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Baumana*. – 2022. – T. 249, № 1. – S. 65–69.
5. *Vinokurova D.P., Semenenko M.P., Vlasenko A.A. i dr.*, *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022, No. 101, pp. 189–195. (In Russ.)
6. *Vlasenko A.A.* *Sbornik nauchnyh trudov Krasnodarskogo nauchnogo centra po zootekhnii i veterinarzii*, 2022, Vol. 11, No. 2, pp. 90–93. (In Russ.)
7. *Groves P.J., Muir W.I.* Earlier hatching time predisposes cobb broiler chickens to tibial dyschondroplasia, *Animal*, 2017, Vol. 11 (1), pp. 112–120.
8. *Vlasenko A., Vinokurova D., Osepchuk D., Semenenko K., Semenenko M., Kuzminova E.*, *Possibility of Using a New Osteogenic Drug in the Prevention and Treatment of Dyschondroplasia in Broilers*, *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2022, pp. 277–286.
9. *Portyanko A.V., Lysko S.B., Krasikov A.P.*, *Veterinariya i kormlenie*, 2019, No. 2, pp. 44–46. (In Russ.)
10. *Sevost'yanova O.I.* *Vestnik APK Stavropol'ya*, 2015, No. S1, pp. 138–142. (In Russ.)

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ САХАРОВ (ГЛЮКОЗЫ, САХАРОЗЫ) ЗЕРНОВОЙ И СВЕКЛОВИЧНОЙ МЕЛАССЫ НА РОСТ УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ

^{1,2}**М.А. Леонова**, кандидат ветеринарных наук

^{1,2}**С.В. Леонов**, старший научный сотрудник

^{1,2}**Е.А. Тареева**, младший научный сотрудник

²**А.А. Политов**, кандидат химических наук

²**В.В. Аксёнов**, кандидат химических наук

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук

²Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук

E-mail: felis-ligr@mail.ru

Ключевые слова: зерновая меласса, свекловичная меласса, углеводы, сахара, глюкоза, сахароза, микроорганизмы, бактерии.

Реферат. *Перед технологами животноводческих комплексов стоит задача поиска кормовой углеводной добавки, которая бы компенсировала дефицит энергии основного рациона. Этому требованию отвечает зерновая и свекловичная меласса. Однако, являясь питательным субстратом, она может активно заселяться бактериями из окружающей среды. Цель исследований – оценить влияние различных концентраций сахаров зерновой и свекловичной мелассы на развитие условно-патогенных микроорганизмов. В результате изучения воздействия сахаров зерновой (глюкоза) и свекловичной (сахароза) мелассы в концентрациях от 18,0 до 46,0 % установлено консервирующее (антибактериальное) действие в отношении разных видов бактерий. Глюкоза в концентрации 18,0 – 30,0 % снижала рост *L. mesenteroides*, *Ps. aeruginosa*, *Ps. fluorescens*, *E. coli*, *Str. viridans*, *L. monocytogenes*, *S. enterica subsp. houtenae*, *St. aureus*, *B. cereus* от 2 до 5 порядков относительно контроля, для отдельных видов концентрации 22,0 – 30,0 % и для всех – 34,0-46,0 % были бактерицидны. Сахароза в концентрациях 18,0 – 38,0 % снижала рост отдельных видов на 1 – 4 порядка относительно контроля; консервирующий (антибактериальный) эффект отмечен у концентраций 18,0 – 34,0 % в отношении отдельных видов и в отношении всех бактерий (исключая *L. mesenteroides*) был у концентраций 38,0 – 46,0 %. Опираясь на полученные результаты, при условии, если не применять химические консерванты и дезсредства, то целесообразно изготавливать зерновую мелассу за короткий срок перед внесением в рацион животных, так как это более технологично. В данном случае установки для производства кормовой мелассы можно размещать в кормозаготовительном цехе любого животноводческого комплекса, что снизит риски возможного обсеменения и снижения содержания углеводов (сахаров) при длительной транспортировке и хранении.*

THE INFLUENCE OF SUGAR CONCENTRATIONS (GLUCOSE, SUCROSE) IN GRAIN AND BEET MOLASSES ON THE GROWTH OF CONDITIONALLY PATHOGENIC BACTERIA

^{1,2}**M.A. Leonova**, PhD in Veterinary Sciences

^{1,2}**S.V. Leonov**, Senior Researcher

^{1,2}**E.A. Tareeva**, Junior Researcher

²**A.A. Politov**, PhD in Chemical Sciences

²**V.V. Aksyonov**, PhD in Chemical Sciences

¹Siberian Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Russian Academy of Sciences

²Institute of Solid-State Chemistry and Mechanochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Keywords: grain molasses, beet molasses, carbohydrates, sugars, glucose, sucrose, microorganisms, bacteria.

Abstract. *Technologists of livestock complexes face the task of finding a carbohydrate feed supplement that would compensate for the energy deficit in the main diet. Grain and beet molasses meet this requirement. However, being a nutritious substrate, it can be actively colonised by environmental bacteria. The research aims to assess the influence of different concentrations of sugars from grain (glucose) and beet (sucrose) molasses on the development of conditionally pathogenic microorganisms. As a result of studying the effects of sugars from grain (glucose) and beet (sucrose) molasses at concentrations ranging from 18.0 to 46.0%, a preservative (antibacterial) effect against different bacterial species was observed. Glucose at 18.0–30.0% reduced the growth of *L. mesenterioides*, *Ps. aeruginosa*, *Ps. fluorescens*, *E. coli*, *Str. viridans*, *L. monocytogenes*, *S. enterica* subsp. *houtenae*, *St. aureus*, *B. cereus* by 2 to 5 orders of magnitude compared to the control; for certain species, concentrations of 22.0–30.0%, and for all species, concentrations of 34.0–46.0% were bactericidal. Sucrose at concentrations of 18.0–38.0% reduced the growth of certain species by 1–4 orders of magnitude compared to the control; the preservative (antibacterial) effect was observed at concentrations of 18.0–34.0% for certain species and at concentrations of 38.0–46.0% for all bacteria (except *L. mesenterioides*). Based on the results obtained, when not using chemical preservatives and disinfectants, it is advisable to manufacture grain molasses shortly before adding it to the animal's diet, as it is more technologically feasible. In this case, facilities for producing feed molasses can be located in the feed preparation department of any livestock complex, reducing the risks of possible contamination and reducing carbohydrate (sugar) content during long-distance transportation and storage.*

Потребность в протеине в большинстве животноводческих предприятий удовлетворяется почти полностью, при этом дефицит легкоусвояемых углеводов носит устойчивый характер и во многих российских хозяйствах достигает 40–50 % [1]. Традиционные источники сахаров в рационах крупного рогатого скота – корнеклубнеплоды, сахарная меласса, гидролизные патоки, пропиленгликоль имеют как положительные (восполнение энергии в рационе), так и отрицательные стороны – низкое содержание сахаров (14,0–22,0 %), быстрая трата углеводов организмом, наличие нитратов, высокие энергетические и трудовые затраты при производстве и доставке конечного продукта до потребителя [1–3].

При производстве зерновой патоки немаловажным является фактор доступности сырья, а именно, молочные предприятия имеют собственные поля, где возможно произвести посев пригодной районированной зерновой культуры (например, ржи, ячменя и пр.) [4]. Перспективной культурой также является горох, из которого можно получить дешевую комбинированную углеводно-протеиновую добавку.

Меласса (патока) в своем составе имеет легкодоступные сахара, в связи с чем является натуральным субстратом (питательной средой) для активной жизнедеятельности микроорганизмов из окружающей среды. Накопление микробной массы возможно во время хранения, переработки сырья и готовой продукции. Различные бактерии (*Bacillus subtilis*, *Clostridium perfringes*, *Leuconostoc dextranicum*, *Pseudomonas fluorescens*, *Sarcina lutea*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris* и др.) в процессе развития оказывают влияние на характеристики продукта (разлагают белки, сбраживают сахара с образованием кислот, газа, инвертного сахара, уксусного альдегида) [5, 6]. Наличие слизеобразующих микроорганизмов в свёкле, полупродуктах вызывает технологические отклонения и нарушает пищевую безопасность предприятий [6]. Согласно СанПиН 2.3.2.1078-01 (п. 3.21), в пищевых продуктах не допускается наличие патогенных микроорганизмов и их токсинов, представляющих опасность для здоровья человека и животных.

Для предотвращения бактериальной обсемененности конечного продукта сахарного производства применяют различные средства. Формалин, дезсредства на основе четвертичных аммониевых соединений (ЧАС), надуксусной кислоты (НУК) и др. (Бетасепт, Нобак, Нависан

и др.) [7] имеют высокие бактерицидные свойства, но при этом оказывают отрицательное влияние на окружающую среду, здоровье человека и животных за счет аллергенных и токсигенных свойств. Полигуанидины блокируют дыхание, питание, транспорт метаболитов через клеточную стенку бактерий, но их побочный продукт – газы (CO_2 , CH_4 , H_2) могут создавать опасность взрыва на производстве [8]. Бактерицидная активность хлорсодержащих препаратов обусловлена окислительной способностью хлора [5], однако остаточные количества хлора приводят к снижению активности простейших в рубце жвачных. Озон, ультрафиолет нарушают целостность оболочек бактериальных клеток за счет окисления [8]. Консерванты, добавляемые в конечный продукт – патоку и мелассу, – диоксид серы; сульфит натрия, калия и кальция; гидросульфит натрия, калия и кальция; пиросульфит натрия и калия (до 70 мг/кг), обуславливают отрицательные последствия применения в виде аллергических реакций, нарушений со стороны желудочно-кишечного тракта, рубцового пищеварения (так как не у всех видов животных есть соответствующие ферменты, способные их переработать до неактивных соединений), разрушения тиамин (витамина B_1).

Для оценки качества пищевой продукции введено понятие «микробиологическая стойкость», которое подразумевает потенциальные возможности сохранения готового продукта без порчи под действием микроорганизмов [6, 9], при этом свежая патока, согласно ряду исследований, не должна храниться дольше 6 месяцев, так как повышается риск развития нежелательной микрофлоры и снижения количества ферментируемого сахара [10, 11].

Цель исследований – оценить влияние различных концентраций сахаров в зерновой и свекловичной мелассе на развитие условно-патогенных микроорганизмов.

Исследования были проведены на базе лаборатории болезней птиц Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока (ИЭВСИДВ) СФНЦА РАН.

Объектами исследования послужили: опытная зерновая меласса (произведена по технологии ИХТТМ СО РАН (В.В. Аксёнов и др.), содержащая глюкозу, и контрольная – свекловичная меласса (производства сахароперерабатывающего завода РФ), содержащая сахарозу.

Для тестирования использовали изоляты условно-патогенных микроорганизмов (МО), выделенные из промышленных сахарозаготавливающих, складских, кормозаготовительных и животноводческих объектов: *Leuconostoc mesenteroides* (выделен из ослизненной сахарной свёклы), *Pseudomonas aeruginosa* (выделен из воды водонапорной башни; устойчив к дезинфектантам), *Pseudomonas fluorescens* (выделен из образца сенажа с нарушением закладки, муконидная (био пленкообразующая) форма), *Escherichia coli* (выделен с кормового стола; устойчив к широкому спектру антибиотиков), *Streptococcus viridans* (выделен с зерна, загрязненного фекалиями голубей), *Listeria monocytogenes* (выделен из системы водоснабжения перерабатывающего завода; устойчив к широкому спектру антибиотиков и дезинфицирующих препаратов в низких концентрациях), *Salmonella enterica* subspecies *houtenae* (выделен из кормового зерна; устойчив к воздействию внешних природных неблагоприятных факторов), *Staphylococcus aureus* (выделен с упаковки; устойчив к действию начальных концентраций дезинфектантов на основе надуксусной кислоты и перекиси, используемых в пищевой промышленности), *Bacillus cereus* (выделен с образца сенажа; обладает выраженными протеолитическими ферментными системами; растет в широких температурных диапазонах и на средах с различным солевым составом).

На первом этапе изоляты восстанавливали суточным культивированием при 37,0 °С из лиофилизированного состояния на средах, обогащенных факторами роста (бульон Хоттингера, мясо-пептонный бульон (МПБ) и мясо-пептонный агар (МПА) с добавлением к объёму 5,0 % стерильной сыворотки лошади. Из суточных культур МО готовили взвесь с концентрацией 0,5 ед. по МакФарленду ($1,0 \times 10^8$ КОЕ/мл) на стерильном 0,9 %-м растворе натрия хлористого. Получаемую взвесь тестировали методом серийных разведений на приборе спирального по-

сева EasySpiral (Interscience) с последующей оценкой результата на приборе подсчета колоний Scan 500 (Interscience).

На втором этапе забуференную пептонную воду (ЗПВ) смешивали с зерновой и свекловичной мелассой, доводя концентрации глюкозы и сахарозы до следующих значений: 18, 22, 26, 30, 34, 38, 42, 46%. Данные значения связаны с тем, что конечный продукт, в зависимости от различных факторов (длительность хранения, сырье), может иметь разную концентрацию сахаров.

Для культивирования МО использовали плоскодонный прозрачный 96-луночный планшет Thermo Scientific (cat. №456529) с крышкой. В лунки планшета помещали по 190,0 мкл стерильной ЗПВ с заданной концентрацией углеводов, а в контрольные лунки ЗПВ без сахаров, после чего в экспериментальные лунки вносили взвесь микроорганизмов ($1,0 \times 10^8$ КОЕ/мл) в трех повторах в объеме 10,0 мкл. В лунки контроля вносили взвесь МО в объеме 10,0 мкл.

Заполненный планшет закрывали крышкой и помещали в Tecan Spark 10M (Tecan), устанавливали программу: шейкирование каждые 10 мин, 96 RPM и амплитудой 6 мм, +37,0 °C. Через 24 ч культивирования образцы из лунок были отобраны для определения концентраций микроорганизмов, которое проводили методом спирального посева EasySpiral (Interscience), после чего проводили подсчет КОЕ в 1,0 мл.

Статистическую обработку проводили с помощью программы для статанализа Microsoft Excel, входящей в пакет программ Microsoft Office 7.0.

Установлено, что различные концентрации глюкозы зерновой мелассы были восприняты бактериями по-разному (табл. 1). Так, *Leuconostoc mesenteroides* в диапазоне 18,0–26,0 % имел устойчивый рост, который отличался от контроля на 2 порядка, при 30,0 % отмечено снижение на 3 порядка, а концентрации 34,0–46,0 % полностью сдерживали рост.

Pseudomonas aeruginosa развивался только при концентрации глюкозы 18,0 %, при этом развитие было ниже на 3 порядка относительно контроля, начиная с концентрации 22,0 % рост не наблюдали.

Pseudomonas fluorescens в присутствии 18,0 % глюкозы снижал развитие на 2, а 22,0 % – на 3 порядка относительно контроля, начиная с концентрации 26,0 % глюкозы рост не наблюдали.

Escherichia coli в присутствии 18,0 и 22,0 % глюкозы снижала развитие на 2 порядка относительно контроля, начиная с концентрации 26,0 % глюкозы рост не наблюдали.

Streptococcus viridans в диапазоне 18,0–26,0 % глюкозы снижала развитие на 2 порядка относительно контроля, при концентрации глюкозы выше 26,0 % рост не наблюдали.

Listeria monocytogenes в диапазоне 18,0–26,0 % глюкозы снижала развитие на 2 порядка относительно контроля, 30,0 %-я концентрация снижала рост на 3 порядка, а при концентрации 34,0–46,0 % зерновая меласса обладала консервирующим (антибактериальным) свойством в отношении данного микроорганизма.

Salmonella enterica subspecies *houtenae* в присутствии 18,0 и 22,0 % глюкозы снижала развитие на 2 порядка относительно контроля, начиная с концентрации 26,0 % рост не наблюдали.

Staphylococcus aureus в присутствии 18,0 % глюкозы снижал рост на 2, а 22,0 % – на 5 порядков, 26,0–46,0 %-я глюкоза предотвращала рост бактерий.

Bacillus cereus при концентрации глюкозы 18,0 и 22,0 % снижал рост на 2, а 26,0 % – на 3 порядка, 30,0–46,0 %-я глюкоза предотвращала рост бактерии.

Таким образом, из представленных результатов следует, что зерновая меласса обладает консервирующим (антибактериальным) свойством по отношению к изучаемой условно-патогенной и патогенной микрофлоре, преимущественно с концентрацией глюкозы более 34,0 %.

Таблица 1

Рост МО в присутствии зерновой мелассы через 24 ч, КОЕ/мл
 Growth of MO in the presence of grain molasses after 24 hours, CFU/ml

Микроорганизмы	Концентрация глюкозы, %										
	18,0	22,0	26,0	30,0	34,0	38,0	42,0	46,0	0,0 (контроль)		
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	4,46±0,06x10 ⁶	3,20±0,15x10 ⁶	1,73±0,22x10 ⁶	1,02±0,09x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	3,45±0,14x10 ⁸		
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5,28±0,24x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	2,45±0,07x10 ⁸		
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	6,06±0,53x10 ⁶	1,7±0,07x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	6,65±0,23x10 ⁸		
<i>Escherichia coli</i>	4,00±0,12x10 ⁶	1,95±0,15x10 ⁶	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	6,86±0,00x10 ⁸		
<i>Streptococcus viridans</i>	2,53±0,04x10 ⁵	2,41±0,47x10 ⁵	1,09±0,08x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	6,51±0,07x10 ⁷		
<i>Listeria monocytogenes</i>	2,06±0,06x10 ⁶	1,09±0,22x10 ⁶	1,08±0,08x10 ⁶	5,24±0,47x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	8,34±0,02x10 ⁸		
<i>Salmonella enterica subsp. houtenae</i>	7,43±0,32x10 ⁶	3,3±0,77x10 ⁶	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	2,05±0,14x10 ⁹		
<i>Staphylococcus albus</i>	8,52±0,06x10 ⁶	7,67±0,47x10 ⁴	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	3,26±0,14x10 ⁹		
<i>Bacillus cereus</i>	1,93±0,03x10 ⁶	1,56±0,08x10 ⁶	2,82±0,05x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	2,86±0,01x10 ⁸		

Таблица 2

Рост МО в присутствии свежесквашенной мелассы через 24 ч, КОЕ/мл
 Growth of MO in the presence of beet molasses after 24 hours, CFU/ml

Микроорганизмы	Концентрация сахарозы, %									
	18,0	22,0	26,0	30,0	34,0	38,0	42,0	46,0	0,0 (контроль)	
<i>Leuconostoc mesenterioides</i>	2,44±0,03x10 ⁶	1,99±0,01x10 ⁶	1,32±0,02x10 ⁶	7,98±0,01x10 ⁵	3,53±0,0x10 ⁴	1,01±0,0x10 ⁴	0,0±0,0	0,0±0,0	2,11±0,09x10 ⁸	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	6,30±0,07x10 ⁴	1,49±0,23x10 ⁴	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	1,58±0,5x10 ⁷	
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	3,34±0,7x10 ⁶	2,07±0,02x10 ⁶	2,68±0,01x10 ⁵	1,68±0,00x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	8,95±0,07x10 ⁸	
<i>Escherichia coli</i>	2,71±0,06x10 ⁴	2,59±0,08x10 ⁴	7,83±0,6x10 ³	2,22±0,25x10 ³	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	3,21±0,07x10 ⁶	
<i>Streptococcus viridans</i>	3,09±0,09x10 ⁴	2,42±0,00x10 ⁴	5,49±0,15x10 ³	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	1,21±0,0x10 ⁷	
<i>Listeria monocytogenes</i>	4,86±0,2x10 ⁶	2,62±0,2x10 ⁶	1,18±0,5x10 ⁶	2,90±0,00x10 ⁴	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	9,14±0,0x10 ⁷	
<i>Salmonella enterica subspecies houtenae</i>	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	2,06±0,00x10 ⁹	
<i>Staphylococcus albus</i>	7,44±0,01x10 ⁵	1,03±0,01x10 ⁵	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	1,12±0,00x10 ⁹	
<i>Bacillus cereus</i>	2,34±0,0x10 ⁶	1,39±0,0x10 ⁶	9,66±0,5x10 ⁵	5,91±0,7x10 ⁵	4,26±0,2x10 ⁴	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	3,23±0,00x10 ⁸	

В таблице 2 показан рост МО в присутствии различных концентраций сахарозы свекловичной мелассы.

Leuconostoc mesenterioides в диапазоне концентраций сахарозы 18,0–26,0 % имел устойчивый рост и отличался от контроля на 2 порядка, при 30,0 % отмечено снижение на 3 порядка, концентрации 34,0–38,0 % снижали рост на 4 порядка и только 42,0 – 46,0 %-я сахароза полностью сдерживала рост. Такие значимые диапазоны сахарозы характерны для данной бактерии, которая наиболее часто загрязняет сахарное производство.

Pseudomonas aeruginosa имел неактивное развитие при концентрации сахарозы 18,0 – 22,0 % – ниже на 3 порядка относительно контроля, 26,0–46 % -я концентрация прекращала рост бактерии.

Pseudomonas fluorescens в присутствии 18,0 – 22,0 %-й сахарозы снижала развитие на 2, а 26,0–30,0 % – на 3 порядка относительно контроля, начиная с концентрации 34,0 % сахарозы рост не наблюдали.

Escherichia coli в присутствии 18,0 и 22,0 % сахарозы снижала развитие на 2 порядка относительно контроля, 26,0–30,0 %-я сахароза снижала рост на 3 порядка, отсутствие роста наблюдали в диапазоне концентрации 34,0–46,0 %.

Streptococcus viridans в диапазоне 18,0–22,0 % сахарозы снижал развитие на 3 порядка, 26,0 % – на 4 порядка относительно контроля, а начиная с концентрации 30,0 % сахарозы рост не наблюдали.

Listeria monocytogenes в диапазоне 18,0–26,0 % концентрации сахарозы снижала развитие на 1 порядок относительно контроля, 30,0 % -я концентрация снижала рост на 3 порядка, а свекловичная меласса с концентрации сахарозы 34,0–46,0 % обладала консервирующим (антибактериальным) свойством в отношении данного микроорганизма.

У *Salmonella enterica subspecies houtenae* в диапазоне 18,0–46,0 % -й концентрации сахарозы рост не наблюдали.

Staphylococcus aureus в присутствии 18,0–22,0 % сахарозы снижая рост на 4 порядка, начиная с концентрации сахарозы 26,0 % рост бактерии не отмечен.

Bacillus cereus при концентрации сахарозы 18,0 и 22,0 % снижал рост на 2 порядка, при 26,0–30,0 % – на 3 порядка, 34,0 % – на 4 порядка, а 38,0–46,0 % сахароза предотвращала рост бактерии.

Таким образом, из представленных результатов следует, что свекловичная меласса обладает консервирующим (антибактериальным) свойством по отношению к изучаемой условно-патогенной микрофлоре, преимущественно с концентрацией сахарозы более 38,0 % (исключая *Leuconostoc mesenterioides* – более 42,0 %).

Только высокие концентрации глюкозы (34,0 – 46 %) и сахарозы (38,0 – 46,0 %) полностью препятствуют росту условно-патогенной и патогенной микрофлоры (исключение *Leuconostoc mesenterioides* – бактерицидны лишь концентрации 42,0 и 46,0 % сахарозы). Более низкие концентрации углеводов (18,0–34,0 %) имеют широкие пределы по сдерживанию активности бактерий. Из опыта производства и хранения, на содержание сахаров в конечном продукте оказывают влияние многие факторы, а именно, количество сахаров в первичном сырье (сорт свеклы или зерновой культуры), условия внешней среды (например, высокая влажность и длительное хранение).

Результаты наших исследований показывают преимущество зерновой мелассы за счёт меньшей восприимчивости отдельными бактериями глюкозы. Так 26,0 % -я концентрация останавливает рост пяти из девяти видов, в то время как сахароза в этой же концентрации останавливает рост только трех представителей бактерий. Глюкоза в концентрации 30,0 % подавляет рост семи бактерий, а сахароза – четырёх. Однако в наиболее распространенном для мелассы в диапазоне содержания углеводов 18,0–26,0 % мы всё же наблюдали рост отдельных бактерий, что указывает на возможные риски от обсеменения на этапе переработки и хранения.

Исходя из вышесказанного, если не применять химические консерванты и дезсредства, то целесообразно изготавливать зерновую мелассу за короткий срок перед внесением в рацион животных, так как это более технологично ввиду того, что установки для производства кормовой мелассы [2] можно размещать в кормозаготовительном цехе любого животноводческого комплекса, что снизит риски возможного обсеменения и снижения содержания углеводов (сахаров) при длительной транспортировке и хранении.

Исследования финансированы в рамках Государственного задания ИХТТМ СО РАН №122011700261-3.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Переработка* зерна на кормовые сахара для животных / К.Я. Мотовилов, Н.А. Шкиль, В.В. Аксенов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 10. – С. 43–45.
2. *Оценка* эффективности технологических приемов совершенствования способа получения кормовой патоки / В.В. Аксенов, С.К. Волончук, А.И. Резепин, С.А. Дубкова // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 2. – С. 45–47.
3. *Review Regarding the Use of Molasses in Animal Nutrition* / A.L. Mordenti, E. Giarretta, L. Campidonico [et al.] // *Animals* (Basel). – 2021. – Jan 7, N 11 (1). – P. 115. – <https://doi.org/10.3390/ani11010115>.
4. *Перевозчиков А.В., Воробьева С.Л., Березкина Г.Ю.* Влияние зерновой патоки в рационах коров на качественные характеристики сырого молока и продуктов его переработки // *Аграрный вестник Урала*. – 2019. – № 7. – С. 51–58.
5. *Кульнева Н.Г., Гойкалова О.Ю., Шматова А.И.* Факторы, формирующие качество сахара-песка // *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*. – 2015. – № 1. – С. 188–190. – <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2015-1-188-190>.
6. *Микробиологические аспекты* в свеклосахарном производстве / Н.Г. Ильяшенко, Л.Н. Шабурова, М.Б. Мойсеяк [и др.] // *Сахар*. – 2022. – № 8. – С. 37–42. – <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2022-8-37-42>.
7. *Остапенко А.В.* Взаимодействие антимикробного средства и ферментного препарата в процессе экстрагирования сахарозы из бактериально инфицированной сахарной свеклы // *Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф.* – 2020. – С. 146–150.
8. *Шматова А.И.* Обеспечение безопасности сахарного производства путем подавления микрофлоры при извлечении сахарозы из свеклы: дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 2015. – 156 с.
9. *Ермолаева Т.А., Мойсеяк М.Б., Ильяшенко Н.Г.* Микробиологические исследования эффективности средства «Волсепт Стерил» в отношении специфической микрофлоры при производстве сахара // *Сахар*. – 2017. – № 3. – С. 50–56.
10. *Impact of Storage Time, Rain and Quality of Molasses in the Production of Bioethanol* / Z. Bhatti, M. Rajput, G. Maitlo [et al.] // *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology* – 2019. – Vol. 38. – P. 1021–1032. – <https://doi.org/10.22581/muet1982.1904.14>.
11. *Rahman M., Yi P.M., Mat K.* Effect of Molasses Level on Hardness, Storage Durability and Chemical Composition of Densified Complete Feed // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2020. – Vol. 596. – P. 012095. – <https://doi.org/10.1088/1755-1315/596/1/012095>.

REFERENCES

1. Motovilov K.Ya., Shkil' N.A., Aksenov V.V., Adonin A.I., Pidenko G.F., Ramazanov A.Yu., Luk'yanenko D.N., Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2012, No. 10, pp. 43–45. (In Russ.)
2. Aksenov V.V., Volonchuk S.K., Rezepin A.I., Dubkova S.A., Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2017, Vol. 31, No. 2, pp. 45–47. (In Russ.)
3. <https://doi.org/10.3390/ani11010115>.

4. Perevozchikov A.V., Vorob'eva S.L., Berezkina G.Yu., Agrarnyj vestnik Urala, 2019, No. 7, pp. 51–58. (In Russ.)
5. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2015-1-188-190>.
6. <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2022-8-37-42>.
7. Ostapenko A.V. Problemy i perspektivy nauchno-innovacionnogo obespecheniya agropromyshlennogo kompleksa regionov (Problems and prospects of scientific and innovative support of the agro-industrial complex of the regions), Proceedings of reports of the International Scientific and Practical Conference), 2020, pp. 146–150. (In Russ.)
8. Shmatova A.I. Obespechenie bezopasnosti saharnogo proizvodstva putem podavleniya mikroflory pri izvlechenii saharozy iz svekly (Ensuring the safety of sugar production by suppressing microflora during the extraction of sucrose from beets), Candidate' thesis of Technical Sciences', Voronezh, 2015, 156 p. (In Russ.)
9. Ermolaeva T.A., Mojseyak M.B., Il'yashenko N.G., Sahar, 2017, No. 3, pp. 50–56. (In Russ.)
10. <https://doi.org/10.22581/muet1982.1904.14>.
11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/596/1/012095>.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОБИОТИКА В РАЦИОНЕ СУКОЗНЫХ КОЗ

И.А. Функ, кандидат сельскохозяйственных наук
Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий
E-mail: funk.irishka@mail.ru

Ключевые слова: пробиотический препарат, козы, гематологические показатели, молочная продуктивность, качественные показатели молока, воспроизводительная способность, экономическая эффективность.

Реферат. Показана эффективность применения пробиотического препарата Плантарум в кормлении коз молочного направления продуктивности. Научно-хозяйственный опыт был проведен в условиях ООО КФХ «ЭкоФерма» с. Зудилово Первомайского района Алтайского края на помесных козах зааненской породы. Для проведения опыта было сформировано четыре группы сукозных коз по 20 голов в каждой. Животные контрольной группы (1-я группа) получали основной хозяйственный рацион, сбалансированный по питательным веществам и энергии, а в рацион коз опытных групп во второй половине сукозности дополнительно был введен экспериментальный пробиотический препарат Плантарум (разработка ФГБНУ ФАНЦА отдел СибНИИС) в дозах 0,4 мл/кг массы тела в сутки для 2-й группы, 0,6 – для 3-й группы и 0,8 – для 4-й. Установлено, что скармливание пробиотического препарата Плантарум положительно отразилось на физиологическом состоянии подопытных животных. Так, у коз опытных групп по сравнению с контролем отмечено более высокое содержание гемоглобина – на 0,9 – 5,5 % ($p \leq 0,05$) и эритроцитов – на 3,8 – 15,2 % ($p \leq 0,05$). При анализе биохимических показателей крови коз опытных групп наблюдалась тенденция к повышению общего кальция и неорганического фосфата. Наряду с этим в ходе опыта было установлено положительное влияние пробиотического препарата Плантарум на молочную продуктивность подопытных животных, что выражалось в повышении относительно контроля валового и среднесуточного удоя на 0,02 – 3,27 %. Применение пробиотика не оказало существенного влияния на плодовитость коз, но отразилось на сохранности их потомства, увеличив ее на 3,0–6,3 %. Целесообразность применения пробиотического препарата Плантарум в рационах коз в дозах 0,6 и 0,8 мл/кг массы тела в сутки обоснована расчетами экономической эффективности.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF PROBIOTICS IN THE RATION OF DAIRY GOATS

I.A. Funk, PhD in Agricultural Sciences
Federal Altai Scientific Center for Agrobiotechnology

Keywords: probiotic preparation, goats, haematological indicators, milk productivity, quality parameters, reproductive ability, economic efficiency.

Abstract. The effectiveness of using the probiotic preparation Plantarum in feeding dairy-oriented goats is demonstrated. The scientific and economic experiment was conducted on crossbred Saanen goats at the LLC KFH "EcoFarma," Zudilovo village, Pervomaysky district of the Altai Territory. Four groups of pregnant goats were formed, each consisting of 20 animals, for the experiment. The control group (Group 1) animals received the primary balanced ratio according to nutrients and energy. In the second half of pregnancy, an experimental probiotic preparation, Plantarum (developed by the FGBNU FANTSA, SibNIIS department), was additionally introduced into the ration of goats in the experimental groups at doses of 0.4 ml/kg body weight per day for Group 2, 0.6 ml for Group 3, and 0.8 ml for Group 4. It was found that feeding the probiotic preparation Plantarum had a positive effect on the physiological condition of the experimental animals. In comparison with the control group, goats in the experimental groups showed a higher haemoglobin content by 0.9–5.5% ($p \leq 0.05$) and erythrocytes by 3.8–15.2% ($p \leq 0.05$). An analysis of the blood biochemical parameters of goats

in the experimental groups showed a tendency to increase total calcium and inorganic phosphate. Along with this, during the experiment, the probiotic preparation Plantarum's positive influence on the experimental animals' milk productivity was established, which was expressed in an increase in the gross and average daily milk yield by 0.02–3.27% relative to the control. The use of probiotics did not significantly impact the fertility of goats but affected the survival rate of their offspring, increasing it by 3.0–6.3%. The feasibility of using the probiotic preparation Plantarum in the rations of goats at doses of 0.6 and 0.8 ml/kg body weight per day is justified by economic efficiency calculations.

Успешное развитие животноводства в современной практике сельхозтоваропроизводителей невозможно только за счет реализации генетического потенциала животных, так как создание и поддержание оптимальных условий кормления, а также содержания сельскохозяйственных животных и птицы является основополагающим фактором в обеспечении их здоровья, сохранности, воспроизводительной способности и получении максимального выхода продукции надлежащего качества [1]. Однако, в сложных техногенных и экономических условиях некоторых животноводческих хозяйств все чаще встречаются дисбактериозы и иммунодефициты, вызванные инфекционными и неинфекционными заболеваниями, приводящие к снижению продуктивности и сохранности животных, что отражается на качестве производимой продукции и экономических показателях предприятия [2, 3].

В настоящее время с целью защиты организма животного от патогенных и условно-патогенных микроорганизмов и, как следствие, повышения продуктивного потенциала животного сельхозтоваропроизводители все чаще используют, в качестве альтернативы кормовым антибиотикам, биологически активные препараты, в частности пробиотики [4–6]. К тому же увеличение спроса на пробиотики обосновано и повышением в Российской Федерации санитарно-гигиенических требований к продуктам животноводства.

Пробиотики принято считать безопасными и экологически чистыми, так как они включают в свой состав представителей нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта животных. Скармливание пробиотиков способствует лучшему перевариванию и усвоению питательных и биологически активных веществ кормов, нормализации метаболических процессов и повышению общей резистентности организма, так как пробиотики оказывают влияние на микрофлору желудочно-кишечного тракта, обменные процессы и иммунную систему животного. В результате комплексного действия пробиотиков на организм животного повышается выход сельскохозяйственной продукции и улучшается ее качество [7–9].

Все вышперечисленное обосновывает повышенный интерес со стороны отечественных и зарубежных ученых к разработкам пробиотических препаратов и использованию их в животноводстве. Однако необходимо отметить, что несмотря на активную практику применения пробиотиков в животноводстве исследований по изучению влияния пробиотических препаратов на организм коз молочного направления продуктивности проведено достаточно мало.

В связи с этим целью исследования явилось изучение влияния экспериментального пробиотического препарата Плантарум на физиологическое состояние и продуктивные показатели коз молочного направления продуктивности.

Научно-хозяйственный опыт проведен в условиях ООО КФХ «ЭкоФерма» с. Зудилово Первомайского района Алтайского края. Объектом исследования являлись помесные козы зааненской породы в возрасте двух лет. Для проведения опыта методом групп аналогов с учетом живой массы и возраста было сформировано четыре группы сукозных коз (три опытные и одна контрольная) по 20 голов в каждой. Согласно схеме исследования, опытные группы коз, помимо основного рациона, дополнительно получали пробиотический препарат Плантарум (разработка ФГБНУ ФАНЦА отдел СибНИИС) в дозах 0,4; 0,6 и 0,8 мл/кг массы тела в сутки для 2-й, 3-й и 4-й групп соответственно. Пробиотик вводили в рацион коз во второй половине

сукозности в течение 28 дней. Гематологические показатели (морфология и биохимия крови) изучали по общепринятым и стандартным методам биохимического анализа. Плодовитость коз и сохранность потомства (воспроизводительная способность) определяли путем учета всех родившихся и сохранившихся до 4-месячного возраста козлят из расчета на 100 околотившихся маток. Молочную продуктивность коз учитывали методом ежемесячных контрольных доек за 10 месяцев лактации. Экономическую эффективность результатов исследований оценивали по общепринятой методике Г.М. Лоза и др. [10]. Полученные в ходе опыта данные статистически обработаны по Е.К. Меркурьевой [11] с использованием персонального компьютера и программы Microsoft Excel.

В эффективной работе отрасли животноводства немаловажную роль играет здоровье животных, которое обуславливает реализацию его продуктивного потенциала. В ходе научного опыта здоровье подопытных коз контролировалось при формировании групп и по завершении скормливания пробиотика (через 28 дней). О физиологическом состоянии животных можно судить по морфологическим и биохимическим показателям крови, так как кровь является внутренней средой организма, обеспечивающей его нормальное функционирование и жизнедеятельность [12]. Исследование крови подопытных коз, проведенное после скормливания пробиотического препарата Плантарум, показало, что основные гематологические показатели находились в пределах физиологической нормы (табл. 1). Однако отмечены некоторые особенности картины крови коз опытных групп.

Таблица 1

Гематологические показатели подопытных коз
Hematological Indicators of Experimental Goats

Показатели	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Гемоглобин, г/л	106,50±1,64	107,50±1,92	111,30±2,07	112,40±1,94*
Эритроциты, 10 ¹² /л	10,50±0,36	10,90±0,74	11,20±1,24	12,10±1,34*
Общий белок, г/л	68,10±1,84	68,32±1,50	68,68±1,90	69,24±0,17
Кальций, ммоль/л	3,06±0,40	3,12±0,41	3,14±0,42	3,18±0,43
Фосфор, ммоль/л	1,96±0,24	2,00±0,21	2,01±0,21	2,03±0,22

* $p \leq 0,05$; * $p \leq 0,01$; * $p \leq 0,001$.

Полученные результаты показывают, что в опытных группах по сравнению с контролем содержание гемоглобина крови увеличилось на 0,9 – 5,5 ($p \leq 0,05$), уровень эритроцитов – на 3,8 – 15,2 % ($p \leq 0,05$), что свидетельствует о повышении обменных процессов в организме, а следовательно, и о лучшем переваривании и усвоении питательных веществ корма, что может положительно отразиться на молочной продуктивности.

По содержанию общего кальция и неорганического фосфата в крови коз опытных групп была отмечена тенденция к повышению этих показателей минерального обмена в отношении контрольной группы. Таким образом, гематологические показатели коз опытных групп свидетельствуют о положительном влиянии пробиотического препарата Плантарум на физиологический статус подопытных животных.

Положительное влияние пробиотиков на функциональное состояние жвачных животных подтверждается и в исследованиях А.И. Афанасьевой и др. [13], в которых скормливание пробиотического препарата Ветом 4.24 сукозным овцематкам способствовало повышению уровня эритроцитов и гемоглобина в крови животных на 19,5 и 13,5 % соответственно.

Реализация генетического потенциала продуктивности животного осуществляется только при создании благоприятных условий кормления и содержания. По данным некоторых иссле-

дователей, использование биологически активных добавок, в частности пробиотиков, в рационах молочных животных положительно сказывается на их молочной продуктивности [14, 15]. Исходя из того, что повышение молочной продуктивности положительно отразится как на воспроизводстве поголовья, так и на экономической эффективности сельхозпредприятия, в ходе опыта было изучено влияние экспериментального пробиотического препарата Плантарум на молочную продуктивность коз и химический состав молока.

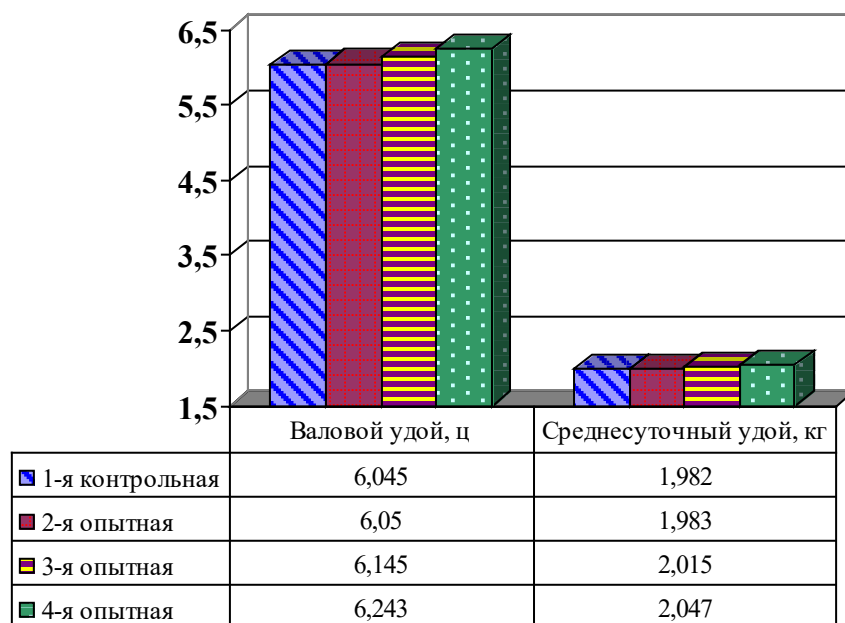


Рис. 1. Молочная продуктивность коз за 305 дней лактации

Fig. 1. Milk Productivity of Goats for 305 Days of Lactation

Анализ молочной продуктивности подопытных животных (рис. 1) показал, что введение в рацион коз во второй половине сукозности экспериментального пробиотического препарата Плантарум положительно отразилось на количественных показателях молока за счет повышения обменных процессов организма, на что указывают морфологические и биохимические показатели крови коз. В результате применения пробиотика валовой и среднесуточный удой коз за весь период лактации увеличился во 2-й группе на 0,02 %, в 3-й – на 1,66 ($p \leq 0,05$) и в 4-й – на 3,27 % ($p \leq 0,01$) относительно контроля.

Полученные в ходе опыта данные согласуются с исследованиями В.В. Солдатовой и др. [14], в которых показано, что скармливание кормовой добавки Профорт, включающей в свой состав фермент и пробиотик, лактирующим козам в дозе 20 г/гол. в сутки оказало влияние на увеличение среднесуточного удоя на 13,0 – 15,0 %, а также с опытами М.Г. Пушкарева [16], где применение пробиотической добавки Бацел М лактирующим козам способствовало увеличению молочной продуктивности коз на 13,9 – 20,2 %.

Необходимо отметить, что применение пробиотика оказало положительное влияние не только на количественные, но и на качественные показатели молока (рис. 2).

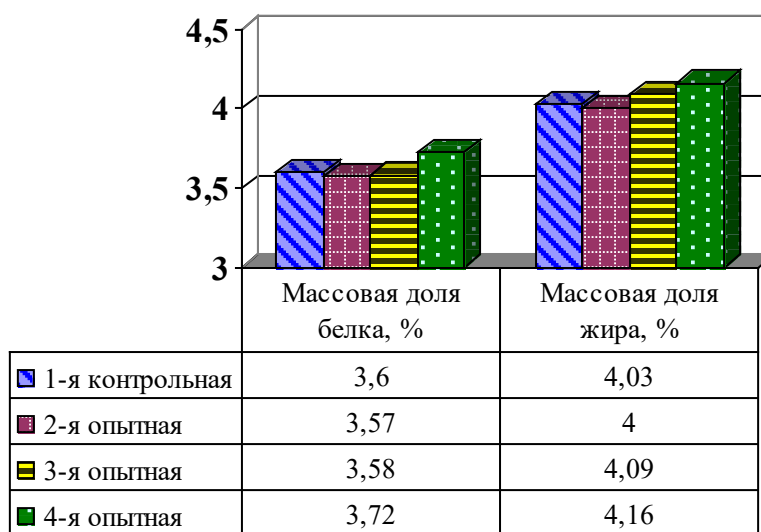


Рис. 2. Качественные показатели молока коз за 305 дней лактации

Fig. 2. Milk Quality Parameters of Goats for 305 Days of Lactation

Важным показателем качества молока сельскохозяйственных животных является содержание в нем жира и белка. Белок обладает высокой биологической ценностью, так как содержит незаменимые аминокислоты, принимающие участие в построении клеток организма, ферментов, защитных тел, гормонов и т.д.

Анализ химического состава молока коз подопытных групп показал, что содержание белка во всех опытных группах находилось в пределах нормы для данного вида животных, регламентируемой ГОСТ 32940-2014 (не менее 2,8 %) [17]. Массовая доля белка за лактацию варьировала в пределах от $3,57 \pm 0,11$ до $3,72 \pm 0,22$ %. Животные 2-й и 3-й опытных групп по содержанию белка в молоке уступали аналогам контрольной группы на 0,83 и 0,56 %, а особи 4-й группы превышали контрольную группу на 3,33 %. Во всех случаях разница не достоверна.

Содержание жира в молоке зависит главным образом от кормления. В ходе опыта было установлено, что массовая доля жира в молоке всех опытных групп также находилась в пределах нормы для данного вида животных (не менее 3,2 %). Содержание жира за лактацию составило $4,03 \pm 0,10$ % в 1-й группе, $4,00 \pm 0,08$ – во 2-й, $4,09 \pm 0,24$ – в 3-й и $4,16 \pm 0,22$ % – в 4-й. Данный показатель за лактацию в 3-й и 4-й экспериментальных группах превосходил контроль на 1,49 и 3,22 % соответственно. Во всех случаях разница не достоверна.

Таким образом, можно отметить, что в молоке коз, получавших в дополнение к основному рациону пробиотический препарат Плантарум в дозах 0,6 и 0,8 мл/кг массы тела в сутки, отмечено увеличение массовой доли жира и белка в сравнении с контролем.

О повышении массовой доли жира в козьем молоке при применении пробиотических препаратов свидетельствуют и результаты исследований Z. Ma et al. [18], в которых показано, что при скармливании пробиотика на основе *Enterococcus faecalis* концентрация жира в молоке повысилась на 11,7 %.

Немаловажным аспектом в животноводстве является воспроизводительная способность маток. Плодовитость маток и сохранность их потомства сказывается на экономических показателях предприятия. Повышение показателей воспроизводства способствует росту выхода продукции и, как следствие, снижению затрат на ее производство.

При введении пробиотического препарата Плантарум в рацион сукозных коз существенно влияния его на плодовитость подопытных животных не установлено (табл. 2).

Воспроизводительная способность подопытных коз
 Reproductive Ability of Experimental Goats

Показатель	Группа			
	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Количество осемененных маток, гол.	20	20	20	20
Количество околотившихся маток, гол.	20	20	20	20
Родилось живых козлят, гол.	32	32	31	32
одинцов	8	8	9	8
двоен	24	24	22	24
Аборт, мертворожденных, гол.	-	-	-	-
Всего получено козлят, гол.	32	32	31	32
козлики	15	16	15	16
козочки	17	16	16	16
Плодовитость, %	160,0	160,0	155,0	160,0
Сохранено козлят к 4-месячному возрасту, гол.	28	28	28	30
Сохранность, %	87,5	87,5	90,5	93,8
Деловой выход козлят на 100 маток, %	140,0	140,0	140,0	150,0

Плодовитость составила 155,0 % в 3-й группе и 160,0 % в 1-й, 2-й и 4-й группах. Полученные результаты находятся в пределах нормы для данной породы. Однако необходимо отметить, что увеличение дозы введения пробиотического препарата Плантарум в рацион сукозных коз способствовало повышению сохранности их потомства. Наибольшая сохранность – 93,8 % наблюдалась в 4-й опытной группе, где доза введения пробиотика составила 0,8 мл/кг массы тела в сутки. Сохранность потомства 3-й и 4-й групп превосходила таковую контрольной группы на 3,0 и 6,3 % соответственно. Деловой выход козлят на 100 маток составил 150 % в 4-й группе и 140 % в 1-й, 2-й и 3-й группах.

Оценивая эффективность результатов исследования, необходимо учитывать не только зоотехнические показатели, но и считать экономическую составляющую, так как деятельность любого предприятия ориентирована на получение прибыли. Как показали расчеты, скармливание животным опытных групп пробиотического препарата Плантарум позволило снизить затраты кормов на получение 1 кг молока на 1,63 % в 3-й группе и на 2,23 % в 4-й, что способствовало увеличению выручки от реализации молока в этих группах на 2,71 и 3,99 %, а также позволило получить больше дохода на 14,06 и 14,00 %. Экономический эффект за лактацию в 3-й и 4-й группах составил 629,1 и 626,6 руб. на голову соответственно, тогда как во 2-й группе, напротив, происходило снижение дохода на 0,2 %, что привело к отрицательному экономическому эффекту, который составил 10,85 руб. на голову за лактацию. Полученные данные по экономической эффективности указывают на целесообразность применения пробиотического препарата «Плантарум» в рационе коз молочного направления продуктивности в дозах 0,6 и 0,8 мл/кг массы тела/сут.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы.

1. Пробиотический препарат Плантарум в рационе сукозных коз способствовал увеличению содержания гемоглобина крови на 0,9 – 5,5 % ($p \leq 0,05$) и уровня эритроцитов на 3,8 – 15,2 % ($p \leq 0,05$).

2. Введение экспериментального пробиотического препарата Плантарум в рацион сукозных коз положительно отразилось как на количественных, так и на качественных показателях молока.

3. Применение пробиотика не оказало существенного влияния на плодовитость коз, но отразилось на сохранности их потомства, увеличив ее на 3,0 – 6,3 %.

4. При экономическом обосновании результатов научно-хозяйственного опыта установлена эффективность применения экспериментального пробиотического препарата Плантарум в рационе коз молочного направления продуктивности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Буяров В.С., Мальцева М.А., Алдобаева Н.А. Научно-практическое обоснование применения пробиотиков в молочном скотоводстве и мясном птицеводстве // Аграрный вестник Верхневолжья. – 2018. – № 2. – С. 79–86.
2. Бондаренко В.М., Воробьев А.А. Дисбиозы и препараты с пробиотической функцией // Микробиология. – 2004. – № 1. – С.84–92.
3. Шагалиев Ф.М., Нигматуллина Г.Ф., Шарафгалеев Р.Т. Роль пробиотиков при выращивании здоровых телят // Главный зоотехник. – 2014. – № 12. – С. 9–12.
4. Оценка влияния пробиотика Ветом 1.1 на некоторые показатели роста и морфобиохимического состава крови телят / С.А. Шевченко, Ю.Н Федоров., А.И. Шевченко [и др.] // Вестник НГАУ. – 2018. – № 4 (49). – С. 156–161.
5. Бирюков О.И. Использование пробиотического препарата «Ветом 1.1» при выращивании молодняка овец // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2015. – № 3. – С. 24–26.
6. Doyle M.E. Alternatives to Antibiotic Use for Growth Promotion in Animal Husbandry // Food Research Institute. – 2001. – P. 1–17.
7. Смирнова Ю.М., Литонона А.С., Платонова А.В. Эффективность использования пробиотиков в кормлении дойных коров // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 9. – С. 145–151.
8. Панин А.Н., Малик Н.И. Пробиотики – неотъемлемый компонент рационального кормления животных // Ветеринария. – 2006. – № 6. – С. 3–6.
9. Probiotic administration effect on fecal mutagenicity and microflora in the goat's gut / A.L. Apas, J. Dupraz, R. Ross [et al.] // J. Biosci Bioeng. – 2010. – Vol. 110. – P. 537–540.
10. Лоза Г.М., Удовенко Е.Я., Вовк В.К. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – М.: Колос, 1980. – 112 с.
11. Меркурьева Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1970. – 424 с.
12. Осипова Н.А., Магер С.Н., Попов Ю.Г. Лабораторные исследования крови животных. – Новосибирск, 2003. – 48 с.
13. Афанасьева А.И., Сарычев В.А., Катаманов С.Г. Морфологические и биохимические показатели крови суягных овцематок при использовании пробиотика «Ветом 4.24» // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2018. – № 4. – С. 53–56.
14. Влияние кормовой добавки Профорт на микрофлору рубца и продуктивность дойных коз / Солдатова В.В., Соболев Д.В., Новикова Н.И. [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2018. – № 5. – С. 24–28.
15. Utza E.M., Apas A.L., Diazc M.A. Goat milk mutagenesis is influenced by probiotic administration // Small Ruminant Research. – 2018. – Vol. 161. – P. 24–27.
16. Пушкарев М.Г. Влияние пробиотиков на лактационную деятельность коз // 90-летие зоотехнического факультета ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова: материалы нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Саратов: РИО Саратов. ГАУ, 2020. – С. 117–120.

17. ГОСТ 32940–2014. Молоко козье сырое. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2015. – 53 с.
18. *Positive effects of dietary supplementation of three probiotics on milk yield, milk composition and intestinal flora in Sannan dairy goats varied in kind of probiotics* / Z. Ma, Y. Cheng, S. Wang [et al.] // *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* – 2020. – Vol. 104. – P. 44–45.

REFERENCES

1. Bujarov V.S., Mal'ceva M.A., Aldobaeva N.A., Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ja, 2018, No. 2, pp. 79–86. (In Russ.)
2. Bondarenko V.M., Vorob'ev A.A., *Mikrobiologija*, 2004, No. 1, pp. 84–92. (In Russ.)
3. Shagaliev F.M., Nigmatullina G.F., Sharafgaleev R.T., *Glavnyj zootehnik*, 2014, No. 12, pp. 9–12. (In Russ.)
4. Shevchenko S.A., Fedorov Ju.N., Shevchenko A.I., Zhdanov V.G., Surtaeva L.I., *Vestnik NGAU*, 2018, No. 4 (49), pp. 156–161. (In Russ.)
5. Birjukov O.I. *Ovcy, kozy, sherstjanoe delo*, 2015, No. 3, pp. 24–26. (In Russ.)
6. Doyle M.E. *Alternatives to Antibiotic Use for Growth Promotion in Animal Husbandry*, Food Research Institute, 2001, pp. 1–17.
7. Smirnova Ju.M., Litonona A.S., Platonova A.V., *Vestnik KrasGAU*, 2020, No. 9, pp. 145–151. (In Russ.)
8. Panin A.N., Malik N.I., *Veterinarija*, 2006, No. 6, pp. 3–6. (In Russ.)
9. Apas A.L., Dupraz J., Ross R., González S.N., Arena M.E., *Probiotic administration effect on fecal mutagenicity and microflora in the goat's gut*, *J. Biosci Bioeng*, 2010, Vol. 110, pp. 537–540.
10. Loza G.M., Udovenko E.Ja., Vovk V.K. *Metodika opredelenija jekonomicheskoy jeffektivnosti ispol'zovanija v sel'skom hozjajstve rezul'tatov nauchno-issledovatel'skih rabot, novoj tehniki, izobretenij i racionalizatorskih predlozhenij* (Methodology for determining the economic efficiency of the use in agriculture of the results of scientific research, new technology, inventions and innovation proposals), Moscow: Kolos, 1980, 112 p.
11. Merkur'eva E.K. *Biometrija v selekcii i genetike sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh* (Biometrics in breeding and genetics of farm animals), Moscow: Kolos, 1970, 424 p.
12. Osipova N.A., Mager S.N., Popov Ju.G. *Laboratornye issledovanija krovi zhivotnyh* (Laboratory tests of animal blood), Novosibirsk, 2003, 48 p.
13. Afanas'eva A.I., Sarychev V.A., Katamanov S.G., *Ovcy, kozy, sherstjanoe delo*, 2018, No. 4, pp. 53–56. (In Russ.)
14. Soldatova V.V., Sobolev D.V., Novikova N.I., Il'ina L.A., Filippova V.A., Gorbacheva E.E., Movsisyan A.G., *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*, 2018, No. 5, pp. 24–28. (In Russ.)
15. Utza E.M., Apas A.L., Diazc M.A. *Goat milk mutagenesis is influenced by probiotic administration*, *Small Ruminant Research*, 2018, Vol. 161, pp. 24–27.
16. Pushkarev M.G. *90-letie zootehnicheskogo fakul'teta FGBOU VO Saratovskij GAU im. N.I. Vavilova* (90th anniversary of the Zootechnical Faculty of the Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov), *Proceedings of the National Scientific and Practical Conference with International Participation*, Saratov: RIO Saratovskogo GAU, 2020, pp. 117–120. (In Russ.)
17. ГОСТ 32940–2014. Молоко козье сырое. Технические условия. Стандартинформ (ГОСТ 32940-2014. Raw goat's milk. Technical conditions), 2015, 53 p.
18. Ma Z., Cheng Y., Wang S., Ge J.-Zh., Shi H.-P., Kou J.-C. *Positive effects of dietary supplementation of three probiotics on milk yield, milk composition and intestinal flora in Sannan dairy goats varied in kind of probiotics*, *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 2020, Vol. 104, pp. 44–45.



РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ,
ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

RATIONAL NATURE MANAGEMENT, ECOLOGY
AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

УДК 633.313:631.55

DOI:10.31677/2311-0651-2023-41-3-75-82

**ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ ВИКТОРИЯ В ОДНОВИДОВЫХ
И ПОЛИВИДОВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗАХ В УСЛОВИЯХ УДМУРТСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ**

Ж.С. Нелюбина, кандидат сельскохозяйственных наук

Н.И. Касаткина, доктор сельскохозяйственных наук

Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения

Российской академии наук

E-mail: ugniish-nauka@yandex.ru

Ключевые слова: люцерна изменчивая, сорт Виктория, травосмеси, урожайность, сухое вещество, ботанический состав, кормовая питательность.

Реферат. Люцерна изменчивая является ценной многолетней бобовой культурой, которая отличается высокой кормовой продуктивностью, повышенным содержанием (до 24 %) сырого протеина, засухоустойчивостью и зимостойкостью, длительным периодом использования, способностью сохранять почвенное плодородие. В производстве данную культуру возделывают как в чистом виде, так и в травосмесях с другими бобовыми и злаковыми травами. В 2016 г. в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Волго-Вятскому, Уральскому, Западно-Сибирскому, Северо-Западному, Центрально-Черноземному, Восточно-Сибирскому, Средневолжскому регионам Российской Федерации, был внесен новый сорт люцерны изменчивой Виктория, оригинатор – УрФНИЦ УрО РАН. С целью изучения кормовой продуктивности и питательной ценности одновидовых и поливидовых агрофитоценозов с данным сортом люцерны изменчивой на дерново-подзолистых почвах Удмуртской Республики в 2019 – 2022 гг. были проведены исследования. Установлено, что основной вклад в урожайность агрофитоценозов на протяжении трех лет пользования вносила люцерна изменчивая – 56–87 % в двухкомпонентных травосмесях и 44–69 % – в трехкомпонентных. Распространенность костреца безостого и фестулолиума в смешанных посевах возросла с 18–26 % в первый год пользования до 32–43 % – в третий. Наибольшую урожайность (7,3 т/га) сухого вещества сформировала травосмесь люцерны изменчивой и лядвенца рогатого при густоте стеблестоя 727–951 шт/м², доле люцерны 74–80, лядвенца – 11–21 %. Из люцерно-злаковых агрофитоценозов наиболее продуктивными были травосмеси с фестулолиумом – 6,3–6,6 т/га сухого вещества. Кормовая питательность выделившихся травосмесей была высокой: в 1 кг сухого вещества содержалось 17,4–21,3 % сырого протеина, 0,69–0,76 к. ед. и 9,2–10,0 МДж обменной энергии.

**CULTIVATION OF VARIABLE LUCERNE VARIETY VICTORIA IN
MONOCULTURAL AND POLYCULTURE AGROPHYTOCENOSIS UNDER THE
CONDITIONS OF UDMURT REPUBLIC**

Zh.S. Nelyubina, PhD in Agricultural Sciences

N.I. Kasatkina, Doctor of Agricultural Sciences

Udmurt Federal Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Keywords: variable lucerne, variety Victoria, grass mixtures, yield, dry matter, botanical composition, feed value.

Abstract. Variable lucerne is a valuable perennial legume crop known for its high fodder productivity, elevated raw protein content (up to 24%), drought resistance, winter hardiness, extended utilisation period, and the ability to maintain soil fertility. This crop is cultivated in pure stands and grass mixtures with other legumes and grasses. In 2016, a new variety of variable lucerne, Victoria, was included in the State Register of Breeding Achievements and approved for use in the Volga-Vyatka, Ural, West Siberian, North-Western, Central Chernozem, East Siberian, and Middle Volga regions of the Russian Federation, with the FSBI «UFARC UB RAS» (Federal State Budgetary Institution "Ural Federal Agrarian Research Center Ural Branch of the Russian Academy of Sciences") as the originator. The research was conducted in 2019–2022 to study the fodder productivity and nutritional value of monocultural and polyculture agrophytocenosis with the Victoria variety of variable lucerne on derno-podzolic soils in the Udmurt Republic. It was found that variable lucerne made the main contribution to agrophytocenosis yield over three years, accounting for 56–87% in two-component grass mixtures and 44–69% in three-component ones. The prevalence of *Festuca rubra* and *Festuca pratensis* in mixed crops increased from 18–26% in the first year of use to 32–43% in the third year. The highest yield (7.3 t/ha) of dry matter was obtained from the grass mixture of variable lucerne and red fescue at a stem density of 727–951 pcs/m², with variable lucerne accounting for 74–80% and red fescue for 11–21%. Among lucerne-grass agrophytocenoses, the mixtures with *Festuca pratensis* were the most productive, yielding 6.3–6.6 t/ha of dry matter. The feed value of the selected grass mixtures was high: in 1 kg of dry weight, there was 17.4–21.3% raw protein, 0.69–0.76 feed units, and 9.2–10.0 MJ of metabolisable energy.

В адаптивном кормопроизводстве востребованной культурой является люцерна изменчивая в связи с ее продуктивным долголетием, высокой кормовой и семенной продуктивностью, способностью сохранять плодородие почвы за счет азотфиксирующей способности и большой массы пожнивно-корневых остатков. Эта культура обеспечивает получение относительно дешевых, насыщенных протеином (15,5-24,2 % в сухом веществе) кормов, устойчива к засухе и неблагоприятным условиям зимнего периода [1-4].

Сорт люцерны изменчивой Виктория был включен в 2016 г. в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Волго-Вятскому региону (4). Данный сорт люцерны сочетает в себе высокий потенциал семенной (0,20-0,84 т/га) и кормовой (7,69-10,76 т/га) продуктивности, обладает высокой зимостойкостью. Содержание сырого протеина достигает 18,80-21,98 %, сырой клетчатки – 21,95-28,5 % [4, 5].

Люцерну изменчивую возделывают как в одновидовых, так и в смешанных агрофитоценозах. В условиях Удмуртской Республики более половины всей площади многолетних трав занимают бобово-злаковые травосмеси, которые используются для заготовки кормов [6]. Основными преимуществами возделывания бобово-злаковых травосмесей являются повышение кормовой продуктивности 1 га, получение более сбалансированных по сахаропротеиновому отношению и обменной энергии кормов, увеличение срока продуктивного использования агрофитоценозов, высокая энергетическая и экономическая эффективность [7–9]. Поливидовые агроценозы более устойчивы по годам пользования и при многоукосном использовании травостоя [3, 10, 11]. Как правило, засоренность одновидовых посевов бобовых или злаковых трав бывает выше, чем смешанных [12, 13].

Травосмеси люцерны с кострцом безостым, тимофеевкой луговой, овсяницей луговой широко используются для создания травостоев укосного назначения, урожайность их зеленой массы достигает 45–55 т/га и более, а продуктивность травостоя сохраняется до 4 – 6 лет [1, 13]. В условиях Среднего Предуралья смеси люцерны с кострцом формировали стабильную по годам урожайность сена 5,2–7,2 т/га, а одновидовые посевы этих трав – 3,1–6,7 т/га. Такие травосмеси способны обеспечить выход с 1 га обменной энергии 53,14–121,0 ГДж, сбор сырого протеина – 1,26 т, кормовых единиц – 4,44 тыс. [6, 14]. Новой культурой, используемой

для создания агрофитоценозов с люцерной изменчивой, является фестулолиум. Урожайность сухой массы фестулолиумно-люцернового агрофитоценоза может достигать 9,4–12,4 т/га. Исследователи отмечают, что более питательный и сбалансированный корм, с высоким содержанием сырого протеина и обменной энергии был получен при проведении первого укоса в фазе начала колошения фестулолиума и бутонизации бобовых трав. С затягиванием уборки увеличивается содержание сырой клетчатки и корм грубеет [12, 15].

Цель работы – определение кормовой продуктивности одновидовых и поливидовых агроценозов многолетних трав на основе люцерны изменчивой Виктория.

Объекты исследований – люцерна изменчивая (*Medicago x varia* Mart.) сорт Виктория; лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) Солнышко; кострец безостый (*Bromopsis inermis*) Свердловский 38; овсяница луговая (*Festuca pratensis*) Свердловская 37; фестулолиум (*Festulolium* F. Ascherset Graebn) ВИК-90.

Полевые опыты проводили в 2019–2022 гг. в экспериментальном севообороте Удмуртского НИИСХ – филиала УдмФИЦ УрО РАН. Опыты закладывали на дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя: содержание гумуса – 2,2 %, pH_{KCl} – 6,1, Ng – 1,42 ммоль/100 г, P_2O_5 – 346 мг/кг, K_2O – 101 мг/кг.

Схема опыта: 1). люцерна изменчивая (контроль); 2). лядвенец рогатый; 3). люцерна + лядвенец (соотношение компонентов 40 % + 60 %); 4). люцерна + овсяница луговая (50 % + 50 %); 5). люцерна + кострец безостый (50 % + 50 %); 6). Люцерна + фестулолиум (60 % + 40 %); 7). люцерна + лядвенец + кострец (30 % + 40 % + 30 %); 8). Люцерна + лядвенец + овсяница (30 % + 40 % + 30 %); 9). Люцерна + лядвенец + фестулолиум (30 % + 40 % + 30 %). Нормы высева многолетних трав в одновидовых посевах, млн всхожих семян на 1 га: люцерна изменчивая – 6, лядвенец рогатый – 10, кострец безостый – 6, овсяница луговая – 6, фестулолиум – 4,5 [16].

Учетная площадь делянок – 30 м². Расположение вариантов систематическое, в четырехкратной повторности. Полевой опыт проводили согласно требованиям методики опытного дела в кормопроизводстве [17]. Уборка была проведена в фазе бутонизации – начала цветения люцерны. Статистическая обработка данных осуществлялась методом дисперсионного анализа [18].

Вегетационный период 2020 г. был благоприятен для развития многолетних трав, отмечали незначительную засушливость (ГТК 1,01). Агрофитоценозы с люцерной изменчивой Виктория первого года пользования сформировали три укоса. Урожайность сухого вещества составила 6,5 – 9,5 т/га с преимуществом травосмеси «люцерна + лядвенец», которая обеспечила прибавку урожайности 0,9 т/га ($НСР_{05}$ – 0,4 т/га) к контрольному одновидовому посеву люцерны (табл. 1). Травосмеси «люцерна + овсяница» и «люцерна + фестулолиум» дали 8,3 и 8,8 т/га сухого вещества – на уровне урожайности контроля. Остальные агроценозы были ниже по продуктивности.

Во второй год пользования (2021 г.), в связи с засушливыми условиями вегетационного периода (ГТК 0,72), урожайность многолетних трав была относительно низкой и составила 3,0 – 5,1 т/га в сумме за два укоса. Лучший результат показала травосмесь люцерны с лядвенцем. Бинарные смеси с кострцом безостым, овсяницей луговой и фестулолиумом и трехкомпонентная с кострцом сформировали одинаковую (4,1 – 4,5 т/га при $НСР_{05}$ 0,5 т/га) урожайность по отношению к одновидовому посеву люцерны. Лядвенец рогатый в одновидовом посеве был наименее продуктивным – 3,0 т/га.

Вегетационный период 2022 г. был засушливым (ГТК 0,91), особенно во второй половине лета. Продуктивность травы третьего года пользования за два укоса составила 5,9 – 7,3 т/га сухого вещества, наибольшая отмечена у травосмеси люцерны и лядвенца, превышающая на 0,5 т/га ($НСР_{05}$ 0,5 т/га) данный показатель в контрольном варианте. Все смешанные агрофитоценозы, кроме травосмеси «люцерна + лядвенец + овсяница», сформировали урожайность 6,4 – 6,9 т/га – на уровне с урожайностью 6,8 т/га одновидового посева люцерны (6,8 т/га).

Таблица 1

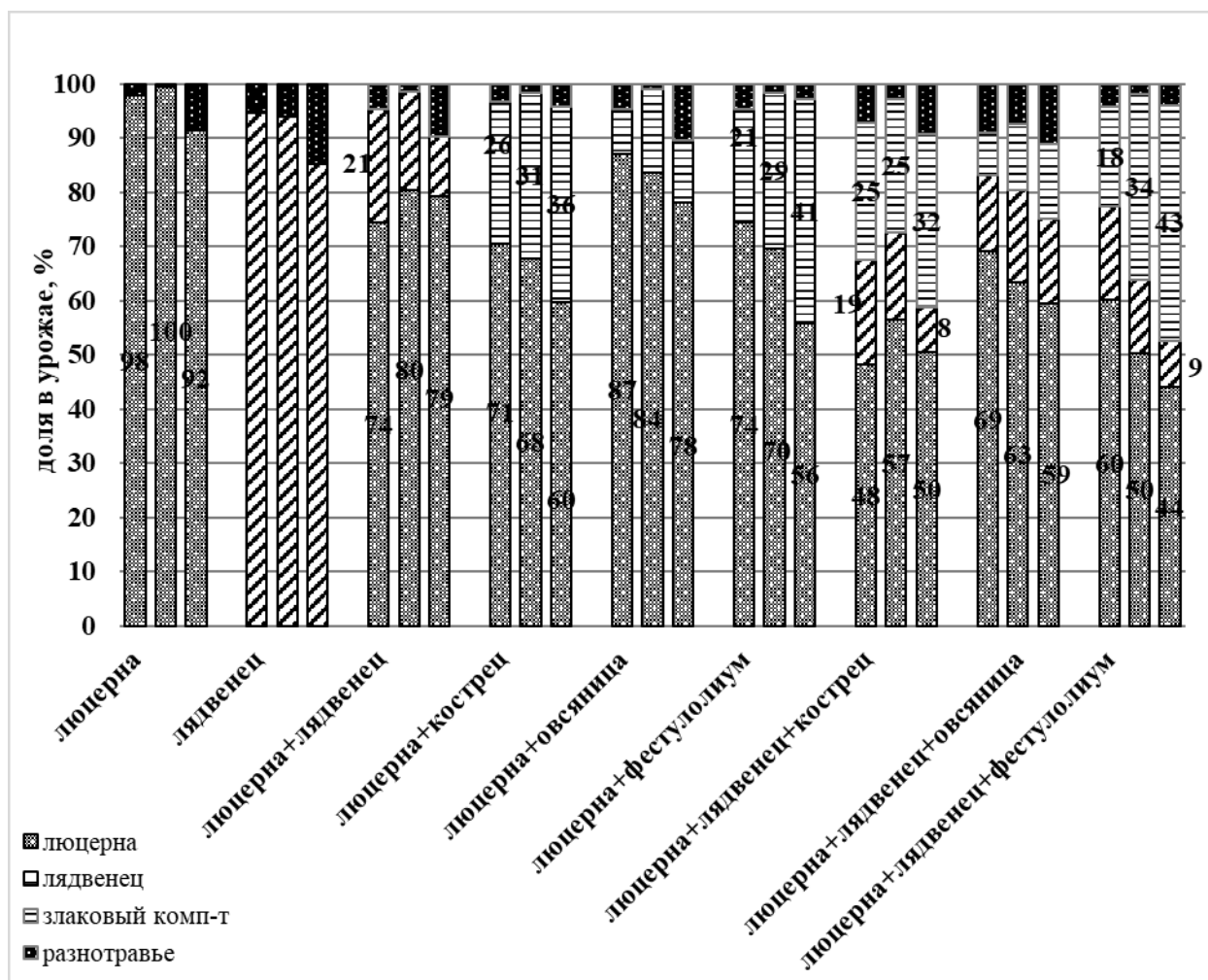
Урожайность сухого вещества и густота стеблестоя агрофитоценозов многолетних трав (2020 – 2022 гг.)
Yield of Dry Matter and Stem Density of Perennial Grass Agrophytocenosis (2020 – 2022)

Агрофитоценоз	Год пользования			В среднем
	1-й	2-й	3-й	
1. Люцерна изменчивая (контрорль)	8,6	4,5	6,8	6,6
2. Лядвенец рогатый	7,2	3,0	6,0	5,4
3. Люцерна изменчивая + лядвенец рогатый	9,5	5,1	7,3	7,3
4. Люцерна изменчивая + кострец безостый	7,6	4,3	6,4	6,1
5. Люцерна изменчивая + овсяница луговая	8,3	4,5	6,5	6,4
6. Люцерна изменчивая + фестулолиум	8,8	4,1	6,9	6,6
7. Люцерна изменчивая + лядвенец рогатый +кострец безостый	7,1	4,1	6,6	5,9
8. Люцерна изменчивая + лядвенец рогатый +овсяница луговая	6,5	3,7	5,9	5,4
9. Люцерна изменчивая + лядвенец рогатый + фестулолиум	8,1	3,9	6,8	6,3
НСР ₀₅	0,4	0,5	0,5	0,3

В среднем за три года пользования люцерна изменчивая Виктория обеспечила сбор 6,6 т/га сухого вещества. Урожайность агрофитоценозов «люцерна + овсяница» и «люцерна + фестулолиум» 6,4 и 6,6 т/га соответственно была на уровне контроля при НСР₀₅ 0,3 т/га. Наиболее продуктивной (7,3 т/га сухого вещества) оказалась травосмесь «люцерна + лядвенец». Остальные поливидовые агроценозы существенно снижали урожайность по отношению к контролю. Лядвенец рогатый в чистом посеве обеспечил сбор 5,4 т/га сухого вещества.

Урожайность 7,3 т/га выделившегося за три года пользования агрофитоценоза «люцерна + лядвенец» сформировалась при общей густоте стеблестоя в обоих укосах 727 – 951 шт/м² стеблей, при этом во втором укосе при уменьшении плотности стеблей лядвенца происходило увеличение количества стеблей люцерны. Высота лядвенца в первом укосе составляла 33 – 42 см, что на 3 – 7 см выше, чем в одновидовом посеве. Облиственность люцерны в первом укосе и лядвенца во втором укосе превышала на 2 – 4 и 3 % соответственно данный показатель в одновидовых посевах.

В бинарных агрофитоценозах в первый год пользования вклад люцерны в формирование урожайности достигал 71 – 87 %. Из злаковых трав относительно низким – 8 % было содержание овсяницы луговой, костреца безостого – 26, фестулолиума – 21 %. Доля лядвенца в смеси с люцерной составила 21 % (рисунок). Во второй год пользования доля люцерны в двойных агроценозах составляла 68 – 84 %, произошло увеличение до 16 – 31 % доли злаковых трав и снижение до 18 % доли лядвенца рогатого в травосмеси «люцерна + лядвенец». На третий год пользования вклад люцерны изменчивой в формирование урожайности бинарных травосмесей составил 56 – 79 %, отмечали увеличение доли костреца безостого до 36 % и фестулолиума до 41 %. В травосмесях «люцерна + лядвенец» и «люцерна + овсяница» также произошло снижение доли люцерны изменчивой, лядвенца рогатого и овсяницы луговой, что привело к повышению засоренности данных посевов до 10 %. В одновидовых посевах люцерны изменчивой и лядвенца рогатого содержание разнотравья увеличилось до 8 – 15 %.



Ботанический состав агрофитоценозов по годам пользования (2020 – 2022 гг.)

Botanical Composition of Agrophytocenosis Over the Years of Use (2020–2022)

Трехкомпонентные агрофитоценозы формировали урожайность в первый год пользования за счет люцерны изменчивой при ее содержании 48 – 69 %, наибольшим данный показатель был в травосмеси с овсяницей, вклад лядвенца составил 14 – 19 %. Из злаковых трав коострец безостый имел долю в урожае 25 %, фестулолиум – 18, овсяница луговая – 8 %. На второй год пользования содержание люцерны изменчивой составило 50 – 63 %, лядвенца рогатого – 14 – 17, злаковых трав – 12 – 34 %. Фестулолиум получил большее распространение, чем другие злаковые компоненты. На третий год пользования доля люцерны в урожае снизилась до 44 – 59 %, наибольшее вытеснение произошло в травосмеси с фестулолиумом. Доля костреца безостого возросла до 32 %, фестулолиума – до 43 %. Содержание лядвенца рогатого в травосмесях с кострецом и фестулолиумом снизилось до 8 – 9 %. В агрофитоценозе люцерны с лядвенцем и овсяницей вклад люцерны изменчивой в урожайность был наибольшим – 59 %, в то же время доля лядвенца рогатого и овсяницы луговой оставалась низкой – 16 и 14 % соответственно, поэтому засоренность данного посева возросла до 11 %.

При уборке в фазе начала цветения люцерны содержание сырого протеина в сухом веществе агрофитоценозов составило 14,6 – 21,3 %, наиболее высоким данный показатель был у травосмеси люцерны с лядвенцем. При добавлении злакового компонента содержание сырого протеина снижалось по сравнению с люцерной в чистом виде (табл. 2). Сухое вещество травосмесей люцерны соответствовало требованиям ГОСТ Р 55452-2021 в сене 1-го класса качества (не ниже 14 %).

Таблица 2

**Кормовая питательность 1 кг сухого вещества многолетних трав (в среднем за 2020 – 2021 гг.)
Feed Value of 1 kg of Dry Matter of Perennial Grasses (Average for 2020 – 2021)**

Агрофитоценоз	Сырой протеин, %	Сырая клетчатка, %	Сырой жир, %	КОЭ, МДж	Кормовые единицы	ПП, г
1. Люцерна изменчивая (контроль)	20,5	29,8	2,6	9,4	0,71	151
2. Лядвенец рогатый	20,5	25,8	2,9	10,0	0,81	152
3. Люцерна + лядвенец	21,3	26,5	2,5	9,7	0,76	159
4. Люцерна + кострец	18,5	29,3	2,0	9,2	0,69	131
5. Люцерна + овсяница	17,7	29,6	2,1	9,2	0,69	127
6. Люцерна + фестулолиум	17,4	29,7	2,4	9,2	0,69	124
7. Люцерна + лядвенец + кострец	14,6	31,5	2,7	9,0	0,66	99
8. Люцерна + лядвенец + овсяница	16,4	29,0	3,1	9,4	0,72	115
9. Люцерна + лядвенец + фестулолиум	18,0	30,5	3,2	9,3	0,70	130
ГОСТ Р 55452-2021 для сена 1-го класса						
	Не менее	Не более	-	Не менее	-	-
Для бобово-злаковых	14	27		9,1		
Для бобовых	15	26		9,2		

Содержание сырой клетчатки варьировало от 25,8 % (лядвенец рогатый) до 31,5 % (люцерна + лядвенец + кострец). Сену 1-го класса соответствовало сухое вещество агрофитоценозов люцерны и лядвенца и лядвенца в одновидовом посеве. Сухое вещество остальных травосмесей по содержанию клетчатки относилось к сену 3-го класса (29 и 30 %) и ниже. Сырого жира содержалось от 2,0 до 3,2 %. Наиболее высоким данный показатель был у лядвенца и тройных травосмесей люцерны с овсяницей и фестулолиумом. Концентрация обменной энергии во всех агрофитоценозах – 9,2 – 10,0 МДж/кг соответствовала требованиям ГОСТа для сена 1-го класса, в травосмеси «люцерна + лядвенец + кострец» – для сена 2-го класса. Относительно высокую КОЭ определили в сухом веществе лядвенца и травосмеси люцерны и лядвенца – 10,0 и 9,7 МДж/кг соответственно. Кормовых единиц содержалось 0,66 – 0,81, сохранялись тенденции изменения содержания аналогично содержанию обменной энергии. Концентрация переваримого протеина составила 99 – 159 г в 1 кг сухого вещества, наибольшей она была у бобовых трав в одновидовых и смешанных посевах.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Основной вклад в урожайность агрофитоценозов на протяжении трех лет пользования вносила люцерна изменчивая – 56–87 % в двухкомпонентных травосмесях и 44–69 % – в трехкомпонентных. Распространенность костреца безостого и фестулолиума в смешанных посевах возросла с 18 – 26 % в первый год пользования до 32 – 43 % – в третий.

2. В среднем за три года пользования наибольшую урожайность – 7,3 т/га сухого вещества сформировал бинарный агрофитоценоз люцерны изменчивой Виктория и лядвенца рогатого Солнышко при густоте стеблестоя 727 – 951 шт/м², доле люцерны 74 – 80 %, лядвенца – 11 – 21%.

3. Агрофитоценоз «люцерна + лядвенец» имел высокую кормовую питательность 1 кг сухого вещества: содержание сырого протеина – 21,3 %, КОЭ – 10,0 МДж/кг, кормовых единиц – 0,76, переваримого протеина – 159 г.

4. Из травосмесей со злаковым компонентом можно выделить следующие: «люцерна + фестулолиум» и «люцерна + лядвенец + фестулолиум» с урожайностью 6,3 – 6,4 т/га и содержанием сырого протеина 17,4–18,0 %, КОЭ – 9,2–9,3 МДж/кг, кормовых единиц – 0,69–0,70, переваримого протеина – 124–130 г.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лазарев Н.Н., Кухаренкова О.В., Куренкова Е.М. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 18–25.
2. Lucerne (*Medicago sativa* L.) and fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) hay quality / M. Stjepanović, R. Gantner, G. Bukvić [et al.] // Breeding and seed production for conventional and organic agriculture. – EUCARPIA, Wageningen, 2007. – P. 176–178.
3. Aponte A., Samarappuli D., Berti M.T. Alfalfa-grass mixtures in comparison to grass and alfalfa monocultures // *Agronomy Journal*. – 2019. – Vol. 111. – P. 628–638.
4. Тормозин М.А., Зырянцева А.А. Изучение коллекции люцерны в условиях Среднего Урала по основным хозяйственно-ценным признакам // Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34, № 8. – С. 56–59.
5. Нагибин А.Е., Тормозин М.А., Зырянцева А.А. Травы в системе кормопроизводства. – Екатеринбург: Урал. НИИСХ – фил. ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, 2018. – 784 с.
6. Нелюбина Ж.С., Фатыхов И.Ш., Касаткина Н.И. Агрофитоценозы многолетних бобовых и мятликовых трав в Среднем Предуралье: монография. – Ижевск: Ижев. ГСХА; Удмурт. НИИСХ, 2014. – 145 с.
7. Шпаков А.С. Кормовые культуры в системах земледелия и севооборотах. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 400 с.
8. Создание продуктивных агрофитоценозов на сенокосах / В.А. Фигурин, А.П. Кислицина, Н.П. Сунцова, А.А. Вяткина // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 3. – С. 42–44.
9. Сысыев В.А., Фигурин В.А. Адаптивная стратегия устойчивой продуктивности многолетних трав на Северо-Востоке европейской части России // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 2. – С. 79–82.
10. Фигурин В. А., Сунцова Н. П., Кислицына А. П. Влияние числа укусов и сроков их проведения на продуктивное долголетие лядвенце-тимофеечных посевов на дерново-подзолистой сильноокислой почве // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. том 64. № 3. С. 49–55.
11. Yield and quality properties of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and their influencing factors in China / Y. Feng, Y. Shi, M. Zhao [et al.] // *European Journal of Agronomy*. – 2022. – Vol. 141. – P. 126637.
12. Донских Н.А., Никулин А.Б. Перспективная культура для кормопроизводства в Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского ГАУ. – 2016. – № 42. – С. 15–20.
13. Эседуллаев С.Т. Изменение состава поливидовых посевов кормовых культур по годам и их продуктивное долголетие в условиях Верхневолжья // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 1. – С. 45–62.
14. Тимошкин О.А. Урожайность и биологическая эффективность возделывания люцерны изменчивой и костреца безостого в смешанных посевах // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 7. – С. 12–18.
15. Степанова Т.В., Филиппов И.А. Побегообразовательная способность и урожайность бобово-злаковых и злаковых травостоев с участием фестулолиума в зависимости от азотного питания в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (67). – С. 40–47.
16. Справочник по кормопроизводству / под ред. В.М. Косолапова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозакадемия, 2014. – 715 с.

17. Новоселов Ю.К., Киреев В.Н., Кутузов Г.П. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: Россельхозакадемия, 1997. – 156 с.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.

REFERENCES

1. Lazarev N.N., Kukharekova O.V., Kurenkova E.M., Kormoproizvodstvo, 2019, No. 4, pp. 18–25. (In Russ.)
2. Stjepanović M., Gantner R., Bukvić G., Popović S., Stjepanović G. Lucerne (*Medicago sativa* L.) and fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) hay quality, Breeding and seed production for conventional and organic agriculture, EUCARPIA, Wageningen, 2007, pp. 176–178.
3. Aponte A., Samarappuli D., Berti M.T. Alfalfa-grass mixtures in comparison to grass and alfalfa monocultures, *Agronomy Journal*, 2019, Vol. 111, pp. 628–38.
4. Tormozin M.A., Zyryantseva A.A., Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2020, Vol. 34, No. 8, pp. 56–59. (In Russ.)
5. Nagibin A.E., Tormozin M.A., Zyryantseva A.A. Travy v sisteme kormoproizvodstva (Herbs in the feed production system), Yekaterinburg: Ural'skiy NIISKh - filial FGBNU UrFANITs UrO RAN, 2018, 784 p.
6. Nelyubina Zh.S., Fatykhov I.Sh., Kasatkina N.I. Agروفитосенозы многолетних бобовых и мятликовых трав в Среднем Предуралье: (Agrophytocenoses of perennial legumes and bluegrass grasses in the Middle Urals), monograph, Izhevsk: Izhevskaya GSKhA, Udmurtskiy NIISKh, 2014, 145 p.
7. Shpakov A.S. Kormovye kul'tury v sistemakh zemledeliya i sevooborotakh (Fodder crops in farming systems and crop rotations), Moscow: FGNU "Rosinformagrotekh", 2004, 400 p.
8. Figurin V.A., Kislitsina A.P., Suntsova N.P., Vyatkina A.A., Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2010, No. 03, pp. 42–44. (In Russ.)
9. Sysuev V.A., Figurin V.A., Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2016, Vol. 30, No. 2, pp. 79–82. (In Russ.)
10. Figurin V.A., Suntsova N.P., Kislitsyna A.P., Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2018, Vol. 64, No. 3, pp. 49–55. (In Russ.)
11. Feng Y., Shi Y., Zhao M., Shen H., Xu L., Luo Y., Yield and quality properties of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and their influencing factors in China, *European Journal of Agronomy*, 2022, Vol. 141, P. 126637.
12. Donskikh N.A., Nikulin A.B., *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo GAU*, 2016, No. 42, pp. 15–20. (In Russ.)
13. Esedullaev S.T. Adaptivnoe kormoproizvodstvo, 2020, No. 1, pp. 45–62. (In Russ.)
14. Timoshkin O.A. Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2022, Vol. 36, No. 7, pp. 12–18. (In Russ.)
15. Stepanova T.V., Filippov I.A., *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2022, No. 2 (67), pp. 40–47. (In Russ.)
16. Spravochnik po kormoproizvodstvu (Handbook of feed production), pod red. V.M. Kosolapova, 5-e izd., Moscow: Rossel'khozakademiya, 2014, 715 p.
17. Новоселов Ю.К., Киреев В.Н., Кутузов Г.П. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами (Guidelines for conducting field experiments with forage crops), Moscow: Rossel'khozakademiya, 1997, 156 p.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (Methodology of field experience), Moscow: Kolos, 1985, 416 p.

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБНОСТИ РИЗОСФЕРНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ К ПРОДУКЦИИ ИУК И ВЛИЯНИЮ НА РОСТ РАСТЕНИЙ

Д.М. Юсупова, магистрант

Б.Ш. Бареева, аспирант

А.Р. Гальперина, кандидат биологических наук, доцент

О.Б. Сопрунова, доктор биологических наук, профессор
Астраханский государственный технический университет

E-mail: di.yusupova0119@mail.ru

Ключевые слова: ризосферные микроорганизмы, фитогормоны, индолилуксусная кислота, фитотоксичность, тест-растения, биопрепарат.

Реферат. Проведен первичный скрининг способности ризосферных микроорганизмов культурных и дикорастущих растений аридных экосистем Астраханской области к продукции индолилуксусной кислоты (ИУК) и проявлению фитотоксических свойств. Количество синтезированной ИУК определяли фотометрическим методом, фитотоксичность культуральной жидкости микроорганизмов оценивали на семенах редиса красного круглого *Raphanus sativus L. convar. radicula*. Выявлено, что все изоляты обладают способностью к триптофаниндуцируемому синтезу ИУК. При этом из 50 исследуемых изолятов 19 синтезируют ИУК на уровне промышленно применяемых продуцентов – от 80 мкг/мл и выше. Оценка влияния культуральной жидкости микроорганизмов на рост и развитие семян редиса выявила полное ингибирование развития корневой системы и проростков для всех изолятов. Среди исследуемых изолятов 16 полностью подавляли развитие семян тест-растения. Всхожесть семян при использовании суспензии остальных изолятов колебалась от 7,1 до 63,3 %. В эксперименте установлено, что с увеличением количества синтезируемой изолятами ИУК возрастали и проявления фитотоксичности. Влияние экзогенного ауксина на развитие растений может давать как положительные, так и отрицательные эффекты. Оптимальный диапазон концентраций ИУК для конкретного растения может быть чрезвычайно узким, и сдвиг концентрации в любую сторону может привести к угнетающим эффектам. Таким образом, необходимы дальнейшие исследования возможности биотехнологического применения выделенных изолятов с повышенной продукцией ИУК как промышленных продуцентов этого вещества или как основы биологического препарата по стимуляции роста растений.

STUDY OF THE ABILITY OF RHIZOSPHERE MICROORGANISMS TO PRODUCE IAA AND THEIR INFLUENCE ON PLANT GROWTH

D.M. Yusupova, Master's Student

B.Sh. Bareeva, PhD Student

A.R. Galperina, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

O.B. Soprunova, Doctor of Biological Sciences, Professor

Astrakhan State Technical University

Keywords: rhizosphere microorganisms, phytohormones, indoleacetic acid, phytotoxicity, test plants, bio-preparation.

Abstract. A primary screening was conducted to assess the ability of rhizosphere microorganisms from cultivated and wild plants of arid ecosystems in the Astrakhan region to produce indoleacetic acid (IAA) and exhibit phytotoxic properties. The amount of synthesised IAA was determined using a photometric method, and

*the phytotoxicity of microbial culture liquid was evaluated on seeds of red round radish *Raphanus sativus* L. convar. radicula. It was found that all isolates had the ability for tryptophan-induced IAA synthesis. Out of the 50 examined isolates, 19 synthesised IAA at levels comparable to industrial producers - 80 µg/ml and higher. The evaluation of the influence of microbial culture liquid on the growth and development of radish seeds revealed complete inhibition of the root system and seedling effect for all isolates. Among the examined isolates, 16 completely suppressed the growth of test plant seeds. Seed germination using the suspension of other isolates ranged from 7.1% to 63.3%. The experiment established that phytotoxic effects also increased with an increase in the amount of IAA synthesised by isolates. The influence of exogenous auxin on plant development can have positive and negative effects. The optimal concentration range of IAA for a specific plant can be extremely narrow, and any deviation from this concentration can lead to inhibitory effects. Therefore, further research is needed to explore the biotechnological potential of isolated strains with increased IAA production as industrial producers of this substance or as the basis for a biological preparation for plant growth stimulation.*

Растения, будучи частью экосистемы, находятся в тесном и постоянном контакте с микрофлорой, населяющей поверхность их корней и размножающейся в прикорневом слое почвы [1]. Влияние ризосферных микроорганизмов на рост и развитие технических, древесных и овощных культур изучено в многочисленных работах [2]. Микроорганизмы, колонизирующие ризосферу, обеспечивают доступ питательных веществ растениям, защищают их от фитопатогенов, а также продуцируют физиологически активные и ростостимулирующие вещества.

Кроме того, бактерии плотно заселяют поверхность корней, формируя сообщество ризопланы. Показано, что они находятся на расстоянии 0,03 мм от поверхности корней. Чтобы взаимодействовать с корнем, микроорганизмы должны располагаться на расстоянии диффузии экссудатов [3].

Способность бактерий синтезировать фитогормоны (ауксины, гиббереллины, цитокинины и др.) описывается в литературе как одна из форм взаимодействия между микрофлорой и растением-хозяином, благодаря чему стимулируется рост и развитие растений [4].

Фитогормоны способны в очень малых дозах исполнять роль регуляторов основных физиологических процессов у растений (деления и роста клеток, состояния покоя, регуляции работы устьиц и др.), а также играют важную роль в увеличении площади поверхности корня и количестве корневых волосков [5]. Несмотря на то, что фитогормоны синтезируются самими растениями, в случае их недостаточного количества добавочное снабжение этими веществами улучшает их рост и развитие [6]. Стимулирующий эффект ризобактерий выражается в том, что экзогенные фитогормоны вызывают усиленный рост корневой системы растения и приводят к улучшению минерального питания, что выражается в приросте биомассы, в частности, корневой системы [4].

Способность синтезировать фитогормоны выявлена у представителей родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum*, *Azomonas*, *Pantoea*, *Proteus*, *Azotobacter*, *Agrobacterium*, *Flavobacterium*, *Arthrobacter*, *Achromobacter*. Им присуща высокая динамичность роста, способность колонизировать ризосферу и ризоплану сельскохозяйственных культур, вытесняя тем самым микроорганизмы, негативно влияющие на рост растений [4, 6, 7].

Для большинства почвенных бактерий характерен синтез фитогормона из группы ауксинов – индолил-3-уксусной кислоты (ИУК). Способность синтезировать ИУК была обнаружена у фототрофных и гетеротрофных бактерий, среди которых встречаются патогенные, симбиотические и свободноживущие микроорганизмы родов *Acetobacter*, *Achromobacter*, *Acmetobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Aminobacter*, *Arthrobacter*, *Azospmllum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Bradyrhizobium*, *Cellulomonas*, *Corynebactermm*, *Enterobacler*, *Flavobactenum*, *Herbaspmllum*, *Klebsiella*, *Methylobactermm*, *Methylovoms*, *Microbactermm*, *Micrococcus*, *Mycobacterium*, *Pantoeaagglomemns*, *Paracoccus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Rhodococcus*, *Sphingomonas*, *Xanlhomonas* [8].

Использование фитогормональных средств, в частности ауксинов, позволяет укрепить растения и сделать их более устойчивыми к воздействию факторов окружающей среды. В результате снижаются расходы на другую агрохимию, повышается урожайность культур, а в плодах не накапливаются токсины, нитраты и другие вредные вещества [9, 7].

Целью исследований являлось изучение способности ризосферных микроорганизмов к продукции ИУК и выявлению фитотоксических свойств по отношению к семенам редиса красного круглого *Raphanus sativus* L. convar. radicola.

Объектами исследований явились 50 изолятов, выделенных из ризосферы и ризопланы культурных и дикорастущих растений аридных экосистем Астраханской области в 2019 – 2020 гг.

Для изучения способности изолятов выделять ИУК исследуемые микроорганизмы выращивали на жидкой среде NBRIP (National Botanical Research Institute's Phosphate growth medium) следующего состава (г/л): глюкоза – 10,0; трикальцийфосфат – 5,0; магния хлорид шестиводный – 5,0; магния сульфат семиводный – 0,25; калия хлорид – 2,0; аммония сульфат – 0,1; агар – 15,0, pH среды 6,8 – 7,0 [10].

Поскольку многие ризосферные микроорганизмы способны синтезировать ИУК только при наличии в питательной среде L-триптофана, то в питательную среду вносили 0,025 г этой аминокислоты. Микроорганизмы культивировали в колбах Эрленмейера при 28 °С в течение 5 суток [11]. Полученную культуральную жидкость освобождали от клеток путем центрифугирования 10 мин при 8 тыс. об/мин. Полученный супернатант в равных долях смешивали с реактивом Сальковского [12] и выдерживали в течение 30 мин до изменения окраски. Концентрацию ИУК определяли фотоэлектроколориметрическим методом. Оптическую плотность проб измеряли на спектрофотометре (ПромЭкоЛаб ПЭ–5300В) в сравнении с плотностью холостого опыта (неинокулированная микроорганизмами стерильная питательная среда, смешанная с реактивом Сальковского) при $\lambda = 530$ нм. Для сравнения оптической плотности стандартного раствора и исследуемых штаммов микроорганизмов готовили контрольные растворы ИУК известной концентрации (от 10 до 1390 мкг/мл) [11].

Влияние культуральной жидкости, освобожденной от клеток микроорганизмов, на всхожесть семян и развитие проростков определяли методом биотестов. В качестве тест-объектов использовали семена редиса красного круглого с белым кончиком (*Raphanus sativus*). Проращивание семян проводили во влажных камерах в чашках Петри (по 20 семян в каждой) при температуре 25 °С и непрерывном освещении. В каждую чашку вносили по 5 мл культуральной жидкости. В качестве контроля использовали стерильную дистиллированную воду. Оценивали всхожесть семян, длину корня и стебля по отношению к контролю. опыты проводили в трехкратной повторности [11].

В ходе экспериментальных исследований отмечено, что все исследуемые изоляты способны к выделению ИУК при индукции триптофаном в пределах от 2,5 до 620 мкг/мл (таблица).

Выделение ИУК исследуемыми изолятами
Isolation of IAA by Studied Isolates

Изолят	Показатель оптической плотности	Содержание ИУК, мкг/мл
1	2	3
18/2020	2,640±0,003	620,0±2,0
19/2020	2,353±0,004	530,0±2,1
20/2020	2,190±0,003	425,0±2,0
22/2020	1,855±0,005	330,0±2,1
24/2020	1,451±0,005	260,0±2,1
23/2020	1,415±0,001	250,0±0,5
25/2020	1,411±0,002	247,0±1,0

Окончание табл.

1	2	3
32/2020	1,401±0,003	230,0±2,0
27/2019	1,364±0,004	228,0±2,1
1/2019	1,319±0,005	224,0±2,1
5/2019	0,880±0,004	150,0±2,1
26/2020	0,853±0,003	149,0±2,0
8/2019	0,789±0,003	145,0±2,0
17/2020	0,785±0,002	144,0±1,0
27/2020	0,744±0,004	125,0±2,1
28/2020	0,682±0,004	120,0±2,1
2/2019	0,675±0,002	118,0±1,0
32/2020	0,512±0,003	98,0±2,0
36/2020	0,511±0,003	97,0±2,0
12/2019	0,362±0,003	66,0±2,0
3/2019	0,357±0,003	64,0±2,0
29/2020	0,275±0,002	55,0±1,0
30/2020	0,234±0,002	52,0±1,0
13/2019	0,232±0,004	51,0±2,1
4/2019	0,163±0,003	37,0±2,0
15/2019	0,137±0,002	31,0±1,0
34/2020	0,124±0,003	30,0±2,0
31/2020	0,111±0,004	25,0±2,1
17/2019	0,098±0,001	23,0±0,5
6/2019	0,093±0,002	22,0±1,0
7/2019	0,065±0,003	19,0±2,0
18/2019	0,057±0,003	18,5±2,0
20/2019	0,055±0,002	18,0±1,0
19/2019	0,054±0,002	17,5±1,0
9/2019	0,052±0,003	16,0±2,0
10/2019	0,049±0,003	15,0±2,0
38/2020	0,036±0,002	14,5±1,0
11/2019	0,034±0,004	14,3±2,1
21/2020	0,031±0,002	14,0±1,0
21/2019	0,030±0,002	13,5±1,0
22/2019	0,029±0,002	13,0±1,0
24/2019	0,028±0,002	12,0±1,0
23/2019	0,028±0,002	12,0±1,0
14/2019	0,026±0,001	11,0±0,5
25/2019	0,025±0,002	10,0±1,0
16/2019	0,023±0,002	9,0±1,0
26/2019	0,023±0,001	9,0±1,0
33/2020	0,022±0,001	6,0±0,5
34/2020	0,017±0,001	4,5±0,5
35/2020	0,014±0,001	2,5±0,5

Образование гормонов – одно из важнейших свойств бактерий, составляющих ризосферу, ризоплану и филлосферу растений. При этом триптофан, как прекурсор ИУК, активно выделяется корнями. Штамм считается активным продуцентом, если выход фитогормона составляет 80 мкг/мл и более [13, 14].

Таким образом, 19 из исследуемых изолятов обладают повышенной индуцированной продукцией ИУК и могут рекомендоваться для промышленного применения.

Отбор микроорганизмов для использования в сельском хозяйстве идет на основе сочетания множества свойств, среди которых первое место занимает отсутствие фитотоксичности [8, 13, 14].

Оценку фитотоксичности суспензий исследуемых изолятов проводили на семенах редиса. В ходе экспериментальных исследований отмечено, что все исследуемые изоляты способны ингибировать развитие семян, как показано на рис. 1.

Влияние изолятов на развитие проростков тест-растений оценивали по длине корня и стебля. При этом считается, что снижение длины более чем на 30 % по отношению к контролю свидетельствует об угнетающем эффекте.

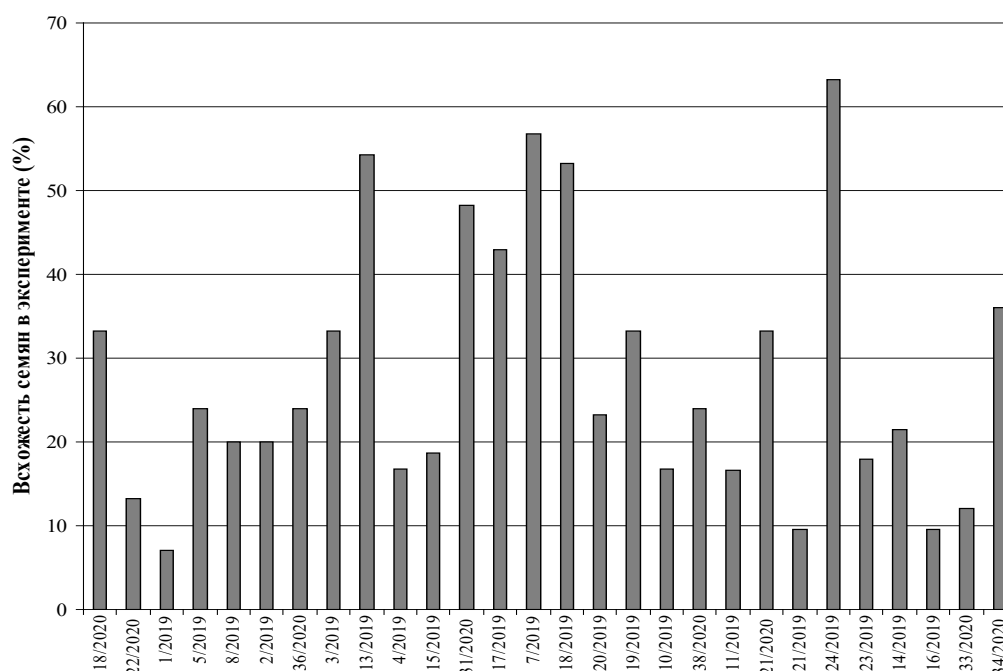


Рис. 1. Показатель всхожести семян редиса под действием культуральной жидкости изолятов

Fig. 1. Seed Germination Rate Indicator under the Influence of Culture Liquid from Isolates

Среди исследуемых изолятов 16 полностью подавляли развитие семян тест-растения. Всхожесть семян при использовании суспензии остальных изолятов колебалась от 7,1 до 63,3 %.

По результатам эксперимента отмечено, что все исследуемые изоляты активно угнетают развитие корня проростков. Длина корня тест-растения не превышала 20 % от контроля, как показано на рис. 2.

Исследуемые изоляты также ингибировали развитие стебля проростков. Согласно полученным данным длина стебля не превышала 50 % от контроля (рис. 3)

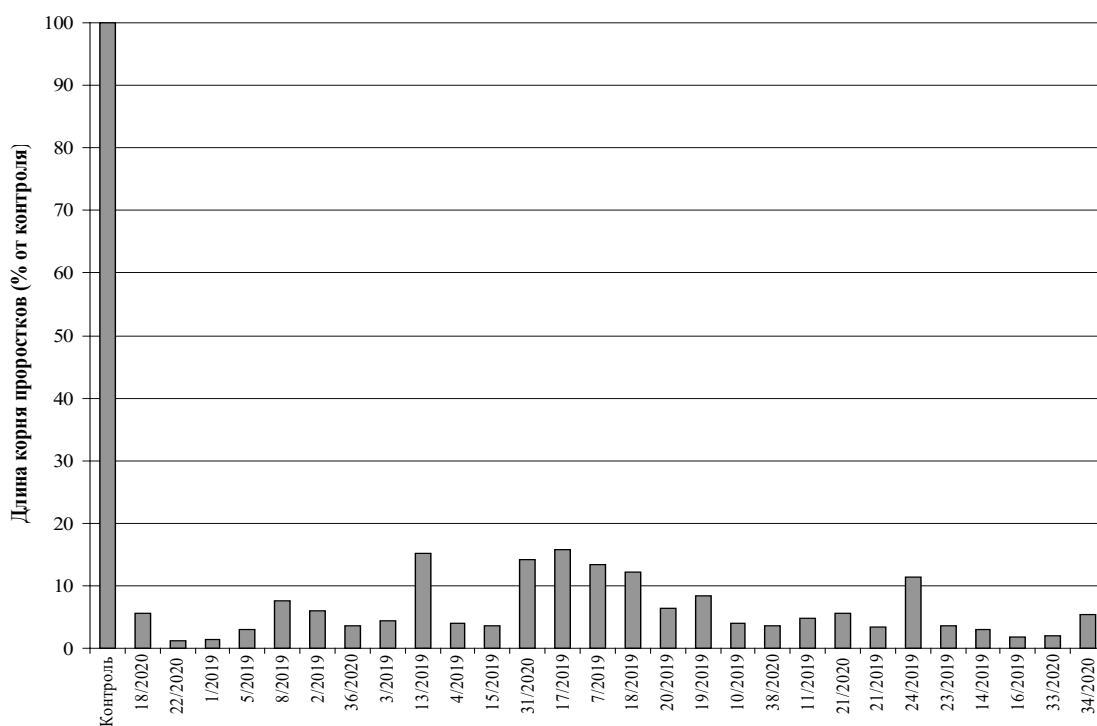


Рис. 2. Длина корней проростков

Fig. 2. Length of Radicle Roots

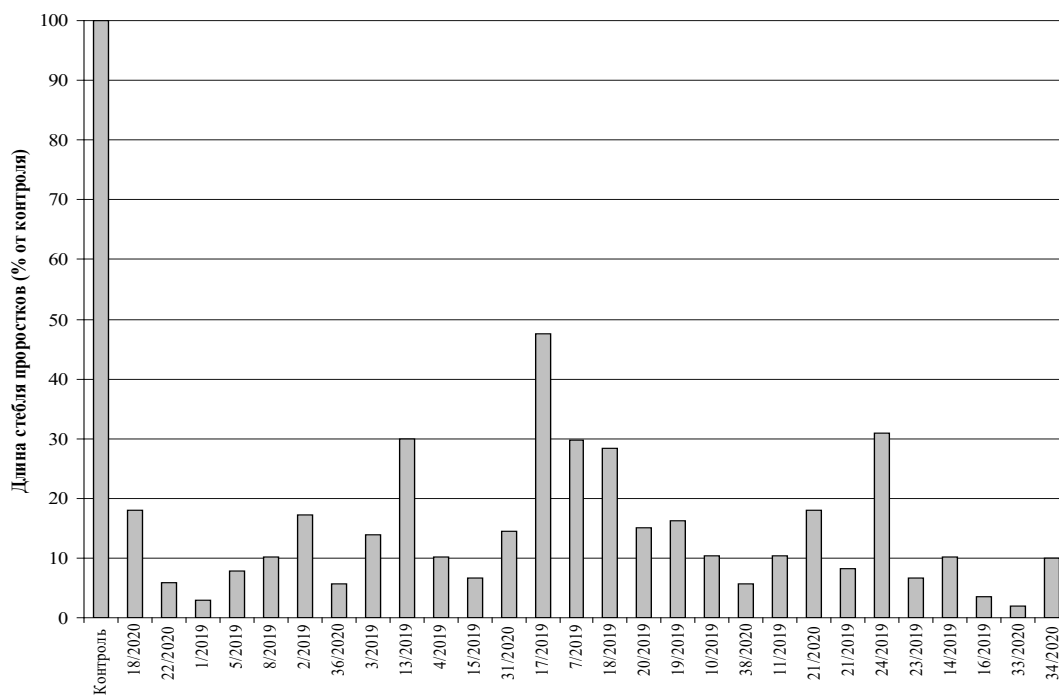


Рис. 3. Длина стеблей проростков

Fig. 3. Length of Seedling Stems

Бактериальные продуценты ИУК, взаимодействуя с растением, вмешиваются в такие физиологические процессы, как деление и рост клеток, дифференцировка тканей, реакция на свет и гравитацию, и могут помешать их нормальному развитию. Влияние экзогенного ауксина на развитие растений колеблется от положительных до отрицательных эффектов. Оптимальный диапазон концентраций ИУК для конкретного растения может быть чрезвычайно узким, и сдвиг концентрации в любую сторону может привести к угнетающим эффектам [15–17].

Таким образом, проведен первичный скрининг ризосферных микроорганизмов, выделенных из ризосферы и ризопланы культурных и дикорастущих растений аридных экосистем Астраханской области. Выявлено, что все изоляты обладают способностью к продукции ИУК. Из 50 изолятов 19 способны к синтезу повышенных концентраций ИУК (от 80 мкг/л и выше), что позволяет рассматривать их как перспективные агенты для производства ИУК. При этом отмечено, что культуральная жидкость большинства изолятов проявляет фитотоксические свойства по отношению к семенам редиса. В этой связи необходимы дальнейшие исследования возможности биотехнологического применения выделенных изолятов с повышенной продукцией ИУК как промышленных продуцентов этого вещества или как основы биологического препарата по стимуляции роста растений.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-26-00227 «Генетическая паспортизация ризосферных микроорганизмов аридных экосистем с биотехнологически значимыми свойствами».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курдыш И.К., Чуйко Н.В., Бега З.Т. Хемотаксисные и адгезивные свойства *Azotobacter vinelandii* // Прикладная биохимия и микробиология. – 2010. – Т. 46. – С. 58–63.
2. Феоктистова Н.В. Ризосферные бактерии // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. – 2016. – № 2. – С. 207–224.
3. Бегжанова З.С. Особенности ризосферной микрофлоры пустынных растений-фитомелиорантов в Южном Приаралье // Актуальные проблемы современной науки. – 2013. – № 2. – С. 215.
4. Lugtenberg B. Plant – growth-promoting rhizobacteria // Annu. Rev. Microbiol. – 2009. – N 63. – P. 541–555.
5. Соколова, М.Г. Влияние на растения фитогормонов, синтезируемых ризосферными бактериями // Прикладная биохимия и микробиология. – 2011. – Т. 47. – С. 302–307.
6. Исаева К.Х. Образование гиббереллина и гиббереллиноподобных веществ углеводородокисляющими бактериями // Вестник МГОУ. – 2009. – № 4. – С. 96–101.
7. Кравченко Л.В. Выделение и фенотипическая характеристика ростстимулирующих ризобактерий (PGPR), сочетающих высокую активность колонизации корней и ингибирования фитопатогенных грибов // Микробиология. – 2002. – Т. 71. – С. 521–525.
8. Мордохова Е.А., Скворцова Н.П., Кочеткова В.В. Синтез фитогормона индолил-3-уксусной кислоты ризосферными бактериями рода *Pseudomonas* // Микробиология. – 1991. – Т. 60, № 4. – С. 506–513.
9. Дмитричева Д.С. Ризосферные аборигенные микроорганизмы, способствующие росту и развитию растений // Ученые записки КГАВМ им. Н.Э. Баумана. – 2011. – № 207. – С. 186–190.
10. Nautiyal C.S. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms // FEMS Microbiology Letters. – 1999. – Vol. 170. – P. 265–270. – DOI: 10.1111/j.1574-6968.1999.tb13383.x.
11. Щербаков А.В. Эндوفитные бактерии, населяющие семена пшеницы, перспективные продуценты микробных препаратов для сельского хозяйства // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 7. – С. 35–38.
12. Salkowski E. Ueber das Verhalten der Skatolcarbonsaureim Organismus // Z. Physiol. Chem. – 1885. – N 9. – P. 23–33.
13. Шеховцова Н.В. Образование ауксинов эндوفитными бактериями подземных органов *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Scop. // Вестник ОГУ. – 2012. – № 12. – С. 366–368.

14. Драгвоз И.В. Экзометаболиты штамма *Bacillus amyloliquefaciens* ИМВ В-7100, определяющие его фитостимулирующую активность // Физиология растений и генетика. – 2014. – Т. 46. – С. 516–524.
15. Церковняк Л.С. Фосфатмобилизирующие бактерии *Bacillus subtilis* – продуценты соединений фенольной природы // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – Т. 45. – С. 311–317.
16. Woodward A.W., Bartel B. Auxin: regulation, action, and interaction // *Annals of botany*. – 2005. – Vol. 95, N 5. – P. 707–735. – DOI:10.1093/aob/mci083.
17. Teale W.D., Paponov I.A., Palme K. Auxin in action: signalling, transport and the control of plant growth and development // *Natures reviews. Molecular cell Biology*. – 2006. – Vol. 7, N 11. – P. 847–859. – DOI:10.1038/nrm2020.

REFERENCES

1. Kurdysh I.K., Chuyko N.V., Bega Z.T., *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*, 2010, Vol. 46, pp. 58–63. (In Russ.)
2. Feoktistova N.V. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*, 2016, No. 2, pp. 207–224. (In Russ.)
3. Begzhanova Z.S. *Aktualnye problemy sovremennoy nauki*, 2013, No. 2, pp. 215–215. (In Russ.)
4. Lugtenberg B. *Annu. Rev. Microbiol*, 2009, No. 63, P. 541–555.
5. Sokolova M.G. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*, 2011, Vol. 47, pp. 302–307. (In Russ.)
6. Isaeva K.Kh. *Vestnik MGOU*, 2009, No. 4, pp. 96–101. (In Russ.)
7. Kravchenko L.V. *Mikrobiologiya*, 2002, Vol. 71, pp. 521–525. (In Russ.)
8. Mordukhova E.A., Skvortsova N.P., Kochetkova V.V., *Mikrobiologiya*, 1991, Vol. 60, No. 4, pp. 506–513. (In Russ.)
9. Dmitricheva D.S. *Uchenye zapiski KGAVM im. N.E. Bauman*, 2011, No. 207, pp. 186–190. (In Russ.)
10. Nautiyal C.S. *FEMS Microbiology Letters*, 1999, Vol. 170, P. 265–270, DOI: 10.1111/j.1574-6968.1999.tb13383.x.
11. Shcherbakov A.V. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2013, No. 7, pp. 35–38. (In Russ.)
12. Salkowski E. Z. *Physiol. Chem*, 1885, No. 9, P. 23–33.
13. Shekhovtsova N.V. *Vestnik OGU*, 2012, No. 12, pp. 366–368. (In Russ.)
14. Dragovoz I.V. *Fiziologiya rasteniy i genetika*, 2014, Vol. 46, pp. 516–524. (In Russ.)
15. Tserkovnyak L.S. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*, 2009, Vol. 45, pp. 311–317. (In Russ.)
16. Woodward A.W., Bartel B., *Annals of botany*, 2005, Vol. 95, No. 5, P. 707–735, DOI:10.1093/aob/mci083.
17. Teale W.D., Paponov I.A., Palme K., *Natures reviews. Molecular cell Biology*, 2006, Vol. 7, No. 11, P. 847–859, DOI:10.1038/nrm2020.



РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ЗЕМЛЕДЕЛИИ, АГРОХИМИИ, СЕЛЕКЦИИ
И СЕМЕHOBOДСТВЕ

RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN
AGRICULTURE, AGROCHEMISTRY, BREEDING
AND SEED PRODUCTION

УДК 635.21:631.8

DOI: 10.31677/2311-0651-2023-41-3-91-100

ОТЗЫВЧИВОСТЬ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА СБАЛАНСИРОВАННЫЕ НОРМЫ
ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

А.А. Васильев, доктор сельскохозяйственных наук

А.К. Горбунов, кандидат сельскохозяйственных наук

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения

Российской академии наук

E-mail: kartofel_chel@mail.ru

Ключевые слова: сбалансированность питания, минеральные удобрения, действующее вещество, урожайность, окупаемость, сорт, картофель.

Реферат. В лесостепной зоне Южного Урала изучена эффективность применения под картофель сбалансированных норм минеральных удобрений в зависимости от сорта и приемов агротехники. Установлено, что решающее влияние на формирование планируемых урожаев клубней оказывает уровень минерального питания, определяющий 67 % вариации урожайности в 2019 г., 40 – в 2020 г., 45 – в 2021 г. и 39 % – в условиях 2022 г. Для сравнения: схема (густота) посадки картофеля определяла соответственно 8,4; 41,5; 37,2 и 23,2 % вариации, а генотип – 15,2; 10,9; 14,3 и 13,2 % общей вариации урожайности клубней. В условиях 2022 г. однократный полив картофеля определял 20,4 % дисперсии этого показателя. Норма удобрений, рассчитанная на получение планируемой урожайности 40 т/га, обеспечивала на богаре повышение урожайности клубней сорта Захар в среднем на 8,16 т/га, Кашитак – на 9,08, Амулет – на 7,76, Кавалер – на 9,75 т/га, а норма удобрений в расчете на урожайность 60 т/га – на 13,56; 12,92; 14,71 и 18,33 т/га соответственно. Программируемая урожайность клубней 40 т/га достигалась на богаре сортом Захар (39,8 т/га) и Кашитак (41,8 т/га) в 2019 г. (ГТК – 0,91), сортом Амулет (39,1 т/га) в 2020 г. (ГТК – 0,85) при схеме посадки 75 x 19 см, сортом Кавалер (38,7 т/га) в условиях 2021 г. (ГТК – 0,39) и сортом Амулет (41,8 т/га) в 2022 г. при схеме посадки 75 x 14 см. Планируемая урожайность 60 т/га достигалась изученными сортами только в условиях 2022 г. на фоне однократного полива (300 м³/га) при загущенной схеме посадки (75 x 14 см), а сортами Амулет (60,9 т/га) и Кавалер (58,4 т/га), кроме того, при схеме посадки 75 x 19 см. Формирование планируемых урожаев картофеля в лесостепи Челябинской области может быть обеспечено за счет возделывания адаптивных сортов местной селекции (Захар, Кашитак, Амулет и Кавалер) и регулирования водного режима путем проведения поливов в критический по отношению к влаге период. Полив картофеля в 2022 г. обеспечил повышение урожайности сорта Кавалер в среднем на 11,1 т/га, Кашитак – на 10,7, Захар – на 10,6, Амулет – на 10,1 т/га по сравнению с вариантом выращивания картофеля на богаре, что увеличило окупаемость минеральных удобрений дополнительным урожаем клубней в 1,5 – 2 раза.

RESPONSIVENESS OF POTATO VARIETIES TO BALANCED MINERAL FERTILIZER APPLICATION RATES

A.A. Vasiliev, Doctor of Agricultural Sciences

A.K. Gorbunov, PhD in Agricultural Sciences

Ural Federal Agricultural Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Keywords: balanced nutrition, mineral fertilisers, active substance, yield, profitability, variety, potatoes.

Abstract. *The effectiveness of applying balanced rates of mineral fertilisers for potatoes was studied in the forest-steppe zone of the Southern Urals, taking into account potato varieties and agronomic practices. It was established that the crucial factor affecting the formation of planned tuber yields is the level of mineral nutrition, which accounted for 67% of the yield variation in 2019, 40% in 2020, 45% in 2021, and 39% under the conditions of 2022. For comparison, the planting density determined the variation by 8.4%, 41.5%, 37.2%, and 23.2%, respectively, and the genotype accounted for 15.2%, 10.9%, 14.3%, and 13.2% of the total tuber yield variation. In 2022, single irrigation of potatoes determined 20.4% of this parameter's variance. The fertiliser rate calculated to achieve the planned yield of 40 t/ha led to an average increase in tuber yield for the Zakhar variety by 8.16 t/ha, Kashtak by 9.08 t/ha, Amulet by 7.76 t/ha, and Cavalier by 9.75 t/ha. The fertiliser rate calculated for a 60 t/ha yield increased by 13.56, 12.92, 14.71, and 18.33 t/ha, respectively. The target tuber yield of 40 t/ha was achieved by the Zakhar (39.8 t/ha) and Kashtak (41.8 t/ha) varieties in 2019 (correlation coefficient - 0.91), Amulet (39.1 t/ha) in 2020 (correlation coefficient - 0.85) with a planting scheme of 75 x 19 cm, Cavalier (38.7 t/ha) in 2021 (correlation coefficient - 0.39), and Amulet (41.8 t/ha) in 2022 with a planting scheme of 75 x 14 cm. The planned yield of 60 t/ha was achieved by the studied varieties only in 2022 with single irrigation (300 m³/ha) and a dense planting scheme (75 x 14 cm) for Amulet (60.9 t/ha) and Cavalier (58.4 t/ha), also with a planting scheme of 75 x 19 cm. The formation of planned potato yields in the forest steppe of the Chelyabinsk region can be ensured by cultivating adaptive varieties of local selection (Zakhar, Kashtak, Amulet, and Cavalier) and regulating the water regime through critical irrigation. In 2022, potato irrigation increased the average yield by 11.1 t/ha for Cavalier, 10.7 t/ha for Kashtak, 10.6 t/ha for Zakhar, and 10.1 t/ha for Amulet compared to the rain-fed variant, thereby increasing the profitability of mineral fertilisers with an additional tuber yield by 1.5 to 2 times.*

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) – одна из важнейших сельскохозяйственных культур нашей страны, обуславливающих продовольственную безопасность Российской Федерации. Настораживает высокая зависимость отечественного картофелеводства от импорта семенного материала из-за рубежа. Так, в 2022 г. доля сортов иностранной селекции в общем объеме высаженного материала картофеля составила 65,2 % [1]. Поэтому актуальной задачей аграрной науки является создание и внедрение в производство высокопродуктивных сортов картофеля российской селекции [2].

Конкурентоспособность отрасли основана на использовании адаптивных к местным почвенно-климатическим условиям сортов, высококачественного посадочного материала и современных агротехнологий, учитывающих сортовую реакцию на агротехнические приемы [3 – 5]. Высокоэффективным фактором повышения урожайности картофеля и более полной реализации генетического потенциала сортов является сбалансированность минерального питания, обеспечивающая гармоничный рост и развитие растений, повышающая их устойчивость к стрессам и, как следствие, гарантирующая формирование программируемой урожайности клубней [6 – 7].

Известно, что сорта картофеля существенно различаются не только по срокам созревания, устойчивости к фитопатогенам, требованиям к условиям произрастания, но и имеют различную отзывчивость на приемы агротехники, включая применение расчетных норм минеральных удобрений [8]. Так, в орошаемых условиях Оренбургской области планируемые уровни урожайности клубней 30 и 40 т/га достигались сортом Каратоп при густоте посадки 50, 55 и 60

тыс. клубней на 1 га, тогда как у среднераннего сорта Краснопольский заданная урожайность не была получена ни в одном из вариантов опыта [9]. В лесостепной зоне Челябинской области сорта Лазарь, Луговской, Невский и Спиридон формировали урожайность 25 т/га, тогда как сорт Горноуральский планируемую урожайность клубней не обеспечивал [10]. В лесостепной зоне Тюменской области программируемая урожайность 40 т/га получена сортами Брянский деликатес (48,3 т/га), Сударыня (47,6 т/га), Фрителла (46,3 т/га), Голубизна (41,7 т/га), Великан (40,8 т/га), Вымпел (40,6 т/га) и Накра (39,7 т/га). Близок к планируемой величине был результат у сортов Жуковский ранний – 38,0 т/га и Гусар – 37,3 т/га, тогда как урожайность стандартного сорта Сарма иркутской селекции составляла 23,8 т/га [11]. В агроклиматических условиях лесостепной зоны Южного Урала планируемая урожайность клубней 40 т/га достигалась сортами Губернатор, Тарасов и Спиридон при схемах посадки 75 x 25 и 75 x 19 см, сортом Балабай – при схеме 75 x 19 см, а у сорта Невский данный уровень продуктивности оказался недостижимым ни в одном варианте опыта [12]. Поэтому целью наших исследований стало изучение отзывчивости сортов картофеля уральской селекции на применение сбалансированных норм минеральных удобрений в условиях лесостепной зоны Челябинской области.

Исследования проведены методом закладки полевых опытов на землях Южно-Уральского НИИ садоводства и картофелеводства в рамках выполнения государственного задания по совершенствованию технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Объектом исследования являлись среднеспелые сорта картофеля челябинской селекции: Амулет, Захар, Кавалер, Каштак.

В опыте № 1 в 2019 г. на сортах Захар и Каштак изучалось две схемы посадки (75 x 27 и 75 x 19 см – 49 и 70 тыс. клубней/га), два уровня питания (без удобрений – контроль и минеральные удобрения в расчете на планируемую урожайность 40 т/га – $N_{136}P_{136}K_{217}$), а также эффективность применения (в период бутонизации картофеля) биостимулятора Мивал-агро (20 г/га).

В опыте № 2 в 2020 г. изучалась реакция трех сортов картофеля (Амулет, Захар и Каштак) на две схемы посадки (75 x 27 и 75 x 19 см), три уровня минерального питания (без удобрений – контроль, $N_{134}P_{165}K_{75}$ и $N_{26}P_{285}K_{332}$ – нормы удобрений, рассчитанные на получение урожайности клубней 40 и 60 т/га), а также эффективность предпосадочной обработки клубней комплексным макро- и микроудобрением Форсаж (1,0 л/т).

В опыте № 3 в 2021 г. изучалось четыре сорта (Амулет, Захар, Кавалер и Каштак), три схемы посадки (75 x 33, 75 x 19 и 75 x 14 см – 40, 70 и 95 тыс. клубней/га) и три уровня минерального питания картофеля (без удобрений – контроль, минеральные удобрения в расчете на урожайность 40 и 60 т/га – $N_{145}P_{142}K_{170}$ и $N_{270}P_{255}K_{310}$).

В 2022 г. в опыте № 4 на четырех сортах картофеля (Амулет, Захар, Кавалер и Каштак) изучалось три схемы посадки (75 x 33, 75 x 19 и 75 x 14 см – 40, 70 и 95 тыс. клубней/га), три уровня минерального питания (без удобрений – контроль, минеральные удобрения в расчете на урожай 40 и 60 т/га – $N_{120}P_{144}K_{120}$ и $N_{250}P_{260}K_{260}$), а также эффективность однократного полива (300 м³/га) во второй декаде июля.

Повторность опытов четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное. Учетная площадь делянки – 27 м². При закладке опытов и проведении исследований руководствовались классическими методиками [13, 14]. Статистическая обработка полученных данных проводилась методом многофакторного дисперсионного анализа [15].

Почва опытного участка – выщелоченный среднесуглинистый чернозем с содержанием гумуса 5,3±0,1 %, минерального азота (N-NO₃ + N-NH₄) – 9,4±2,4 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Чирикову) – 5,0±2,3 мг/100 г почвы, обменного калия (по Чирикову) – 18,0±6,3 мг/100 г почвы, рН_{сол} – 5,3±0,2.

Картофель выращивали в четырехпольном зернопропашном севообороте после чистого черного пара. Посадку проводили клубнями массой 30 – 50 г на глубину 6 – 8 см с одновре-

менным внесением удобрений и протравливанием семенного материала фунгицидом Бенорад, СП (0,5 кг/т) и инсектицидом Иמידор Про, КС (0,2 л/т). Минеральные удобрения (нитроаммофоска 16 : 16 : 16, аммиачная селитра, двойной гранулированный суперфосфат и сульфат калия) вносили дробно: основную часть – под предпосадочную обработку почвы, стартовую дозу $N_{30}P_{30}K_{30}$ – во время посадки картофеля. Норму удобрений в расчете на планируемые уровни урожайности устанавливали расчетно-балансовым методом исходя из содержания питательных веществ в почве с учетом коэффициентов их использования из почвы и удобрений. Агротехника картофеля – общепринятая для зоны.

По величине гидротермического коэффициента увлажнения Селянинова период вегетации картофеля (май – август) 2019 и 2020 гг. оценивается как засушливый (ГТК – 0,91 и 0,85), 2021 г. – как сухой (ГТК – 0,39), а 2022 г. – как очень засушливый (ГТК – 0,68).

В условиях недостаточного увлажнения 2019 г. (ГТК – 0,91) сорта картофеля челябинской селекции Захар и Каштак обеспечивали формирование программируемой урожайности клубней 40 т/га при схеме посадки 75 x 19 см в варианте фолиарного применения кремнийорганического биостимулятора Мивал-агро (20 г/га) – 39,8 и 41,2 т/га соответственно (табл. 1).

Использование минеральных удобрений в расчете на урожайность 40 т/га ($N_{160}P_{165}K_{250}$) обеспечило повышение продуктивности картофеля сорта Захар в среднем по опыту на 12,51 т/га, Каштак – на 14,97 т/га. Другими словами, каждый килограмм действующего вещества минерального удобрения давал в этом варианте прибавку урожайности сорта Захар 25,6, Каштак – 30,6 кг/га.

Таблица 1

Урожайность клубней картофеля в зависимости от приемов агротехники в засушливых условия 2019 г. (ГТК – 0,91), т/га
Tuber yield of potatoes depending on agronomic practices in dry conditions in 2019 (correlation coefficient – 0.91), t/ha

Применение Мивал-агро (А)	Густота (схема) посадки (В)	Уровень минерального питания (D)	Сорт (С)	
			Захар	Каштак
Без обработки (контроль)	49 тыс/га (75 x 27 см)	Без удобрений	21,8	18,6
		$N_{136}P_{136}K_{217}$	32,2	33,1
	70 тыс/га (75 x 19 см)	Без удобрений	24,2	24,5
		$N_{136}P_{136}K_{217}$	37,6	34,6
Мивал-агро (20 г/га)	49 тыс/га (75 x 27 см)	Без удобрений	23,7	21,1
		$N_{136}P_{136}K_{217}$	35,4	38,8
	70 тыс/га (75 x 19 см)	Без удобрений	25,2	23,7
		$N_{136}P_{136}K_{217}$	39,8	41,2

$HCP_{05} = 3,1$; $HCP_{05} (A, B, C, D) = 1,0$

Примечание. $N_{136}P_{136}K_{217}$ – норма удобрений в расчете на планируемую урожайность клубней 40 т/га.

Погодные условия 2019 г. характеризовались дефицитом осадков в течение всего вегетационного периода (ГТК мая был равен 0,73, июня – 0,86, июля – 0,96, а августа – 1,07); 2020 г. отличался сильной засухой в мае (ГТК – 0,49), июне (0,45) и июле (0,62), тогда как август был избыточно увлажненным (ГТК – 1,79). И хотя по сумме осадков сравниваемые годы не различались (190,9 и 190,4 мм соответственно), за счет более высокой температуры воздуха (18,2 °С против 17,0 °С) период вегетации 2020 г. оказался менее благоприятным для картофеля (ГТК – 0,85), чем условия 2019 г. (ГТК – 0,91).

Сбалансированное минеральное удобрение в расчете на урожайность клубней 40 т/га ($N_{134}P_{165}K_{75}$) обеспечило формирование программируемой урожайности только у сорта Амулет в варианте загущенной посадки (75 x 19 см, или 70 тыс. клубней/га) в сочетании с предпосадочной обработкой клубней комплексным удобрением Форсаж (1 л/т), где зафиксирована урожайность 39,1 т/га. Внесение минеральных удобрений в норме, рассчитанной на получение урожайности 60 т/га ($N_{267}P_{285}K_{332}$), заданного результата не обеспечивало (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность клубней картофеля в зависимости от приемов агротехники в засушливых условия 2020 г. (ГТК – 0,85), т/га

Tuber yield of potatoes depending on agronomic practices in dry conditions in 2020 (correlation coefficient – 0.85), t/ha

Обработка клубней (А)	Густота (схема) посадки (В)	Уровень минерального питания (D)	Сорт (С)		
			Амулет	Захар	Каштак
Без обработки (контроль)	49 тыс/га (75 x 27 см)	Без удобрений	17,0	16,9	13,5
		$N_{134}P_{165}K_{75}$	25,9	23,6	19,2
		$N_{267}P_{285}K_{332}$	29,3	28,7	22,0
	70 тыс/га (75 x 19 см)	Без удобрений	23,1	22,3	20,2
		$N_{134}P_{165}K_{75}$	34,9	28,4	27,8
		$N_{267}P_{285}K_{332}$	40,0	36,3	34,0
Обработка клубней – Форсаж, 1 л/т	49 тыс/га (75 x 27 см)	Без удобрений	16,9	17,3	19,3
		$N_{134}P_{165}K_{75}$	23,5	24,5	23,0
		$N_{267}P_{285}K_{332}$	27,7	28,0	28,0
	70 тыс/га (75 x 19 см)	Без удобрений	27,9	23,5	20,8
		$N_{134}P_{165}K_{75}$	39,2	31,1	28,9
		$N_{267}P_{285}K_{332}$	46,4	37,1	34,4
НСР ₀₅ = 4,8; НСР ₀₅ (А, В) = 1,0; НСР ₀₅ (С, D) = 1,4					

Примечание. $N_{134}P_{165}K_{75}$ – норма удобрений в расчете на урожайность клубней 40 т/га; $N_{267}P_{285}K_{332}$ – норма удобрений в расчете на урожайность клубней 60 т/га.

Прибавка урожайности от внесения минеральных удобрений в расчете на урожайность 40 т/га ($N_{134}P_{165}K_{75}$) у сорта Каштак в среднем по опыту составила 6,28 т/га, Захар – 6,90, Амулет – 9,65 т/га по сравнению с контролем (без удобрений). Окупаемость минеральных удобрений урожаем варьировала от 16,9 кг (Каштак) до 25,9 кг клубней на 1 кг д.в. NPK. Повышенная норма удобрений ($N_{267}P_{285}K_{332}$) обеспечила увеличение урожайности сорта Каштак в среднем на 11,15 т/га, Захар – на 12,53, Амулет – на 14,63 т/га (при окупаемости 1 кг действующего вещества удобрений – 12,6 кг, 14,2 и 16,5 кг соответственно).

В 2021 г. среднесуточная температура воздуха за вегетацию составила 19,6 °С (на 2,7 °С выше нормы), а количество осадков – 94 мм (38 % от нормы). Вегетационный период по величине гидротермического коэффициента увлажнения Селянинова характеризуется как сухой (ГТК – 0,39). В этих условиях максимальная продуктивность изученных сортов картофеля челябинской селекции достигала: у сорта Кавалер – 45,1 т/га, Захар – 37,3, Амулет – 32,1, Каштак – 30,1 т/га (табл. 3).

В экстремальных условиях 2021 г. формирование программируемой урожайности клубней казалось невозможным. Тем не менее среднеспелый сорт Кавалер при загущенной схеме посадки (75 x 14 см) на фоне внесения удобрений в расчете урожайность 40 т/га обеспечил результат, близкий к расчетной величине – 38,7 т/га.

Таблица 3

Урожайность клубней картофеля в зависимости от приемов агротехники в экстремальных условиях
2021 г. (ГТК – 0,39), т/га

Tuber yield of potatoes depending on agronomic practices in extreme conditions in 2021 (correlation coefficient – 0.39), t/ha

Сорт (B)	Уровень питания (C)	Густота (схема) посадки (A)		
		40 тыс/га (75 x 33 см)	70 тыс/га (75 x 19 см)	95 тыс/га (95 x 14 см)
Амулет	Без удобрений	9,3	12,2	14,6
	$N_{145}P_{142}K_{170}$	14,0	19,7	20,2
	$N_{270}P_{255}K_{310}$	16,9	26,4	32,1
Захар	Без удобрений	10,2	16,3	21,5
	$N_{145}P_{142}K_{170}$	16,0	23,6	29,1
	$N_{270}P_{255}K_{310}$	18,8	31,3	37,3
Кавалер	Без удобрений	13,5	20,0	23,3
	$N_{145}P_{142}K_{170}$	19,3	28,4	38,7
	$N_{270}P_{255}K_{310}$	24,5	33,9	45,3
Каштак	Без удобрений	9,7	13,3	16,7
	$N_{145}P_{142}K_{170}$	15,8	18,5	23,5
	$N_{270}P_{255}K_{310}$	16,4	23,5	30,1

$HCP_{05} = 2,6$; $HCP_{05} (A, C) = 0,7$; $HCP_{05} (B) = 0,9$

Примечание. $N_{145}P_{142}K_{170}$ – норма удобрений в расчете на урожайность клубней 40 т/га; $N_{270}P_{255}K_{310}$ – норма удобрений в расчете на урожайность клубней 60 т/га.

Минеральные удобрения в расчете на урожайность 40 т/га ($N_{145}P_{142}K_{170}$) увеличивали урожайность картофеля сорта Кавалер в условиях 2021 г. в среднем на 9,88 т/га, Захар – на 6,90, Каштак – на 6,05, Амулет – на 5,89 т/га. Окупаемость 1 кг NPK урожаем клубней варьировала от 12,9 (Амулет) до 21,6 кг (Кавалер). Повышенная норма удобрений ($N_{270}P_{255}K_{310}$) увеличивала урожайность сорта Кавалер на 15,65 т/га, Захар – на 13,09, Амулет – на 13,08, Каштак – на 10,13 т/га (прибавка урожая клубней в расчете на 1 кг NPK изменялась в пределах от 12,1 до 18,7 кг).

В засушливых условиях 2022 г. (ГТК – 0,68) выпало 143 мм осадков, а среднесуточная температура воздуха составила 17,2 °С. На богаре планируемый уровень урожайности 40 т/га достигался среднеспелым сортом Амулет (41,8 т/га) при загущенной схеме посадки (75 x 14 см), тогда как на фоне внесения удобрений под урожайность 60 т/га она составила 53,4 т/га, или 89 % от расчетной величины. На фоне однократного полива (300 м³/га) сорта Амулет и Кавалер формировали программируемую урожайность 40 т/га как при схеме посадки 75 x 19 см (47,2 и 44,9 т/га соответственно), так и при схеме 75 x 14 см (55,2 и 52,4 т/га). У сортов Захар и Каштак заданный уровень продуктивности отмечался только при загущенной схеме посадки (75 x 14 см) – 44,3 и 47,2 т/га. Повышенная норма удобрений ($N_{250}P_{260}K_{260}$) обеспечивала формирование заданной продуктивности сортом Амулет при схемах посадки 75 x 19 и 75 x 14 см (60,9 и 73,3 т/га), а сортами Кавалер (67,9 т/га), Каштак (63,2 т/га) и Захар (60,6 т/га) только при загущенной посадке (табл. 4).

Сбалансированная норма удобрений в расчете на урожайность 40 т/га ($N_{120}P_{144}K_{120}$) на богаре увеличивала урожайность клубней сорта Кавалер на 9,62 т/га, а на фоне полива – на 15,98 т/га по сравнению с контролем. У сорта Каштак прибавки урожайности составили соответственно 8,98 и 14,27 т/га, Амулет – на 7,71 и 15,16, Захар – на 6,31 и 10,37 т/га. Повышенная норма

удобрений ($N_{250}P_{260}K_{260}$) обеспечивала увеличение продуктивности сорта Кавалер на богаре на 21,01 т/га, на фоне однократного полива (300 м³/га) – на 29,23 т/га по отношению к контролю. У сорта Каштак прибавка урожайности при этом составила 17,52 и 26,94 т/га, Амулет – 16,42 и 29,41, Захар – 15,05 и 26,15 т/га соответственно.

Каждый килограмм действующего вещества удобрений обеспечивал формирование дополнительного урожая клубней в размере 16,4–27,3 кг на богаре и 28,6–41,6 кг на фоне полива. Окупаемость минеральных удобрений урожаем клубней на фоне однократного полива в критический по отношению к влаге период, как показывают эти данные, возрастает в 1,5 – 2 раза.

Таблица 4

Урожайность клубней картофеля в зависимости от приемов агротехники в условиях 2022 г.
(ГТК – 0,68), т/га

Tuber yield of potatoes depending on agronomic practices in 2022 (correlation coefficient – 0.68), t/ha

Сорт (С)	Уровень минерального питания (D)	Полив (A)					
		На богаре (контроль)			Полив (300 м ³ /га)		
		Схема посадки (B), см					
		75 x 33 см	75 x 19 см	75 x 14 см	75 x 33 см	75 x 19 см	75 x 14 см
Амулет	Без удобрений	16,1	27,7	31,6	20,1	32,0	33,0
	$N_{120}P_{144}K_{120}$	21,5	35,1	41,8	28,1	47,2	55,2
	$N_{250}P_{260}K_{260}$	26,4	44,8	53,4	39,1	60,9	73,3
Захар	Без удобрений	12,5	19,3	23,9	17,0	25,9	29,0
	$N_{120}P_{144}K_{120}$	17,1	25,9	31,7	24,1	36,3	44,3
	$N_{250}P_{260}K_{260}$	25,6	37,2	38,1	37,0	52,7	60,6
Кавалер	Без удобрений	14,3	20,7	23,6	19,7	27,7	29,7
	$N_{120}P_{144}K_{120}$	19,5	31,0	37,0	27,8	44,9	52,4
	$N_{250}P_{260}K_{260}$	26,6	43,8	51,2	38,5	58,4	67,9
Каштак	Без удобрений	12,1	16,4	19,3	16,3	23,2	25,7
	$N_{120}P_{144}K_{120}$	16,9	23,8	34,0	24,2	36,7	47,2
	$N_{250}P_{260}K_{260}$	21,9	34,3	44,2	32,2	50,6	63,2

$HCP_{05} = 4,3$; $HCP_{05}(A) = 0,8$; $HCP_{05}(B, D) = 0,9$; $HCP_{05}(C) = 1,1$

Примечание. $N_{120}P_{144}K_{120}$ – норма удобрений в расчете на урожайность клубней 40 т/га; $N_{250}P_{260}K_{260}$ – норма удобрений в расчете на урожайность клубней 50 т/га.

Статистическая обработка данных многофакторных опытом методом дисперсионного анализа показала, что решающее влияние на формирование урожая клубней во всех опытах оказывал уровень минерального питания картофеля, определяющий 67 % вариации урожайности клубней в опыте 2019 г., 40 – в 2020 г., 45 – в 2021 г. и 39 % – в опыте 2022 г. На втором месте по степени влияния на продуктивность находится густота (или схема) посадки картофеля, определяющая соответственно 8,4; 41,5; 37,2 и 23,2 % общей вариации урожайности клубней. Влияние генотипа на этот показатель было существенным во всех опытах: в 2019 г. выбор сорта определял 15,2 %, в 2020 г. – 10,9, в 2021 г. – 14,3, а в 2022 г. – 13,2 % общей вариации урожайности картофеля. Интересно, что в эксперименте 2022 г. однократный полив картофеля определял 20,4 %, фолиарное использование биостимулятора Мивал-агро в условиях в 2019 г. – 7,2 %, а предпосадочная обработка клубней комплексным удобрением Форсаж в 2020 г. – 2,4 % вариации урожайности клубней.

Результаты наших исследований показывают, что окупаемость сбалансированных норм минеральных удобрений дополнительным урожаем клубней в значительной мере определяется степенью увлажнения вегетационного периода картофеля. Наибольших значений этот пока-

затель у сортов Захар и Каштак при использовании дозы удобрений в расчете на урожайность 40 т/га достигал в 2019 г. при гидротермическом коэффициенте 0,91, а наименьшим был в условиях сухого 2021 г. при ГТК, равном 0,39 (табл. 5).

Таблица 5

Окупаемость сбалансированных норм минеральных удобрений урожаем клубней местных сортов картофеля, кг клубней/кг NPK
Profitability of balanced mineral fertilizer application for tuber yield of local potato varieties, kg of tubers/kg of NPK

Сорт	Урожайность клубней в расчете на 1 кг NPK					
	2019 г. (ГТК – 0,91)	2020 г. (ГТК – 0,85)	2021 г. (ГТК – 0,39)	среднее	2022 г. (ГТК – 0,68)	
					на богаре	на поливе
<i>Минеральные удобрения в расчете на урожайность клубней 40 т/га</i>						
Захар	25,6	18,5	15,1	22,5	16,4	28,6
Каштак	30,6	16,9	13,2	30,3	23,4	37,1
Амулет	–	25,9	12,9	29,8	20,1	39,5
Кавалер	–	–	21,6	33,3	25,0	41,6
<i>Минеральные удобрения в расчете на урожайность клубней 60 т/га</i>						
Захар	–	14,2	15,7	26,8	19,5	34,0
Каштак	–	12,6	12,1	28,9	22,8	35,0
Амулет	–	16,5	15,7	29,8	21,3	38,2
Кавалер	–	–	18,7	32,6	27,3	38,0

Подтверждением вышеизложенного заключения является тот факт, что однократный полив картофеля (с поливной нормой 300 м³/га) в середине июля (в критический по отношению к влаге период) в условиях 2022 г. вызвал существенное увеличение окупаемости удобрений дополнительным урожаем клубней: у сорта Амулет – в 1,96 и 1,79 раза (при использовании минеральных удобрений под урожай 40 и 60 т/га соответственно), Каштак – в 1,59 и 1,54, Захар – в 1,74 и 1,74, Кавалер – в 1,66 и 1,33 раза по сравнению вариантом выращивания картофеля на богаре.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. В лесостепной зоне Челябинской области урожайность картофеля варьирует в зависимости от погодных условий вегетационного периода, уровня минерального питания, генотипа и густоты его посадки. Решающее влияние на формирование урожая клубней оказывают сбалансированные нормы внесения минеральных удобрений, определяющие 67 % вариации урожайности в 2019 г., 40 – в 2020 г., 45 – в 2021 г. и 39 % – в условиях 2022 г. Для сравнения: схема (густота) посадки картофеля определяла соответственно 8,4; 41,5; 37,2 и 23,2 % вариации, а генотип – 15,2; 10,9; 14,3 и 13,2 % общей вариации урожайности клубней. В условиях 2022 г. однократный полив картофеля определял 20,4 % дисперсии этого показателя.

2. Дробное внесение сбалансированных норм минеральных удобрений (основной части – под предпосадочную обработку почвы, стартовой дозы N₃₀P₃₀K₃₀ – во время посадки картофеля) – эффективный приём повышения продуктивности картофеля. Норма удобрений, рассчитанная на планируемую урожайность 40 т/га, повышала продуктивность сорта Захар на богаре в среднем за годы исследований на 8,16 т/га по сравнению с контролем (без удобрений), сорта Каштак – на 9,08, Амулет – на 7,76, Кавалер – на 9,75, а норма удобрений в расчете на урожайность 60 т/га – на 13,56; 12,92; 14,71 и 18,33 т/га соответственно. На фоне однократного полива в условиях 2022 г. эффективность минеральных удобрений возросла в 1,5 – 2,0 раза.

3. Сорта картофеля селекции ЮУНИИСК – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН адаптированы к почвенно-климатическим условиям Южного Урала и, несмотря на дефицит осадков, обеспечили формирование планируемой урожайности 40 т/га: в 2019 г. – сорт Захар (39,8 т/га) и Каштак (41,8 т/га) – при схеме посадки 75 x 19 см на фоне фолиарного применения биостимулятора Мивал-агро (20 г/га); в 2020 г. – сорт Амулет (39,1 т/га) при схеме посадки 75 x 19 см в сочетании с предпосадочной обработкой клубней комплексным удобрением Форсаж (1 л/т); в 2021 г. – сорт Кавалер (38,7 т/га) при схеме посадки 75 x 14 см; в 2022 г. – сорт Амулет (41,8 т/га) при схеме посадки 75 x 14 см. На фоне однократного полива (300 м³/га) в условиях 2022 г. изученные сорта картофеля формировали планируемый урожай 60 т/га при загущенной схеме посадки (75 x 14 см), а сорта Амулет (60,9 т/га) и Кавалер (58,4 т/га) также и при схеме посадки 75 x 19 см.

4. Окупаемость сбалансированных норм минеральных удобрений дополнительным урожаем клубней зависит от степени увлажнения вегетационного периода картофеля. Наибольших значений этот показатель у сортов Захар и Каштак при использовании удобрений в расчете на урожайность 40 т/га достигал в 2019 г. (ГТК – 0,91), а наименьших – в экстремальных условиях 2021 г. при (ГТК – 0,39). Косвенно это подтверждает значительное увеличение эффективности удобрений на фоне однократного полива в 2022 г., когда окупаемость 1 кг NPK дополнительным урожаем клубней у сорта Амулет возрастала в 1,79 – 1,96 раза по сравнению с контролем (на богаре), у сорта Каштак – в 1,54 – 1,59, Кавалер – в 1,33 – 1,66, а у сорта Захар – в 1,74 – 1,75 раза.

5. В условиях глобального изменения климата стабильное формирование планируемых урожаев клубней картофеля в лесостепи Челябинской области может быть обеспечено за счет возделывания сортов местной селекции (Захар, Каштак, Амулет и Кавалер) и регулирования водного режима путем проведения поливов в критический по отношению к влаге период (цветение – начало клубнеобразования). Однократный полив картофеля (300 м³/га) в условиях 2022 г. обеспечил повышение урожайности картофеля сорта Кавалер в среднем на 11,1 т/га, Каштак – на 10,7 т/га, Захар – на 10,6 т/га, Амулет – на 10,1 т/га по сравнению с вариантом выращивания картофеля на богаре.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тихомиров А.И., Фомин А.А. Технологическая импортозависимость АПК России: современные вызовы и возможности // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2023. – № 1 (391). – С. 16–19. – DOI: 10.55186/25876740_2023_66_1_16.
2. Логинов Ю.П., Гайзатулин А.С. Сорт – основа успешного развития органического картофелеводства в северной лесостепи Тюменской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4 (84). – С. 77–81.
3. Дергилев В.П., Глаз Н.В., Дергилева Т.Т. Экологическая пластичность сортов картофеля в Челябинской области // АПК России. – 2019. – Т. 26, № 5. – С. 741–749.
4. Логинов Ю.П., Гайзатулин А.С., Казак А.А. Получение оздоровлённых клубней картофеля из ботанических семян // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 2 (94). – С. 37–41. – DOI: 10.37670/2073-0853-2022-94-2-37-42.
5. Технологии возделывания картофеля в степной и лесостепной зонах Южного Урала в условиях орошения / Н.Н. Дубенок, А.А. Мушинский, А.А. Васильев, Е.В. Герасимова // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 7. – С. 71–74.
6. Федотова Л.С., Филиппова Г.И. Система удобрения картофеля должна быть научно обоснованной // Картофель и овощи. – 2010. – № 5. – С. 10–13.
7. Горбунов А.К. Влияние комплекса агротехнических приемов на урожайность картофеля в лесостепи Южного Урала // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2014. – № 2 (35). – С. 35–40.

8. Ганзин Г.А., Абазов А.Х., Киселев А.И. Сортовая агротехника // Картофель России: в 3 т. / под ред. А.В. Коршунова. – М., 2003. – Т. 2. – С. 201–208.
9. Кружилин И.П., Мушинский А.А. Приемы возделывания картофеля в степной зоне Южного Урала // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 2. – С. 19–23.
10. Зарипов Н.С. Урожайность и качество новых сортов картофеля в зависимости от густоты посадки и уровня минерального питания в условиях Южного Урала: автореф. ... дис. канд. с.-х. наук. – Курган, 2008. – 18 с.
11. Логинов Ю.П., Казак А.А., Якубышина Л.И. Урожайность и качество клубней сортов картофеля в отечественной селекции в северной лесостепной зоне тюменской области // Мир инноваций. – 2019. – № 1. – С. 20–29.
12. Vasilev A.A., Gorbunov A.K. Problems of obtaining planned potato harvests in the Southern Urals // Russian Agricultural Sciences. – 2018. – Vol. 44. – N 6. – P. 510–515. – DOI: 10.3103/S1068367418060186.
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
14. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле / С.В. Жевора, Л.С. Федотова, В.И. Старовойтов [и др.]. – М.: ФГБНУ ВНИИКХ, 2019. – 120 с.
15. Методика исследований по культуре картофеля. – М.: НИИКХ, 1967. – 262 с.

REFERENCES

1. Tihomirov A.I., Fomin A.A. Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal, 2023, No. 1 (391), pp. 16–19, DOI: 10.55186/25876740_2023_66_1_16. (In Russ.)
2. Loginov Yu.P., Gajzatulin A.S., Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2020, No. 4 (84), pp. 77–81. (In Russ.)
3. Dergilev V.P., Glaz N.V., Dergileva T.T., APK Rossii, 2019, Vol. 26, No. 5, pp. 741–749. (In Russ.)
4. Loginov Yu.P., Gajzatulin A.S., Kazak A.A., Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2022, No. 2 (94), pp. 37–41, DOI: 10.37670/2073-0853-2022-94-2-37-42. (In Russ.)
5. Dubenok N.N., Mushinskij A.A., Vasil'ev A.A., Gerasimova E.V., Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2016, Vol. 30, No. 7, pp. 71–74. (In Russ.)
6. Fedotova L.S., Filippova G.I., Kartofel' i ovoshchi, 2010, No. 5, pp. 10–13. (In Russ.)
7. Gorbunov A.K. Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova, 2014, No. 2 (35), pp. 35–40. (In Russ.)
8. Ganzin G.A., Abazov A.H., Kiselev A.I., Kartofel' Rossii: v 3 t., pod red. A.V. Korshunova, Moscow, 2003, Vol. 2, pp. 201–208. (In Russ.)
9. Kruzhilin I.P., Mushinskij A.A., Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk, 2011, No. 2, pp. 19–23. (In Russ.)
10. Zhipov N.S. Urozhajnost' i kachestvo novyh sortov kartofelya v zavisimosti ot gustoty posadki i urovnya mineral'nogo pitaniya v usloviyah Yuzhnogo Urala (Yield and quality of new potato varieties depending on the density of planting and the level of mineral nutrition in the conditions of the Southern Urals), Extended abstract of candidate's thesis of agricultural Sciences, Kurgan, 2008, 18 p. (In Russ.)
11. Loginov Yu.P., Kazak A.A., Yakubyshina L.I., Mir innovacij, 2019, No. 1, pp. 20–29. (In Russ.)
12. Vasilev A.A., Gorbunov A.K., Problems of obtaining planned potato harvests in the Southern Urals, Russian Agricultural Sciences, 2018, Vol. 44, No. 6, pp. 510–515, DOI: 10.3103/S1068367418060186.
13. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (Methodology of field experience), Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.
14. Zhegora S.V., Fedotova L.S., Starovojtov V.I., Zejruk V.N., Korshunov A.V., Pshechenkov K.A., Timoshina N.A., Mal'cev S.V., Starovojtova O.A., Vasil'eva S.V., Vasil'eva S.V., Shabanov A.E., Derevyagina M.K., Belov G.L., Kiselev A.I., Knyazeva E.V., Metodika provedeniya agrotekhnicheskikh opytov, uchetov, nablyudenij i analizov na kartofele (Methods of conducting agrotechnical experiments, accounting, observations and analyses on potatoes), Moscow: FGBNU VNIKKH, 2019, 120 p.
15. Metodika issledovanij po kul'ture kartofelya (Methodology of research on potato culture), Moscow: NIKKH, 1967, 262 p.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРТОФЕЛЯ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Р.Р. Галеев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
А.Ф. Петров, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
М.А. Альберт, соискатель
Д.Д. Петров, аспирант
П.Н. Потапов, аспирант
Новосибирский государственный аграрный университет
E-mail: petrovnsau@gmail.com

Ключевые слова: сорт, рост и развитие, картофель, динамика клубнеобразования, точное земледелие, урожайность, качество клубней.

Реферат. *Представлены результаты комплексных исследований, проведенных в 2020 – 2022 гг. на фоне использования геоинформационных технологий на картофеле в ЗАО Племзавод «Ирмень» Ордынского района Новосибирской области, расположенном в лесостепной зоне Западной Сибири. Используемые сорта картофеля требуют определенного набора факторов влияния среды в аспекте получения высокого урожая при хорошем качестве продукции. Применение системы спутниковой навигации обеспечивает повышение урожайности и качества продукции сортов картофеля. Цель исследований заключается в разработке элементов технологии возделывания картофеля с применением инновационных систем спутниковой навигации. Опыты выполнены в почвенно-климатической зоне дренированной лесостепи в зоне северной лесостепи предгорий Приобья. Почва опытных делянок – чернозём выщелоченный, содержащий гумуса 6,32%, валового азота – 0,28, фосфора 0,23 и калия 1,19 %. Концентрация легкогидролизуемого азота составила 10,3, подвижного фосфора – 20,7 и обменного калия – 14,4 мг/100 г почвы, рН 6,49. В опытах возделывали ранние сорта картофеля Гала и Ривьера. В период проведения исследований получены обобщенные данные и рассчитаны уравнения регрессии между показателями урожайности, суммой запасов продуктивной влаги и осадков в межфазные периоды сортов картофеля. Установлены показатели корреляции по конкретному межфазному периоду. Определена зависимость урожайности сортов картофеля от показателей суммы осадков по межфазным периодам. Отмечена значимость элементов точного земледелия в обеспечении высокой урожайности и качества сортов раннего картофеля.*

EFFECTIVENESS OF PRECISION AGRICULTURE ELEMENTS IN POTATO PRODUCTION IN THE WESTERN SIBERIAN FOREST-STEPPE

R.R. Galeev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
A.F. Petrov, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor
M.A. Albert, The Applicant
D.D. Petrov, Postgraduate Student
P.N. Potapov, Postgraduate Student
Novosibirsk State Agrarian University

Keywords: variety, growth and development, potatoes, tuber formation dynamics, precision agriculture, yield, tuber quality.

Abstract. *The results of comprehensive research conducted in 2020-2022 using geoinformation technologies in potato cultivation at ZAO Plemzavod "Irmens" in the Ordynsky District of the Novosibirsk Region, located in the forest-steppe zone of Western Siberia, are presented. Potatoes require specific environmental factors to achieve high yields with good product quality. Using satellite navigation systems ensures an increase in potato yield and product quality. The research aims to develop elements of potato cultivation technology using innovative satellite navigation systems. The experiments were conducted in the soil and climate zone of*

drained forest-steppe in the northern forest-steppe area of the Priobye foothills. The soil of the experimental plots is alkaline black soil with a humus content of 6.32%, total nitrogen content of 0.28%, phosphorus content of 0.23%, and potassium content of 1.19%. The concentration of quickly hydrolysable nitrogen was 10.3, exchangeable phosphorus was 20.7, and exchangeable potassium was 14.4 mg/100 g of soil, with a pH of 6.49. Early potato varieties Gala and Riviera were cultivated in the experiments. During the research period, aggregated data were obtained, and regression equations between yield indicators, the sum of productive soil moisture reserves, and precipitation in interphase periods of potato varieties were calculated. Correlation coefficients were determined for specific interphase periods. The dependence of potato yield on precipitation indicators in interphase periods was established. The significance of precision agriculture elements in ensuring early potato varieties' high product and quality was noted.

Картофель является важной сельскохозяйственной культурой. Увеличение его валового сбора и уровня рентабельности в условиях рыночной экономики невозможно без повышения урожайности [1–4]. Исходя из мировой практики, одним из важных способов повышения показателей урожайности является внедрение высокоурожайных сортов современных отечественных и зарубежных сортов картофеля, приспособленных к местным почвенно-климатическим условиям, при более частом их сортообновлении [5–8]. Инновационная технология производства картофеля базируется на оптимальном чередовании культур, оптимальной системе удобрений с учётом плодородия почвы, коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений, выноса их с урожаем, дифференцированной обработке почвы и использовании системы интегрированной защиты растений от сорняков, болезней и вредителей, а также оптимизации способов и сроков уборки [9–11]. Исследованиями учёных установлено, что современное картофелеводство находится в зависимости от влияния среды и почвенно-климатических условий разных зон, а также от уровня технологического обеспечения [12–15]. Особенно важным является создание качественной энергосберегающей экологически безопасной технологии производства картофеля при оптимизации почвенно-климатических факторов для повышения урожайности и уровня плодородия почвы [16, 17].

Цель исследований – разработка элементов технологии возделывания картофеля с применением инновационных систем спутниковой навигации.

Исследования проведены в 2020 – 2022 гг. в почвенно-климатической зоне дренированной лесостепи, относящейся к северной лесостепи предгорий Приобья.

Почвы опытных полей – чернозём выщелоченный (слабовыщелоченный имеет небольшую долю) с содержанием гумуса 6,32 %, валового азота – 0,28, фосфора – 0,23 и калия – 1,19 %. Концентрация легкогидролизуемого азота составила 10,3, подвижного фосфора – 20,7 и обменного калия – 19,4 мг/100 г почвы при pH 6,49.

По метеорологическим условиям 2020 г. характеризовался достаточным увлажнением в июле и августе при дефиците влаги в мае и начале июня. В 2021 г. отмечен недобор тепла в мае и первой половине июня с недостатком осадков в этот период. В июле и августе условия были на уровне среднемноголетних значений. В 2022 г. отсутствовали весенние заморозки и обеспеченность теплом и влагой была на уровне среднемноголетних показателей.

В исследованиях оценивали особенности роста и развития ранних сортов картофеля Гала и Ривьера. Учётная площадь делянки – 25 м², общая – 28,8 м², повторность – четырехкратная, размещение – рандомизированное. Биометрические наблюдения выполнены по методике государственного сортоиспытания [18]. Площадь листьев определяли по Н.Ф. Коняеву [19], фотосинтетический потенциал – по А.А. Ничипоровичу [20]. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена по Б.А. Доспехову с применением пакета прикладных программ SNEDECOR [21].

В исследованиях 2020 – 2022 гг. с целью получения высокого урожая и хорошего качества продукции, снижения заболеваемости клубней в период вегетации для интегрированной

защиты посадок картофеля проводили обработки следующими препаратами: Зенкор ультра, ВДГ – 0,8 л/га; Титус, СТС – 0,05 кг/га; Престиж, КС – 1 л/га; Дитан М 45 – 1,2 кг/га; Инфинито, ВДГ – 1,2 л/га, а также Ридомил Голд, МИ – 2,5 кг/га. Использовали инсектициды Конфидор, ВДГ – 0,125 кг/га; Децис, ВДГ – 0,05 л/га; Каратэ Зеон, МИС – 0,1 л/га. В качестве десиканта для ускорения созревания клубней картофеля использовали Реглон Супер, ВР – 2 л/га.

При изучении особенностей роста и развития растений картофеля сортов Гала и Ривьера с учётом многолетних данных установлены уравнения регрессии зависимости урожайности от запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы по межфазным периодам, определены коэффициенты корреляции и их ошибки. У раннего сорта картофеля Гала определены уравнения регрессии для разных межфазных периодов. Максимальный коэффициент корреляции при достоверных значениях установлен для межфазных периодов «всходы – бутонизация» – $0,739 \pm 0,254$ и «бутонизация – цветение» – $0,731 \pm 0,257$. В межфазные периоды «посадка – всходы» и «цветение – естественное отмирание ботвы» корреляция была средней и недостоверной при 5 %-м уровне значимости (табл. 1). По раннему сорту Ривьера наблюдалась аналогичная тенденция.

Таблица 1

Показатели зависимости урожайности (y) от суммы запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы (0 – 100 см) по межфазным периодам раннего картофеля (x) (среднее за 2020 – 2022 гг.)
Yield dependency (y) on the sum of productive soil moisture reserves in the one-meter soil layer (0-100 cm) in interphase periods of early potatoes (x) (average for 2020 – 2022).

Межфазный период	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции (r)
<i>Сорт Гала</i>		
Посадка – всходы	$y=0,08x + 3,72$	0,638
Всходы – бутонизация	$y=0,06x + 2,97$	0,739*
Бутонизация – цветение	$y=0,09x + 3,24$	0,731
Цветение – естественное отмирание ботвы	$y=0,05x + 2,83$	0,486
<i>Сорт Ривьера</i>		
Посадка – всходы	$y=0,07x + 3,38$	0,515
Всходы – бутонизация	$y=0,05x + 3,05$	0,708*
Бутонизация – цветение	$y=0,08x + 3,32$	0,742*
Цветение – естественное отмирание ботвы	$y=0,04x + 2,47$	0,615*

*Достоверность при 5 %-м уровне значимости.

Наряду с этим определялась зависимость урожайности от суммы осадков в разные межфазные периоды на раннем картофеле сортов Гала и Ривьера. У сорта Гала максимальные показатели коэффициента корреляции отмечены в межфазные периоды «всходы – бутонизация» – $0,749 \pm 0,251$ и в фазу «бутонизации – цветение» при $r = 0,703 \pm 0,256$. В межфазный период «посадка – всходы» корреляция средняя, в фазу «цветение – естественное отмирание ботвы» – средняя, но недостоверная. Аналогичная тенденция с сильной корреляционной зависимостью урожайности клубней от суммы осадков в межфазные периоды «бутонизация – цветение» и «всходы – бутонизация» наблюдалась и у раннего сорта Ривьера (табл. 2).

Показано, что использование элементов точного земледелия оказало положительное влияние на урожайность и качество клубней ранних сортов картофеля. На опытных полях в условиях выщелоченного чернозёма ЗАО Племзавод «Ирмень» Ордынского района Новосибирской области в 2020 – 2022 гг. по сорту Гала установлена прибавка урожайности 32 %. У сорта Ривьера урожайность достигла 32 т/га при 24 т/га с использованием традиционной технологии (прибавка 33 %).

Таблица 2

Зависимость урожайности (y) от суммы осадков по межфазным периодам раннего картофеля (x)
(среднее за 2020 – 2022 гг.)

Dependency of yield (y) on the sum of precipitation in interphase periods of early potatoes (x)
(average for 2020 – 2022).

Межфазный период	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции (r)
<i>Сорт Гала</i>		
Посадка – всходы	$y=0,05x + 2,26$	0,513*
Всходы – бутонизация	$y=0,04x + 2,78$	0,749*
Бутонизация – цветение	$y=0,06x + 2,95$	0,703*
Цветение – естественное отмирание ботвы	$y=0,08x + 2,63$	0,476
<i>Сорт Ривьера</i>		
Посадка – всходы	$y=0,09x + 2,18$	0,465
Всходы – бутонизация	$y=0,08x + 3,03$	0,728*
Бутонизация – цветение	$y=0,07x + 1,98$	0,741*
Цветение – естественное отмирание ботвы	$y=0,06x + 2,63$	0,384

*Достоверность при 5 %-м уровне значимости.

Дисперсионным анализом трехфакторного опыта определено, что влияние генотипа на урожайность картофеля составило 26 %, использования геоинформационных технологий – 33 % при доле влияния условий внешней среды 24 %. Из взаимодействий факторов выделялось «генотип – технология».

Биохимический анализ клубней двух сортов раннего картофеля показал, что применение геоинформационных технологий повышало содержание в клубнях сухого вещества на 0,2 – 0,3, крахмала – до 0,4 %. По витамину С существенных изменений по вариантам не отмечено. Концентрация нитратов в 4 – 6 раз ниже ПДК для картофеля (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность и качество клубней сортов картофеля при разной технологии возделывания
(среднее за 2020 – 2022 гг.)

Yield and tuber quality of potato varieties under different cultivation technologies (average for 2020 – 2022).

Технология	Урожайность			Содержание в клубнях			
	т/га	прибавка к контролю		сухое вещество, %	крахмал, %	витамин С, мг/100 г	нитраты, мг/кг
		т/га	%				
<i>Сорт Гала</i>							
Традиционная (контроль)	28	-	-	24,3	16,1	13,4	45
Геоинформационная	37	9	32	24,6	16,4	13,2	48
<i>Сорт Ривьера</i>							
Традиционная (контроль)	24	-	-	24,2	15,6	13,0	64
Геоинформационная	32	8	33	24,4	16,0	13,1	52
НСР ₀₅	1,98	-	-	0,13	0,18	0,15	5,63

Примечание. Результаты дисперсионного анализа трехфакторного опыта (2 x 2 x 3): Фактор (А) – генотип, фактор (В) – технология, фактор С – условия года. НСР₀₅ для частных различий – 1,98 т, для фактора А – 2,26, для В и АВ – 2,04 т. Главные факторы и их воздействия: А – 26 %, В – 33, С – 24; АВ – 3, 26; АС – 1,82; ВС – 1,16; АВС – 0,7 %.

На фоне использования точного земледелия клубни обладали высокой товарностью и хорошими вкусовыми качествами.

По результатам исследований сделаны следующие выводы.

1. Для условий лесостепи Западной Сибири показана эффективность применения геоинформационных технологий при выращивании двух сортов раннего картофеля – Гала и Ривьера.
2. Определены уравнения регрессии между урожайностью раннего картофеля и суммой запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы, а также суммой осадков в разные межфазные периоды. Отмечены параметры их корреляции по каждому межфазному периоду. Сильная достоверная корреляция наблюдалась у обоих сортов в межфазные периоды «всходы – бутонизация» и «бутонизация – цветение».
3. Отмечено, что применение геоинформационных технологий повышает урожайность раннего картофеля сорта Гала на 32 %, сорта Ривьера – на 33 % в сравнении с использованием традиционной технологии.
4. Статистически определено, что урожайность ранних сортов картофеля зависела от генотипа на 26 %, технологии возделывания – на 33 при влиянии года 24 %.
5. Использование геоинформационных технологий повысило показатели качества клубней ранних сортов Гала и Ривьера с увеличением содержания сухого вещества и крахмала в среднем на 0,3 %. Количество нитратов в клубнях раннего картофеля в 4 – 6 раз ниже ПДК.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Альберт М.А., Галеев Р.Р., Ковалёв Е.А. Совершенствование технологии дифференцированного внесения удобрений в лесостепи Новосибирского Приобья // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2022. – № 2 (63). – С. 4–10.
2. Особенности использования инновационных регуляторов роста при выращивании картофеля и сои в лесостепи Приобья / Альберт М.А., Петров А.Ф., Шульга М.С., Галеев Р.Р., Ковалев Е.А. // Инновации и продовольственная безопасность. – 2022. – № 2 (36). – С. 45–51.
3. Петров А.Ф., Митракова А.Г. Использование ГИС-технологий в агрономии. – Новосибирск: ИЦ НГАУ Золотой Колос. – 492 с.
4. Галеев Р.Р. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2016. – 92 с.
5. Абрамов Н.В., Шерстобитов С.В. Дифференцированное внесение удобрений с использованием спутниковой навигации // Агрохимия. – 2018. – № 9. – С. 40–49.
6. Галеев Р.Р. Интенсификация производства картофеля в Западной Сибири. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2017. – 98 с.
7. Картофель России / под ред. А.В. Коршунова. – М.: Достижения науки и техники в АПК, 2003. – 986 с.
8. Precision Agriculture Technologies for Potato Production: A Review / J. Smith, M. Johnson, E. Davis. – 2021.
9. Инновационные подходы и технологии ускоренного семеноводства сортов картофеля в лесостепи Приобья / П.Н. Потапов, А.Н. Мурзин, Р.Р. Галеев, А.Н. Потапов // Теория и практика в современной аграрной науке: сб. V Нац. всерос. конф. – Новосибирск: ИЦ «Золотой Колос», 2023. – С. 174–177.
10. Михайлов И.М., Галеев Р.Р. Эффективное картофелеводство. – Новосибирск: Ритм, 2018. – 114 с.
11. Impact of Precision Farming Techniques on Potato Yield and Quality / S. Brown, S. Lee, R. Jones // Potato news, Wageningen, 2022. – 93 p.
12. Галеев Р.Р., Шульга М.С., Ковалев Е.А. Энергосберегающая технология ускоренного семеноводства картофеля в лесостепи Новосибирского Приобья // Инновации и продовольственная безопасность. – 2021. – № 2 (32). – С. 36–45.
13. Кортачев М.А. Адаптивное картофелеводство. – Казань, 2015. – 89 с.
14. Миронов Н.Н. Гис-технологии в растениеводстве. – Пущино, 2016. – 172 с.
15. Галеев Р.Р. Особенности возделывания ранних сортов картофеля в лесостепи Новосибирского Приобья. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2016. – 98 с.
16. Афанасьев Р.А. Агрохимические аспекты точного земледелия // Проблемы агрохимии и экологии. – 2010. – № 2. – С. 38–43.

17. Альберт М.А., Галеев Р.Р., Яковлев М.А. Особенности применения элементов точного земледелия // Актуальные проблемы АПК: сб. науч. тр. Новосиб. ГАУ: Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2021. – С. 111–125.
18. Методика государственного сортоиспытания. Картофель. – М.: Сельхозиздат, 1985. – 172 с.
19. Коняев Н.Ф. Математический метод определения площади листьев. – Новосибирск: Изд-во НСХИ, 1983. – 49 с.
20. Ничипорович А.А. Продуктивность растений и урожай. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 168 с.
21. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Альянс, 2014. – 365 с.

REFERENCES

1. Al'bert M.A., Galeev R.R., Kovalyov E.A., Vestnik NGAU, 2022, No. 2 (63), pp. 4–10. (In Russ.)
2. Al'bert M.A., Petrov A.F., Shul'ga M.S., Galeev R.R., Kovalev E.A., Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost', 2022, No. 2 (36), pp. 45–51. (In Russ.)
3. Petrov A.F., Mitrakova A.G., Ispol'zovanie GIS-tekhnologij v agronomii (The use of GIS technologies in agronomy), Novosibirsk: IC NGAU Zolotoj Kolos, 492 p.
4. Galeev R.R. Programmirovaniye urozhaev sel'skohozyajstvennykh kul'tur (Programming of crop yields), Novosibirsk: Agro-Sibir', 2016, 92 p.
5. Abramov N.V., Sherstobitov S.V., Agrohimiya, 2018, No. 9, pp. 40–49. (In Russ.)
6. Galeev R.R. Intensifikaciya proizvodstva kartofelya v Zapadnoj Sibiri. (Intensification of potato production in Western Siberia), Novosibirsk: Agro-Sibir', 2017, 98 p.
7. Kartofel' Rossii / pod red. A.V. Korshunova. – М.: Dostizheniya nauki i tekhniki v APK, 2003. – 986 s.
8. Smith J., Johnson M., Davis E., Precision Agriculture Technologies for Potato Production: A Review, 2021.
9. Potapov P.N., Murzin A.N., Galeev R.R., Potapov A.N., Teoriya i praktika v sovremennoj agrarnoj nauke, Collection of the V National All-Russian Conference, Novosibirsk: IC "Zolotoj Kolos", 2023, pp. 174–177. (In Russ.)
10. Mihajlov I.M., Galeev R.R. Effektivnoe kartofelevodstvo (Efficient potato growing), Novosibirsk: Ritm, 2018, 114 p.
11. Brown S., Lee S., Jones R., Impact of Precision Farming Techniques on Potato Yield and Quality, Potato news, Wageningen, 2022, 93 p.
12. Galeev R.R., Shul'ga M.S., Kovalev E.A., Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost', 2021, No. 2 (32), pp. 36–45. (In Russ.)
13. Kortachev M.A. Adaptivnoe kartofelevodstvo (Adaptive potato growing), Kazan', 2015, 89 p.
14. Mironov N.N. Gis-tekhnologii v rastenievodstve (Gis technologies in crop production), Pushchino, 2016, 172 p.
15. Galeev R.R. Osobennosti vozdel'yvaniya rannih sortov kartofelya v lesostepi Novosibirskogo Priob'ya (Features of cultivation of early potato varieties in the forest-steppe of the Novosibirsk Ob region), Novosibirsk: Agro-Sibir', 2016, 98 p.
16. Afanas'ev R.A. Problemy agrohimii i ekologii, 2010, No. 2, pp. 38–43. (In Russ.)
17. Al'bert M.A., Galeev R.R., Yakovlev M.A., Aktual'nye problemy APK (Actual problems of the agro-industrial complex), Proceedings of Scientific Papers of the Novosibirsk State Agrarian University), Novosibirsk: IC "Zolotoj kolos", 2021, pp. 111–125. (In Russ.)
18. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya. Kartofel' (The methodology of the state variety testing. Potato), Moscow: Sel'hozizdat, 1985, 172 p.
19. Konyayev N.F. Matematicheskij metod opredeleniya ploshchadi list'ev (A mathematical method for determining the area of leaves), Novosibirsk: Izd-vo NSKHI, 1983, 49 p.
20. Nichiporovich A.A. Produktivnost' rastenij i urozhaj (Plant productivity and yield), Moscow: Sel'hozizdat, 1961, 168 p.
21. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (Methodology of field experience), Moscow: Al'yans, 2014, 365 p.

СОРТА ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.) СИДЕРАЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. Емелев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Е.С. Лыбенко, кандидат сельскохозяйственных наук
Вятский государственный агротехнологический университет
E-mail: emeleffsergej@yandex.ru

Ключевые слова: люпин узколистный, урожайность, зеленая масса, содержание азота, сидеральные культуры, алкалоиды, зернобобовые культуры.

Реферат. Статья посвящена изучению сортов люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) сидерального направления в условиях Кировской области. Цель исследований – оценка продуктивности зеленой массы люпина узколистного и качества урожая. Материал для исследования – сорта люпина узколистного сидерального направления: Сидерат 46, Аккорд, Федоровский, Меценат. Исследования проведены на базе Агротехнопарка ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ в 2021 – 2022 гг. Почвы участка дерново-среднеподзолистые, среднесуглинистые, слабокислые, средней степени обеспеченности подвижным фосфором и обменным калием. В качестве контроля использовали горох посевной сорта Указ и горох полевой сорта Рябчик. Годы проведения исследований были различны по сложившимся метеорологическим условиям. Отмечена существенная прибавка у всех рассматриваемых сортов люпина узколистного – от 47 %. Наиболее урожайным по зеленой массе оказался сорт Аккорд (810,5 ц/га). Наименьший уровень урожайности получен у сорта Сидерат 46 (623,5 ц/га), но даже это значение превышает показатели сорта Указ на 47 %, а сорта Рябчик – на 55,8 %. В пробе натуральной влажности все представленные сорта люпина узколистного содержат большее количество азота в зеленой массе по сравнению с горохом посевным и пелюшкой. Максимальное его содержание отмечено у сортов Меценат (2,63 %) и Федоровский (2,60 %). Большое содержание азота свидетельствует о высокой способности люпина к его фиксации в условиях Кировской области. Все изучаемые сорта люпина отличаются повышенным содержанием алкалоидов в зеленой массе. Оно колеблется от 0,358 до 0,482 %. Это свидетельствует о достаточной устойчивости их к неблагоприятным условиям, болезням и вредителям. Рассматриваемые сорта люпина узколистного отвечают требованиям, предъявляемым к сидеральным культурам. В условиях Кировской области они способны сформировать высокий урожай зеленой массы с достаточным содержанием азота.

VARIETIES OF NARROW-LEAFED LUPINE (*LUPINUS ANGUSTIFOLIUS* L.) FOR FORAGE PURPOSES IN THE KIROV REGION

S.A. Emelev, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor
E.S. Lybenko, PhD in Agricultural Sciences
Vyatka State Agrotechnological University

Keywords: narrow-leafed lupine, yield, green mass, nitrogen content, forage crops, alkaloids, leguminous crops.

Abstract. This article studies narrow-leafed lupine (*Lupinus angustifolius* L.) varieties in the Kirov region forage purposes. The research aims to evaluate the productivity of green mass and the quality of lupine harvest. The material for the study included narrow-leafed lupine varieties for forage purposes: Siderat 46, Akkord, Fedorovskiy, and Metsenat. The research was conducted at the Agrotechnopark of the Vyatka State Agrotechnological University in 2021-2022. The site soils are medium loamy sod-podzolic soils with weak acidity, moderately supplied with mobile phosphorus and exchangeable potassium. As a control, pea crops of the Ukat and Ryabchik varieties were used. The research years varied in terms of meteorological conditions. A significant increase in yield was observed for all studied narrow-leafed lupine types, ranging from 47%.

The Akkord variety showed the highest gain of green mass (810.5 c/ha). The lowest yield was obtained for the Siderat 46 variety (623.5 c/ha), but even this value exceeded the indicators of the Ukat variety by 47% and the Ryabchik variety by 55.8%. In samples at natural moisture content, all presented narrow-leaved lupine types contained more nitrogen in the green mass than field pea and vetch. The maximum nitrogen content was observed in the Metsenat (2.63%) and Fedorovskiy (2.60%) varieties. The high nitrogen content indicates the lupine's ability to fix nitrogen efficiently in the conditions of the Kirov region. All studied narrow-leaved lupine varieties exhibited an increased content of alkaloids in the green mass, ranging from 0.358 to 0.482%. This indicates their sufficient resistance to adverse conditions, diseases, and pests. The studied narrow-leaved lupine varieties meet the requirements for forage crops and can produce a high yield of green mass with adequate nitrogen content in the Kirov region.

Почвы Кировской области, расположенной в лесной зоне, не отличаются высоким содержанием органического вещества, гумуса, подвижного фосфора и обменного калия. Эти показатели во многом определяют уровень почвенного плодородия, от которого, в свою очередь, зависит возможность получения высоких и устойчивых урожаев. Для поддержания баланса гумуса дерново-подзолистые почвы требуют внесения достаточно большого количества органического вещества. Одним из его источников могут стать сидеральные культуры. При запашке вегетативной массы их органическое вещество со временем переходит в доступную для растений форму. Любые культуры, предназначенные для сидерации, оказывают положительное влияние на систему земледелия путем изменения свойств почвы. В результате использования зеленого удобрения происходит оптимизация агрофизических характеристик, увеличивается содержание азота, доступного фосфора и калия. Запахивание зеленой массы растений усиливает активность почвенной микрофлоры. Как следствие, происходит увеличение уровня урожайности последующих культур и улучшение качества получаемой от них продукции. Использование сидератов способствует снижению себестоимости продукции, а также затрат на ее производство, в результате закономерно происходит увеличение рентабельности выращивания растений.

Увеличение в структуре посевных площадей доли посевов с культурами, запахиваемыми в качестве зеленого удобрения, будет способствовать сохранению и восстановлению почвенного плодородия, сократит затраты, относящиеся к категории «применение минеральных удобрений».

Одним из растений, использование которых возможно на зеленое удобрение, является люпин узколистный [1, 2]. Он относится к культурам семейства Бобовые (Fabaceae). Представители этого семейства способны в симбиозе с клубеньковыми растениями способны фиксировать азот воздуха и переводить его в доступную форму. Люпин может давать высокие урожаи на почвах с низким плодородием, кислой реакцией среды и тяжелым гранулометрическим составом. Кроме того, эта культура обладает способностью усваивать труднодоступные формы фосфатов [3].

Люпин узколистный – культура многостороннего использования. Семена – ценное сырье как для кормления животных, так и для пищевой промышленности. Они содержат значительное количество белка, ценного по аминокислотному составу, стоящего близко к белку сои. Использование семян люпина в животноводстве позволит частично решить проблему нехватки белковых компонентов в кормах. Применение его в качестве добавки при производстве пищевых продуктов повышает их биологическую ценность [4–6].

Зеленую массу люпина можно использовать как в качестве зеленого удобрения, так и на зеленый корм и для производства зернофуража [7].

Люпин узколистный является отличным и хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур. Использование его в земледелии отвечает принципам биологизации и органического сельского хозяйства [8]. Люпин узколистный относится к категории возобновляемых ресурсов, с помощью которых можно восстановить плодородие почвы, снизить

уровень химизации отрасли, обогатить почву органическим веществом и усилить развитие почвенной микрофлоры [9–11].

Изучение адаптационной способности сортов люпина узколистного по урожайности зеленой массы представляет собой актуальное направление исследований.

Цель исследований – оценка урожайности зеленой массы люпина узколистного и ее качества.

Задачи исследований:

1. Оценить урожайность зеленой массы сортов люпина узколистного в условиях Кировской области.

2. Сравнить содержание азота в сортах люпина.

3. Провести анализ по содержанию алкалоидов в зеленой массе сортов люпина.

Материал для исследования – сорта люпина узколистного сидерального направления: Сидерат 46 (селекции ВНИИ люпина-филиала ФГБНУ «ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса»), Аккорд, Федоровский, Меценат [12] (селекции Ленинградского НИИСХ – филиала ФГБНУ ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха). В качестве контроля использовали горох посевной сорта Указ и горох полевой сорта Рябчик, так как эти культуры занимают значительные площади в Кировской области и являются одним из источников улучшения почвенного плодородия как в чистом виде, так и в смесях со злаковым компонентом.

Исследования проведены на базе Агротехнопарка ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ в 2021 – 2022 гг. Учетная площадь делянки составила 4,5 м², повторность четырехкратная [13]. Почвы участка дерново-среднеподзолистые, среднесуглинистые, слабокислые, средней степени обеспеченности подвижным фосфором и обменным калием. В качестве предшественника использовали в оба года поле после ярового рапса, выращиваемого для получения семян. Предпосевная обработка почвы состояла в ранневесеннем бороновании для закрытия влаги, последующей культивации и комбинированной обработке в день посева. Удобрение азотно-фосфорно-калийное марки NPKS-4 (NPK 15 : 15 : 15 : 11) внесено в дозе 30 кг д.в/га между культивацией и комбинированной обработкой. Расположение делянок систематическое. Норма высева – 1,3 млн всхожих семян на 1 га. Способ посева – рядовой с междурядьями 15 см. Для посева использовали селекционную сеялку ССФК-7М. Глубина заделки семян составила 4 – 5 см. Перед посевом проводили протравливание семян инсектицидом Табу, ВСК в норме 1 л/т, в день посева семена люпина были обработаны биопрепаратом Ризолег, усиливающим симбиотическую азотфиксацию. Уборка на зеленую массу проведена в конце первой декады июля.

Годы проведения исследований различались по сложившимся метеорологическим условиям (рис. 1). Май 2021 г. был теплее обычного на 3,8 °С, а 2022 г. – холоднее на 2,7 °С. Осадки в мае 2021 и 2022 гг. находились на уровне климатической нормы. Июнь 2021 г. был теплее среднесуточных данных, в 2022 г. в этом месяце выпало значительное количество осадков на фоне среднесуточной температуры. Июль в 2021 и 2022 гг. был более влажным по сравнению с нормой, а температура незначительно превышала климатическую норму.

В среднем за годы исследований полевая всхожесть составила 99,2 – 98 %, что является достаточно высоким показателем и соответствует требованиям контроля. Отсутствие существенных отклонений по данному показателю свидетельствует о наличии благоприятных условий (необходимое количество влаги, отсутствие повреждений болезнями и вредителями) во время прорастания семян и начального роста.

При сравнении урожайности укосной массы люпина узколистного с укосной массой традиционных зернобобовых культур (горох, пелюшка) (таблица) отмечена существенная прибавка у всех рассматриваемых сортов люпина узколистного от – 47 %. Наиболее урожайным по зеленой массе оказался сорт Аккорд (810,5 ц/га). Наименьший уровень урожайности получен у сорта Сидерат 46 (623,5 ц/га), но даже это значение превышает показатели сорта гороха Указ на 47 %, а пелюшки Рябчик – на 55,8 %.

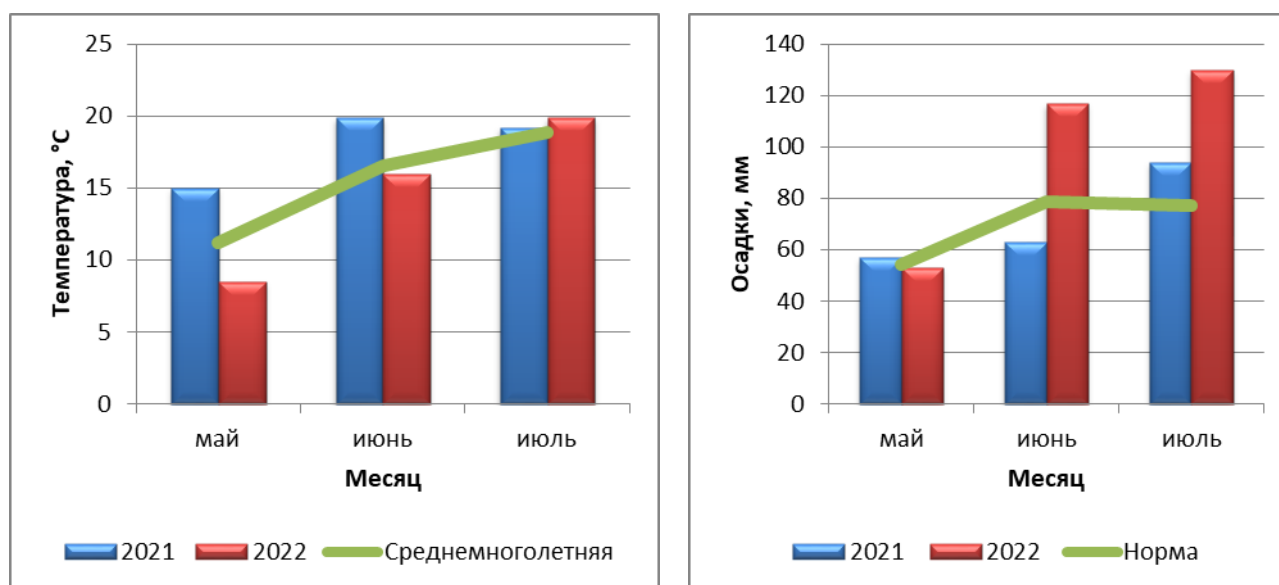


Рис. 1. Температура и количество осадков за вегетационный период в годы исследований
Fig. 1. Temperature and Precipitation during the Vegetative Period in the Study Years

Урожайность вегетативной массы (зеленой) сортов зернобобовых, ц/га
Yield of Vegetative Mass (Green) of Legume Crop Varieties (c/ha)

Сорт	2021 г.	2022 г.	В среднем	Прибавка к сортам			
				Указ		Рябчик	
				ц/га	%	ц/га	%
Указ (горох)	402,2	445,8	424,0	0,0	0,0	24,0	6,0
Сидерат 46	627,4	619,5	623,5	199,5	47,0	223,4	55,8
Аккорд	792,6	828,3	810,5	386,5	91,1	410,4	102,6
Федоровский	701,7	691,3	696,5	272,5	64,3	296,5	74,1
Меценат	735,3	724,0	729,7	305,7	72,1	329,6	82,4
Рябчик (пелюшка)	412,1	388,0	400,1	-24,0	-5,6	0,0	0,0
НСР ₀₅	39,5	43,6	37,4	–	–	–	–
НСР ₀₁	62,4	58,1	54,9	–	–	–	–

После уборки зеленой массы зернобобовых культур проведена оценка содержания сухого вещества растений. Более высокое содержание его отмечено у гороха Указ (27,5 %) и пелюшки Рябчик (23,5 %). У изучаемых сортов люпина узколистного существенно сухого вещества в основном было на 10 – 14 % ниже, чем у гороха Указ. Содержание сухого вещества у сортов люпина варьировало в пределах 14,5 – 17,2 %. Наименьшее количество сухого вещества (14,5 %) отмечено у сорта Меценат, а наиболее высокое – у сортов Сидерат 46 (17,2 %) и Аккорд (16,2 %).

Высота растений, используемых для получения зеленого корма, является важным показателем и имеет с урожайностью прямую взаимосвязь. Она достигает максимальных значений у однолетних растений в фазу массового цветения. Стандарт Указ относится к сортам гороха усатого типа, которые имеют обычно несколько меньшую длину стебля, чем обычные листочковые. Высота растений сорта Указ на момент уборки на зеленую массу составила 65 см

(рис. 2). Практически все сорта люпина узколистного оказались ниже гороха на 6 – 21 %. Высота растений пелюшки Рябчик составила 91,3 см, что значительно превышает данный показатель как по сравнению со стандартом Указ, так и с сортами люпина.

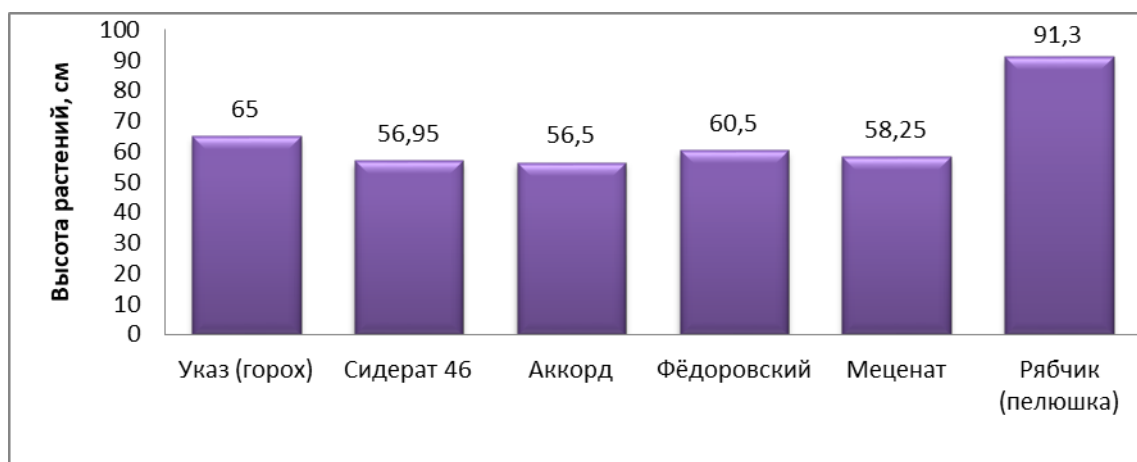


Рис. 2. Высота растений зернобобовых культур (фаза цветения)
Fig. 2. Height of Legume Crop Plants (Flowering Phase)

При расчете коэффициента корреляции у сортов люпина узколистного между урожайностью зеленой массы и высотой растений обнаружена средняя положительная зависимость на уровне 54 % ($r = +0,54$). Между урожайностью сухого вещества и высотой растений люпина выявлена также положительная связь чуть более высокого уровня – 58 % ($r = +0,58$).

Очень сильная положительная связь наблюдается между урожайностями зеленой массы и сухого вещества у сортов люпина различного происхождения ($r = +0,96$), в целом в опыте между сортами зернобобовых отмечается также сильная положительная взаимосвязь по данным показателям ($r = +0,78$).

У зеленой массы люпина узколистного разной селекции и сортов гороха двух видов определили в пробе натуральной влажности содержание азота (рис. 3).

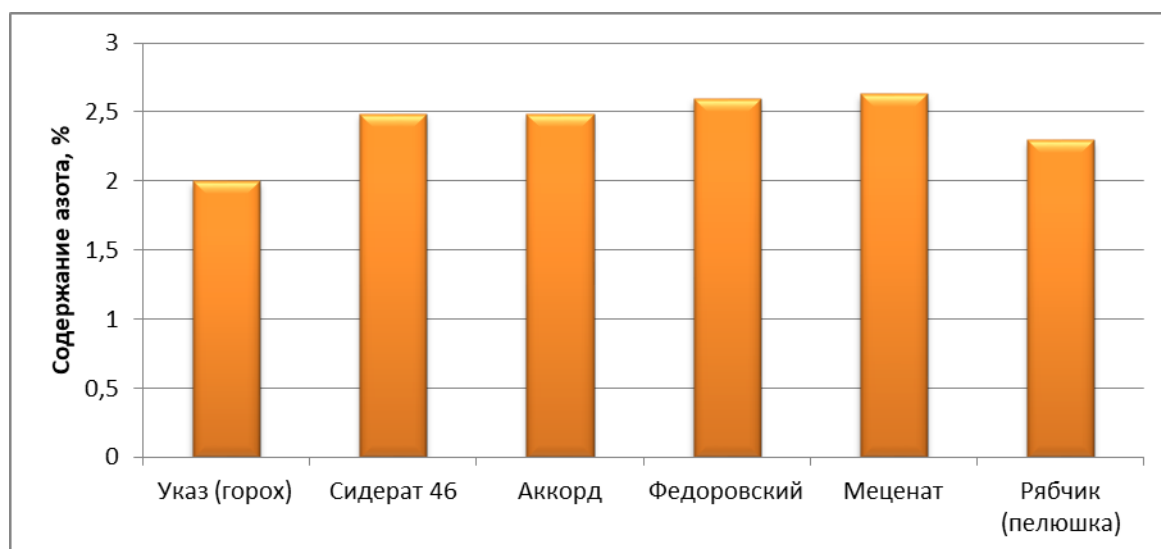


Рис. 3. Содержание азота в зеленой массе зернобобовых культур
(проба натуральной влажности)

Fig. 3. Nitrogen Content in the Green Mass of Legume Crops (Sample at Natural Moisture Content)

Окончание табл. 1

По сравнению с видами гороха все представленные сорта люпина узколистного содержат большее количество азота в зеленой массе (на 0,3 – 0,6 %). Максимальное его содержание отмечено у сортов Меценат (2,63 %) и Федоровский (2,60 %). В относительных единицах превышение содержания азота по отношению к гороху посевному Указ составило 31,5 и 30,0 п.п., а к гороху полевому Рябчик – 14,3 и 13,0 п.п. соответственно.

Высокое содержание алкалоидов для сортов сидерального назначения является положительным признаком. Горькие сорта благодаря этому отличаются повышенной устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессорам. Все изучаемые сорта люпина отличаются высоким (более 0,3 %) содержанием алкалоидов (рис. 4).

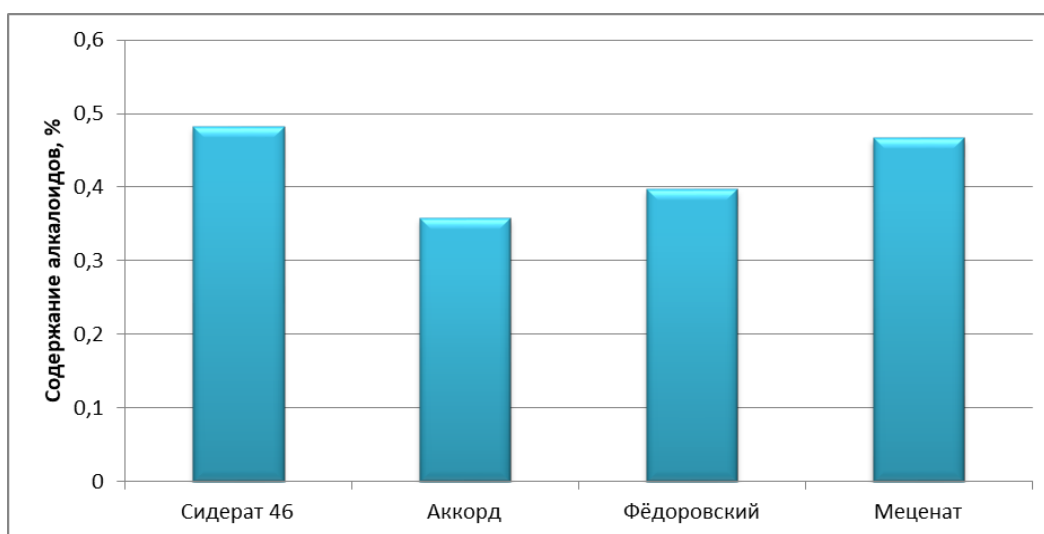


Рис. 4. Содержание алкалоидов в сортах люпина узколистного
Fig. 4. Alkaloid Content in Narrow-Leafed Lupine Varieties

Наибольшее содержание алкалоидов отмечено у сортов Сидерат 46 (0,486 %) и Меценат (0,467 %). При запашке вегетативной массы этих сортов алкалоиды будут способствовать снижению содержания возбудителя фузариоза и вредителей в почве.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Урожайность зеленой массы сортов люпина узколистного в условиях Кировской области является высокой и колеблется в пределах 623,5 – 810,5 ц/га. Этот уровень превышает показатели гороха посевного Указ на 47 – 91,1 %, а пелюшки Рябчик – на 55,8 – 102,6 %. Наиболее урожайным по зеленой массе оказался сорт Аккорд (810,5 ц/га). Подобный объем зеленой массы позволяет использовать изучаемые сорта люпина для сидерации.

2. По содержанию азота в пробе натуральной влажности все представленные сорта люпина узколистного содержат большее количество азота в зеленой массе по сравнению с горохом посевным и пелюшкой. Максимальное его содержание отмечено у сортов Меценат (2,63 %) и Федоровский (2,60 %). Высокое содержание азота свидетельствует о высокой способности люпина к его фиксации в условиях Кировской области.

3. Все изучаемые сорта люпина отличаются высоким содержанием алкалоидов в зеленой массе. Оно колеблется от 0,358 до 0,482 %. Это свидетельствует о достаточной устойчивости их к неблагоприятным условиям, болезням и вредителям.

4. Рассматриваемые сорта люпина узколистного отвечают требованиям, предъявляемым к сидеральным культурам. В условиях Кировской области они способны сформировать высокий урожай зеленой массы с достаточным содержанием азота.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Лысенко О.Г.* Люпин узколистный (*Lupinus angustifolius* L.) – сидеральная культура // Научные труды по агрономии. – 2019. – № 2 (2). – С. 45–50.
2. *Дышко В.Н., Савельев М.А.* Выращивание люпина узколистного как сидерата // Агробиофизика в органическом сельском хозяйстве: сб. материалов междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию со дня рождения д-ра с.-х. наук, проф., засл. деятеля науки РФ Гордеева Анатолия Михайловича. – Смоленск: Смолен. ГСХА, 2019. – Т. 1. – С. 67–70.
3. *Яковлева М.И., Димитриев В.Л., Лаврентьев А.Ю.* Роль люпина узколистного в севооборотах // Фермер. Поволжье. – 2019. – № 2. – С. 46–49.
4. *Юферева Н.И., Леконцева Т.А., Стаценко Е.С.* Изучение сортов люпина узколистного на зерно в условиях Кировской области // Пермский аграрный вестник. – 2019. – № 4 (28). – С. 81–88.
5. *Корелина В.А., Батакова О.Б., Зобнина И.В.* Перспективы возделывания люпина узколистного в субарктической зоне России // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 6. – С. 5–15.
6. *Мальшикина Ю.С.* Результаты оценки исходного материала люпина узколистного по хозяйственно полезным признакам в условиях северо-востока Беларуси // Вестник Вятского ГАТУ. – 2022. – № 2 (12). – С. 3.
7. *Агеева П.А., Почутина Н.А., Матюхина М.В.* Люпин узколистный - источник ценных питательных веществ для использования в кормопроизводстве // Кормопроизводство. – 2020. – № 10. – С. 29–33.
8. *Коноров П.М., Игонин В.Н., Казак В.В.* Люпин узколистный как важный элемент в органическом земледелии // Агробиотехнология-2021: сб. ст. междунар. науч. конф. – М.: Рос. ГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – С. 815–819.
9. *Продуктивность* сортов люпина узколистного в условиях Среднего Урала / В.В. Чулкова, Г.В. Вяткина, В.А. Чулков, Т.В. Павленкова // Аграрный вестник Урала. – 2022. – № S14. – С. 69–80. – DOI: 10.32417/1997-4868-2022-229-14-69-80.
10. *Лысенко О.Г.* Особенности развития и хозяйственные показатели сортообразцов люпина узколистного в условиях Северо-Западного региона // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 81. – С. 114–118. – DOI: 10.21515/1999-1703-81-114-118.
11. *Алкалоиды* люпина узколистного как фактор, определяющий альтернативные пути использования и селекции культуры / М.А. Вишнякова, А.В. Кушнарёва, Т.В. Шеленга, Г.П. Егорова // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2020. – Т. 24, № 6. – С. 625–635. – DOI: 10.18699/VJ20.656.
12. *Лысенко О.Г., Лысенко В.Ф., Пасынкова Е.Н.* Сорт люпина узколистного (*Lupinus angustifolius* L.) Меценат // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2022. – Т. 23. – № 6. – С. 805–813.
13. *Методические* указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: РАСХН, ВНИИ кормов, 1997. – 155 с.

REFERENCES

1. Lysenko O.G. Nauchnye trudy po agronomii, 2019, No. 2 (2), pp. 45–50. (In Russ.)
2. Dyshko V.N., Savel'ev M.A., Agrobiophysika v organicheskom sel'skom hozjajstve (Agrobiophysics in organic agriculture), Proceedings of materials of the International Scientific Conference dedicated to the 80th anniversary of the birth of Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation Anatoly Mikhailovich Gordeev, Vol. 1, Smolensk: Smolensk. GSHA, 2019, pp. 67–70. (In Russ.)
3. Jakovleva M.I., Dimitriev V.L., Lavrent'ev A.Ju., Fermer. Povolzh'e, 2019, No. 2, pp. 46–49. (In Russ.)
4. Jufereva N.I., Lekonceva T.A., Stacenko E.S., Permskij agrarnyj vestnik, 2019, No. 4 (28), pp. 81–88. (In Russ.)
5. Korelina V.A., Batakova O.B., Zobnina I.V., Izvestija Timirjzjevskoj sel'skohozjajstvennoj akademii, 2020, No. 6, pp. 5–15. (In Russ.)
6. Malyshkina Ju.S. Vestnik Vjatskogo GATU, 2022, No. 2 (12), P. 3. (In Russ.)
7. Ageeva P.A., Pochutina N.A., Matjuhina M.V., Kormoproizvodstvo, 2020, No. 10, pp. 29–33. (In Russ.)

8. Konorev P.M., Igonin V.N., Kazak V.V. Agrobioteknologija-2021 (Agrobiotechnology-2021), Collection of Articles of the International Scientific Conference, Moscow: Ros. GAU – MSHA im. K.A. Timirjazeva, 2021, pp. 815–819. (In Russ.)
9. Chulkova V.V., Vjatkina G.V., Chulkov V.A., Pavlenkova T.V., Agrarnyj vestnik Urala, 2022, No. S14, pp. 69–80, DOI: 10.32417/1997-4868-2022-229-14-69-80. (In Russ.)
10. Lysenko O.G. Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2019, No. 81, pp. 114–118, DOI: 10.21515/1999-1703-81-114-118. (In Russ.)
11. Vishnjakova M.A., Kushnareva A.V., Shelenga T.V., Egorova G.P., Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii, 2020, Vol. 24, No. 6, pp. 625–635, DOI: 10.18699/VJ20.656. (In Russ.)
12. Lysenko O.G., Lysenko V.F., Pasynkova E.N., Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka, 2022, Vol. 23, No. 6, pp. 805–813. (In Russ.)
13. Metodicheskie ukazaniya po provedeniju polevyh opytov s kormovymi kul'turami (Guidelines for conducting field experiments with fodder crops), Moscow: RASHN, VNII kormov, 1997, 155 p

ПРОБЛЕМЫ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

О.В. Илюшкина, кандидат сельскохозяйственных наук

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма

E-mail: olga-cheboha@mail.ru

Ключевые слова: почва, чернозем, агрохимическая характеристика, микроэлементы, плодородие.

Реферат. Представлены сведения по структуре почвенного покрова Республики Крым и содержанию основных элементов питания в почве. Проведен анализ многочисленных литературных источников и статистической информации для отображения основных проблем, влияющих на эффективность сельскохозяйственного производства. Главная проблема заключается в недостаточной обеспеченности возделываемых сельскохозяйственных культур питательными и органическими веществами. Слабое накопление органического вещества и питательных элементов приводит к их дефициту и недобору величины и качества получаемой продукции. Недостаточное внесение органических удобрений не позволяет в полной мере восполнить плодородие почв. Несмотря на то, что основную долю в структуре почвенного покрова полуострова Крым занимают черноземные почвы и их разновидности, наблюдается низкое содержание подвижного фосфора и органического вещества. Содержание обменного калия характеризуется как повышенное. Из микроэлементов низким содержанием характеризуются запасы цинка, кобальта, меди и марганца, содержание молибдена и бора имеет высокие показатели. За счет того, что их концентрация не превышает предельно допустимого уровня, сельскохозяйственные производители имеют возможность получать экологически чистую продукцию.

SOIL FERTILITY ISSUES OF AGRICULTURAL LANDS IN THE REPUBLIC OF CRIMEA

O.V. Ilyushkina, PhD in Agricultural Sciences

Research Institute of Agriculture of Crimea

Keywords: soil, chernozem, agrochemical characteristics, micronutrients, fertility.

Abstract. Information on the soil cover structure in the Republic of Crimea and the soil's essential nutrient content is presented. An analysis of numerous literature sources and statistical data was conducted to highlight the main issues affecting the efficiency of agricultural production. The main problem lies in the need for more supply of cultivated crops with nutrients and organic matter. Weak accumulation of organic matter and nutrients leads to their deficiency and a shortfall in the quantity and quality of the obtained products. There needs to be more application of organic fertilisers to allow for the complete restoration of soil fertility. Although chernozem soils and their varieties dominate the soil structure of the Crimean Peninsula, there is a low content of available phosphorus and organic matter. The content of exchangeable potassium is characterised as elevated. Among micronutrients, the reserves of zinc, cobalt, copper, and manganese are characterised by low content, while the range of molybdenum and boron shows high levels. Agricultural producers can obtain environmentally friendly products since their concentration does not exceed the maximum permissible level.

Земледелие и животноводство составляют основу сельскохозяйственного производства. Взаимосвязь между данными отраслями очевидна и неразрывна [1–3]. При отсутствии соответствующей степени обработки земли сложно получить должные урожаи сельскохозяйственных культур, в то же самое время без животноводства существенно снижаются возможности по внесению органических удобрений. С другой стороны, экономически не ликвидные отходы растениеводства (солома, ботва, отруби и т.д.), которые используют в качестве корма, при

участии живых организмов превращаются в молоко, мясо, шерсть и в том числе в ценнейшее органическое удобрение [3, 4].

Навоз, полученный от жвачных животных, является источником важнейших для растений элементов питания, а для почв, на которых растение произрастает, – главным создателем органического вещества. Разрушение перегноя приводит к снижению окультуренности земель, почва утрачивает свою комковатую структуру, ценные агрономические свойства. В этом случае специалистам сельскохозяйственного производства важно правильно воздействовать на почву, опираясь на опыт исследователей и свои знания [5, 6].

В современных условиях ведения сельского хозяйства необходимо обращать внимание на состояние почвы, на содержание основных элементов питания и гумуса. С этой целью требуется регулярно проводить агрохимическое обследование сельскохозяйственных угодий и правильно подбирать пути для решения возникающих проблем, связанных со здоровьем земли [7, 8].

Поэтому в данной статье на основе изучения ряда литературных и статистических данных представлена агрохимическая характеристика состояния почв как в среднем по Республике Крым, так и в разрезе районов. Для анализа агрохимических показателей плодородия почв использовались различные данные, в том числе и официально опубликованные материалы ФГБУ ЦАС «Крымский», который осуществляет мониторинг плодородия земель сельскохозяйственного назначения. Использовались также официальные доклады Министерства экологии и природных ресурсов Республики Крым, справочные обзоры филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Крым, статистические данные Крымстата и фондовые материалы ФГБУН НИИСХ Крыма.

Почвенный покров полуострова Крым достаточно разнообразен по своему составу, но наибольшую площадь из всех почв занимают черноземы и их разновидности, дерновые, каштановые и луговые [7, 9]. Черноземные почвы распространены в той или иной степени во всех 14 районах полуострова и являются основными для возделывания сельскохозяйственных культур. В табл. 1 представлено распределение черноземных почв в разрезе районов (данные ФГБУ ЦАС «Крымский»).

Таблица 1

Агрохимическая характеристика плодородия почв в разрезе районов Республики Крым (ФГБУ ЦАС «Крымский», 2021 г.) [10–13]
Agrochemical Characteristics of Soil Fertility in Different Regions of the Republic of Crimea (Federal State Budgetary Institution "Center for Agrochemical Service "Crimean", 2021)

№ п/п	Район	Площадь, сельхозугодий, тыс. га	Черноземные почвы		Средневзвешенное содержание		
			тыс. га	%	P ₂ O ₅	K ₂ O	гумус,
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Бахчисарайский	46,2	16,3	35,3	19,3	325,6	2,94
2	Белогорский	117,5	28,8	24,5	16,8	390,2	3,72
3	Джанкойский	173,1	0,3	0,2	31,4	466,5	2,54
4	Кировский	68,7	43,3	63,0	17,9	419,7	2,89
5	Красногвардейский	165,4	161,4	97,6	25,1	417,8	3,00
6	Красноперекоский	79,3	0,4	0,5	37,5	508,9	2,53
7	Ленинский	215,2	107,2	49,8	16,0	437,9	2,82
8	Нижнегорский	93,2	47,1	50,5	23,1	447,2	3,02
9	Первомайский	141,4	101,9	72,1	20,9	328,2	2,84

1	2	3	4	5	6	7	8
10	Раздольненский	112,1	68,7	61,3	21,9	369,8	3,01
11	Сакский	194,2	164,9	84,9	15,9	346,3	3,05
12	Симферопольский	126,6	97,2	76,8	21,6	338,4	3,23
13	Советский	79,9	50,4	63,1	20,0	426,6	2,94
14	Черноморский	129,8	90,0	69,3	18,6	317,2	3,04
	Итого	1743,0	977,9	56,1	18,4	403,2	3,09

Черноземные почвы и их разновидности занимают порядка 56,1 % сельскохозяйственных угодий, особенно большие площади в структуре почвенного покрова на черноземы приходится в Красногвардейском (97,6 %), Сакском (84,9 %) и Симферопольском (76,8 %) районах. Наименьшие площади черноземы имеют в Джанкойском и Красноперекоском районах, где господствуют в основном каштановые почвы и их разновидности [2].

Обеспеченность почв подвижным фосфором принято считать одним из основных признаков окультуренности. Анализы почвенных образцов на содержание P_2O_5 и K_2O проводились по методу Мачигина. Согласно градации, средневзвешенное содержание подвижного фосфора в слое почвы 0 – 40 см изменяется от низкого до повышенного значения. Наиболее оптимальные параметры содержания подвижного фосфора отмечены в Джанкойском (31,4 мг/кг) и Красноперекоском (37,5 мг/кг) районах. Остальные районы характеризуются низким и средним содержанием P_2O_5 , в результате можно сказать, что около 86 % сельскохозяйственных угодий нуждается в дополнительном внесении фосфорных удобрений [10].

Содержание обменного калия, согласно градации, изменяется от среднего до высоких значений. Высокое средневзвешенное содержание K_2O отмечено в Красноперекоском районе (508,9 мг/кг). Остальные районы характеризуются средним и повышенным содержанием обменного калия; согласно данным ФГБУ ЦАС «Крымский», только лишь 2,6 % обследованной пашни нуждается во внесении калийных удобрений [12–14].

Важно учитывать не только вещества, которые требуются растениям в больших количествах, но и микроэлементы, имеющие большое значение, без участия которых невозможна регулирующая роль ферментов [15, 16]. При этом важно понимать, что роль микроэлементов двоякая: с одной стороны, при оптимальном их содержании они необходимы для нормального развития растений, а в высоком количестве могут оказывать на них токсическое воздействие [17, 18].

Мониторинг содержания микроэлементов в почвах имеет важное значение. Данные, представленные ФГБУ ЦАС «Крымский», показывают, что средневзвешенное содержание подвижных форм микроэлементов в почвах обследованных участков Республики Крым имеет разрозненные показатели (табл. 2).

Таблица 2

Средневзвешенное содержание микроэлементов в почвах районов Республики Крым за 2015 – 2019 гг., мг/кг [19]

Weighted Average Content of Micronutrients in Soils of the Republic of Crimea Regions for 2015 – 2019, mg/kg

№ п/п	Район	Zn	Co	Cu	Mn	Mo	B
1	2	3	4	5	6	7	8
		1,07	0,25	1,52	32,59	0,20	1,67
2	Белогорский	0,40	0,13	0,27	24,71	0,21	2,61
3	Джанкойский	0,39	0,38	0,50	21,89	0,27	1,60
4	Кировский	0,54	0,36	0,67	26,89	0,24	2,58

1	2	3	4	5	6	7	8
5	Красногвардейский	0,51	0,22	0,30	18,79	0,22	2,17
6	Красноперекоский	0,51	0,25	0,40	34,25	0,23	4,42
7	Ленинский	0,25	0,11	0,18	16,49	0,21	3,51
8	Нижегорский	0,45	0,13	0,44	31,21	0,29	3,82
9	Первомайский	0,27	0,08	0,24	11,46	0,24	2,09
10	Раздольненский	0,66	0,33	0,43	27,41	0,27	1,91
11	Сакский	0,44	0,21	0,41	27,58	0,23	1,11
12	Симферопольский	0,59	0,28	0,47	25,67	0,31	1,87
13	Советский	0,36	0,19	0,27	23,24	0,26	2,45
14	Черноморский	0,42	0,22	0,40	18,22	0,25	2,29
	Средневзвешенное содержание по РК	0,45	0,22	0,39	23,12	0,25	2,33

Содержание подвижного цинка в почвах Республики Крым имеет низкое значение и изменяется по районам от 0,25 до 1,07 мг/кг почвы. Для всех сельскохозяйственных культур при недостатке цинка характерна задержка роста, поэтому на почвах с низким его содержанием рекомендуется применять цинковые удобрения [18]. Особенно эффективны они будут при возделывании таких культур, как овощные, кукуруза, сахарная свекла и хлопчатник. За счёт некоторой стабилизации дыхания при резкой смене температур цинк повышает жаро- и морозостойчивость растений [18, 20].

Кобальт действует и на азотфиксирующую систему, и на другие физиологические процессы в растениях [21]. Содержание данного микроэлемента в почвах Крыма изменяется от низкого до высокого значения, средневзвешенный показатель составляет 0,22 мг/кг.

Недостаток меди вызывает задержку роста и цветения, хлороз, потерю тургора [15, 16]. Средневзвешенное содержание меди в почвах составляет 0,39 мг/кг и характеризуется как среднее. В разрезе районов содержание меди изменяется от низкого до высокого значения.

Марганец повышает водоудерживающую способность тканей, снижает транспирацию, влияет на плодоношение растений [20]. В основном почвы Крыма обладают высоким содержанием марганца, его средневзвешенное значение составляет 23,12 мг/кг, а степень распространения по районам изменяется от среднего показателя до высокого.

При возделывании бобовых культур особую роль играет молибден, так как он способствует лучшему развитию симбиотических клубеньковых бактерий. В целом сельскохозяйственные угодья характеризуются высоким содержанием молибдена в почве – 0,25 мг/кг.

Почвы Крыма обладают высоким содержанием бора – 2,33 мг/кг. При недостаточной обеспеченности бором прежде всего борные удобрения рекомендуется вносить под такие культуры, как лен, хлопчатник, сахарная свекла и кормовые культуры.

Таким образом, почвы Крыма, в первую очередь, нуждаются во внесении таких микроэлементов, как цинк, кобальт, медь и марганец, в меньшей степени – молибдена и бора. Однако внесение микроудобрений должно сопровождаться четкой информацией по их содержанию на конкретном участке и только после детального агрохимического обследования. В целом анализ содержания микроэлементов показал, что в разрезе районов их содержание не превышает уровня ПДК, что дает отличные возможности для получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции.

Замечено, что при возрастающих дозах азотных удобрений, в пределах оптимума, поступление других элементов увеличивается, а при высоких и избыточных дозах азота в листьях

растений, плодах, клубнях, корнях обнаруживается недостаток марганца, меди, цинка и других микроэлементов, проявляются антагонистические отношения. Фосфорные удобрения при неправильной дозировке способны нарушать микроэлементный обмен в листьях растений. Внесение калия на высоком фосфорно-азотном фоне ведёт к снижению содержания в листьях марганца, оставляя постоянной величину цинка и несколько повышая количество меди [8].

Содержание органического вещества в пахотных почвах анализируемых районов изменяется от низкого до среднего значения. Почвы в основном малогумусированные, а это значит, что есть необходимость во внесении органических удобрений.

Несмотря на то, что содержание гумуса в почвах Крыма имеет дефицитное значение, органические удобрения вносятся в небольших объемах (табл. 3, данные Крымстата за 2014 – 2022 гг.) [22–25].

Ежегодные объёмы внесения органических удобрений за последние пять лет (2018 – 2022 гг.) находятся примерно на одном уровне – 201,6–253,1 тыс. т, из расчета 0,6–0,8 т/га. В 2022 г. объём внесения органики составил 235,5 тыс. т, или 0,8 т/га.

Таблица 3

Динамика внесения удобрений в Республике Крым за 2014 – 2022 гг. [21–25]
Dynamics of Fertilizer Application in the Republic of Crimea for 2014 – 2022

Год	Минеральные удобрения		Органические удобрения (навоз крупного рогатого скота)	
	всего, тыс. т	кгд.в/га	всего, тыс. т	т/га
2022	12,122	37	235,5	0,8
2021	11,702	37	234,4	0,8
2020	10,657	34	235,5	0,8
2019	9,554	28	201,6	0,6
2018	11,905	36	253,1	0,8
2017	13,064	38	271,4	0,8
2016	8,460	25	253,4	0,8
2015	6,300	19	124,6	0,4
2014	6,797	21	121,5	0,4

Объёмы внесения минеральных удобрений составили за 2018 – 2022 гг. от 9,554 до 12,122 тыс. т, в среднем от 19 до 37 кг д.в/га. В 2022 г. сельскохозяйственными товаропроизводителями было приобретено 12,122 тыс. т минеральных удобрений и внесено 37 кг д.в. из расчета на 1 га. Порядка 69,0 % минеральных удобрений использовалось под зерновые культуры из расчета 45,4 кг д.в/га; 14,0 % – под технические (подсолнечник – 18,7 кг д.в/га); под овощные культуры удобрения вносились в норме 173,0 кг д.в/га; 5,3 % – под кормовые в дозе 46,2 кгд.в/га. В целом из минеральных удобрений предпочтение отдают азотным и фосфорным – соответственно около 70 и 24 % из общего объема, калия с удобрениями внесено порядка 6 % [22–25].

Таким образом, объёмы применения удобрений достаточно низкие. Для примера: в 1990 г. органические удобрения вносили из расчета 8,2 т/га, а минеральные – 106 кг д.в/га. Именно в этот период, согласно статистической информации, средние показатели урожайности зерновых достигали 36,3 ц/га. В 2022 г. средняя урожайность зерновых и зернобобовых культур по Республике Крым составила 22,8 ц/га (данные ФГБУ «Россельхозцентр» филиал по РК) [26, 27].

Федеральный закон № 101-ФЗ от 16.07.1998 (ред. от 05.04.2016) «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» регламентирует правовые основы государственного регулирования обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения при осуществлении собственниками, владельцами, пользователями, в том числе арендаторами, земельных участков хозяйственной деятельности [14].

В соответствии с гл. 3 ст. 8 данного Закона собственники обязаны осуществлять производство сельскохозяйственной продукции способами, обеспечивающими воспроизводство плодородия земель сельскохозяйственного назначения, а также исключающими или ограничивающими неблагоприятное воздействие такой деятельности на окружающую среду.

Весь комплекс работ по улучшению сельскохозяйственных угодий должен проводиться только после детального почвенно-агрохимического обследования отдельно обрабатываемого участка или поля.

Наблюдения за содержанием приоритетных показателей почвенного плодородия дают возможность проанализировать ситуацию, влияющую на достижение оптимальных условий для питания и жизнедеятельности растений. В случае проведения диверсификации растениеводства и защиты растений необходимо четко понимать возможности культуры в той или иной почвенно-климатической зоне с обязательной агрохимической оценкой хозяйственной эффективности почвенного плодородия.

Недоучет природных условий и недостаточные знания требований растений к почвенным условиям являются одной из современных причин низких урожаев и вывода земель из строя [17, 28, 29].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Быстрицкая Т.Л., Волкова В.В., Снакин В.В. Почвенные растворы черноземов и серых лесных почв. – М.: Наука, 1981. – 148 с.
2. Возбуцкая А.Е. Химия почв. – М.: Сельхозгиз, 1935. – 196 с.
3. Вильямс В.Р. Почвоведение: Земледелие с основами почвоведения. – М.: Сельхозиздат, 1947. – 456 с.
4. Державин Л.М., Булгаков Д.С. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.
5. Дзэнс-Литовская Н.Н. Почвы и растительность степного Крыма. – Л.: Наука, 1970. – 157 с.
6. Драган Н.А. Почвы Крыма: учеб. Пособие. – Симферополь: СГУ, 1983. – 95 с.
7. Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма: монография. – 2-е изд., доп. – Симферополь: Доля, 2004. – 208 с.
8. Ермохин Ю.И., Красницкий В.М. Программирование урожая: монография. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2000. – 84 с.
9. Измаильский А.А. Как высыхала наша степь. – М.; Л.: Огиз-сельхозгиз, 1937. – 76 с.
10. Скляр С.И., Валин Д.Н., Липиева Н.Н. Содержание подвижных форм микроэлементов в почвах Республики Крым и его значение // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2021. – № 25 (188). – С. 5–18.
11. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2019 году / Совет министров Республики Крым; Министерство экологии и природных ресурсов [электронный ресурс]. – Симферополь, 2019. – 396 с. – URL: rk.gov.ru (дата обращения: 24.05.2023).
12. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2020 году / Совет министров Республики Крым; Министерство экологии и природных ресурсов [электронный ресурс]. – Симферополь, 2020. – 380 с. – URL: rk.gov.ru (дата обращения: 24.05.2023).
13. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории республики Крым в 2021 году / Совет министров Республики Крым; Министерство экологии и природных ресурсов [электронный ресурс]. – Симферополь, 2021. – 400 с. – URL: rk.gov.ru (дата обращения: 24.05.2023).

14. *О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения*: Федеральный закон № 101-ФЗ от 16.07.1998 [электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 24.05.2023).
15. *Минеев В.Г.* Агрохимия: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ: КолосС, 2004. – 720 с.
16. *Агрохимия*: учебник / В.Г. Минеев, В.Г. Сычёв, Г.П. Гамзиков [и др.] – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.
17. *Мязин Н.Г.* Система удобрения: учеб. пособие. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2009. – 350 с.
18. *Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И.* Химия почв: учебник. – М.: Высш. шк., 2005. – 558 с.
19. *Содержание подвижного фосфора в почвах административных районов Республики Крым / С.И. Скляр, А.В. Ильин, Д.Н. Валин, Н.Н. Липиева // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2022. – № 32 (195). – С. 30–40.*
20. *Половицкий И.Я., Гусев П.Г.* Почвы Крыма и пути повышения их плодородия: справ. изд. – Симферополь: Таврия, 1987. – 152 с.
21. *Агрохимия / Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский [и др.]; под ред. Б.А. Ягодина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 639 с.*
22. *Внесение удобрений сельскохозяйственными организациями Республики Крым / Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю [электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf> (дата обращения: 24.05.2023).*
23. *Внесение удобрений сельскохозяйственными организациями Республики Крым / Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю [электронный ресурс]. – 2020. – URL: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf> (дата обращения: 24.05.2023).*
24. *Внесение удобрений сельскохозяйственными организациями Республики Крым / Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю [электронный ресурс]. – 2021. – URL: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf> (дата обращения: 24.05.2023).*
25. *Внесение удобрений сельскохозяйственными организациями Республики Крым / Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю [электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf> (дата обращения: 24.05.2023).*
26. *Адамень Ф.Ф., Плугатарь Ю.В., Сташкина А.Ф.* Наука и опытное дело как основа развития аграрного производства Крыма. – Симферополь: АРИАЛ, 2015. – 252 с.
27. *Алексеев А.В., Бридун В.В.* Краткий обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур по Республике Крым в 2022 году и прогноз развития вредных объектов в 2023 году. – Симферополь: ФГБУ «Россельхозцентр» филиал по РК, 2023. – 163 с.
28. *Мищенко Л.Н.* Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование: учеб. пособие. – Омск: ОмСХИ, 1991. – 164 с.
29. *Кирюшин В.И.* Актуальные проблемы и противоречия развития земледелия // Земледелие. – 2019. – № 3. – С. 3–7.

REFERENCES

1. Bystrickaya T.L., Volkova V.V., Snakin V.V., Pochvennye rastvory chernozemov i seryh lesnyh pochv (Soil solutions of chernozems and gray forest soils), Moscow: Nauka, 1981, 148 p.
2. Vozbuckaya A.E. Himiya pochv (Soil chemistry), Moscow: Sel'hozgiz, 1935, 196 p.
3. Vil'yams V.R. Pochvovedenie: Zemledelie s osnovami pochvovedeniya (Soil science: Agriculture with the basics of soil science), Moscow: Sel'hozizdat, 1947, 456 p.

4. Derzhavin L.M., Bulgakov D.S. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya (Methodological guidelines for conducting comprehensive monitoring of soil fertility of agricultural lands), Moscow: FGNU "Rosinformagrotekh", 2003, 240 p.
5. Dzents-Litovskaya N.N. Pochvy i rastitel'nost' stepnogo Kryma (Soils and vegetation of the steppe Crimea), Leningrad: Nauka, 1970, 157 p.
6. Dragan N.A. Pochvy Kryma (Soils of the Crimea: studies. Stipend), Simferopol, SGU, 1983, 95 p.
7. Dragan N.A. Pochvennye resursy Kryma (Soil resources of Crimea), monograph, 2-e izd., Simferopol': Dolya, 2004, 208 p.
8. Ermohin Yu.I., Krasnickij V.M. Programmirovaniye urozhaya (Crop programming), monograph, Omsk: Izd-vo OmGAU, 2000, 84 p.
9. Izmail'skij A.A. Kak vysyhala nasha step' (How our steppe dried up), Moscow, Leningrad: Ogiz-sel'hozgis, 1937, 76 p.
10. Sklyar S.I., Valin D.N., Lipieva N.N., Izvestiya sel'skohozyajstvennoj nauki Tavridy, 2021, No. 25 (188), pp. 5–18. (In Russ.)
11. Doklad o sostoyanii i ohrane okruzhayushchej sredy na territorii Respubliki Krym v 2019 godu (Report on the state and protection of the environment on the territory of the Republic of Crimea in 2019), Simferopol', 2019, 396 p., available at: rk.gov.ru (May 24, 2023).
12. Doklad o sostoyanii i ohrane okruzhayushchej sredy na territorii Respubliki Krym v 2020 godu (Report on the state and protection of the environment on the territory of the Republic of Crimea in 2020), Simferopol', 2020, 380 p., available at: rk.gov.ru (May 24, 2023).
13. Doklad o sostoyanii i ohrane okruzhayushchej sredy na territorii Respubliki Krym v 2021 godu (Report on the state and protection of the environment on the territory of the Republic of Crimea in 2021), Simferopol', 2021, 400 p., available at: rk.gov.ru (May 24, 2023).
14. Federal'nyj zakon (Federal Law No. 101-FZ of 16.07.1998), available at: <http://www.consultant.ru> (May 24, 2023).
15. Mineev V.G. Agrohimiya (Agrochemistry), textbook 2-e izd., Moscow: Izd-vo MGU: KolosS, 2004, 720 p.
16. Mineev V.G., Sychyov V.G., Gamzikov G.P. i dr., Agrohimiya (Agrochemistry), textbook 2-e izd., Moscow: Izd-vo VNIIA im. D.N. Pryanishnikova, 2017, 854 p.
17. Myazin N.G. Sistema udobreniya (Fertilizer system), tutorial, Voronezh: FGOU VPO VGOU, 2009, 350 p.
18. Orlov D.S., Sadovnikova L.K., Suhanova N.I. Himiya pochv (Soil Chemistry), textbook, Moscow: Vyssh. shk., 2005, 558 p.
19. Sklyar S.I., Il'in A.V., Valin D.N., Lipieva N.N., Izvestiya sel'skohozyajstvennoj nauki Tavridy, 2022, No. 32 (195), pp. 30–40. (In Russ.)
20. Polovickij I.YA., Gusev P.G. Pochvy Kryma i puti povysheniya ih plodorodiya (Crimean soils and ways to increase their fertility), handbook, Simferopol': Tavriya, 1987, 152 p.
21. Yagodin B.A., Smirnov P.M., Peterburgskij A.V. i dr., Agrohimiya (Agrochemistry), 2-e izd., Moscow: Agropromizdat, 1989, 639 p.
22. Vnesenie udobrenij sel'skohozyajstvennymi organizacijami Respubliki Krym (Application of fertilizers by agricultural organizations of the Republic of Crimea), 2019, available at: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf> (May 24, 2023).
23. Vnesenie udobrenij sel'skohozyajstvennymi organizacijami Respubliki Krym / (Application of fertilizers by agricultural organizations of the Republic of Crimea), 2020, available at: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf> (May 24, 2023).
24. Vnesenie udobrenij sel'skohozyajstvennymi organizacijami Respubliki Krym / (Application of fertilizers by agricultural organizations of the Republic of Crimea), 2021, available at: <https://82.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf> (May 24, 2023).
25. Vnesenie udobrenij sel'skohozyajstvennymi organizacijami Respubliki Krym (Application of fertilizers by agricultural organizations of the Republic of Crimea), 2022, available at: <https://82.rosstat.gov.ru/>

storage/mediabank/%D0%98%D0%90%D0%9C%20%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202023.pdf (May 24, 2023).

26. Adamen' F.F., Plugatar' Yu.V., Stashkina A.F. Nauka i opytное delo kak osnova razvitiya agrarnogo proizvodstva Kryma (Science and experimental business as the basis for the development of agricultural production in Crimea), Simferopol: ARIAL, 2015, 252 p.
27. Alekseenko A.V., Bridun V.V. Kratkij obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skohozyajstvennyh kul'tur po Respublike Krym v 2022 godu i prognoz razvitiya vrednyh ob"ektov v 2023 godu (A brief overview of the phytosanitary condition of agricultural crops in the Republic of Crimea in 2022 and the forecast of the development of harmful objects in 2023), Simferopol: FGBU "Rossel'hozcentr" filial po RK, 2023, 163 p.
28. Mishchenko L.N. Pochvy Omskoj oblasti i ih sel'skohozyajstvennoe ispol'zovanie (The soils of the Omsk region and their agricultural use), a textbook, Omsk: OmSKHI, 1991, 164 p.
29. Kiryushin V.I. Zemledelie, 2019, No.3, pp. 3–7. (In Russ.)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

А.В. Леднев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Н.А. Пегова, кандидат сельскохозяйственных наук

Л.О. Тронина, кандидат сельскохозяйственных наук

*Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
структурное подразделение Удмуртского федерального исследовательского
центра Уральского отделения Российской академии наук*

E-mail: av-lednev@yandex.ru

Ключевые слова: система обработки почвы, минимизация, содержание органического вещества, подвижного фосфора, обменного калия, плотность, влажность, севооборот, дерново-подзолистая почва, урожайность, коэффициент энергетической эффективности.

Реферат. Минимизация обработки почвы является одной из определяющих тенденций развития сельского хозяйства. Она позволяет резко уменьшить количество агротехнических операций при возделывании сельскохозяйственных культур, а за счёт этого снизить техногенную нагрузку на почвы, количество энергетических и трудовых затрат на получение продукции и повысить устойчивость почв к эрозионным процессам. Минимальная обработка позволяет эффективно осуществлять воспроизводство потенциального и эффективного плодородия почв и в целом соответствует принципам адаптивно-ландшафтного земледелия. Несмотря на многочисленные положительные моменты минимальной обработки, её внедрение в производство сдерживает наличие у неё определённых недостатков: ухудшение фитосанитарного состояния посевов, повышение плотности пахотного горизонта, дифференциация пахотного слоя по агрохимическим и агрофизическим показателям и др. Для выявления возможности внедрения минимальной обработки в почвенно-климатических условиях Удмуртской Республики в УдмНИИСХ с 1980 г. проводятся научные исследования в многолетнем полевом опыте. К настоящему времени установлены положительные и отрицательные стороны трёх видов основной обработки почвы. Отвальная обработка в течение всего периода наблюдений, по сравнению с другими видами обработок, обеспечивала наиболее высокую урожайность сельскохозяйственных культур (на 0,15 – 0,50 т з. ед/га, или на 5,6 – 17,5 %) и коэффициент энергетической эффективности (на 1,9 – 16,7 %). Безотвальная обработка проявила себя наиболее экологически безопасной, повысила содержание органического вещества в слое 0 – 10 см на 8,1 – 11,5 %. Однако она способствовала сильной дифференциации пахотного горизонта на два подслоя: 0 – 10 и 10 – 20 см. Нижний подслой характеризовался более высокой плотностью и низким содержанием элементов минерального питания и гумуса. Комбинированная обработка в большинстве случаев показывала промежуточные результаты. Для разработки агротехнологий с более значительной минимизацией обработок почвы необходимо проведение дальнейших научных исследований.

CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL SYSTEMS IN THE UDMURT REPUBLIC

A.V. Lednev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

N.A. Pegova, PhD in Agricultural Sciences

L.O. Tronina, PhD in Agricultural Sciences

*Udmurt Research Institute of Agriculture – a structural division of the Udmurt Federal Research Center of
the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*

Keywords: soil tillage system, minimisation, organic matter content, available phosphorus, exchangeable potassium, density, moisture, crop rotation, chernozem-podzolic soil, yield, energy efficiency coefficient.

Abstract. *Minimisation of soil tillage is one of the defining trends in the development of agriculture. It allows for a significant reduction in agrotechnical operations in crop cultivation, thereby reducing the technological load on soils, energy, and labour inputs in production and increasing soil resistance to erosion processes. Minimum tillage effectively promotes the restoration of potential and adequate soil fertility and aligns with the principles of adaptive landscape agriculture. Despite numerous positive aspects of minimum tillage, its implementation in production is restrained by certain drawbacks: worsening of crop phytosanitary conditions, increased plough layer density, differentiation of the plough layer by agrochemical and agrophysical indicators, and more. To assess the possibility of implementing minimum tillage in the soil and climatic conditions of the Udmurt Republic, long-term field experiments have been conducted at the Udmurt Research Institute of Agriculture since 1980. Both positive and negative aspects of three types of primary soil tillage have been identified. Moldboard ploughing, throughout the observation period, compared to other types of tillage, provided the highest crop yield (by 0.15 - 0.50 t per hectare or 5.6 - 17.5%) and energy efficiency coefficient (by 1.9 - 16.7%). No-till soil treatment proved to be the most environmentally friendly, increasing the organic matter content in the 0-10 cm layer by 8.1 - 11.5%. However, it led to a strong differentiation of the plough layer into two sub-layers: 0-10 and 10-20 cm. The lower sub-layer was characterised by higher density and lower content of mineral nutrients and humus. In most cases, combined tillage showed intermediate results. Further scientific research is needed to develop agrotechnologies with more significant minimisation of soil tillage.*

Современное сельскохозяйственное производство должно отвечать двум обязательным условиям: быть экономически целесообразным (т.е. уровень рентабельности должен превышать 20 – 30 %) и экологически безопасным (способствовать воспроизводству плодородия почв). Оптимальным способом решения этих проблем является максимально полное соответствие производства природным условиям региона, что позволяет наиболее эффективно использовать ресурсный потенциал земель и минимизировать затраты на поддержание необходимого уровня плодородия почв. Значительный приоритет в вопросе экологизации земледелия имеет развитие минимизации обработки почвы и прямого посева [1, 2].

Для удовлетворения потребностей населения в продуктах питания и сельскохозяйственном сырье с учётом экологических требований необходимо поддерживать высокие темпы интенсификации земледелия и сокращать экологические риски за счёт повышения наукоёмкости, точности агротехнологий и адаптированности их к агроэкологическим условиям.

Это достигается с помощью разработки и внедрения в производственный процесс адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Они позволяют, с одной стороны, учесть рыночную потребность в растениеводческой продукции и экономические возможности хозяйства, а с другой – агроэкологические требования растений и их соответствие почвенно-климатическим условиям землепользования. Адаптивно-ландшафтный подход к системе ведения растениеводства и использование современных научных достижений позволяют устранить основные противоречия между интенсификацией земледелия и соблюдением экологических требований.

Система земледелия, в том числе и адаптивно-ландшафтная, базируется на ряде ключевых элементов, наиболее важными из которых являются: система агротехнических и организационно-хозяйственных мероприятий (структура посевных площадей, севообороты, организация территории пашни, обработка почвы и др.), система удобрений, система защиты растений, мероприятия по охране почв от природных (водная эрозия, дефляция и др.) и техногенных (загрязнение различными поллютантами, механический техногенез и др.) факторов (в случае необходимости требуется предусматривать мероприятия по ремедиации загрязнённых или нарушенных почв). Все эти составные части системы земледелия находятся в тесном взаимодействии, оказывая друг на друга как прямое, так и опосредованное влияние. Именно комплексный анализ этих составных частей позволит выйти на новый инновационный уровень развития системы земледелия в целом и разработку агроприёмов в частности.

Развитие адаптивно-ландшафтного земледелия с целью приближения его к природным условиям агроландшафтов закономерно ведет к сокращению обработок почв вплоть до прямого посева. В мировом земледелии накоплен значительный опыт применения нулевых технологий, сокращающих и даже предотвращающих деградацию почвенного плодородия и значительно снижающих производственные затраты [3–6]. Основными причинами сокращения приемов обработки почвы стали экономические факторы и сохранение структуры почвы в одних странах, борьба с эрозией и сохранение почвенной влаги – в других [7]. Однако полный отказ от обработки почвы в таёжно-лесной зоне приводит к чрезмерному переуплотнению пахотного горизонта, усилению дефицита минерального азота, значительному ухудшению фитосанитарной обстановки и, как следствие, к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Существенным недостатком no-till является и отсутствие возможности внесения фосфорных и калийных удобрений на оптимальную глубину [8]. Тем не менее перевод агротехнологий на дерново-подзолистых почвах с традиционных отвальных систем обработки почвы на минимальные не только возможен, но и необходим.

Неизбежность процесса минимизации обработок обосновывается ещё и почвенно-климатическими особенностями региона. Удмуртская Республика расположена на Среднерусской холмисто-увалистой равнине, характеризующейся сильной изрезанностью территории овражно-балочной и гидрографической сетью. Преобладающими элементами агроландшафтов являются склоны различной экспозиции, крутизна которых изменяется от 1 до 5 градусов. Годовое количество осадков колеблется от 450 до 500 мм, коэффициент увлажнения – от 1,05 до 1,15, причём осадки в течение вегетационного периода выпадают неравномерно, основная их часть приходится на ливни. Все эти причины обуславливают повсеместное проявление водной эрозии, вызывающей деградацию и так низкоплодородных дерново-подзолистых почв. Единственным наиболее эффективным способом резко снизить темпы развития водной эрозии на пашне является полный отказ от отвальных обработок. Однако в большом количестве исследований установлено, что в нечернозёмной зоне только отвальная система обработки почв обеспечивает максимальную урожайность и хорошее фитосанитарное состояние посевов [3–11].

Поиск новых научно обоснованных подходов к решению проблемы минимизации обработок, способных не только снизить эрозию почв и производственные затраты на получение растениеводческой продукции, но и повысить продуктивность 1 га пашни, имеет очень высокую степень актуальности для европейской части нечернозёмной зоны РФ в целом, и для Удмуртии в частности. Только переход к минимальным и нулевым технологиям позволит приостановить процесс деградации почвенного покрова.

В настоящее время элементы минимальной технологии широко внедряются в производственную деятельность сельхозтоваропроизводителей Удмуртской Республики. Это обусловлено следующими факторами:

1. Появлением комбинированной техники нового поколения, совмещающий в один технологический процесс сразу несколько агротехнических операций (предпосевная культивация, внесение минеральных удобрений, посев, боронование и прикатывание). В республике наибольшее распространение получили следующие посевные комплексы: СКП-2,1 Омичка; АПП-6А; СЗБ-9; Kverneland USC 4500; Salford 580 и др.

2. Появлением современных технологичных сеялок прямого сева: ДОН-651; СПС-6; Десна-Полесье СПС-6500 и др.

3. Широкой рекламной компанией (далеко не всегда профессиональной и корректной) производителей сельскохозяйственной техники и средств защиты растений.

4. Попыткой снизить производственные затраты упрощением агротехнологий (отказ от зяблевых обработок, замена отвальной вспашки дискованием и др.).

В Удмуртской Республике в настоящее время по традиционной технологии работают только 44 – 49 % хозяйств; 44 – 45 % перешли на замену отвальной обработки безотвальной или комбинированной; используют, в той или иной степени no-till 6 – 12 %.

Нельзя сказать, что все эти нововведения оправданны и целесообразны. Там, где идёт простое упрощение агротехнологий, наблюдается резкий рост засорённости посевов, накопление инфекций и снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Там, где при внедрении минимальных технологий используют научный подход, результаты достаточно позитивны.

Проблемами минимизации обработки почвы в таёжно-лесной зоне занимались М.Н. Гуренёв [12], Т.П. Мерзлякова [13], Н.Н. Зезин [14], В.Ф. Кирдин [8], А.Н. Иванова [15], В.П. Ковриго [16], Г.Н. Черкасов [17], П.Е. Ширококов [18] и др. В Удмуртском НИИСХ исследования, посвящённые изучению различных видов обработок почвы, проводятся с 1980 г. В многолетних полевых многофакторных опытах изучались различные сочетания видов обработок, доз внесения удобрений, видов севооборотов и использования биоресурсов. Этот комплексный подход позволил выявить целый ряд закономерностей по воспроизводству плодородия дерново-подзолистых почв, получению экономически и экологически обоснованных урожаев сельскохозяйственных культур. Данные закономерности легли в основу высокоэффективных ресурсосберегающих агротехнологий нового поколения.

Цель наших исследований – на основе многолетних научных исследований и практического опыта сельхозтоваропроизводителей разработать агротехнологии нового поколения, максимально широко использующие элементы минимизации обработки почвы.

Комплексное изучение систем обработки почвы в Удмуртском НИИСХ проводилось с 2007 г. в многолетнем стационарном полевом опыте. Опытное поле Удмуртского НИИСХ УдмФИЦ УрО РАН расположено в Завьяловском районе Удмуртской Республики. Почва – агродерново-подзолистая слабосмытая среднесуглинистая на покровных глинах и тяжёлых суглинках.

Схема опыта включали три системы основной обработки почвы:

- 1) отвальная – ежегодная зяблевая вспашка на 20 см (ПН-3-35), контроль;
- 2) комбинированная – в системе зяблевой обработки почвы проводилось чередование двух вспашек (ПН-3-35) под озимую рожь в пару и после клевера с мелкими безотвальными обработками под яровые культуры (БДТ-3 или КПЭ-3,8);
- 3) безотвальная – ежегодная мелкая безотвальная обработка почвы под зябь на 10 – 12 см (БДТ-3 и КПЭ-3,8).

Эти системы обработки почвы (фактор А) изучались на двух уровнях применения минеральных удобрений (фактор Б) и при использовании различных видов паров (фактор С), что позволило расширить объём полученных экспериментальных данных и повысить их объективность. В данной статье факторы Б и С отдельно не рассматривались, они были обобщены, увеличив количество повторностей фактора А.

Почвенные образцы в течение всего периода наблюдений отбирали из пахотного горизонта по слоям 0 – 10 и 10 – 20 см два раза за вегетацию: в начале мая (по всходам) и в начале сентября (после уборки культур). В почвенных образцах определяли стандартные агрохимические и агрофизические показатели. Они проанализированы в биохимической лаборатории Удмуртского НИИСХ УдмФИЦ УрО РАН стандартными методами. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена с использованием дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову (1985) с помощью программы Microsoft Office 2013.

Зяблевая обработка почвы является одним из ключевых элементов большинства агротехнологий. В табл. 1 и 2 показано влияние различных её видов на агрохимические показатели пахотного слоя. Приведённые данные свидетельствуют, что отвальная обработка почвы уже в первую ротацию севооборота статистически достоверно снизила в нём содержание органического углерода на 4,4 – 6,6 отн. %.

Таблица 1

Влияние длительного применения систем зяблевой обработки почвы на агрохимические показатели пахотного слоя (первая ротация севооборота 2006 – 2013 гг.)

The Influence of Prolonged Use of No-Till Soil Treatment Systems on Agrochemical Indicators of the Plow Layer (First Crop Rotation of Crop Rotation, 2006 – 2013)

Система основной обработки почвы	Содержание углерода гумусовых веществ (среднее за ротацию), %			P ₂ O ₅	K ₂ O	Нг	S _{осн.}	рН _{ккл}
	конец ротации							
	C _{общ}	C _{спец}	C _{лов}	мг/кг		ммоль/100 г		ед.
Отвальная (контроль)	1,36	0,255	0,354	360	116	2,23	15,0	5,84
Комбинированная	1,42	0,259	0,359	328	107	2,27	14,9	5,81
Безотвальная	1,45	0,265	0,382	336	112	2,51	14,7	5,77
HCP ₀₅	0,05	F _f <F _t	F _f <F _t	25	4,0	0,28	0,5	0,11

Отрицательное влияние отвальной обработки почвы на содержание в почве гумуса общеизвестно и отражено в большом количестве литературных источников [11–17]. Она приводит к постепенной деградации потенциально низкогумусированных агродерново-подзолистых почв, усилению развития водной эрозии и является одной из причин перехода хозяйств на безотвальные обработки.

Из положительных моментов отвальной обработки почвы можно отметить небольшое увеличение в пахотном слое содержания подвижного фосфора – на 6,7 – 8,9 % и обменного калия на – 3,4 – 7,8 %.

К концу второй ротации восьмипольного севооборота в результате длительного применения различных систем обработки почвы в вариантах с комбинированной и особенно с безотвальной обработкой наблюдалась дифференциация пахотного слоя по содержанию элементов минерального питания на два подслоя: 0 – 10 и 10 – 20 см.

В нижней, наиболее увлажнённой части пахотного слоя, содержание этих элементов было значительно ниже, чем в верхней. Особенно значительная дифференциация произошла по содержанию обменного калия в вариантах с безотвальной обработкой, разница между слоями достигла 51 мг/кг, или 32 %.

Таблица 2

Влияние длительного применения систем зяблевой обработки почвы на агрохимические показатели пахотного слоя на конец второй ротации севооборота (2020 – 2021 гг.)

The Influence of Prolonged Use of No-Till Soil Treatment Systems on Agrochemical Indicators of the Plow Layer at the End of the Second Crop Rotation (2020 – 2021)

Система основной обработки почвы	Слой почвы, см	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NH ₄	Нг, ммоль/100 г	рН _{ккл}	C _{орг. в-ва} , %
		мг/кг					
1	2	3	4	5	6	7	8
Отвальная (контроль)	0–10	342	115	32,6	2,11	5,52	1,48
	10–20	341	114	32,4	2,21	5,46	1,43
Комбинированная	0–10	351	123	31,2	2,15	5,50	1,65
	10–20	343	88	30,3	2,09	5,53	1,55
Безотвальная	0–10	329	130	32,1	2,34	5,35	1,60
	10–20	304	79	26,7	2,11	5,40	1,35

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
НСП ₀₅	0–10	13	17	3,6	0,17	0,12	0,11
	10–20	27	13	1,9	0,20	0,16	0,12

Заметная дифференциация произошла и по содержанию органического углерода в горизонте Апах. В вариантах с комбинированной обработкой в верхнем (0 – 10 см) слое количество Сорг на 6,1 отн. %, а в вариантах с безотвальной обработкой – на 15,6 отн. % превышало его содержание в нижнем (10 – 20 см) слое почвы. Разница в содержании органического вещества между вариантами с отвальной и безотвальной обработкой ещё увеличилась и достигла в слое 0 – 10 см 8,1 – 11,5 %. В нижней части пахотного слоя разница по этому показателю была не такая значительная, что связано с проявлением современного подзолистого процесса. Общее содержание органического вещества в этих вариантах ещё более значительно превышало его количество в вариантах с отвальной обработкой.

Влияние системы основной обработки почвы на агрофизические показатели почвы показано в табл. 3. Так как эти показатели сильно зависят от количества осадков в вегетационный период, то для анализа приведены обобщённые данные наиболее влажных и сухих лет за период второй ротации севооборота. Закономерно, что вид основной обработки почвы оказал влияние на плотность только нижней части пахотного горизонта, наименьшие показатели имели варианты с отвальной обработкой (1,37 – 1,40 г/см³), наибольшие – с безотвальной обработкой (1,40 – 1,43 г/см³).

Таблица 3

Влияние системы основной обработки почвы на агрофизические показатели пахотного слоя
The Influence of the Main Soil Tillage System on Agrophysical Indicators of the Plow Layer

Система основной обработки почвы	Слой почвы, см	Годы с повышенной влажностью почвы (среднее за 2019 и 2021 гг.)			Годы с пониженной влажностью почвы (среднее за 2018 и 2020 гг.)		
		плотность, г/см ³	влажность, %	запас влаги, мм	плотность, г/см ³	влажность, %	запас влаги, мм
Отвальная (к)	0–10	1,28	22,90	29,31	1,32	16,39	21,72
	10–20	1,40	22,04	30,83	1,37	17,83	24,43
Комбинированная	0–10	1,24	23,70	29,38	1,27	16,15	20,51
	10–20	1,40	21,45	30,03	1,36	17,45	23,73
Безотвальная	0–10	1,28	24,50	31,36	1,21	15,85	19,26
	10–20	1,43	21,16	30,26	1,40	16,77	23,47

Вид основной обработки почвы оказал влияние на количество и перераспределение почвенной воды по слоям пахотного горизонта только в годы с пониженной влажностью почвы. Наибольший запас влаги находился в пахотном слое вариантов с отвальной обработкой – 46,15 мм, наименьший – в вариантах с безотвальной обработкой – 42,73 мм. Во всех вариантах с изучаемыми обработками нижние слои горизонта А_{пах} характеризовались большей полевой влажностью и запасами воды, чем верхние. Наиболее значительная разница наблюдалась в вариантах с безотвальной обработкой. В годы с повышенной влажностью показатели полевой влажности почвы и запасы воды по вариантам обработки и по слоям пахотного горизонта были примерно одинаковыми.

Комплексным показателем, объективно отражающим изменения свойств почвы при использовании различных систем её основной обработки, является урожайность сельскохозяйственных культур. Результаты, полученные в многолетнем полевом опыте за две ротации севооборота, приведены в табл. 4 и 5.

Данные табл. 4 свидетельствуют, что в целом по первой ротации севооборота отвальная обработка обеспечила получение наиболее высокой урожайности сельскохозяйственных культур (прибавка 0,15 – 0,17 т з. ед/га, или 5,6 – 6,4 %) и коэффициента энергетической эффективности (превышение на 1,9 – 2,5 %). Разница между показателями по комбинированной и безотвальной обработке была незначительной и в большинстве случаев статистически не достоверной.

Таблица 4

Урожайность культур и коэффициент энергетической эффективности их возделывания в зависимости от системы основной обработки почвы, т з. ед/га (первая ротация)
Crop Yield and Energy Efficiency Coefficient of Their Cultivation Depending on the Main Soil Tillage System (First Rotation)

Система основной обработки почвы	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Среднее за 2007 – 2013 гг.	КЭЭ
	озимая рожь	яровая пшеница	клевер на зеленый корм	озимая рожь	ячмень	овёс	яровая пшеница		
Отвальная (контроль)	3,37	2,96	2,78	2,18	2,88	3,25	1,30	2,67	3,24
Комбинированная	3,48	2,29	2,77	1,97	2,51	3,15	1,30	2,50	3,16
Безотвальная	3,59	2,38	2,77	2,21	2,47	3,08	1,18	2,52	3,18
НСР ₀₅	0,18	0,21	0,31	0,37	0,11	0,14	0,08	0,26	

В разрезе сельскохозяйственных культур система обработки почвы оказала наиболее значительное влияние на урожайность яровых зерновых культур. Урожайность менее требовательных к внешним условиям озимой ржи и клевера статистически достоверно не изменялась от изучаемых систем обработки почвы, за исключением озимой ржи в 2007 г., когда она в варианте с безотвальной обработкой статистически достоверно (на 0,22 т з. ед/га) превышала показатель варианта с отвальной обработкой.

Во второй ротации севооборота отвальная вспашка по-прежнему в большинстве случаев обеспечивала наиболее высокую урожайность сельскохозяйственных культур (на 0,19 – 0,50 т з. ед/га, или на 6,6 – 17,5 %) и коэффициент энергетической эффективности (на 5,3 – 16,7 %). Исключение составили клевер и горчица на семена, у которых разница между обработками не достоверна.

Комбинированная обработка по эффективности стала статистически достоверно превышать безотвальную – на 0,31 т з. ед/га, или на 11,6 %. Это связано с появлением дифференциации по плодородию пахотного горизонта при безотвальной обработке и меньшими запасами почвенной влаги в засушливые годы.

Таким образом, многолетние исследования в полевом стационарном опыте выявили положительные и отрицательные стороны каждого вида основной обработки почвы.

Таблица 5

Влияние длительного применения систем зяблевой обработки почвы на урожайность культур севооборота и коэффициент энергетической эффективности (вторая ротация), т з. ед/га
The Influence of Prolonged Use of No-Till Soil Treatment Systems on Crop Yield in the Crop Rotation and Energy Efficiency Coefficient (Second Rotation)

Система основной обработки почвы	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее за 2015 – 2021 гг.	КЭЭ
	озимая рожь	яровая пшеница	клевер на зеленый корм	озимая рожь	яровая пшеница	ячмень	горчица на семена		
Отвальная (контроль)	2,77	2,92	2,02	4,23	2,90	2,31	0,69	2,86	3,18
Комбинированная	2,50	2,57	2,14	4,14	2,82	1,85	0,73	2,67	3,01
Безотвальная	2,11	2,45	2,03	3,74	2,61	1,28	0,55	2,36	2,65
НСР ₀₅	0,16	0,21	0,21	0,33	0,14	0,15	0,30	0,18	

Отвальная обработка в течение всего периода наблюдений, по сравнению с другими видами обработок, обеспечивала наиболее высокую урожайность сельскохозяйственных культур (на 0,15 – 0,50 т з. ед/га, или на 5,6 – 17,5 %) и коэффициент энергетической эффективности (на 1,9 – 16,7 %). Данная прибавка урожайности обусловлена лучшими агрофизическими (плотностью и содержанием продуктивной влаги) и агрохимическими (содержанием элементов минерального питания) свойствами нижнего слоя (10 – 20 см) пахотного горизонта.

Безотвальная обработка проявила себя наиболее экологически безопасной, превышение в содержании органического вещества между вариантами с отвальной и безотвальной обработкой во второй ротации севооборота достигло в слое 0 – 10 см 8,1 – 11,5 %. Однако она способствовала сильной дифференциации пахотного горизонта на два подслоя: 0 – 10 и 10 – 20 см. Нижний подслон характеризовался более высокой плотностью и более низким содержанием элементов минерального питания и гумуса, что привело к снижению продуктивности данных вариантов. Особенно значительная дифференциация произошла по содержанию обменного калия, разница между слоями достигла 51 мг/кг, или 32 %.

Комбинированная обработка в большинстве случаев показывала промежуточные результаты.

В настоящее время пределом минимизации обработок, не приводящих к резкому снижению урожайности сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах, является комбинированная система, включающая одну или две отвальные вспашки за ротацию севооборота, а остальные обработки мелкие безотвальные или использование прямого посева. Для дальнейшего внедрения минимизации обработок почвы необходимо продолжение исследований.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кирюшин В.И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. – 2018. – № 3. – С. 3–8.
2. Агеев А.А. Совершенствование минимизации обработки почвы в земледелии Челябинской области // Вестник Курганской ГСХА. – 2021. – № 2 (38). – С. 3–9.
3. Кирюшин В.И. Проблема минимизации обработки почвы: перспективы развития и задачи исследований // Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 3–6.

4. Дридигер В.К. Состояние проведения исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву // Сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 5 (12). – С. 8–16.
5. Crovetto C. Stubble over the Soil. – Madison: American Society of Agronomy Inc., 1996. – 248 p.
6. Koller K. Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug. – Frankfurt am Main: DLG-Verl, 2001. – 125 p.
7. Shear G.M., Moschler W.W. Continuous Corn by the No-Tillage and Conventional Tillage Methods: A Six-Year Comparison // Agronomy Journal. – 1969. – Vol. 61, Issue 4. – P. 524–526.
8. Кирдин В.Ф. Сорты и технологии: результаты и перспективы // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2006. – № 3. – С. 15–17.
9. Дзюин Г.П. Некоторые аспекты освоения системы адаптивного земледелия // Современному земледелию – адаптивные технологии: тр. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2001. – С. 52–58.
10. Холзаков В.М. Повышение продуктивности дерново-подзолистых почв в Нечерноземной зоне: монография. – Ижевск: Ижев. ГСХА, 2006. – 436 с.
11. Тронина Л.О., Кудрявцев И.М. Подтверждение методики прогнозирования водной эрозии фактическим изменением показателей плодородия агродерново-подзолистой почвы // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4. – С. 16–25.
12. Гуренев М.Н. Действие глубины и периодичности основной обработки дерново-подзолистой почвы на урожайность культур в севообороте в условиях Удмуртской АССР // Эффективность приемов обработки почв в севооборотах: межвуз. сб. науч. тр. Перм. с.-х. ин-та. – Пермь, 1986. – С. 3–10.
13. Мерзлякова Т.П. Установление эффективности систем зяблевой и предпосевной обработок дерново-подзолистой суглинистой почвы на показатели ее плодородия, урожайность и продуктивность севооборота: автореф. дис. ... канд.с.-х. наук. – Пермь, 1986. – 20 с.
14. Зезин Н.Н. Оптимизация обработки почвы и использования промежуточных культур в эрозионных и плакорных агроландшафтах Среднего Урала: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Саратов, 2006. – 39 с.
15. Иванова А.Н. Приёмы основной обработки и свойства дерново-подзолистых почв // Земледелие. – 2007. – № 5. – С. 20–21.
16. Ковриго В.П. Почвозащитная ресурсо- и энергосберегающая технология возделывания зерновых культур в Удмуртской Республике (обоснование и рекомендации к внедрению на примере опыта учебно-опытного хозяйства Ижевской ГСХА «Июльское» Воткинского района). – Ижевск, 2000. – 93 с.
17. Черкасов Г.Н. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 13–16.
18. Ширококов П.Е. Сравнительная эффективность приемов и систем обработки почвы в технологии выращивания яровой пшеницы в Среднем Предуралье: автореф. дис. ... канд.с.-х.наук.– Уфа, 2017. – 20 с.

REFERENCES

1. Kiryushin V.I. Zemledelie, 2018, No. 3, pp. 3–8. (In Russ.)
2. Ageev A.A. Vestnik Kurganskoj GSKHA, 2021, No. 2 (38), pp. 3–9. (In Russ.)
3. Kiryushin V.I. Zemledelie, 2013, No. 7, pp. 3–6. (In Russ.)
4. Dridiger V.K. Sel'skohozyajstvennyj zhurnal, 2019, No. 5 (12), pp. 8–16. (In Russ.)
5. Crovetto C. Stubble over the Soil, Madison: American Society of Agronomy Inc., 1996, 248 p.
6. Koller K. Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug, Frankfurt am Main: DLG-Verl, 2001, 125 p
7. Shear G.M., Moschler W.W. Continuous Corn by the No-Tillage and Conventional Tillage Methods: A Six-Year Comparison, Agronomy Journal, 1969, Vol. 61, Issue 4, pp. 524–526.
8. Kirdin V.F. Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk, 2006, No. 3, pp. 15–17. (In Russ.)
9. Dzyuin G.P. Sovremennomu zemledeliyu – adaptivnye tekhnologii (Modern agriculture – adaptive technologies), Proceedings of Scientific and Practical Conferences, Izhevsk 2001, pp. 52–58. (In Russ.)
10. Holzakov V.M. Povyshenie produktivnosti dernovo-podzolistyh pochv v Nечernozemnoj zone (Increasing the productivity of sod-podzolic soils in the Non-Chernozem zone), monograph, Izhevsk: FGOU VPO Izhevskaya GSKHA, 2006, 436 p.
11. Tronina L.O., Kudryavcev I.M., Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyaj-stvennoj akademii, 2022, No. 4, pp. 16–25. (In Russ.)

12. Gurenev M.N. Effektivnost' priemov obrabotki pochv v sevooborotah (The effectiveness of soil treatment techniques in crop rotations), Interuniversity Collection of Scientific Papers of the Perm Agricultural Institute, Perm, 1986, pp. 3–10. (In Russ.)
13. Merzlyakova T.P. Ustanovlenie effektivnosti sistem zyablevoj i predpo-sevnoj obrabotok dernovo-podzolistoj suglinistoj pochvy na pokazateli ee plodorodiya, urozhajnost' i produktivnost' sevooborota (Establishing the effectiveness of systems of winter and pre-sowing treatments of sod-podzolic loamy soil on the indicators of its fertility, yield and productivity of crop rotation), Extended abstract of candidate's thesis of Agricultural Sciences, Perm, 1986, 20 p. (In Russ.)
14. Zezin N.N. Optimizaciya obrabotki pochvy i ispol'zovaniya promezhutoch-nyh kul'tur v erozionnyh i plakornyh agrolandshaftah Srednego Urala (Optimization of tillage and use of intermediate crops in erosive and upland agricultural landscapes of the Middle Urals), Extended abstract of Doctor's thesis of Agricultural Sciences, Saratov, 2006, 39 p. (In Russ.)
15. Ivanova A.N. Zemledelie, 2007, No. 5, pp. 20–21. (In Russ.)
16. Kovrigo V.P. Pochvozashchitnaya resurso i energosberegayushchaya tekhnologiya vozdeleyvaniya zernovyh kul'tur v Udmurtskoj Respublike (Soil protection resource and energy-saving technology of grain cultivation in the Udmurt Republic), Izhevsk, 2000, 93 p.
17. Cherkasov G.N. Zemledelie, 2014, No. 5, pp. 13–16. (In Russ.)
18. Shirobokov P.E. Sravnitel'naya effektivnost' priemov i sistem obrabotki pochvy v tekhnologii vyrashchivaniya yarovoj pshenicy v Srednem Predural'e (Comparative effectiveness of tillage techniques and systems in the technology of growing spring wheat in the Middle Urals), Extended abstract of candidate's thesis of Agricultural Sciences, Ufa, 2017, 20 p. (In Russ.)

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛА ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОРТАМИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ

А.М. Ленточкин, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Удмуртский государственный аграрный университет
E-mail: lenalmih@mail.ru

Ключевые слова: яровая пшеница, урожайность, качество зерна, качество семян, адаптивность сортов.

Реферат. В Среднем Предуралье на малоплодородной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой слабосмытой почве в условиях ограниченного вегетационного периода в течение четырёх лет было проведено сравнительное испытание сортов яровой пшеницы трёх групп спелости. Установлено, что как раннеспелые, так среднеранние и среднеспелые сорта яровой пшеницы способны формировать хороший урожай, качество зерна и семян. В реализации генетического потенциала продуктивности и качества зерна сорта главными являются абиотические условия, неблагоприятное течение которых не всегда удаётся скорректировать технологическими приёмами. По урожайности зерна в среднем за три года в группе среднеранних выделился сорт Калинка, а среди среднеспелых – Черноземноуральская 2, показав урожайность соответственно 243 и 266 г/м², или 2,43 и 2,66 т/га. В благоприятных условиях роста и развития растений урожайность зерна раннеспелых, среднеранних и среднеспелых сортов превышает уровень 5 т/га. Условия региона позволяют формировать содержание клейковины в зерне, как правило, выше 23,0 %, что соответствует требованиям I–III классов, и качество клейковины, отвечающее требованиям I–II групп. Качество зерна сортов яровой пшеницы определяется в большей степени складывающимися абиотическими условиями, чем генетической характеристикой сорта. Условия формирования зерновок яровой пшеницы не способствуют формированию тяжеловесного зерна, и масса 1000 семян обычно составляет около 30 г. Урожай зерна, формируемый сортами раннеспелой, среднеранней и среднеспелой групп, как правило, характеризуется высокими значениями лабораторной всхожести (более 92 %).

REALISATION OF PRODUCTIVITY POTENTIAL AND GRAIN QUALITY BY VARIETIES OF SPRING WHEAT OF DIFFERENT MATURITY GROUPS

A.M. Lentochkin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
Udmurt State Agricultural University

Keywords: spring wheat, yield, grain quality, seed quality, adaptability of varieties.

Abstract. In the Middle Trans-Urals, on less fertile derno-medium-podzolic loamy soils with limited growing seasons, a comparative trial of spring wheat varieties from three maturity groups was conducted over four years. It was established that early-maturing, mid-early, and mid-season spring wheat varieties can produce good yields, grain, and seed quality. The realisation of the genetic potential of productivity and grain quality of types is primarily influenced by abiotic conditions, the unfavourable course of which is not always correct with technological practices. In terms of grain yield over three years, among mid-early varieties, the Kalinka variety stood out, and among mid-season varieties, the Chernozemnyural'skaya 2 variety, with results of 243 and 266 g/m², or 2.43 and 2.66 t/ha, respectively. Under favourable growth and development conditions, grain yields of early, mid-early, and mid-season varieties exceed 5 t/ha. Regional conditions allow grain protein content to generally exceed 23.0%, meeting the requirements of classes I–III, and gluten quality meeting the needs of groups I–II. The quality of spring wheat grain is determined to a greater extent by the prevailing abiotic conditions rather than the genetic characteristics of the variety. The requirements for forming spring wheat grain do not promote the formation of heavy grains; the 1000-seed weight usually amounts to around 30 g. Grain yields produced by early, mid-early, and mid-season group varieties are typically characterised by high laboratory germination values (over 92 %).

Во всем мире пшеница является важной культурой, широко используемой в качестве продукта питания, на кормовые и семенные цели, для промышленной переработки. По состоянию на 14 декабря 2022 г. в Российской Федерации был собран рекордный урожай зерна – более 159 млн т, что в пересчёте на чистую массу высушенного зерна составляет 150 млн т. За последние пять лет урожайность возросла с 25 до 34 ц/га [1]. По сравнению с 1913 г. в современной России (2021 г.) увеличение урожайности произошло с 8,0 до 26,7 ц/га, или в 3,3 раза [2]. Однако во многих странах мира к настоящему времени (2020 г.) получены более существенные значения. Урожайности зерновых и зернобобовых культур: Россия – 28,6, Австрия – 72,7, Бельгия – 83,5, Германия – 70,1, Нидерланды – 77,6, Словения – 73,4, США – 80,2, Новая Зеландия – 86,7 ц/га [3].

Несмотря на то, что ежегодный прирост урожая зерна составляет около 1 %, этого недостаточно для удовлетворения растущих глобальных потребностей. Выведение сортов пшеницы со стабильной и высокой урожайностью зерна имеет решающее значение для устойчивого её производства [4].

Интрогрессия новых аллелей путём скрещивания различных генетических ресурсов пшеницы увеличивает генетическое разнообразие по представляющим интерес признакам и позволяет вести отбор на улучшение устойчивости пшеницы к биотическому и абиотическому стрессу, показателей качества и урожайности, что является основной задачей селекционеров и генетиков [5].

В Нечерноземье можно добиться производства высококачественного продовольственного зерна пшеницы, которое определяется, главным образом, погодными условиями, биологическими особенностями сорта и интенсивностью технологии возделывания культуры [6].

Современные технологии выращивания сельскохозяйственных культур требуют внедрения сортов, которые обладают стабильной и высокой продуктивностью, высоким качеством зерна и семян, устойчивостью к вредным организмам и к неблагоприятным условиям их выращивания, что особенно важно в меняющихся в настоящее время климатических условиях [4, 7–9].

Научная работа Красноуфимского селекционного центра уже в 70-е гг. XX в. была направлена на создание сортов интенсивного типа, которые должны быть раннеспелыми и среднеранними, способными гарантированно вызревать в местных условиях, обладать высокой реализацией потенциальных возможностей, отдачей от минеральных удобрений и высокими хлебопекарными качествами. Сортами селекции Красноуфимского селекционного центра в Свердловской области, в Пермском крае и Удмуртской Республике засеивалось 54,4–70,2 % площадей пшеницы. Сорт Иргина является базовым в Волго-Вятском регионе для производства продовольственного зерна. Зерно этого сорта, выращенное в Свердловской области, превзошло по показателям качества партии зерна из других регионов России (Волгоград, Краснодар, Курган, Ростов, Ставрополь, Тамбов) и было равноценно зерну из Казахстана и Канады [10].

Цель исследования – сравнительная оценка хозяйственно-ценных признаков сортов яровой пшеницы разных групп спелости.

Объект исследования – 10 сортов яровой пшеницы трёх групп спелости. Раннеспелая группа была представлена тремя сортами: Иргина, Ирень, Свеча; среднеранняя – также тремя сортами: Омская 36, Горноуральская, Калинка; среднеспелая – четырьмя сортами: Симбирцит, Черноземноуральская 2, Ликамеро, Алабуга. Сравнение сортов проведено с сортом Иргина. Зональные испытания сортов в течение 2018–2020 гг. были проведены в структурном подразделении «УНПК Агротехнопарк» Удмуртского государственного аграрного университета на малоплодородной дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой слабосмытой почве со следующей агрохимической характеристикой: содержание органического вещества – очень низкое-среднее; pH_{KCl} – сильноокислая-слабокислая; содержание серы – очень низкое-низкое; P_2O_5 – среднее-высокое, K_2O – среднее-высокое. В 2022 г. в этом же структурном подразделении было проведено испытание другого набора 12 сортов яровой пшеницы трёх групп спелости.

Погодно-климатические условия вегетационных периодов за годы исследований имели широкий спектр изменчивости. Так, по температурному режиму они характеризовались как периодами значительного превышения, так и снижения по сравнению со среднеголетними значениями. По сумме выпавших атмосферных осадков вегетационные периоды характеризовались как дефицитом, избыточностью, так и значительной неравномерностью их выпадения.

Испытание сортов было проведено в микроделяночных полевых опытах с площадью учётной делянки 1,05 м² в шестикратной повторности. Предшественник – озимая тритикале (в 2022 г. – картофель), система обработки почвы – минимальная. Минеральные удобрения внесены перед посевом в виде азофоски (N₃₂P₃₂K₃₂). Посев проведён вручную: норма высева всхожих семян – 6 млн шт/га, глубина посева – 4 см, ширина междурядий – 15 см. По мере созревания сортов уборка была проведена вручную со всей учётной площади делянки. Отобранные растения были использованы для определения урожайности зерна с делянок, качества зерна и семян.

Кроме полевого метода, были использованы лабораторные исследования – измерение, анализ, сравнение. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена в табличном редакторе Excel методом дисперсионного анализа однофакторного полевого опыта, заложенного методом рендомизированных повторений.

Урожайность зерна по сортам, испытываемым в опыте, определена путём обмолота колосьев всех растений на молотилке колосковой МК-1М с каждой делянки учётной площадью 1,05 м² в шестикратной повторности, отделения мякины на лабораторной аспирационной колонке Petkus K-293 и взвешивания зерна. Полученные данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная урожайность зерна сортов яровой пшеницы, г/м²
Comparative Grain Yields of Spring Wheat Varieties, g/m²

Группа спелости	Сорт	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Раннеспелые	Иргина (стандарт)	212	249	149	203
	Ирень	249	239	163	217
	Свеча	244	250	159	218
Среднеранние	Омская 36	285	235	166	229
	Горноуральская	231	236	169	212
	Калинка	266	275	188	243
Среднеспелые	Симбирцит	275	245	180	233
	Алабуга	282	184	128	198
	Ликамеро	268	253	168	230
	Чернозёмноуральская 2	296	271	230	266
Среднее		261	244	170	–
НСР ₀₅		27	32	28	19

Анализ полученных результатов показывает, что уровни урожайности зерна и реакция сортов на условия вегетационных периодов различались. Так, в 2018 г. сорт Иргина показал урожайность 212 г/м², что в пересчёте равно 21,2 ц/га. Все испытываемые сорта, за исключением сорта Горноуральская, существенно превысили по урожайности стандарт – на 9 – 40 %. В 2019 г. сорта разных групп спелости показали практически одинаковый уровень урожайности (235–275 г/м²), существенно не отличающийся от стандарта (249 г/м²). Исключение составил сорт Алабуга, существенно уступивший стандарту – на 26 %. В 2020 г. был получен низкий уровень урожайности, в том числе стандарта (149 г/м²). Существенно превысили стандарт

среднеранний сорт Калинка (на 26 %), среднеспелые сорта Симбирцит и Черноземноуральская 2 (соответственно на 21 и 54 %).

В среднем за три года существенное превышение стандартного сорта Иргина (203 г/м²) показали среднеранние сорта Омская 36 и Калинка (соответственно на 13 и 20 %), среднеспелые сорта Симбирцит, Ликамеро и Черноземноуральская 2 (соответственно на 15, 13 и 31 %). При этом наиболее стабильный по годам уровень урожайности обеспечили сорта Черноземноуральская 2 и Горноуральская, показав средний уровень коэффициента вариации (соответственно 13 и 18 %).

Количество и качество клейковины являются наиболее распространёнными показателями качества зерна пшеницы (табл. 2).

Таблица 2

Количество сырой клейковины в зерне сортов яровой пшеницы, %
Raw Gluten Content in Spring Wheat Grain Varieties, %

Группа спелости	Сорт	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее (класс)
Раннеспелые	Иргина (стандарт)	26,5	20,2	33,5	26,7 (III)
	Ирень	27,1	22,8	34,2	28,0 (II)
	Свеча	26,1	22,1	33,3	27,2 (III)
Среднеранние	Омская 36	20,5	19,9	29,7	23,4 (III)
	Горноуральская	25,6	23,5	31,4	26,8 (III)
	Калинка	23,4	21,5	31,3	25,4 (III)
Среднеспелые	Симбирцит	21,1	22,5	31,7	25,1 (III)
	Алабуга	19,0	20,8	28,9	22,9 (IV)
	Ликамеро	19,7	22,4	31,6	24,6 (III)
	Черноземноуральская 2	20,5	20,1	28,6	23,1 (III)
Среднее		22,9	21,6	31,4	–
НСР ₀₅		1,0	1,1	1,6	1,7

По генетической характеристике качества зерна два из испытываемых сортов являлись сильными (Иргина, Черноземноуральская 2), пять – ценными (Ирень, Свеча, Омская 36, Калинка, Ликамеро), три – филлерами (Горноуральская, Алабуга, Симбирцит), при выпечке хлеба требующими улучшителя. Реакция сортов на условия вегетационных периодов была различной, независимо от их генетических особенностей по качеству зерна. Так, в 2018 г. стандартный сорт Иргина сформировал массовую долю сырой клейковины 26,5 %, что отвечало требованиям III класса (не менее 23,0 %; ГОСТ 9353–2016). Сорта Омская 36, Калинка, Алабуга, Ликамеро, Черноземноуральская 2 существенно снизили показатель по сравнению со стандартом – соответственно на 6,0; 3,1; 7,5; 6,8 и 6,0 %. В 2019 г. у стандартного сорта количество клейковины составило только 20,2 %, что отвечало требованиям IV товарного класса. Существенно большее количество клейковины в зерне сформировали сорта Ирень, Свеча, Горноуральская, Калинка, Симбирцит, Ликамеро – соответственно на 2,6; 1,9; 3,3; 1,3; 2,3 и 2,2 %. В 2020 г. стандартный сорт Иргина имел высокое значение количества клейковины в зерне – 33,5 %, что соответствует требованиям к продовольственному зерну I класса (не менее 32,0 %). На этом же уровне сформировали количество клейковины раннеспелые сорта Ирень и Свеча, а у остальных из испытываемых сортов значение клейковины в зерне было достаточно высоким (28,6–31,7 %), но существенно меньше, чем у стандарта.

В среднем за три года большинство испытываемых сортов по количеству клейковины в зерне отвечали требованиям III класса (не менее 23,0 %), за исключением сорта Алабуга (22,9

%) сорт Ирень по рассматриваемому показателю отвечал требованиям II класса (не менее 28,0 %). По сравнению со стандартным сортом Иргина статистически одинаковый уровень количества клейковины сформировали раннеспелые сорта Ирень и Свеча, среднеранние сорта Горноуральская и Калинка, а также среднеспелый сорт Симбирцит. Существенно уступили стандарту по количеству клейковины сорта Омская 36, Алабуга, Ликамеро, Черноземноуральская 2. Коэффициент вариации значений количества клейковины по годам по сорту Горноуральская имел среднее значение, по остальным – сильное.

Для хлебопечения клейковина должна быть оптимально упругой и растяжимой, что характеризуется значениями 43,0 – 77,0 ед. ИДК (I группа). Проведённые нами исследования показали следующие результаты (табл. 3).

Таблица 3

Качество клейковины в зерне сортов яровой пшеницы, ед. ИДК
Quality of Gluten in Spring Wheat Grain Varieties, IDK units

Группа спелости	Сорт	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее (группа)
Раннеспелые	Иргина (стандарт)	92	61	88	80 (II)
	Ирень	94	69	87	83 (II)
	Свеча	86	75	81	81 (II)
Среднеранние	Омская 36	65	59	88	71 (I)
	Горноуральская	96	91	89	92 (II)
	Калинка	96	89	101	95 (II)
Среднеспелые	Симбирцит	78	86	93	86 (II)
	Алабуга	91	90	87	89 (II)
	Ликамеро	77	88	89	85 (II)
	Черноземноуральская 2	70	83	93	82 (II)
Среднее		84	79	90	–
НСР ₀₅		4	7	F _φ < F ₀₅	2

Качество клейковины, как и её количество, имело существенные различия в зависимости от условий вегетационного периода, а также различную реакцию сортов на складывающиеся абиотические факторы. Так, в 2018 г. среднеранний сорт Омская 36, среднеспелые сорта Ликамеро и Черноземноуральская 2 сформировали качество клейковины, отвечающее требованиям I группы, тогда как остальные сорта – требованиям II группы. В 2019 г. требованиям I группы отвечали раннеспелые сорта Иргина, Ирень, Свеча и среднеранний сорт Омская 36. Остальные сорта соответствовали требованиям II группы. В 2020 г. все сорта по качеству клейковины соответствовали требованиям II группы и существенно не различались друг от друга по этому показателю.

В среднем за три года только сорт Омская 36 по качеству клейковины соответствовал требованиям I группы, остальные сорта – требованиям II группы качества. Коэффициент вариации рассматриваемого показателя был сильным у сортов Омская 36 и Иргина, средним – у сортов Ирень и Черноземноуральская 2, слабым – у остальных сортов.

В Среднем Предуралье ещё в конце XX в. нередкими были случаи, когда яровые зерновые не вызревали и формировали низкие посевные показатели получаемых семян. В настоящее время условия формирования урожая улучшились, что даёт возможность получать необходимое качество семян как раннеспелых, так и более позднеспелых сортов (табл. 4).

Таблица 4

Лабораторная всхожесть семян в урожае сортов яровой пшеницы, %
Laboratory Seed Germination in the Harvest of Spring Wheat Varieties, %

Группа спелости	Сорт	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Раннеспелые	Иргина (стандарт)	94	96	97	95
	Ирень	94	95	95	95
	Свеча	87	92	93	91
Среднеранние	Омская 36	98	95	97	97
	Горноуральская	94	93	96	94
	Калинка	95	91	96	94
Среднеспелые	Симбирцит	88	96	96	93
	Алабуга	90	92	92	91
	Ликамеро	94	94	98	95
	Чернозёмноуральская 2	94	97	98	97
Среднее		93	94	96	–
НСР ₀₅		4	4	3	2

Так, в 2018 г. все сорта сформировали качество семян, отвечающее по лабораторной всхожести требованиям ГОСТ Р 52325–2005. Но если сорта Свеча, Симбирцит и Алабуга соответствовали требованиям только для категории семян РСт (не менее 87 %), то остальные сорта отвечали более высоким требованиям для категорий семян ОС, ЭС, РС (не менее 92 %). По сравнению со стандартным сортом Ирень (94 %) существенно меньшую лабораторную всхожесть показали указанные ранее три сорта, а существенно большую – сорт Омская 36. В 2019 г. по сортам получены иные результаты: практически все сорта отвечали по лабораторной всхожести семян самым высоким требованиям, за исключением среднераннего сорта Калинка (91 %). По сравнению со стандартом существенно меньшую лабораторную всхожесть показали сорта Свеча, Калинка, Алабуга. В 2020 г. все сорта сформировали семена с высокой лабораторной всхожестью. По сравнению со стандартом существенно меньшая лабораторная всхожесть была выявлена у сортов Свеча и Алабуга.

В среднем за три года большинство сортов сформировало лабораторную всхожесть семян, отвечающую самым высоким требованиям (не менее 92 %), за исключением раннеспелого сорта Свеча (91 %) и среднеспелого сорта Алабуга (91 %). По сравнению со стандартом существенно меньшую лабораторную всхожесть показали сорта Свеча, Симбирцит и Алабуга, а существенно большую – среднеранний сорт Омская 36 и среднеспелый сорт Черноземноуральская 2. Коэффициент вариации рассматриваемого показателя по всем сортам низкий (не более 5 %).

Важным показателем посевных качеств является масса 1000 семян. В Среднем Предуралье на почвах с невысоким естественным плодородием и при непродолжительном вегетационном периоде яровая пшеница формирует, как правило, невысокое значение крупности семян (табл. 5).

Масса семян определяется как генетическими особенностями сорта, так и условиями налива зерновок. В среднем по сортам масса 1000 семян изменялась от 30,3 г в 2018 г. до 27,5 г в 2020 г. В 2018 г. стандартный сорт Иргина, характеризующийся некрупным зерном, сформировал массу 1000 семян 27,7 г. Это значение существенно превысили раннеспелый сорт Ирень, среднеранние сорта Омская 36 и Калинка, а также все изучаемые среднеспелые сорта. В 2019 г. стандарт превысили раннеспелый сорт Ирень, среднеранний Калинка и среднеспелые сорта Симбирцит и Черноземноуральская 2; в значимой степени уступили стандарту сорта Горноуральская и Алабуга. В 2020 г. существенно превысил и стандарт по массе 1000 семян раннеспелый сорт Ирень, среднеранний сорт Калинка, среднеспелые сорта Симбирцит и Черноземноуральская 2; а уступил ему сорт Горноуральская.

Таблица 5

Масса 1000 семян сортов яровой пшеницы, г
1000-Seed Weight of Spring Wheat Varieties, g

Группа спелости	Сорт	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Раннеспелые	Иргина (стандарт)	27,7	28,9	26,5	27,7
	Ирень	29,5	31,4	28,5	29,8
	Свеча	27,7	29,5	26,3	27,8
Среднеранние	Омская 36	33,3	28,3	27,6	29,7
	Горноуральская	27,2	27,5	23,9	26,2
	Калинка	32,1	31,6	31,3	31,6
Среднеспелые	Симбирцит	33,0	30,6	28,6	30,7
	Алабуга	33,1	27,1	25,9	28,7
	Ликамеро	30,6	29,0	27,9	29,2
	Чернозёмноуральская 2	30,4	30,6	28,3	29,8
Среднее		30,3	29,5	27,5	–
НСР ₀₅		0,9	0,8	1,2	1,6

В среднем за три года достоверно превосходили сорт Иргина (27,7 г) по массе 1000 семян раннеспелый сорт Ирень, среднеранний сорт Калинка, среднеспелые сорта Симбирцит и Черноземноуральская 2 (эта закономерность наблюдалась во все три года), а также среднеранний сорт Омская 36. Коэффициент вариации по массе 1000 семян у сорта Алабуга был средним, а по всем остальным сортам – слабым.

В Среднем Предуралье ввиду ограниченности благоприятных для развития абиотических факторов сорта яровой пшеницы, характеризующиеся генетической потенциальной способностью формировать развитый колос, трудно реализуют свой потенциал. При благоприятных условиях развития колоса заложенные колоски в последующем чаще всего бывают бесплодными или слаборазвитыми, а в колосках зерновки более высокого порядка – мелкими.

В 2022 г., который можно охарактеризовать как благоприятный для роста и развития яровой пшеницы, было начато исследование другого перечня 10 сортов яровой пшеницы трёх групп спелости и двух селекционных номеров, которые предварительно отнесены к среднеспелой группе (табл. 6). За стандарт взят один из наиболее распространённых сортов в Российской Федерации, который рекомендован производству по многим регионам страны, – сорт Ирень.

Средняя по сортам урожайность составила 493 г/м² (что в пересчёте равно 4,93 т/га). Стандартный сорт Ирень сформировал урожайность 455 г/м². Это значение существенно превысили: раннеспелый сорт Экстра – на 21 %, среднеранние сорта Баженка и Награда – соответственно на 13 и 17, среднеспелый сорт Черноземноуральская 2 – на 21 и селекционный номер Б-4 – на 9 %.

Таблица 6

Результаты испытания сортов яровой пшеницы, 2022 г.
Results of Spring Wheat Variety Trials, 2022

Группа спелости	Сорт	Урожайность, г/м ²	Количество клейковины, % (класс)	Качество клейковины, ед. ИДК (группа)	Лабораторная всхожесть семян, %
1	2	3	4	5	6
Раннеспелые	Ирень (стандарт)	455	32,7 (I)	73 (I)	97
	Ирень 2	479	33,0 (I)	74 (I)	95
	Свеча	441	32,1 (I)	79 (II)	98
	Экстра	550	29,3 (II)	82 (II)	99

1	2	3	4	5	6
Среднеранние	Екатерина	467	26,1 (III)	57 (I)	97
	Злата	491	27,4 (III)	65 (I)	97
	Баженка	513	30,2 (II)	77 (I)	98
	Награда	533	30,8 (II)	86 (II)	99
Среднеспелые	Черноземноуральская 2	549	26,3 (III)	80 (II)	98
	Экада 70	488	29,6 (II)	85 (II)	95
	Т-141	452	28,5 (II)	86 (II)	98
	Б-4	496	28,8 (II)	85 (II)	97
Среднее		493	29,5 (II)	77 (I)	97
НСР ₀₅		41	1,4	6	$F_{\phi} < F_{05}$

При довольно высоком уровне урожайности зерна хорошим было и его качество. Три раннеспелых сорта (Ирень, Ирень 2, Свеча) сформировали массовую долю сырой клейковины, соответствующую требованиям I товарного класса (не менее 32,0 %; ГОСТ 9353-2016). Стандарту Иргина существенно уступили по содержанию клейковины, имея значение показателя на уровне II класса (не менее 28 %): раннеспелый сорт Экстра, среднеранние Баженка и Награда, среднеспелый Экада 70, селекционные номера Т-141 и Б-4. Уступили стандарту и отвечали требованиям III класса (не менее 23,0 %) среднеранние сорта Екатерина и Злата, среднеспелый сорт Черноземноуральская 2.

При благоприятных метеорологических условиях вегетационного периода яровая пшеница сформировала не только хорошую урожайность зерна, массовую долю сырой клейковины, но и её качество. Так, раннеспелые сорта Ирень и Ирень 2, среднеранние сорта Екатерина, Злата и Баженка имели оптимальные свойства клейковины – 43–77 ед. ИДК, I группа. Качество клейковины остальных из испытываемых сортов соответствовало II группе.

Сорта всех групп спелости показали высокую лабораторную всхожесть семян (более 92 %).

По результатам исследования можно сделать следующие выводы.

1. Создаваемые селекционерами сорта яровой пшеницы имеют высокий потенциал продуктивности и качества зерна, неполная реализация которого обусловлена как неблагоприятными абиотическими факторами, так и технологическими причинами.

2. В Среднем Предуралье формирование высокого уровня урожайности яровой пшеницы (более 5 т/га) может быть обеспечено как раннеспелыми, так и среднеранними и среднеспелыми сортами.

3. Абиотические и биотические факторы региона позволяют получать зерно яровой пшеницы с содержанием сырой клейковины, отвечающим требованиям продовольственного зерна I–III классов и I–II группы её качества.

4. Сорта яровой пшеницы раннеспелой, среднеранней и среднеспелой групп формируют урожай зерна, отвечающий, как правило, самым высоким требованиям по лабораторной всхожести семян.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Будрис А. Урожай зерна в России бьет рекорды, экспорт тоже растет [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.forbes.ru/biznes/483161-urozaj-zerna-v-rossii-b-et-rekordy-eksport-toze-rastet> (дата обращения: 23.04.2023).
2. Федеральная служба государственной статистики. Публикации. Каталог публикаций. Статистические издания. Исторические динамические ряды [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13396> (дата обращения: 23.04.2023).

3. Федеральная служба государственной статистики. Статистика. Официальная статистика. Международная статистика. Сборники и бюллетени [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/incomparisons/publications> (дата обращения: 23.04.2023).
4. Mondal, Suchismita & Sallam, Ahmed & Sehgal, Deepmala & Sukumaran, Sivakumar & Farhad, Md & Krishnan, Navaneetha & Biswal, Akshaya Kumar. Advances In Breeding For Abiotic Stress Tolerance in Wheat [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: https://www.researchgate.net/publication/351515920_Advances_In_Breeding_For_Abiotic_Stress_Tolerance_in_Wheat (дата обращения: 30.04.2023).
5. Mourad, Amira & Alomari, Dalia & Alqudah, Ahmad & Sallam, Ahmed & Salem, Khaled. (2019). Recent Advances in Wheat (Triticum spp.) Breeding [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: https://www.researchgate.net/publication/332632319_Recent_Advances_in_Wheat_Triticum_spp_Breeding. 10.1007/978-3-030-23108-8_15 (дата обращения: 30.04.2023).
6. Войтович Н.В., Никифоров В.М. Влияние технологий возделывания различных сортов яровой мягкой пшеницы на показатели качества зерна // Достижения и перспективы научного обеспечения агропромышленного комплекса Центрального региона России: сб. материалов науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Московского НИИСХ «Немчиновка». – М.: ООО «НИПЦК Восход-А», 2012. – С. 143–147.
7. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш. Оценка взаимодействия генотип-среда и гомеостатичность сортов ячменя // Известия ТСХА. – 2013. – № 6. – С. 82–93.
8. Ленточкин А.М., Бабайцева Т.А. Глобальное потепление и изменение условий ведения растениеводства в Среднем Предуралье // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – № 22 (6). – С. 826–834. – <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.826-834>.
9. Оценка посевных качеств семян / Г.Н. Федотов, М.Ф. Федотова, В.С. Шалаев [и др.] // Лесной вестник. – 2015. – № 6. – С. 211–220.
10. Воробьев В.А., Воробьев А.В. Селекция яровой пшеницы в условиях Среднего Урала // Научные достижения и инновационные подходы к решению проблем растениеводства и животноводства на Урале: сб. науч. тр. ФГБНУ «Уральский НИИСХ», посвящ. 60-летию института. – Екатеринбург: Урал. изд-во, 2016. – Т. 69. – С. 16–30.

REFERENCES

1. Budris A. Urozhaj zerna v Rossii b'et rekordy, eksport tozhe rastet (Grain harvest in Russia is breaking records, exports are also growing), available at: <https://www.forbes.ru/biznes/483161-urozaj-zerna-v-rossii-b-et-rekordy-eksport-toze-rastet> (April 23, 2023).
2. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Publikacii. Katalog publikacij. Statisticheskie izdaniya. Istoricheskie dinamicheskie ryady (Federal State Statistics Service. Publications. Catalog of publications. Statistical publications), available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13396> (April 23, 2023).
3. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Statistika. Oficial'naya statistika. Mezhdunarodnaya statistika. Sborniki i byulleteni (Federal State Statistics Service. Statistics. Official statistics. International statistics. Collections and bulletins), available at: <https://rosstat.gov.ru/statistics/incomparisons/> (April 23, 2023).
4. Mondal, Suchismita & Sallam, Ahmed & Sehgal, Deepmala & Sukumaran, Sivakumar & Farhad, Md & Krishnan, Navaneetha & Biswal, Akshaya Kumar. Advances In Breeding For Abiotic Stress Tolerance in Wheat, 2021, available at: https://www.researchgate.net/publication/351515920_Advances_In_Breeding_For_Abiotic_Stress_Tolerance_in_Wheat (April 30, 2023).
5. Mourad, Amira & Alomari, Dalia & Alqudah, Ahmad & Sallam, Ahmed & Salem, Khaled. (2019). Recent Advances in Wheat (Triticum spp.) Breeding, 2019, available at: https://www.researchgate.net/publication/332632319_Recent_Advances_in_Wheat_Triticum_spp_Breeding. 10.1007/978-3-030-23108-8_15 (April 30, 2023).
6. Vojtovich N.V., Nikiforov V.M., Dostizheniya i perspektivy nauchnogo obespecheniya agropromyshlennogo kompleksa Central'nogo regiona Rossii (Influence of cultivation technologies of various varieties of spring soft wheat on grain quality indicators), Collection of materials of the Scientific and Practical Conference

Dedicated to the 80th Anniversary of the Moscow Research Institute "Nemchinovka", Moscow: ООО "НИПСК Восход-А", 2012, pp. 143–147. (In Russ.)

7. Sapega V.A., Tursumbekova G.Sh., *Izvestiya TSKHA*, 2013, No. 6, pp. 82–93. (In Russ.)
8. Lentochnik A.M., Babajceva T.A., *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2021, No. 22 (6), pp. 826–834, available at: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.826-834>. (In Russ.)
9. Fedotov G.N., Fedotova M.F., Shalaev V.S., Batyrev Yu.P., Vasil'ev S.B., Novikov D.A., *Lesnoj vestnik*, 2015, No. 6, pp. 211–220. (In Russ.)
10. Vorob'ev V.A., Vorob'ev A.V., *Nauchnye dostizheniya i innovacionnye podhody k resheniyu problem rastenievodstva i zhivotnovodstva na Urale* (Scientific achievements and innovative approaches to solving problems of crop production and animal husbandry in the Urals), *Proceedings of Scientific Papers of the Ural Research Institute dedicated to the 60th anniversary of the Institute*, Yekaterinburg: Ural. izd-vo, 2016, Vol. 69, pp. 16–30. (In Russ.)

СОЯ В ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТАХ ЗАУРАЛЬЯ

А.Н. Притчин, научный сотрудник

И.Н. Цымбаленко, кандидат сельскохозяйственных наук

С.Д. Гилев, кандидат сельскохозяйственных наук

В.П. Ефремов, старший научный сотрудник

*Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения
Российской академии наук*

E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru

Ключевые слова: соя, сорт, условия увлажнения, севооборот, обработка почвы, удобрения, урожайность, экономическая эффективность.

Реферат. Представлены данные по влиянию погодных условий, сортов, предшественников, обработки почвы, минерального питания на урожайность сои в сравнении с яровой пшеницей. Исследования проводили в краткосрочном (два года) и стационарном полевом опыте (восемь лет) на выщелоченных черноземах центральной природной зоны Курганской области. В экологическом испытании сорта сои сибирской (СибНИИК-315, Сибирячка) и европейской селекции (Билявка) в благоприятных гидротермических условиях 2019 г. и при хорошей влагообеспеченности почвы (предшественник – пар) обеспечивали потенциал продуктивности на уровне 2,00 – 2,23 т/га. При аналогичной технологии возделывания и неблагоприятных природных факторах 2020 г. незначительное преимущество по урожайности отмечено у сорта СибНИИК-315 (1,77 т/га против 1,60 у сорта Сибирячка и 1,72 т/га у сорта Билявка). Сорт сои Сибирячка выделился по содержанию белка в зерне (35,4 %). Данные сорта по урожайности и качеству зерна можно считать перспективными для условий Зауралья. Возделывание сорта СибНИИК-315 второй культурой после пара в острозасушливые годы (ГТК 0,3 – 0,6) позволяло успешно противостоять засухе, соя формировала урожайность зерна на уровне 1 т/га. Яровая пшеница в эти годы обеспечивала урожайность не более 0,68 т/га. В условиях достаточного увлажнения (ГТК 1,0–1,2) урожайность сои по вспашке составляла 1,42–1,78 т/га, на поверхностной обработке – 1,33–1,66 т/га. Отмечено положительное влияние на урожай небольших доз азотных удобрений – 10 и 20 кг д.в/га севооборотной площади. При относительно равной урожайности поверхностная обработка является менее затратной. Традиционный севооборот (пар – три года – пшеница) и севооборот с соей (пар – пшеница – соя – пшеница) за годы исследований (2015 – 2022) показали близкую продуктивность, но рентабельность производства зерна получена выше в севообороте с соей: 58,1 % против 35,8.

SOYBEAN CULTIVATION IN CROP ROTATIONS OF THE TRANS-URALS REGION

A.N. Pritchinn, Research Scientist

I.N. Tsybaleenko, PhD in Agricultural Sciences

S.D. Gilev, PhD in Agricultural Sciences

V.P. Efremov, Senior Research Scientist

Ural Federal Agricultural Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Keywords: soybean, variety, moisture conditions, crop rotation, soil cultivation, fertilisers, yield, economic efficiency.

Abstract. Data on the influence of weather conditions, varieties, predecessors, soil cultivation, and mineral nutrition on soybean yield compared with spring wheat are presented. The research was conducted in short-term (two years) and stationary field experiments (eight years) on leached chernozem soils in the central natural zone of the Kurgan region. In the ecological trial, Siberian (SibNIISK-315, Sibiryachka) and European (Bilyavka) selection soybean varieties were tested in favourable hydrotechnical conditions in 2019, with good soil moisture (predecessor - fallow), providing productivity potential at the level of 2.00 – 2.23 t

ha. With a similar cultivation technology and unfavourable natural factors in 2020, a slight yield advantage was observed for the SibNIISK-315 variety (1.77 t/ha compared to 1.60 t/ha for Sibiryachka and 1.72 t/ha for Bilyavka). The Sibiryachka soybean variety stood out for its grain protein content (35.4%). The yield and grain quality data of these varieties can be considered promising for the conditions of the Trans-Urals region. Cultivating the SibNIISK-315 soybean variety as a second crop after fallow in arid years (ETC 0.3 – 0.6) allowed for successful drought resistance, with soybeans yielding at 1 t/ha. Spring wheat in these years yielded no more than 0.68 t/ha. Under sufficient moisture conditions (ETC 1.0–1.2), soybean yield for ploughing was 1.42–1.78 t/ha, and surface treatment was 1.33–1.66 t/ha. A positive effect on outcome was noted with small doses of nitrogen fertilisers – 10 and 20 kg of active substance per hectare of crop rotation area. With relatively equal yields, surface treatment is a less costly option. Traditional crop rotation (fallow – three years – wheat) and crop rotation with soybeans (fallow – wheat – soybeans – wheat) during the years of research (2015 – 2022) showed similar productivity. Still, higher grain production profitability was achieved in the crop rotation with soybeans: 58.1% compared to 35.8%.

В течение многих лет соя считалась культурой «дальневосточной». Современные сорта и технологии возделывания позволяют расширить ареал распространения этой ценной продовольственной и кормовой культуры и на другие регионы страны. Перспективной в этом плане является центральная лесостепная зона Зауралья. Чернозёмные почвы здесь занимают 60,6 % почвенного покрова, в том числе 33,1 % приходится на черноземы выщелоченные средне- и легкосуглинистого гранулометрического состава. По условиям теплообеспеченности центральная лесостепь сравнительно тёплая: сумма положительных температур составляет от 1900 до 2000 °С. За тёплый период выпадает 195 – 200 мм осадков, этого количества достаточно для формирования урожайности яровых зерновых культур. Однако засуха разной интенсивности и в разные периоды вегетации в регионе, по многолетним наблюдениям, происходит практически каждый второй год.

Соя относится к влаголюбивым культурам, но за счет высокой степени опушенности листьев, медленного роста надземной части и мощной корневой системы хорошо переносит недостаток влаги в первый период развития, что крайне важно для региона с часто повторяющимися майско-июньскими засухами. Наиболее интенсивное водопотребление у сои наблюдается в генеративные фазы: цветение – формирование бобов и налив зерна, что в условиях Зауралья приходится на период июль – август, как правило, наиболее благоприятный по условиям увлажнения.

Исследованиями по вопросам интродукции сои в условиях зуральского региона, как и в северной лесостепи Западной Сибири, начали заниматься ещё в конце прошлого столетия. В результате экологического испытания сортов сои по хозяйственно-биологическим признакам выделили: СибНИИК-315 (селекции Сибирского НИИ кормов), СибНИИСХоз-6, Дина (СибНИИСХоз), Рассвет (ВНИИ сои). На базе сорта Рассвет были разработаны основные приёмы возделывания сои в Курганской области на зерно и в смешанных посевах с кукурузой – на кормовые цели [1, 2].

Сорт сои СибНИИК-315 – первый сибирской селекции – стал донором многих отечественных сортов с короткой вегетацией, адаптированных для ряда регионов страны. Несмотря на достаточно долгое использование в производстве, сорт СибНИИК-315 и по настоящее время широко распространен [3].

Позднее технологию возделывания данной культуры начали всесторонне изучать в полевых севооборотах Курганского НИИСХ [4, 5]. Одним из основных сдерживающих факторов расширения посевов сои оказалась нестабильная урожайность. Только за счет совершенствования технологии возделывания сои, четкого выполнения всех технологических приемов можно достичь положительного результата [6–8].

В Зауралье, где в последние годы активно возрождается животноводство, можно было бы расширить посевы сои, внося определенный вклад в выполнение программы МСХ РФ по увеличению к 2024 г. производства соевых бобов на 75 %, тем самым обеспечив импортзамещение. Пока же в России отмечается дефицит сои, 1–1,5 млн т соевых бобов приходится экспортировать из других стран [9].

Цель исследований – выявить наиболее перспективные сорта, определить уровень продуктивности и эффективность возделывания сои при возделывании в зернопаровом севообороте на фоне различных агротехнических приемов в почвенно-климатических условиях центральной лесостепной зоны Зауралья.

Исследования выполнены в лаборатории земледелия Курганского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования по теме «Усовершенствовать систему адаптивно-ландшафтного земледелия для Уральского региона и создать агротехнологии нового поколения на основе минимизации обработки почвы, диверсификации севооборотов, интегрированной защиты растений, биологизации, сохранения и повышения почвенного плодородия и разработать информационно-аналитический комплекс компьютерных программ и баз данных, обеспечивающий инновационное управление системой земледелия».

В краткосрочных опытах проводилось экологическое испытание сортов сои сибирской (сорта СибНИИК-315, Сибирячка) и европейской селекции (сорт Билявка). Сою возделывали по паровому предшественнику, подготовленному поверхностным способом. Сложные азотно-фосфорные удобрения применяли фоном перед посевом в невысоких дозах (N_6P_{25}) сеялкой СЗ-3,6. Для стимуляции всхожести семена сои обрабатывали ризоторфином – жидким инокулянтом. Предпосевная обработка почвы проводилась культиватором КПС-4,2. Срок посева – 20–25 мая сеялкой СН-16 в агрегате с трактором Т-25 нормой высева 0,8 млн всхожих семян на 1 га на глубину 4–5 см с последующим прикатыванием почвы катком ЗКШ-6. В процессе вегетации мятликовые и двудольные сорняки в посевах сои уничтожали гербицидом (действующее вещество хизалофоп-П-этил + имазамокс). В качестве внекорневой подкормки применяли препарат для бобовых культур, содержащий минеральный азот в дозе N_{15} и комплекс микроэлементов. Из-за отсутствия вредителей и болезней в посевах сои инсектициды и фунгициды не применяли. Учет урожая проводили прямым комбайнированием комбайном «Сампо-130».

В длительном стационарном опыте соя изучается в зернопаровом севообороте «пар – яровая пшеница – соя – яровая пшеница». Контролем служит традиционный для Зауралья зернопаровой севооборот «пар – яровая пшеница – яровая пшеница – яровая пшеница». Опыт заложен методом сложных (расщеплённых) делянок: вдоль – по фонам удобренности, поперёк – по способам обработки почвы. Площадь делянки – 1216 м² (30,4 × 40), субделянки – 152 м² (7,6 × 20), учётная площадь – 44 м² (2,2 × 20). Почва – чернозём выщелоченный маломощный среднесуглинистый. Содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном горизонте – 3,3–3,6 %, фосфора (по Чирикову) – 54–83 мг/кг почвы, обменного калия (по Масловой) – 176–300 мг/кг почвы, рН_{Н2О} – 5,3–5,4.

В годы исследований возделывался сорт СибНИИК-315 второй культурой после пара на фоне двух способов основной обработки почвы: традиционной вспашки на 20–22 см и мелкой поверхностной обработки на 8–10 см. Система минерального питания включала контрольный вариант и три дозы азота: 10, 20, 30 кг д.в. на 1 га севооборотной площади. Фосфорные и калийные удобрения не применялись, так как подвижным фосфором и обменным калием почва опытного участка обеспечена в средней и высокой степени соответственно.

Система агротехники для сои в опыте построена согласно рекомендациям по возделыванию данной культуры в адаптивно-ландшафтной системе земледелия в центральной природной зоне Зауралья [10].

Значительное влияние на уровень продуктивности сои оказывают гидротермические условия [11]. Например, в благоприятном 2019 г. при хорошей влагообеспеченности почвы (паровой предшественник) сорта сои в условиях центральной природной зоны Зауралья обеспечили продуктивность на уровне 2,00 – 2,23 т/га (табл. 1). При этом показатели влажности семян были близкими к требованиям ГОСТа, поэтому послеуборочная сушка не требовалась.

Таблица 1

Урожайность сои, содержание белка и влажность семян при уборке
Soybean Yield, Protein Content, and Seed Moisture at Harvest

Сорт	Влажность, %			Урожайность, т/га			Содержание белка, %
	2019 г.	2020 г.	среднее	2019 г.	2020 г.	среднее	
СибНИИК-315	11,7	14,8	13,2	2,00	1,77	1,88	33,7
Сибирячка	10,2	13,2	11,7	2,23	1,60	1,92	35,4
Билявка	10,2	14,7	12,4	2,12	1,72	1,92	33,1
НСР _{0,5}				0,13	0,12		

При аналогичной технологии возделывания и приемах защиты в острозасушливом 2020 г. на процессе формирования урожайности сои сказались неблагоприятные природные факторы. Благодаря более существенным влагозапасам парового предшественника соя значительно лучше, чем в севооборотах без пара, противостояла засушливым явлениям. В сортоиспытании в этих условиях незначительное преимущество по урожайности обеспечил сорт СибНИИК-315. В свою очередь, сорт сои Сибирячка выделился по содержанию белка в зерне (35,4 %). По урожайности и качеству зерна сибирские сорта для возделывания в условиях Зауралья оказались перспективными.

В опыте с севооборотами за период исследований 2015 – 2022 гг. (две ротации севооборота) установлено, что в острозасушливые годы (с ГТК 0,3 – 0,6), которые нередко наблюдаются в регионе, соя, благодаря ценному биологическому свойству использовать почвенную влагу дифференцированно по фазам развития, достаточно успешно проходит майско-июньскую засуху и формирует урожайность зерна на уровне 1,0 т/га (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность сои в зависимости от доз азотных удобрений, систем обработки почвы и гидротермических условий вегетационного периода (2015 – 2022 гг.), т/га
Soybean yield depending on doses of nitrogen fertilizers, tillage systems and Hydrotechnical Conditions of the Vegetative Period (2015 – 2022), t/ha

Доза азота, кг д.в./га севооборотной площади	Гидротермический коэффициент (май – август)					
	0,3 – 0,6 (2 года)		0,7 – 0,9 (3 года)		1,0 – 1,2 (3 года)	
	вспашка	поверхностная обработка	вспашка	поверхностная обработка	вспашка	поверхностная обработка
0	1,04	0,88	1,25	1,09	1,42	1,33
10	1,08	1,00	1,13	1,08	1,49	1,40
20	1,17	1,00	1,35	1,34	1,72	1,54
30	1,16	1,04	1,17	1,27	1,78	1,66

НСР_{0,5} – 0,18, А (обработка почвы) – 0,09, В (удобрения) – 0,13

Для сравнения: пшеница в третьем поле традиционного для Зауралья севооборота (пар – 3 года пшеница) такие стрессовые условия вегетации переносила значительно хуже, в вариантах с поверхностной системой обработки почвы ее урожайность не превышала 0,68 т/га (табл. 3). При этом азотные удобрения в условиях засухи оказывали угнетающее действие на растения.

Таблица 3

Урожайность яровой пшеницы (3-е поле севооборота) в зависимости от доз азотных удобрений, систем обработки почвы и гидротермических условий вегетационного периода, (2015 – 2022 гг.) т/га
Spring Wheat Yield (3rd Field in Crop Rotation) Depending on Nitrogen Fertilizer Rates, Soil Treatment Systems, and Hydrotechnical Conditions of the Vegetative Period (2015 – 2022), t/ha

Доза азота, кг д.в/га севооборотной площади	Гидротермический коэффициент					
	0,3 – 0,6 (2 года)		0,7 – 0,9 (3 года)		1,0 – 1,2 (3 года)	
	вспашка	поверхност- ная обра- ботка	вспашка	поверхност- ная обра- ботка	вспашка	поверхност- ная обработ- ка
0	0,86	0,68	1,87	1,71	1,71	1,59
10	0,80	0,63	1,94	1,59	1,99	1,89
20	0,88	0,63	2,03	1,85	2,17	2,13
30	0,83	0,62	2,09	1,96	2,16	2,19

НСР_{0,5}: по всем факторам – 0,33, А (обработка почвы) – 0,05, В (удобрения) – 0,08, С (предшественник) – 0,12.

В условиях достаточного увлажнения, при ГТК 1,0 – 1,2, в условиях Зауралья удалось получить урожайность сои по вспашке 1,42 – 1,78 т/га, по поверхностной обработке – 1,33-1,66 т/га. При такой урожайности, учитывая невысокий уровень естественного плодородия почвы опытного участка, отмечено влияние всех изучаемых доз азота (10, 20, 30 кг/га) на продуктивность культуры. Это характерно как для вариантов отвальной, так и поверхностной системы обработки. В условиях острой засухи и при умеренном уровне обеспеченности влагой доза 30 кг/га севооборотной площади оказалась избыточной.

Следует отметить, что при возделывании сои глубокая отвальная обработка хоть и выглядит несколько предпочтительнее и способствует формированию большей продуктивности, но поверхностная обработка является менее затратной даже на фоне удобрений и гербицидов, а по урожайности лишь незначительно уступает вариантам со вспашкой.

Результаты, полученные в разные по гидротермическим условиям годы, позволяют считать, что диверсификация культур в традиционном четырехпольном зернопаровом севообороте за счет сои позволяет более эффективно использовать ресурсы климата Зауралья и обеспечивает повышение продуктивности и экономической эффективности севооборота.

Для эквивалентного соизмерения продуктивности севооборотов с различным набором сельскохозяйственных культур продуктивность представлена в зерновых единицах, полученных с 1 га севооборотной площади (табл. 4). Экономическая эффективность рассчитана по ценам на продукцию растениеводства, ГСМ, удобрения и средства защиты растений, сложившиеся в 2022 г.

Традиционный севооборот «пар – 3 года пшеница», и севооборот с соей за последние восемь лет в среднем показали близкую продуктивность, но за счет более высокой цены реализации зерна сои по прибыли и рентабельности традиционный севооборот уступил севообороту с соей. Поскольку общая продуктивность севооборота с соей не снизилась по сравнению с чисто пшеничным зернопаровым севооборотом, а рентабельность производства возросла, то такая диверсификация посевных площадей не только допустима, но и вполне оправдана в засушливых условиях зауральского климата.

Таблица 4

Продуктивность и экономическая эффективность севооборотов в зависимости от доз азотных удобрений и способа обработки почвы, (2015 – 2022 гг.)

Productivity and Economic Efficiency of Crop Rotations Depending on Nitrogen Fertilizer Rates and Soil Treatment Method (2015 – 2022)

Севооборот	Дозы азота	Основная обработка почвы			
		вспашка		поверхностная	
		выход зерновых единиц, т/га	рентабельность, %	выход зерновых единиц, т/га	рентабельность, %
Пар – пшеница–пшеница –пшеница	Контроль	1,30	43,3	1,14	34,3
	N ₁₀	1,37	39,4	1,23	33,3
	N ₂₀	1,44	38,7	1,33	35,8
	N ₃₀	1,44	22,2	1,35	30,5
Пар –пшеница –соя –пшеница	Контроль	1,36	63,1	1,22	54,8
	N ₁₀	1,42	57,5	1,35	58,0
	N ₂₀	1,52	62,3	1,41	58,1
	N ₃₀	1,49	52,0	1,38	49,4

Таким образом, результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Сорты сои сибирской селекции СибНИИК-315 и Сибирячка, возделываемые по чистому пару, способны формировать урожайность в благоприятные по увлажнению годы на уровне 2,00 – 2,23 т/га, в засушливые –1,60–1,77 т/га с содержанием белка в зерне 33,7–35,4 % и являются перспективными для возделывания в условиях Зауралья. Наиболее продуктивным в благоприятный год оказался сорт Сибирячка, в засушливый – Билявка.

2. Включение сои в зернопаровой севооборот (пар – соя – яровая пшеница – яровая пшеница) второй культурой после пара в острозасушливые годы (ГТК 0,3–0,6) позволяет получать более высокую продуктивность зерновых единиц по сравнению с зернопаровым севооборотом «пар – 3 года пшеница».

3. При относительно равной урожайности менее затратной по сравнению со вспашкой является поверхностная обработка.

4. Оптимальной дозой азота, влияющей на продуктивность сои, является N₂₀. Доза N₃₀ в условиях острой засухи или умеренной обеспеченности влагой является избыточной.

3. Традиционный севооборот «пар – 3 года пшеницы» и севооборот с включением вместо второй пшеницы одного поля с соей показали близкую продуктивность по выходу зерновых единиц, но рентабельность в севообороте с соей выше: 58,1 % против 35,8.

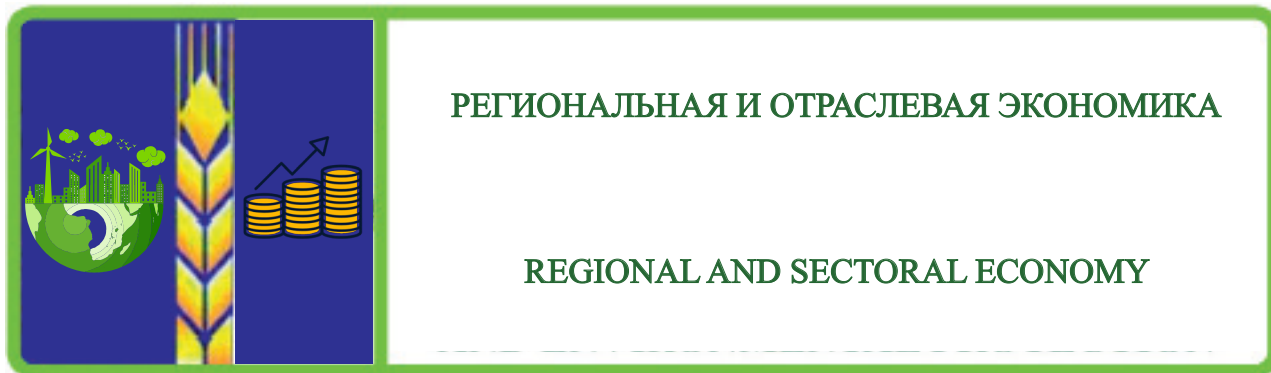
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Красовская А.В., Степанов А.Ф., Веремей Т.М. Сортоиспытание сои в подтаёжной зоне Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 2. – С. 20–25.
2. Технологии возделывания сои в Курганской области / В.А. Цымбаленко, И.Н. Цымбаленко, А.Э. Панфилов [и др.]. – Курган, 1990. – 18 с.
3. Возделывание сои на семена в различных уровнях водного режима / Р.Б. Нурлыгаянов, А.В. Комиссаров, К.Р. Исмагилов, Ф.Ф. Гиниятова // Российский электронный научный журнал. – 2019. – № 4 (34). – С. 207–219.
4. Суркова Ю.В., Цымбаленко И.Н. Соя в полевых севооборотах центральной лесостепной зоны Зауралья // Бесплужное земледелие как основа современных ресурсосберегающих технологий:

- материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 120-летию со дня рождения Т.С. Мальцева. – Куртамыш, 2015. – С. 112–123.
5. Суркова Ю.В., Цымбаленко И.Н. Перспективы производства сои в Зауралье // Кормопроизводство. – 2021. – № 3. – С. 16–20.
 6. Орехов Г.И., Бушнев А.С. Способы основной обработки почвы под сою в регионах России (обзор) // Масличные культуры. – 2019. – № 1 (177). – С. 124–131.
 7. Малинина А.И., Ершов В.Л., Мозылева С.И. Совершенствование элементов технологии возделывания сои в южной лесостепи Западной Сибири // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК: сб. науч. тр. Всерос. нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием / под общ. ред. И.Н. Миколайчика. – Курган, 2020. – С. 521–524.
 8. Цымбаленко И.Н. На кромке соевого поля // Нивы России. – 2019. – № 9. – С. 70–71.
 9. Алексеенкова Е. Соя: от количества к качеству // Агрофорум. – 2020. – № 5. – С. 37–40.
 10. Система адаптивно-ландшафтного земледелия Курганской области: монография / под ред. акад. РАСХН А.Л. Иванова. – Куртамыш, 2012. – 494 с.
 11. Озякова Е.Н., Поползухина Н.А. Урожайность и качество зерна сои в зависимости от действия абиотических факторов и генотипических особенностей // Омский научный вестник. – 2014. – № 2 (134). – С. 213–217.

REFERENCES

1. Krasovskaya A.V., Stepanov A.F., Veremey T.M., Vestnik KrasGAU, 2019, No. 2, pp. 20–25. (In Russ.)
2. Tsymbalenko V.A., Tsymbalenko I.N., Panfilov A.E. i dr. Tekhnologii vozdeleyvaniya soi v Kurganskoj oblasti (Technologies of soybean cultivation in the Kurgan region), Kurgan, 1990, 18 p.
3. Nurlygayanov R.B., Komissarov A.V., Ismagilov K.R., Giniyatova F.F., Rossiyskiy elektronnyy nauchnyy zhurnal, 2019, No. 4 (34), pp. 207–219. (In Russ.)
4. Surkova Yu.V., Tsymbalenko I.N., Bespluzhnoe zemledelie kak osnova sovremennykh resursosberegayushchikh tekhnologiy (Ploughless agriculture as the basis of modern resource-saving technologies), Materials of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 120th Anniversary of the birth of T.S. Maltsev, Kurtamysh, 2015, pp. 112–123. (In Russ.)
5. Surkova Yu.V., Tsymbalenko I.N., Kormoproizvodstvo, 2021, No. 3, pp. 16–20. (In Russ.)
6. Orekhov G.I., Bushnev A.S., Maslichnye kul'tury, 2019, No. 1 (177), pp. 124–131. (In Russ.)
7. Malinina A.I., Ershov V.L., Mozyleva S.I., Dostizheniya i perspektivy nauchno-innovatsionnogo razvitiya APK (Achievements and prospects of scientific and innovative development of the agro-industrial complex), Collection of Scientific Papers of the All-Russian National Scientific and Practical Conference with International Participation, Kurgan, 2020, pp. 521–524. (In Russ.)
8. Tsymbalenko I.N. Nivy Rossii, 2019, No. 9, pp. 70–71. (In Russ.)
9. Alekseenkova E. Agroforum, 2020, No. 5, pp. 37–40. (In Russ.)
10. Sistema adaptivno-landshaftnogo zemledeliya Kurganskoj oblasti (The system of adaptive landscape agriculture of the Kurgan region), monograph, Kurtamysh, 2012, 494 p.
11. Ozyakova E.N., Popolzukhina N.A., Urozhaynost' i kachestvo zerna soi v zavisimosti ot deystviya abioticheskikh faktorov i genotipicheskikh osobennostey, Omskiy nauchnyy vestnik, 2014, No. 2 (134), pp. 213–217. (In Russ.)



УДК 631.1: 632.51

DOI:10.31677/2311-0651-2023-41-3-151-158

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ В ЗАУРАЛЬЕ

С.Д. Гилев, кандидат сельскохозяйственных наук
И.Н. Цымбаленко, кандидат сельскохозяйственных наук
Н.В. Степных, кандидат экономических наук
С.А. Копылова, старший научный сотрудник

*Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения
Российской академии наук
E-mail: kniish@ketovo.zaural.ru*

Ключевые слова: кукуруза, обработка почвы, технология возделывания, экономическая эффективность, прибыль, рентабельность, защита от сорняков.

Реферат. Перспективной культурой, стабилизирующей растениеводство в засушливых климатических условиях Зауралья, является кукуруза. Для получения кукурузного корма в этом регионе, учитывая короткий безморозный период, могут возделываться преимущественно раннеспелые гибриды и использоваться технологии, позволяющие получать устойчивые урожаи, т.е., как правило, интенсивные, предусматривающие активную борьбу с засоренностью (что особенно актуально для пропашной культуры) и оптимизацию системы питания растений. При систематическом повышении цен на средства производства, прежде всего, на гербициды, минеральные удобрения и горючесмазочные материалы (ГСМ), важно учитывать экономическую эффективность технологий в конкретных условиях. В настоящих исследованиях поставлена цель – дать экономическую оценку различным по интенсивности технологиям возделывания кукурузы в Зауралье в современных рыночных условиях и установить экономически эффективные способы защиты от сорной растительности. Приведено сравнение по продуктивности и экономическим показателям экстенсивной, нормальной, интенсивной технологий на фоне трех способов основной обработки почвы: вспашка, минимальная и без основной (осенней) обработки. Показаны комплексные меры защиты кукурузы от сорняков при различных уровнях минимизации почвообработки. Рассчитана экономическая эффективность технологий выращивания кукурузы по ценам 2008 и 2022 гг. Установлено, что в связи с опережающим ростом цен на средства химизации по сравнению с ценами на ГСМ повышается экономическая эффективность механических способов защиты кукурузы от сорняков. При этом, несмотря на существенный рост цен на удобрения, эффективность их применения под кукурузу остаётся высокой и подтверждается экономическое преимущество интенсивных технологий перед экстенсивными.

ECONOMIC ASPECTS OF MAIZE CULTIVATION TECHNOLOGIES IN THE TRANS-URALS REGION

S.D. Gilev, PhD in Agricultural Sciences

I.N. Tsybalenko, PhD in Agricultural Sciences

N.V. Stepnykh, PhD in Economic Sciences

S.A. Kopylova, Senior Researcher

Ural Federal Agricultural Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Keywords: maize, soil processing, cultivation technology, economic efficiency, profit, profitability, weed control.

Abstract. *Maize is a promising crop that stabilises crop production in the arid climatic conditions of the Trans-Urals region. To obtain maize feed in this region, especially given the short frost-free period, early-maturing hybrids are cultivated, and technologies that allow for stable yields are used, typically intensive ones that involve active weed control (which is particularly relevant for row crops) and optimisation of the plant nutrition system. With the systematic increase in the prices of production inputs, primarily herbicides, mineral fertilisers, and fuel and lubricants, it is essential to consider the economic efficiency of technologies in specific conditions. This research aims to provide an economic assessment of various intensity levels of maize cultivation technologies in the Trans-Urals region under modern market conditions and establish economically efficient weed control methods. A comparison of productivity and economic indicators for extensive, regular, and intensive technologies was presented against three primary soil tillage methods: ploughing, minimal, and no primary (autumn) tillage. Comprehensive measures for protecting maize from weeds at different levels of soil tillage minimisation were shown. The economic efficiency of maize cultivation technologies was calculated at 2008 and 2022 prices. It was found that due to the faster rise in prices of chemical inputs compared to fuel and lubricant prices, the economic efficiency of mechanical weed control methods for maize is increasing. Despite a significant increase in fertiliser prices, their application under maize remains highly efficient, confirming the economic advantage of intensive technologies over extensive ones.*

Зауральский регион, основную территорию которого занимает Курганская область, характеризуется резко-континентальным климатом, где так же, как и на Южном Урале, практически ежегодно проявляются засушливые явления разной интенсивности [1].

Среди зернофуражных культур, возделываемых в Зауралье, стабильной по урожайности, устойчивой к засухе является кукуруза, преимущественно раннеспелые гибриды для вызревания зерновой части. Использовать эту культуру можно как для получения фуражного зерна, так и для заготовки других видов высокоэнергетических кормов.

Стабильную продуктивность раннеспелой кукурузы в сложных гидротермических условиях региона обеспечивают биологические особенности культуры и интенсификация технологических приемов её возделывания.

Кукуруза относится к культурам, у которых фотосинтез осуществляется по схеме С4. У таких растений высокая скорость фотосинтеза коррелирует с высокой урожайностью. Они отличаются повышенным КПД ФАР, ускоренным приростом биомассы [2].

Положительное влияние природного фактора заключается в том, что кукуруза формирует зерновую часть урожая и нуждается во влаге во второй половине лета, когда в Зауралье, как правило, выпадает максимальное количество осадков.

По результатам наших исследований и литературным источникам из различных регионов страны, кукуруза весьма отзывчива на приемы интенсификации [3–5].

Среди антропогенных факторов, определяющих урожайность кукурузы, важнейшим является уровень засоренности посевов и степень защиты от сорных растений [6, 7].

Проблема защиты кукурузы, как и других культурных растений, от сорняков обострилась в результате широкомасштабного перехода отрасли земледелия Зауралья и большинства регионов России на минимальные способы основной обработки почвы, вплоть до её отсутствия. В результате ускоренной минимизации почвообработок в нашей природной зоне изменился видовой состав сорных растений, усилилась засоренность однолетними мятликовыми видами.

На фоне нулевых обработок (совсем без какой-либо механической обработки) в составе сорняков появились зимующие виды: пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*), ярутка полевая (*Thlaspi arvense*), хориспора нежная (*Chorispora tenella*) и др.

На фоне мелкой поверхностной обработки активизировались мятликовые однолетние: просо сорное (*Panicum miliaceum*), ежовник обыкновенный (*Echinochloa crusgalle*), щетинники.

Из малолетних двудольных на фоне поверхностной обработки в посевах кукурузы широкое распространение получили гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus*), гречишка татарская (*Fallopia tataricum*), марь белая (*Chenopodium album*) и др.

В результате «стихийной» минимизации, как назвал ее академик В.И. Кирюшин [8], возникла срочная необходимость совершенствования системы защиты посевов кукурузы и других культур от усиливающегося нашествия сорных растений. С этой целью на центральном опытном поле института была развернута специальная научно-исследовательская программа, в процессе выполнения которой разработаны комплексные меры защиты кукурузы от сорных растений при различных уровнях минимизации почвообработок. Они оказались достаточно эффективными и с высокой вероятностью подтвердились результатами современных исследований [9].

Защитные приемы посевов кукурузы от сорняков, разработанные в годы активной минимизации почвообработок в регионе, оказались весьма актуальными и в современных условиях сельхозпроизводства. В то же время, учитывая, что финансовое состояние товаропроизводителей нестабильно, а цены на средства производства и продукцию динамичны и отмечается опережающий рост цен на средства производства относительно цен на растениеводческую продукцию, важно установить эффективность применяемых в технологиях агроприемов по актуальным ценам на ресурсы.

Цель исследований – дать экономическую оценку различным по интенсивности технологиям возделывания кукурузы в Зауралье в современных рыночных условиях и установить экономически эффективные способы защиты от сорной растительности.

Исследования выполнены в лабораториях земледелия и экономики и инновационного развития Курганского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФАНЦ УрО РАН в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования по теме «Усовершенствовать систему адаптивно-ландшафтного земледелия для Уральского региона и создать агротехнологии нового поколения на основе минимизации обработки почвы, диверсификации севооборотов, интегрированной защиты растений, биологизации, сохранения и повышения почвенного плодородия и разработать информационно-аналитический комплекс компьютерных программ и баз данных, обеспечивающий инновационное управление системой земледелия».

Полевую часть эксперимента проводили в стационарном опыте, где раннеспелый гибрид кукурузы Бемо 161 СВ (ФАО 150) возделывали в двухпольном «прифермском» севообороте (кукуруза – пшеница) на фоне трех систем основной обработки почвы: традиционная вспашка на глубину 22 – 23 см (плуг ПН-4-35), мелкая поверхностная на глубину 10 – 12 см (КПЭ-3,8) и без осенней обработки.

Изучали три технологии: экстенсивную – без удобрений и средств защиты (контрольная); нормальную – на фоне удобрений и механических приемов защиты; интенсивную – на фоне удобрений и комплексных приемов защиты (почвенные или листовые гербициды с механическими приемами).

Защитные меры борьбы с сорняками осуществлялись механическими, химическими и комплексными приемами. Весной в соответствующих вариантах опыта проводили предпосевную обработку культиватором КПЭ-3,8 или стерневой сеялкой СЗС-2,1 в активном режиме.

Азотные удобрения в дозе N_{60} вносили фоном под предпосевную обработку зерновой сеялкой.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный среднесуглинистый, в достаточно высокой степени обеспечена подвижным фосфором (более 100 мг/кг по Чирикову) и обменным калием (более 300 мг/кг по Масловой).

Все регламенты полевых работ соответствовали требованиям региональных рекомендаций.

Учет урожая кукурузы проводили отдельно (зерновая часть и листостебельная). Учетная площадь делянки 10 м². Степень засоренности определяли по содержанию сорняков в общей биомассе [10].

Экономическую оценку результатов исследований осуществляли сотрудники лаборатории экономики и инновационного развития по методике Б.А. Доспехова [11]. Расчет экономических показателей эффективности изучаемых технологий проводился в собственной компьютерной программе, созданной в виде web-приложения. Затраты и стоимость ресурсов и продукции для сравнения с современными экономическими условиями рассчитывались по ценам 2008 г., до которого цены на ресурсы были относительно стабильными, и 2022 г. Соответственно, урожайность кукурузы (к.ед/га) взята за 2008 и 2022 г. (ГТК в 2008 г. составил 0,8), в 2022 г. – 1,0, что незначительно отличает годы по погодным условиям валового сбора зерна, а следовательно и формирования цены на него.

В процессе разработки системы защиты установлено, что нормальная технология обеспечивала уровень засоренности не выше среднего на фоне поверхностной обработки и без неё и низкий уровень засоренности – на фоне вспашки. Вспашка выполняла роль дополнительного фактора в борьбе с сорняками (табл. 1).

Высокую эффективность защиты обеспечила интенсивная технология, базирующаяся на применении почвенного гербицида Харнес в комплексе с проведением механических агроприемов.

Засоренность посевов кукурузы в 2008 г. снизилась относительно контрольной (экстенсивной) технологии: по вспашке – до 5,2 %, на фоне поверхностной и обработки без неё – до 8,6 и 6,7 %.

Таблица 1

Содержание сорняков в общей биомассе кукурузы в зависимости от приемов защиты растений от сорняков на фоне различных систем обработки почвы (2008 г.), %
Percentage of Weeds in Maize Biomass Depending on Weed Control Measures in the Context of Different Soil Tillage Systems (2008), %

Технология, приемы защиты	Севооборот «кукуруза – пшеница»		
	отвальная обработка	поверхностная обработка	без осенней обработки
Экстенсивная: без приемов защиты, без удобрений (контроль)	50,3	75,2	78,0
Нормальная: междурядные обработки, окучивание, удобрения	8,6	11,5	12,2
Интенсивная: почвенный гербицид Харнес 2,5 л/га (д.в. ацетохлор), междурядные обработки, окучивание, удобрения	5,2	8,6	6,7

Высокая эффективность интенсивных технологий выращивания кукурузы отмечена и другими исследователями [12–15].

Однако в современных экономических условиях наблюдается постоянно усиливающийся диспаритет цен: на средства производства они растут быстрее, чем на сельскохозяйственную продукцию. В результате экономическая эффективность выращивания продукции животноводства

водства и растениеводства снижается. При этом изменение цен на материальные ресурсы происходит в разной степени: в последние годы ускорился рост цен на удобрения и снизился – на горючесмазочные материалы (ГСМ), что привело к изменению структуры затрат на выращивание сельскохозяйственных культур.

Для сравнительной оценки экономической эффективности агротехнологий использовали цены на средства производства и продукцию 2008 и 2022 гг.

При возделывании кукурузы по интенсивной технологии затраты на ГСМ по ценам 2022 г. по сравнению с ценами 2008 г. выросли в 2,9 раза, на удобрения – в 4,4 раза (табл. 2). В структуре затрат доля ГСМ в 2022 г. оказалась ниже и составила 15,3 % по сравнению с 17,3 % по ценам 2008 г., а доля удобрений, напротив, выросла с 16,1 до 21,1 %.

Таблица 2

Структура затрат при возделывании кукурузы по интенсивной технологии по ценам 2008 и 2022 гг.
Cost Structure in Maize Cultivation Using Intensive Technology at 2008 and 2022 Prices

Виды затрат	2008 г.		2022 г.	
	руб/га	%	руб/га	%
Затраты труда	277	4,5	945	4,6
ГСМ	1066	17,3	3130	15,3
Амортизация	740	12,0	2455	12,0
Ремонт	678	11,0	2250	11,0
Электроэнергия	10	0,2	14	0,1
Удобрения	990	16,1	4320	21,1
Гербициды	795	12,9	2000	9,8
Семена	375	6,1	1250	6,1
Накладные	1233	20,2	4091	20,0
Всего затрат	6163	100,0	20455	100,0

Ускоренный рост цен на удобрения по сравнению с их повышением на другие материальные ресурсы привел в 2022 г. по сравнению с 2008 г. к снижению экономической эффективности технологий выращивания кукурузы, предусматривающих применение удобрений.

В нормальной технологии со вспашкой, удобрениями и механическими приемами защиты растений кукурузы от сорняков рентабельность снизилась со 144 % по ценам 2022 г. до 75,6 % по ценам 2008 г., при минимальной обработке почвы – с 240 до 141, без основной обработки почвы – с 206 до 114 % соответственно. Вместе с тем в вариантах без применения удобрений рентабельность нормальной технологии также снижалась при ценах 2022 г.: при вспашке – с 253 до 189 %, при минимальной обработке почвы – с 315 до 238, без основной обработки почвы – с 311 до 234 %. Более того, нормальная технология с механическими приемами защиты без удобрений стала самой рентабельной на всех видах обработки почвы.

В то же время применение удобрений дает существенную прибавку по урожайности культуры и прибыли. В нормальной технологии с механическими приемами защиты и удобрениями при минимальной обработке почвы урожайность составила 5,1 т к.ед/га, или на 1,5 т к.ед/га больше, чем без удобрений, прибыль достигла 24 тыс. руб. с 1 га посева, или на 3,7 тыс. больше, чем без удобрений. Еще больше выросла урожайность в интенсивной технологии, в которой к механическим приемам защиты и удобрениям добавляется почвенный гербицид – до 5,3 т к.ед/га. Показатель прибыли остался на уровне нормальной технологии с применением удобрений. Еще выше стали показатели урожайности и прибыли в интенсивной технологии со вспашкой: 5,6 т к.ед/га и 22,9 тыс. руб/га соответственно (табл. 3).

Экономическая эффективность возделывания кукурузы
Economic Efficiency of Maize Cultivation

Технология	Урожайность, т к.ед/га	Затраты, тыс. руб/га		Себестоимость, тыс. руб/т к.ед.		Прибыль, тыс. руб/га		Рентабельность, %	
		по ценам в соответствующие годы							
		2008	2022	2008	2022	2008	2022	2008	2022
<i>Вспашка</i>									
Экстенсивная: без приемов защиты, без удобрений	0,8	2,6	8,2	0,33	1,0	-0,1	-1,8	-4,5	-22
Нормальная: механические приемы защиты, без удобрений	3,6	3,2	9,9	0,09	0,27	8,2	18,8	253	189
Нормальная: механические приемы защиты, с удобрениями	4,1	5,3	18,5	0,13	0,46	7,6	13,9	144	76
Интенсивная: механические приемы защиты, с удобрениями + почвенный гербицид	5,6	6,6	21,9	0,12	0,39	11,2	22,9	168	105
<i>Минимальная</i>									
Экстенсивная: без приемов защиты, без удобрений	0,8	2,2	6,7	0,27	0,85	0,4	-0,4	17	-5
Нормальная: механические приемы защиты, без удобрений	3,6	2,7	8,5	0,08	0,24	8,7	20,3	315	238
Нормальная: механические приемы защиты, с удобрениями	5,1	4,8	17,0	0,09	0,33	11,5	24,0	240	141
Интенсивная: механические приемы защиты, с удобрениями + почвенный гербицид	5,3	6,2	20,5	0,12	0,38	10,8	22,1	175	108
<i>Без основной (осенней) обработки</i>									
Экстенсивная: без приемов защиты, без удобрений	0,8	1,9	6,1	0,24	0,76	0,6	0,3	31	6
Нормальная: механические приемы защиты, без удобрений	3,4	2,6	8,2	0,08	0,24	8,2	19,2	311	234
Нормальная: механические приемы защиты, с удобрениями	4,3	4,4	15,9	0,10	0,37	9,2	18,2	206	114
Интенсивная: механические приемы защиты, с удобрениями + почвенный гербицид	4,8	5,9	19,7	0,12	0,42	9,2	18,3	155	92

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Более высокую экономическую эффективность, в сравнении с экстенсивной, показали нормальная (с удобрениями и без них) и интенсивная технологии возделывания кукурузы. Наиболее рентабельное производство кукурузного корма на всех видах обработки почвы обеспечила нормальная технология с механическими приемами защиты без применения удобрений по причине существенного повышения цены на данный ресурс.

2. Экономическая оценка технологий выращивания кукурузы в условиях опережающего роста цен на средства производства (на гербициды и удобрения) по сравнению с ценами

на сельскохозяйственную продукцию подтвердила высокую окупаемость удобрений даже на фоне повышения цен на них.

3. Кукуруза на кормовые цели с применением нормальной и интенсивной технологий может стать ведущей кормовой культурой при восстановлении отрасли животноводства в Зауралье.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Панфилов А.Э., Овчинников П.Ю. Региональные изменения климата и технология выращивания кукурузы на зерно на Южном Урале // Земледелие. – 2022. – № 1. – С. 30–34.
2. Образцов А.С. Потенциальная продуктивность культурных растений. М.: Росинформагротех, 2001. – 360 с.
3. Оценка эффективности применения комплексных удобрений при возделывании кукурузы на зерно / О.А. Нестеренко, А.В. Дронов, В.В. Мамеев [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 6. – С. 20–27.
4. Головач А. Некоторые аспекты интенсификации возделывания кукурузы на зерно // Аграрная экономика. – 2019. – № 5 (288). – С. 48–55.
5. Казаков Г.И., Цирулева Л.С., Цирулев А.П. Основная обработка почвы и применение средств химизации при возделывании кукурузы в условиях лесостепи Заволжья // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 3. – С. 21–23.
6. Панфилов А.Э., Цымбаленко И.Н., Синицына О.Б. Почвенные и листовые гербициды как альтернативные элементы технологии возделывания кукурузы // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2012. – Т. 62. – С. 106–110.
7. Панфилов А.Э. Влияние фитоценологических и гидротермических условий на эффективность гербицидов кросс-спектра в посевах кукурузы // Агрехимия. – 2022. – № 7. – С. 40–49.
8. Кирюшин В.И. Минимизация обработки почвы: упрощенчество и шаблоны неуместны // Аграрный эксперт. – 2006. – № 6. – С. 38–43.
9. Скороспелая кукуруза – важный резерв системы кормопроизводства засушливого Зауралья / И. Н. Цымбаленко, С. Д. Гилев, А. Н. Копылов [и др.] // Кормопроизводство. – 2022. – № 5. – С. 8–13.
10. Зуза В.С. Гербологический мониторинг и планирование мер борьбы с сорняками // Защита растений. – 1995. – № 3. – С. 21–24.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат. 1985. – 351 с.
12. Засоренность и защита посевов кукурузы при возделывании в монокультуре и севообороте / С.А. Колесник, А.В. Сташкевич, Л.И. Сорока, Н.С. Сташкевич // Защита растений. – 2018. – № 42. – С. 23–31.
13. Маркарова Ж.Р. Эффективность химической прополки кукурузы // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 3. – С. 141–143.
14. Гринько А.В. Экономическая эффективность применения баковых смесей гербицидов на кукурузе // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2018. – № 4. – С. 63–65.
15. Куркина Г.Н. Эффективность применения гербицидов с различным спектром действия на посевах кукурузы // Земледелие и селекция в Беларуси. – 2020. – № 56. – С. 39–50.

REFERENCES

1. Panfilov A.E., Ovchinnikov P.Yu., Zemledelie, 2022, No. 1, pp. 30–34. (In Russ.)
2. Obratstov A.S. Potentsial'naya produktivnost' kul'turnykh rasteniy (Potential productivity of cultivated plants), Moscow: Rosinformagrotekh, 2001, 360 p.
3. Nesterenko O.A., Dronov A.V., Mameev V.V., Petrova S.N., Lukashina A.A., Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii, 2021, No. 6, pp. 20–27. (In Russ.)
4. Golovach A. Agrarnaya ekonomika, 2019, No. 5 (288), pp. 48–55. (In Russ.)
5. Kazakov G.I., Tsiroleva L.S., Tsirolev A.P., Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2008, No. 3, pp. 21–23. (In Russ.)

6. Panfilov A.E., Tsymbalenko I.N., Sinitsyna O.B., Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoy agroinzhenernoy akademii, 2012, Vol. 62, pp. 106–110. (In Russ.)
7. Panfilov A.E. Agrokimiya, 2022, No. 7, pp. 40–49. (In Russ.)
8. Kiryushin V.I. Agrarnyy ekspert, 2006, No. 6, pp. 38–43. (In Russ.)
9. Tsymbalenko I.N., Gilev S.D., Kopylov A.N., Efremov V. P., Lopareva E. I., Kormoproizvodstvo, 2022, No. 5, pp. 8–13. (In Russ.)
10. Zuza V.S. Zashchita rasteniy, 1995, No. 3, pp. 21–24. (In Russ.)
11. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (Methodology of field experience), Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.
12. Kolesnik S.A., Stashkevich A.V., Soroka L.I., Stashkevich N.S., Zashchita rasteniy, 2018, No. 42, pp. 23–31. (In Russ.)
13. Markarova Zh.R. Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk, 2018, No. 3, pp. 141–143. (In Russ.)
14. Grin'ko A.V. Ekonomika i biznes: teoriya i praktika, 2018, No. 4, pp. 63–65. (In Russ.)
15. Kurkina G.N. Zemledelie i selektsiya v Belarusi, 2020, No. 56, pp. 39–50. (In Russ.)

РАЗВИТИЕ ОВЦЕВОДСТВА КАК ПРИОРИТЕТНОЙ ОТРАСЛИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

В.В. Цынгueva, старший преподаватель

А.А. Самохвалова, доктор экономических наук, доцент
Новосибирский государственный аграрный университет
E-mail: bolot2003@yandex.ru

Ключевые слова: овцеводство, продуктивность скота, производство шерсти, племенное животноводство, государственное регулирование, породы сельскохозяйственных животных.

Реферат. Племенная база овцеводства Забайкальского края сосредоточена на территории 8 племенных заводов и 9 репродукторов, а также в АО «Забайкальский центр племенного животноводства». В настоящее время в регионе разведением забайкальской тонкорунной породы овец занимаются 7 племенных заводов и 6 репродукторов, в которых содержится 76,9 тыс. голов овец, что составляет 75,7 % от общего племенного поголовья овец в крае. Анализ поголовья овец в регионе за 15 лет свидетельствует о его сокращении, которое можно объяснить уменьшением спроса на производство шерсти, надежом скота по причине пожара в крае, захватившего большие площади. Следует отметить, что производство шерсти снизилось вследствие использования более дешевого сырья в виде хлопка и синтетики. В регионе принята Комплексная программа по развитию овцеводства до 2030 г., результатом реализации которой должно стать увеличение численности овец с 405 до 655 тыс. гол., производства шерсти – с 964 до 2173 т, создание не менее 1,5 тыс. новых рабочих мест в овцеводстве и сфере переработки ее продукции, освоение выпуска качественной одежды и прочей потребительской продукции на основе шерсти к концу 2030 г. В научном исследовании обосновано приоритетное развитие овцеводства в регионе как традиционной отрасли сельского хозяйства и инструмента сохранения сельского уклада. Поскольку производство продукции овцеводства сосредоточено преимущественно в личных хозяйствах населения, где отмечаются трудности со сбытом продукции, целесообразно разработать модель взаимодействия данных субъектов с сельскохозяйственными организациями, племенными заводами и репродукторами.

DEVELOPMENT OF SHEEP FARMING AS A PRIORITY BRANCH OF AGRICULTURE IN THE ZABAIKALSKY REGION

V.V. Tsyngueva, Senior Lecturer

A.A. Samokhvalova, Doctor of Economic Sciences, Associate Professor
Novosibirsk State Agrarian University

Keywords: sheep farming, livestock productivity, wool production, pedigree animal husbandry, government regulation, breeds of agricultural animals.

Abstract. The pedigree base of sheep farming in the Zabaikalsky region is concentrated in 8 pedigree farms and nine reproducer farms, as well as in the Autonomous Region "Zabaikalsky Center for Pedigree Livestock Farming." Currently, there are seven pedigree farms and six reproducer farms in the region that are engaged in breeding Zabaikalsky fine-fleeced sheep, with a total population of 76.9 thousand sheep, accounting for 75.7% of the total pedigree sheep population. An analysis of the sheep population in the region over 15 years indicates a decline, which can be attributed to reduced demand for wool production and livestock losses due to fires that affected large areas. It should be noted that wool production has decreased due to cheaper raw materials such as cotton and synthetics. The region has adopted a Comprehensive Program for the Development of Sheep Farming until 2030, the result of which should be an increase in the sheep population from 405 to 655 thousand head, wool production from 964 to 2173 tons, the creation of at least 1,500 new jobs in sheep farming and the processing industry, and the development of high-quality clothing and other consumer products based on wool by the end of 2030. Scientific research justifies the priority development of sheep farming in the region

as a traditional branch of agriculture and a tool for preserving the rural way of life. Since sheep farming products are primarily concentrated in private households, where difficulties in selling products are observed, developing a model for interaction between these entities and agricultural organisations, pedigree farms, and reproducer farms is advisable.

Роль овцеводства в сельскохозяйственном производстве Забайкальского края, особенно в зонах традиционного разведения овец, чрезвычайно важна [1]. Отрасль призвана не только обеспечить выполнение индикаторов продовольственной безопасности, предусмотренных указом Президента РФ от 21.01.2020 № 20, но и решить задачи ФЦП «Устойчивое развитие сельских территорий...» [2, 3]. Поэтому постоянный мониторинг функционирования отрасли через определяющие её индикаторы имеет большое значение, и в первую очередь для выработки научно обоснованной стратегии дальнейшего развития. При этом следует особое внимание уделять основным породам животных – племенным ресурсам [4–6].

Овцеводство – традиционная отрасль животноводства для Забайкальского края. Еще совсем недавно, в период наивысшего развития овцеводства в крае, он занимал вторые – третьи места в стране по поголовью овец и производству продукции отрасли после Ставропольского края и Ростовской области, что свидетельствует об огромных потенциальных возможностях, которыми располагает край для развития овцеводства. Этому благоприятствуют природно-климатические и экологические условия, богатейший опыт и традиции местного населения по ведению пастбищного животноводства, наличие большого количества естественных кормовых угодий (4 млн га), в том числе 3,5 млн га пастбищ. Однако социально-экономические последствия неудачных современных реформ привели к многократному сокращению поголовья овец и производства продукции. По численности поголовья овец Забайкалье в 2021 г. находится на 11-м месте в Российской Федерации, по производству шерсти – на 8-м. Регион является одной из крупнейших баз тонкорунного овцеводства Восточного региона и России в целом. Шерсть овец забайкальской породы по своим качествам считается одной из лучших в Российской Федерации, что многократно подтверждено результатами сибирско-дальневосточных межрегиональных выставок племенных овец и коз, которые проводятся в г. Чите [7].

Цель исследования – обоснование развития овцеводства на территории Забайкальского края как приоритетной отрасли региона.

Объект исследования – отношения, возникающие в процессе развития отрасли овцеводства.

Методы исследования: монографический, экономико-статистический, сравнительный.

По характеру специализации сельскохозяйственного производства Забайкальский край, за исключением его северной горно-таежной части, ранее относился к овцеводческо-скотоводческой зоне Восточной Сибири. В настоящее время, с конца 2018 г., Забайкальский край исключен из состава Сибирского федерального округа и стал относиться к Дальневосточному федеральному округу. В Забайкальском крае теперь распространены такие преференции ДФО, как создание территорий опережающего развития, инфраструктурные субсидии для инвестиционных проектов и др.

А.С. Вершинин, Г.Г. Бронникова отмечают, что «с учетом больших территориальных различий, обусловленных географическим положением, разнообразием почв, рельефа и растительности, климатических различий и др., в целях более рационального размещения и научно обоснованной специализации сельскохозяйственного производства выделены четыре природно-климатические зоны в регионе: степная (овцеводческая) – 14 административных районов; лесостепная (мясо-молочная) – 7 административных районов; пригородная (молочно-овощная) – 6 административных районов; северная (охотничье-промысловая) – 4 административных района...» [1].

В связи с историческими событиями и последствиями реформ 1991 г. развитие овцеводства в регионе остановилось, а поголовье сократилось. По данным Федеральной службы государственной статистики, за последние 16 лет поголовье в крае уменьшилось на 144,7 тыс. голов.

Снижение поголовья овец и их разведение преимущественно в хозяйствах населения и крестьянских (фермерских) хозяйствах негативно отразилось на производстве товарной продукции овцеводства.

Таблица 1

Виды товарной продукции отраслей животноводства в Забайкальском крае
Types of Goods Produced by Livestock Industries in the Zabaikalsky Region

Виды продукции	Скотоводство	Свиноводство	Птицеводство	Овцеводство	Коневодство	Верблюдоводство	Звероводство
Мясо	+	+	+	+	+	+	+
Молоко	+	–	–	+	+	+	–
Шерсть	–	–	–	+	–	+	–
Овчина	–	–	–	+	–	–	–
Смушки	–	–	–	+	–	–	–
Кожа	+	+	–	+	+	+	–
Яйца	–	–	+	–	–	–	–
Перо	–	–	+	–	–	–	–

По разнообразию производимой продукции в регионе овцы занимают первое место среди одомашненных сельскохозяйственных животных. Кроме шерсти и мясной продукции, овцы дают меховые и шубные овчины, молоко, каракулевые смушки, сырье для парфюмерии и медицины (табл. 1) [8].

Основной причиной сокращения поголовья овец в сельскохозяйственных организациях явилась массовая приватизация. После приватизации и разгосударствления значительная часть скота перешла в хозяйства населения. Отсутствие наличных денег в сельскохозяйственных организациях привело к использованию расчетов с работниками в натуральной форме, и в первую очередь продукцией овцеводства. Кроме того, основные заказчики шерсти на территории региона прекратили свое функционирование.

Динамика изменения поголовья овец и коз в хозяйствах всех категорий в Забайкальском крае за 2005 – 2021 гг. представлена в табл. 2.

Рост поголовья в крестьянских (фермерских) хозяйствах обусловлен финансовым стимулированием, в том числе реализацией программ поддержки начинающих фермеров, получением средств от Минэкономразвития.

Таблица 2

Поголовье овец и коз в Забайкальском крае (в хозяйствах всех категорий), тыс. гол
Sheep and Goat Population in the Zabaikalsky Region (in households of all categories), thousand head

Регион	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2021 г. ± 2005 г.
Российская Федерация	18581,4	21819,9	24881,1	22617,6	21659,9	20959,3	2377,9
Сибирский федеральный округ	2720,7	3391,2	3875,1	2966,5	2807,9	2704,8	-15,9
Дальневосточный федеральный округ	70,6	70,4	69,4	804,8	785,9	769,6	699,0
Забайкальский край	560,2*	527,5*	489,4*	468,6**	445,7**	415,5**	-144,7

*Забайкальский край в составе Сибирского федерального округа.

** Забайкальский край в составе Дальневосточного федерального округа.

Таблица 3

Структура поголовья овец по категориям хозяйств в Забайкальском крае, % от поголовья скота в хозяйствах всех категорий
Structure of the Sheep Population by Farm Categories in the Zabaikalsky Region, % of livestock in households of all categories

Форма хозяйствования	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Сельскохозяйственные организации	68,7	54,1	38,8	31,3	27,9	26,1
Хозяйства населения	26,8	36,2	37,2	40,8	41,8	41,8
Крестьянские (фермерские) хозяйства	4,5	9,7	24,0	27,9	30,3	32,1

По данным Федеральной службы государственной статистики, структура поголовья овец по категориям хозяйств в Забайкальском крае значительно изменилась. Данные табл. 3 показывают снижение поголовья овец в сельскохозяйственных организациях за исследуемый период с 68,7 до 26,1 %. Поголовье овец в хозяйствах населения и крестьянских (фермерских) хозяйствах увеличилось с 26,8 до 41,8 и с 4,5 до 32,1% соответственно.

Сокращение поголовья овец сопровождается снижением их продуктивности. Так, настриг шерсти на одну овцу составил в 2021 г. всего 2,6 кг.

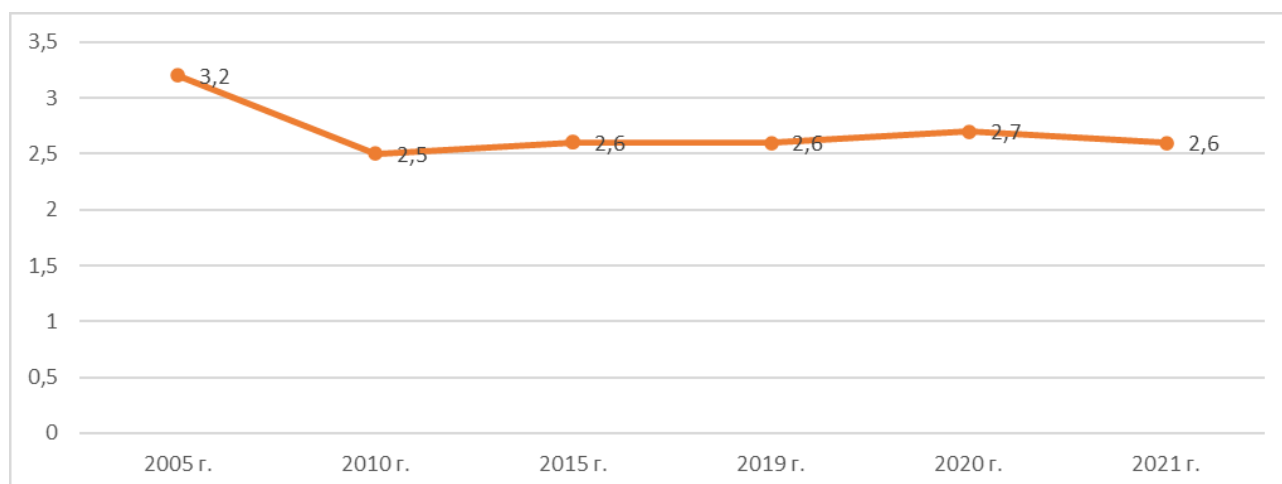


Рис. 1. Среднегодовой настриг шерсти с одной овцы в сельскохозяйственных организациях Забайкальского края

Fig. 1. Average Annual Wool Shearing per Sheep in Agricultural Organizations in the Zabaikalsky Region

Снижение показателей продуктивности овцеводства объясняется гибелью животных в пожарах и уничтожением обгоревшего скота, сокращением естественных пастбищ. Вследствие пожаров в апреле 2019 г. было уничтожено свыше 350 объектов инфраструктуры на 119 животноводческих стоянках, погибло 14,6 тыс. овец и коз.

По данным Федеральной службы государственной статистики, наблюдается существенное снижение производства шерсти – с 2005 по 2021 г. на 1051 т, что составляет 59 %. Основная причина этого – отказ от ее использования основных потребителей в лице силовых министерств.

Пастбищное овцеводство максимально приспособлено к естественным кормовым ресурсам Забайкалья, поэтому способно развиваться при минимальных затратах и производить экономически выгодную, качественную, востребованную и конкурентоспособную продукцию [7].

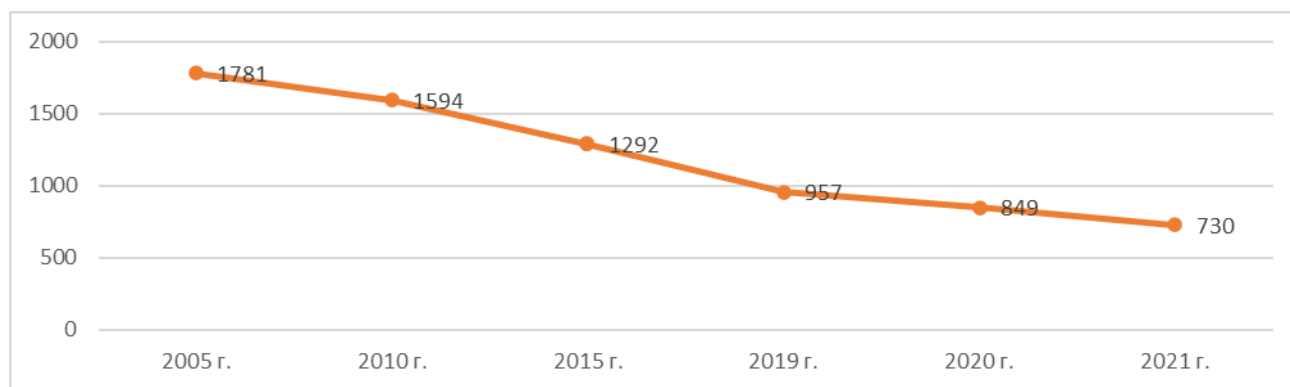


Рис. 2. Производство шерсти в Забайкальском крае

Fig. 2. Wool Production in the Zabaikalsky Region

Система ведения овцеводства в Забайкальском крае, как в регионе с экстремальными экологическими условиями, предполагает разведение таких пород, которые в результате длительного естественного и искусственного отбора оказались хорошо приспособленными и адаптированными к таким условиям [7].

В базе данных мировых генетических ресурсов ФАО (DAD-IS) числится 2495 пород овец. В реестр селекционных достижений России на 2021 г. внесены 75 пород [10], из них 3 породы, разводимые в крае.

Для эффективного развития овцеводства региона целесообразно большее внимание уделять разведению пород животных, дающих высокую продуктивность по настригу шерсти и приросту живой массы.

Основные характеристики пород овец, разводимых в Забайкальском крае, представлены в табл. 4.

Таблица 4

Основные характеристики забайкальской тонкорунной, агинской полугрубошерстной и эдильбаевской грубошерстной пород овец
Main Characteristics of Zabaikalsky Fine-Fleeced, Aginsk Semi-Coarse Wool, and Edilbaev Coarse Wool Sheep Breeds

Характеристика	Забайкальская тонкорунная порода	Агинская полугрубошерстная порода	Эдильбаевская грубошерстная порода
1	2	3	4
Направление продуктивности	Шерстно-мясное	Мясо-сально-шерстное	Мясо-сальное
Год выведения	1956	2006 – 2007	Более 200 лет назад
Особенности породы	Хорошо переносят морозы и низкие температуры, приспособлены к круглогодичному пастбищному содержанию, тебеневке; хороший выход чистой шерсти при настриге, но неудовлетворительная густота; плодовитость маток удовлетворительная	Крепкая конституция; приспособленность к круглогодичному пастбищному содержанию; повышенная жизнестойкость и выносливость; высокая скороспелость и плодовитость	Неприхотливость, выносливость, высокая продуктивность, низкая плодовитость
Плодовитость, %	110 – 130	Более 130	100 – 120
Масса ягнят, кг			
при рождении	–	3,5 – 4	5,2 – 6
в возрасте 4-5 мес	–	40	25 – 40

1	2	3	4
Масса взрослых баранов, кг	От 110	90 – 95	110
Масса овцематок, кг	От 55	60	70
Описание шерсти	Имеет правильную извитость, извитки крупные, немного растянутые	Белого цвета, мягкая, очень высокого качества	Шерстный покров неоднородный, большую часть составляет грубый волос (подходит для изготовления ковров)
Длина шерсти, см	7 – 9	До 15	до 15
Настриг чистой шерсти, кг			
баран	10 – 15	2,6	3
матка	4 – 5	1,5	2,6
Выход чистой шерсти, %	50 – 55	66	Менее 50
Тонина шерсти, качество	60 – 64	68	–
Убойный выход, %	43 -46	50	55
Жирность молока, %	Не доят	6 – 7	3 – 9
Надой молока в год, л	Не доят	120	124 – 184

Все породы пригодны для производства мяса и шерсти (различного качества), а эдильбаевская порода (в большей степени) и агинская (в меньшей степени) и для производства молока.

Из всех районов Забайкальского края в Могойтуйском районе наивысшая концентрация племенных заводов и племенных репродукторов по разведению мелкого рогатого скота. Здесь разводятся забайкальская тонкорунная и агинская полугрубошерстная породы. На втором месте по концентрации овцеводства находится Агинский район.

Всего в Могойтуйском районе овцеводством занимаются 13 сельскохозяйственных организаций, из них 7 товаропроизводителей разводят забайкальскую тонкорунную, а 6 организаций – полугрубошерстную и грубошерстную породы.

По результатам рейтинга организаций по объему выручки, основным видом деятельности которых является разведение овец и коз, в первые 50 наиболее эффективных овцеводческих хозяйств страны вошли находящиеся в Забайкальском крае ООО «Гэрэл» и сельскохозяйственный производственный кооператив «Племенной завод "Родина"».

Таблица 5

Наиболее эффективные овцеводческие хозяйства Забайкальского края по производству шерсти
Most Effective Sheep Farms in the Zabaikalsky Region in Wool Production

№ п/п	Наименование организации	Среднегодовой настриг шерсти с одной головы, кг
1	2	3
В среднем по тонкорунному овцеводству		
1	АПК «Боржигантай»	7,45
2	СПК «Кирова»	4,52
3	АК «Кусочи»	5,29
4	АК «Сагаан-Уула»	1,87

1	2	3
5	СПК «Племзавод "Догой"»	1,96
6	АК «Улан-Одон»	3,18
7	СПК «Племзавод "Ушарбай"»	4,74
В среднем по полу- и грубошерстным породам		
1	ООО «Гэрэл»	3,49
2	АК «Дружба»	2,88
3	Агрофирма им. Ленина	1,39
4	СПК «Племзавод "Могойтуйский"»	5,03
5	СПК «Победа»	2,70

Как показано в табл. 5, в организациях Забайкальского края, занимающихся выращиванием забайкальской тонкорунной породы овец, показатели среднегодового настрига шерсти с одной головы составили 4,1 – 7,45 кг, что в целом выше, чем в организациях, выращивающих полугрубошерстную и грубошерстную породы (1,00 – 5,03 кг). Наибольший настриг шерсти с одной головы забайкальской тонкорунной породы овец получают в АПК «Боржигантай» – 7,45 кг, а по полу- и грубошерстным породам выделяется СПК «Племзавод Могойтуйский» – 5,03 кг.

В Забайкальском крае большое значение имеет особенная система выращивания молодняка и содержания взрослых животных. Она заключается в полноценном кормлении растущего молодняка при одновременном содержании в достаточно суровых условиях. Животные даже при температуре воздуха до -40 ..-50 °С содержатся не в овчарнях, а в катонах под открытым небом и во все сезоны года выпасаются на природных пастбищах, ценность которых обуславливается богатой по питательности и разнообразной по составу растительностью, охотно поедаемой овцами, составляющей до 70 – 80 %, а иногда и более, от всех потребляемых кормов. Представленная особенность является одним из важнейших отличий овец забайкальской породы от большинства существующих тонкорунных пород» [8].

Сложные природно-климатические условия Забайкальского края – длительная и холодная зима, низкая увлажненность и частые засухи создают избыточные риски для зернопроизводства и затрудняют конкурентоспособное ведение промышленного (стойлового) животноводства, всецело зависящего от эффективности полевого кормопроизводства. В то же время наличие крупных площадей естественных степных пастбищ, традиционное культивирование овец, приспособленных к круглогодичному пастбищному содержанию, а также сохранение у сельского населения Забайкальского края навыков введения отгонного овцеводства являются благоприятными факторами для обширного развития в крае пастбищного овцеводства [11].

Будущее эффективное развитие отрасли в большей степени зависит от объемов государственного финансирования, выполнения государственных и региональных программ, направленных на стабильное дальнейшее увеличение поголовья овец и производство высококачественной продукции.

Действующая Комплексная программа развития овцеводства в Забайкальском крае до 2030 г. направлена на решение следующих основных задач: создание условий и стимулов для увеличения численности овец и объемов производства продукции овцеводства в крае; оптимизация технологий содержания и кормления овец; улучшение условий и оплаты труда и быта животноводов, обеспечение притока в отрасль овцеводства молодых кадров рабочих и специалистов; совершенствование племенной работы в овцеводстве; совершенствование переработки и сбыта продукции овцеводства. Ожидаемыми результатами программы являются: увеличение

численности овец с 405 до 655 тыс. голов, реализации баранины – с 4,3 до 7,4 тыс. т в живой массе, производства шерсти – с 964 до 2173 т; создание не менее 1,5 тыс. новых рабочих мест в овцеводстве и сфере переработки продукции овцеводства; формирование эффективной системы по сбыту продукции овцеводства.

Финансирование программы осуществляется за счет собственных, привлеченных и заемных средств участников программы и государственных ассигнований, предусмотренных в бюджетах Российской Федерации и Забайкальского края. Общая потребность в финансовом обеспечении на 2020 – 2030 гг. составляет 3277945 тыс. руб., в том числе 956031 тыс. руб. из бюджета Забайкальского края, 1432254 тыс. руб. – из федерального бюджета, 889660 тыс. руб. – из внебюджетных источников и собственных средств.

Однако в комплексной программе не отражен механизм взаимодействия основных товаропроизводителей продукции овцеводства, что не решает проблем личных хозяйств и сельскохозяйственных организаций региона со сбытом продукции.

Таким образом, развитие сельского хозяйства Забайкальского края представлено в основном производством животноводческой продукции. Овцеводство является доминирующей отраслью края, развитием которой занимаются не только хозяйства населения с целью сохранения сельского уклада, но и племенные заводы, репродукторы для разведения скота. Реализуемая Комплексная программа развития овцеводства в Забайкальском крае до 2030 г., безусловно, направлена на увеличение поголовья мелкого рогатого скота, производства продукции, создание новых рабочих мест в овцеводстве, но, к сожалению, объемов бюджетного финансирования недостаточно для эффективного развития отрасли.

Научное исследование показало сокращение поголовья овец Забайкальского края с 2005 по 2021 г. на 38 % в сельскохозяйственных организациях, что объясняется природными явлениями в виде пожаров, сокращением естественных сенокосов и пастбищ. По структуре поголовья овец преобладающая численность содержится в хозяйствах населения и крестьянских (фермерских) хозяйствах, что свидетельствует о сохранении сельского уклада и разведении скота в хозяйствах населения.

За анализируемый период производство шерсти сократилось с 1781 т в 2005 г. до 730 т в 2021 г., что связано с уменьшением поголовья овец и отсутствием рынка сбыта анализируемой продукции.

Для эффективного развития отрасли целесообразно увеличивать количество племенных заводов и репродукторов по разведению поголовья овец в тесной взаимосвязи с хозяйствами населения и сельскохозяйственными организациями. Для этого необходимо разработать модель взаимодействия товаропроизводителей продукции овцеводства с целью создания условий для рынка сбыта продукции хозяйств населения, развития тесного взаимовыгодного сотрудничества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вершинин А.С., Бронникова Г.Г.* Племенная база овцеводства Забайкальского края // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2018. – № 4. – С. 7–9.
2. *Информационный бюллетень* НО «Национальный союз овцеводов» РФ. – 2019. – № 16. – 84 с.
3. *Характеристика* состояния овцеводства России и Ростовской области и перспективы развития отрасли / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, А.Г. Коцаев [и др.] // [Электронный ресурс]. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2020/03/pdf/29.pdf> (дата обращения: 30.06.2023)
4. *Колосов Ю.А., Засемчук И.В., Бородин А.В.* Использование отечественных генетических ресурсов для совершенствования мериносовых овец: науч.-практ. рекомендации. – Персиановский, 2012. – 12 с.
5. *Колосов Ю.А., Клименко А.И., Абонеев В.В.* Некоторые исторические и современные аспекты мериносового овцеводства России // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2014. – № 2. – С. 2–4.

6. *Cast mspi gene polymorphism and its impact on growth traits of soviet merino and salsk sheep breeds in the south european part of Russia* / I.F. Gorlov, N.V. Shirokova, A.V. Randelin [et al.] // *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. – 2016. – Vol. 40, N 4. – P. 399–405.
7. *Цынгуйева В.В.* Анализ условий и потенциал производства продукции овцеводства в Забайкальском крае // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. IV Всерос. (нац.) науч. конф. Новосибирск, 20 дек. 2019 г. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2019. – С. 357–362.
8. *Ерохин А.И., Ерохин С.А.* Овцеводство. – М., 2004. – 480 с.
9. *Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию*. Т. 2: Породы животных [Официальное издание]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 255 с.
10. *Постановление* Правительства Забайкальского края «Об утверждении Комплексной программы развития овцеводства в Забайкальском крае до 2030 года» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/570975576> (дата обращения: 01.04.2023).
11. *Самохвалова А.А., Стадник А.Т.* Управление агропромышленным комплексом региона в современных условиях / Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2022. – 264 с.
12. *Цынгуйева В.В.* Роль сельскохозяйственного производства в развитии региона // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. VI Всерос. (нац.) науч. конф. с междунар. участием. Новосибирск, 20 дек. 2021 г. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2021. – С. 1048–1052.
13. *Анализ эффективности производства шерсти в Могойтуйском районе Забайкальского края* / В.В. Цынгуйева, Е.Б. Денисенко, А.В. Завальнюк, А.Ю. Стома // *Экономика и предпринимательство*. – 2019. – № 12 (113). – С. 517 – 520.

REFERENCES

1. Vershinin A.S., Bronnikova G.G., Ovtsy,kozy, sherstyanoe delo, 2018, No.4, pp. 7–9. (In Russ.)
2. Informacionnyj byulleten' NO "Nacional'nyj soyuz ovcevodov" RF (Newsletter of the National Union of Sheep Breeders of the Russian Federation), 2019, No. 16, 84 p.
3. Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Koshchaev A.G. Aboneev V.V., Kolosov Yu.A., available at: <http://ej.kubagro.ru/2020/03/pdf/29.pdf> (June 30, 2023).
4. Kolosov Yu.A., Zasedchuk I.V., Borodin A.V. Ispol'zovanie otechestvennyh geneticheskikh resursov dlya sovershenstvovaniya merinosovyh ovec (The use of domestic genetic resources for the improvement of merino sheep), Scientific and Practical Recommendations, Persianovsky, 2012, 12 p.
5. Kolosov Yu.A., Klimenko A.I., Aboneev V.V., Ovtsy,kozy, sherstyanoe delo, 2014, No. 2, pp. 2–4. (In Russ.)
6. Gorlov I.F., Shirokova N.V., Randelin A.V., Voronkova V.N., Mosolova N.I., Zlobina E.Y., Kolosov Y.A., Bakoev N.F., Leonova M.A., Bakoev S.Y., Kolosov A.Y., Getmantseva L.V., Cast mspi gene polymorphism and its impact on growth traits of soviet merino and salsk sheep breeds in the south european part of Russia, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 2016, Vol. 40, No. 4, pp. 399–405.
7. Cyngueva V.V. Rol' agrarnoj nauki v ustojchivom razvitii sel'skih territorij (The role of agricultural science in the sustainable development of rural areas), Collection of the IV All-Russian (National) Scientific Conference, Novosibirsk, December 20, 2019, Novosibirsk: IC NGAU "Zolotoj kolos", 2019, pp. 357–362. (In Russ.)
8. Erohin A.I., Erohin S.A. Ovcevodstvo (Sheep breeding), Moscow, 2004, 480 p.
9. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyh k ispol'zovaniyu (State Register of breeding achievements approved for use), Vol. 2, Animal breeds, Moscow: FGBNU "Rosinformagrotekh", 2021, 255 p.
10. Postanovlenie Pravitel'stva Zabajkal'skogo kraja "Ob utverzhdenii Kompleksnoj programmy razvitiya ovcevodstva v Zabajkal'skom krae do 2030 goda" (Resolution of the Government of the Trans-Baikal Territory), available at: <https://docs.cntd.ru/document/570975576> (April 01, 2023).
11. Samohvalova A.A., Stadnik A.T. Upravlenie agropromyshlennym kompleksom regiona v sovremennyh usloviyah (Management of the agro-industrial complex of the region in modern conditions), Novosibirsk: IC NGAU "Zolotoj kolos", 2022, 264 p.

12. Cyngueva V.V. Rol' agrarnoj nauki v ustojchivom razvitii sel'skih territorij (The role of agricultural science in the sustainable development of rural areas), Collection of the VI All-Russian (National) Scientific Conference with International Participation, Novosibirsk, December 20, 2021, Novosibirsk: IC NGAU "Zolotoj kolos", 2021, pp. 1048–1052. (In Russ.)
13. Cyngueva V.V., Denisenko E.B., Zaval'nyuk A.V., Stoma A.Yu., *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2019, No. 12 (113), pp. 517–520. (In Russ.)

ОТРАЖЕНИЕ ВОПРОСОВ РАЗВИТИЯ АГРАРНОЙ ЭКОНОМИКИ И ПРОМЫСЛОВ В ДРЕВНИХ ОБЩЕСТВАХ «ВАРВАРСКОЙ» ЕВРОПЫ В РУССКОЯЗЫЧНЫХ ИЗДАНИЯХ ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ 1970-Х ГГ.

В.А. Эрлих, доктор исторических наук, доцент
Новосибирский государственный аграрный университет
E-mail: ngau.histori@mail.ru

Ключевые слова: Древняя Европа, аграрная экономика, промыслы, издательства, типографии, типология и тематика изданий, позиции авторов.

Реферат. На основе русскоязычной литературы, опубликованной в Советском Союзе в первой половине 1970-х гг. представлена картина издания печатной продукции и структура работ, освещавших историю аграрной экономики и промыслов на территории «варварской» Европы. Выявлены города, издательства и типографии, где издавалась эта литература. Рассмотрены типология, тематические направления и структура выходивших работ. Приведены точки зрения исследователей по вопросам развития охоты, собирательства, рыболовства, земледелия, скотоводства на территории Центральной, Северной, Восточной Европы в эпоху палеолита, мезолита, неолита, бронзового и раннего железного веков. Делается вывод о том, что работы издавались активно и тематически были различными, имели разнообразную структуру. Они подтверждают точку зрения о преобладании на ранних этапах присваивающих форм хозяйства и переход к преобладанию в экономике производящих форм хозяйства начиная с эпохи неолита и в следующие эпохи. По мнению автора, обзор точек зрения исследователей позволяет говорить о ведущей роли охоты как одной из жизнеобеспечивающих отраслей хозяйства на протяжении каменного и бронзового веков, а в северных районах и позже; об активном развитии рыболовства начиная с эпохи неолита. Начиная с этого времени присваивающие отрасли хозяйства постепенно стали уступать свое место производящим отраслям – земледелию и скотоводству. Однако ведущая форма хозяйствования во многом зависела от физико-географических и природно-климатических условий.

REFLECTION OF ISSUES IN THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL ECONOMY AND INDUSTRY IN ANCIENT 'BARBARIAN' EUROPE IN RUSSIAN-LANGUAGE PUBLICATIONS OF THE EARLY 1970 S

V.A. Erlikh, Doctor of Historical Sciences, Associate Professor
Novosibirsk State Agrarian University

Keywords: Ancient Europe, agricultural economy, industries, publishers, printing houses, typology and themes of publications, authors' perspectives.

Abstract. Based on Russian-language literature published in the Soviet Union in the early 1970s, this paper presents an overview of the publication of printed materials and the structure of works that covered the history of agricultural economy and industries in the territory of 'barbarian' Europe. It identifies cities, publishers, and printing houses where this literature was published. The published works' typology, thematic directions, and structure are examined. The viewpoints of researchers on the development of hunting, gathering, fishing, agriculture, and animal husbandry in Central, Northern, and Eastern Europe during the Paleolithic, Mesolithic, Neolithic, Bronze, and Early Iron Ages are discussed. The conclusion is drawn that these works were actively published and covered diverse themes, displaying a varied structure. They support the view of the predominance of appropriative economic forms in the early stages and the transition to productive financial records starting from the Neolithic era and subsequent epochs. According to the author, the review of researchers' perspectives allows us to speak about the leading role of hunting as one of the subsistence industries throughout the Stone and Bronze Ages, especially in northern regions and the active development of fishing from the Neolithic period onwards. Starting from this time, appropriative industries gradually gave

way to productive ones – agriculture and animal husbandry. However, the leading form of economy heavily depended on physical-geographical and natural-climatic conditions.

Актуальность работы определяется тем, что специальных публикаций, посвященных анализу книжного потока по истории экономики региона в древности, среди работ, вышедших в первой половине 1970-х гг., не имеется.

Новизна работы состоит в том, что поток публикаций, вышедших в первой половине 1970-х гг. впервые рассматривается с позиций книговедения.

Цель работы – на основе изучения книжного потока дать представление о развитии в первой половине 1970-х гг., отечественного книгоиздания в области выпуска литературы по вопросам аграрной экономики и промыслов в «варварской» Европе в древности.

Задачи работы: 1) выявить основные города, издательские центры и типографии, где выходила литература о развитии аграрной экономики в «варварской» Европе в древности; 2) привести данные об объеме и тиражах издаваемых работ; 3) рассмотреть типологию и тематику публикаций; 4) представить структуру работ; 5) рассмотреть «абрисно» мнения исследователей по данным вопросам.

В первую половину 1970-х гг. наблюдалась активизация в изучении вопросов развития аграрной экономики Древней Европы. В связи с этим получило продолжение издание материалов по данным вопросам. Увидели свет новые монографии, авторефераты диссертаций, появился ряд сборников статей, публикаций в периодической печати. Расширился круг рассматриваемых вопросов.

Вопросы развития аграрной экономики частично получили в это время освещение в работах историков и археологов – А.Л. Монгайта [1, 2], С.А. Семенова [3], Т.Д. Златковской [4] и в ряде других публикаций обобщающего характера [см. например: 5–7].

Издающие города и издательские центры. Типографии. Материалы о развитии аграрной экономики населения «варварской» Европы нашли отражение в работах, вышедших в Киеве, Кишиневе, Ленинграде, Минске, Москве, Новосибирске, Риге, Ростове-на-Дону, Сыктывкаре, Ульяновске.

Наиболее активно работы по данной проблематике выходили в Москве в издательствах «Наука», МГУ, «Высшая школа», «Мысль», «Транспорт», «Искусство», «Советский художник».

В Ленинграде такие работы публиковались в издательстве «Наука» (АН СССР. ЛГУ, «Аврора», «Искусство». Что касается издательств других городов, в Киеве это «Техника» и АН УССР, Институт археологии, в Кишиневе – «Штиинца», Минске – «Наука и техника», Новосибирске – «Наука». Сибирское отделение, Риге – «Зинатне», Ростове-на-Дону – Издательство Ростовского государственного университета, Сыктывкаре – Издательство АН СССР, Коми филиал Института языка, литературы и истории, Ульяновске – Издательство государственного педагогического института.

Работы печатались в типографиях издательства «Наука» (Москва, Ленинград, Кишинев), ведущих вузов страны – МГУ и ЛГУ, научных институтах (Киев), типографиях издательств (Кишинев) и иных издательствах (в Архангельске, Риге).

Главными редакторами изданий обычно являлись ведущие ученые – А.В. Арциховский, О.Н. Бадер, И.П. Герасимов, А.З. Манфред, С.А. Токарев, С.Л. Утченко и др.

Значительно увеличилось количество защищаемых диссертаций. *Официальными оппонентами* здесь также были ведущие ученые-археологи, специалисты в области изучения истории античного мира и средних веков – П.И. Борисковский, Н.Н. Гурина, Д.А. Крайнов, В.П. Любин, Н.Я. Мерперт, А.Н. Рогачев, Ю.А. Савватеев, З.В. Удальцова, Н.Н. Чебоксаров.

Объем вышедших работ был самым различным. Так, однотомные и многотомные издания по истории отдельных государств Европы могли насчитывать объем от 22,5 п. л. («История

Франции». Т. 1. М., 1972) до 45,5 п. л. («История Швеции». М., 1974). Среди работ, посвященных археологии Европы, отметим монографии А.Л. Монгайта [1, 2] объемом 28,38 и 34,5 п. л. Работы, посвященные археологии отдельных регионов, обычно были меньшими по объему – Канивец В. И. «Печорское Приполярье: Эпоха раннего металла» (М., 1974; 11,1 п. л.). Объем монографий по истории отдельных народов, этносов не превышал 20 п. л. Так, работа Т.Д. Златковской [4] имела объем 19,48 п. л. Среди работ, посвященных отдельным отраслям аграрной экономики, можно отметить монографию С.А. Семенова [3], имевшую объем 28 п. л.

Судя по имеющимся данным, в те годы объем авторефератов докторских диссертаций достигал 4 п. л. [8]. Объем авторефератов кандидатских диссертаций мог иметь 1,5 п. л. [9] и даже достигал 2 п. л. [10].

Различными по объему были и периодические издания. Так, журнал «Вестник древней истории», где имелись интересующие нас публикации, мог иметь объем от 21,4 до 26,6 п. л. Примерно такой же объем имел журнал «Советская археология» (М., 1975. № 1. – 29,4 п. л.). «Известия Академии наук. Серия Географическая» (М., 1972. № 1) и журнал «Советская этнография» (М., 1970. № 5) были напечатаны объемом 15,4 п. л.

Тиражи входивших работ также были различными. Наибольший тираж был у работ, посвященных истории какой-либо страны. Так, первый том «Истории Франции» (М., 1972) имел тираж 77000 экземпляров. «История Венгрии» Т. 1. (М., 1971) была издана тиражом 16200 экземпляров, «История Швеции» – тиражом 6300 экземпляров. Еще меньший тираж имели работы А.Л. Монгайта [1, 2] – 3000 и 3400 экземпляров.

Сравнительно небольшой тираж имели работы, посвященные конкретным периодам истории или конкретным этносам. Так, например, монография Т.Д. Златковской [4] была издана тиражом 2300 экземпляров,

Различный тираж имели и авторефераты диссертаций. Так, автореферат докторской диссертации Т.Д. Златковской [8] был издан тиражом 200 экземпляров, автореферат А.А. Куратова [9] – 180 экземпляров, И.А. Лозе [10] – 295 экземпляров.

Типология изданий была достаточно разнообразной. Прежде всего, материалы по экономике помещались в разделах *индивидуальных монографий*. Среди них можно отметить работы Т.Д. Златковской [4], А.Л. Монгайта [1, 2], С.А. Семенова [3]. Данные по аграрной истории имелись в *коллективных монографиях*, например, в «Истории Швеции» (М., 1974), а также в *многотомных изданиях*, например, в первых томах «Истории Венгрии» (М., 1971) и «Истории Франции» (М., 1972).

Среди *авторефератов диссертаций*, затрагивавших вопросы развития аграрной экономики «варварской» Европы, были работы Н.К. Анисюткина [11], Л.В. Вакуленко [12], Т.Д. Златковской [8], А.А. Куратова [9] и др.

Ряд работ появился в *одноразовых сборниках*. Это, например, статья А.И. Давида «Остатки *Eguus caballus lattpes Grom.* в Молдавии», опубликованная в сборнике «Млекопитающие позднего кайнозоя Юго-Запада СССР» (Кишинев, 1974), статья Г.П. Григорьева «Восстановление общественного строя палеолитических охотников и собирателей», появившаяся в сборнике «Охотники, собиратели, рыболовы». (Л., 1972).

Подобные материалы публиковались в *продолжающихся и серийных изданиях*. Среди них труды монографического характера, помещенные в ряде выпусков «Археологической карты Молдавской ССР» [13–16], три сборника статей «Археологические исследования в Молдавии» (Кишинев, 1973, 1974). Материалы по аграрной истории и промыслов «варварской» Европы публиковались в «Материалах и исследованиях по археологии СССР». Это, например, сборник статей «Этнокультурные общности лесной и лесостепной зоны Европейской части СССР в эпоху неолита» (МИА № 172; Л., 1973).

Подобные сведения имелись в «Кратких сообщениях института археологии СССР». Среди них сборники статей: «Восточная Европа в I-II тысячелетиях н. э.» (М., 1974. Вып. 140), «Торговля и обмен в древности» (М., 1974. Вып. 138).

Ряд публикаций имелся в *материалах различного рода конференций*. Так, в материалах конференции «Новейшие открытия советских археологов» (Киев, 1975. Ч. 1) были напечатаны тезисы докладов И.А. Загорска «Типология костяных и роговых гарпунов каменного века Восточной Прибалтики» и И.А. Лозе «Классификация простых костяных рыболовных крючков эпохи камня Восточной Прибалтики». По материалам конференции «Формы перехода от присваивающего хозяйства к производящему и особенности развития общественного строя» (М., 1974) были опубликованы тезисы доклада Г.Н. Матюшина «Пути проникновения производящего хозяйства в Европу».

Особо следует отметить Всесоюзный симпозиум «Первобытный человек, его материальная культура и природная среда в плейстоцене и голоцене: (Палеолит и неолит)» [17], проводившийся Институтом географии АН СССР и Комиссией по изучению четвертичного периода. Здесь были опубликованы тезисы докладов О.Н. Бадера «Человек, его культура, природная среда края европейской ойкумены в верхнем палеолите», Н.П. Савукинене и А.А. Сейбутис «Влияние субатлантического ухудшения климата на развитие земледелия в Литве», В.П. Степанова «Природная среда и зональность первобытного хозяйства в эпоху верхнего палеолита на территории СССР», А.В. Таттар «Фауна эпохи поздней бронзы лесостепной и степной зон Европейской части СССР». В расширенном виде эти работы появились в материалах этой конференции (М., 1974), правда, иногда с несколько иным названием. Так, например, работа О.Н. Бадера носила название «Проблема смещения ландшафтных зон в голоцене и археология».

Работы публиковались и в «*Известиях*» различных научных институтов. Так, в географической серии Известий АН СССР (М., 1972. № 1) была опубликована статья В.Н. Цалкина «О времени и центрах происхождения домашних животных в свете данных современной археологии»; в Известиях Латвийской АН ССР (Рига, 1975. № 8) – статья Я.Я. Слоки «Рыбы из стоянок каменного века на Лубанской низменности».

В *трудах* Зоологического института АН СССР (Л., 1971. Т. 49) появилась работа Н.К. Верещагина «Пещерный лев и его история в Голарктике и в пределах СССР», а в Бюллетене Московского общества испытателей природы, Отделения биологии (М., 1971. Т. 76) была напечатана статья Л.И. Соколова «Стерлядь *Acipenser ruthenus* L. в среднем и позднем голоцене».

Среди других изданий можно отметить «Вестник» Московского университета. Серия Биология и почвоведение (М., 1971. № 5), где была опубликована работа Л.И. Соколова «Роль осетровых рыб в древнем промысле. По археологическим материалам».

Результаты исследований по вопросам аграрной экономики и промыслов нашли отражение в ряде *учебных пособий* [18–20].

Ряд публикаций появился в журналах. Это прежде всего, «Вестник древней истории», где была помещена статья Е.М. Штаерман «Две новые работы по социально-экономической истории Фракии (Велизар В е л к о в, Робството в Тракия и Мизия през античности, София, 1967; Александр Ф о л, Демографска и социальная структура на древна Тракия I хилядолетие преди новата ера, София, 1970)» (М., 1971. № 4). Среди публикаций, помещенных в журнале «Советская археология» отметим статью Т.Д. Златковской и Д.Б. Шелова «Фибулы Фракии VII-V вв. до н. э. (К вопросу об экономическом развитии Фракии накануне возникновения царства одрисов)» (М., 1971. № 4) и статью В.П. Шилова «Модели скотоводческих хозяйств степных областей Евразии в эпоху энеолита и раннего бронзового века» (М., 1975. № 1). В журнале «Советская этнография» были помещены статьи Т.Д. Златковской «К вопросу об общинном землевладении в период становления классового общества. (По фракийским материалам)» (М., 1970. № 5) и В.А. Шнирельмана «Некоторые проблемы происхождения и распро-

странения животноводства» (М., 1974. № 3). В журнале «Вопросы истории» (1973. № 1) была опубликована статья В.М. Массона «Обмен и торговля в первобытную эпоху».

Тематика публикаций была разнообразной. Прежде всего, это *труды, где рассматривалось одновременно развитие различных отраслей экономики*. Среди них можно назвать первый том «Истории Венгрии» [7]. Вопросы развития земледелия нашли отражение в работе С.А. Семенова [3]. Развитие скотоводства нашло отражение в работах В.Н. Цалкина «О времени и центрах происхождения домашних животных в свете данных современной археологии» (М., 1972), В.П. Шилова «Модели скотоводческих хозяйств степных областей Евразии в эпоху энеолита и раннего бронзового века» (М., 1975).

Состояние *охоты и спектр диких животных*, на которых охотился древний человек, получил освещение во многих публикациях. Так, среди тезисов докладов Всесоюзного симпозиума «Первобытный человек, его материальная культура и природная среда в плейстоцене и голоцене (палеолит и неолит)» (М., 1973) имелась работа М.Д. Гвоздовер «Специализация охоты и характер кремневого инвентаря верхнего палеолита». Привлекало внимание и состояние *рыболовства* – Слока Я.Я. «Рыбы из стоянок каменного века на Лубанской низменности» (Рига, 1975), Лозе И.А. «Классификация простых костяных рыболовных крючков эпохи камня Восточной Прибалтики» (Киев, 1975).

Торговые связи на территории Евразии в древности играли существенную роль в общении между населением различных территорий. Так, В.М. Массоном была опубликована статья «Обмен и торговля в первобытную эпоху» (М., 1973). Кроме того, появился сборник статей «Торговля и обмен в древности» (М., 1974).

Материалы публиковались в трудах, охватывавших различные периоды истории. Особенно следует отметить две монографии А.Л. Монгайта [1, 2], посвященные всему периоду древности.

Вопросы развития экономики в *палеолите* были рассмотрены также в монографии Н.А. Кетрару «Памятники эпох палеолита и мезолита» (Кишинев, 1973), в автореферате кандидатской диссертации В.К. Анисюткина [11]. Краткие сведения по экономике эпохи мезолита были помещены в работе И.А. Кетрару и Л.Л. Полевого [21]. Развитие экономики в эпоху неолита нашло отражение в авторефератах кандидатских диссертаций И.А. Лозе [10] и А.А. Куратова [9]. Экономика эпохи *энеолита* рассматривалась в работе Н.А. Кетрару и Л.Л. Полевого [21].

Определенное количество материалов по аграрной экономике Центральной и Северной Европы периодов *бронзового, раннего железного веков* имелось в вышеуказанной монографии А.Л. Монгайта [2]. В этой же работе имелись материалы о *кельтах, германцах, фракийцах*. Среди работ, касавшихся данных периодов, можно отметить публикации Т.Д. Златковской [4, 23], монографию Г.Б. Федорова и Л.Л. Полевого [5].

Материалы по аграрной экономике и промыслам «варварской» Европы, помещенные в работах этого периода, касались *различных регионов*. Прежде всего, *Западной Европы* касались две упомянутые выше монографии А.Л. Монгайта [1, 2]. Районы *Юго-Восточной Европы* получили освещение в монографии М.И. Артамонова «Киммерийцы и скифы: (От появления на исторической арене до конца IV в. до н. э.)» (Л., 1974). *Материалы по Северо-Восточной Европе* имелись четвертом и пятом выпусках сборников «Материалы по археологии Европейского Северо-Востока» (Сыктывкар, 1973). Сведения о промыслах и аграрной экономике *Северо-Запада европейской части бывшего СССР* имелись в работах В.И. Канивец «Печорское Приполярье: Эпоха раннего металла» (М., 1974) и В.Ф. Филатовой «К вопросу о связи каменных орудий памятников с чистым комплексом керамики Сперрингс и позднемезолитических». Подобные работы касались и других регионов. Это *Прибалтика* – Лозе И.А. «Поздний неолит и ранняя бронза Восточной Латвии» (Л., 1972), *Северная Европа* – «История Швеции» (М., 1974), *Поднепростровье и Молдавия* – Рикман Э.А., И.А. Рафайлович, И.Г. Хынку

«Очерки истории культуры Молдавии. (II-XIV вв.)» (Кишинев, 1971), *Балканский полуостров* – Златковская Т.Д. «Возникновение государства у фракийцев. VII – V вв. до н. э.» (М., 1971).

Следует отметить, что специальных работ, посвященных развитию аграрной экономики в «варварской» Европе, в эти годы не было. Данные вопросы рассматривались в монографических сочинениях либо в специальных главах, разделах, а иногда в работах имелись просто сведения по экономике. Так, в монографии А.Л. Монгайт [1], состоящей из вступления «От автора», четырех глав и заключения и имеющей обширный справочный аппарат, материал был рассеян по главам II-IV. Аналогичная ситуация обстоит и с монографией, посвященной бронзовому и железному векам [2], где материал разбросан по всем трем главам.

В работе, посвященной археологии Румынии [5] и состоящей из введения, 10 глав, материал по аграрной экономике в специальные разделы не выделялся. Однако, когда речь шла о римской эпохе и великом переселении народов, в главах VI – VIII специально была рассмотрена материальная культура Дакии, Добруджи и Румынии.

В первом томе «Очерков по археологии Белорусии» [6] вопросы развития аграрной экономики и промыслов наряду с другими были рассмотрены в разделах, посвященных различным эпохам. Аналогичная ситуация наблюдается и в «Истории Венгрии» [7].

В «Истории Швеции», в разделе, касавшемся первобытного общества [23], давалась характеристика ранней родовой общины охотников и рыболовов и развитой родовой общины земледельцев-скотоводов периода неолита. Затронуты также были вопросы развития производящей экономики в эпоху бронзы.

В монографии Н.А. Кетрару [21] имелись разделы, где рассматривались вопросы развития земледелия и скотоводства в эпохи неолита и энеолита. В разделе, посвященном эпохе бронзы, давалась характеристика орудиям труда. В монографии Н.А. Красновской, посвященной фриулам [24], вопросы развития земледелия и скотоводства были затронуты в разделе, посвященном каменному и бронзовому векам. Кроме того, имелся специальный раздел, посвященный хозяйственным занятиям в эпоху раннего железного века.

В монографии Т.Д. Златковской [4] в разделе «Экономическое развитие Фракии» была представлена картина развития земледелия, ремесла, металлургического производства, торговли и денежного обращения.

А.А. Куратов [9] привел сведения о развитии морского рыболовства и охоты на морского зверя и данные об обмене товарами с населением соседних районов.

А.М. Микляев в своей работе [25], давая характеристику памятникам Усвятского района, выделил для населения, оставившего третью группу памятников, ведущую роль охоты, а также существование рыболовства и собирательства. Для четвертой группы памятников выделена ведущая роль охоты и существование рыболовства. Что касается скотоводства, то здесь отмечено увеличение количества костей домашних животных на поселениях населения, оставившего памятники четвертой группы по сравнению с памятниками третьей группы.

Л.В. Вакуленко в автореферате диссертации [12] четвертую главу посвятил рассмотрению развития хозяйства населения, оставившего Карпатские курганы. В работе В.К. Анисюткина [11], в седьмой главе были приведены данные о развитии экономики у населения Днепро-Днестровского междуречья. Вопросы развития экономики были рассмотрены и Т.Д. Златковской в автореферате диссертации [8, с. 22 – 24].

Опираясь на мнения исследователей, можно представить в общих чертах развитие аграрной экономики в регионе.

Эпоха палеолита. Одним из основных занятий у населения Среднего Подунавья в эпоху палеолита являлась охота [7, с. 11]. Так, А.Л. Монгайт, говоря о развитии экономики у населения Западной Европы в эпоху раннего (нижнего) палеолита, отмечал, что в шелльское время основным источником добывания пищи была охота, возможно, загонная [1, с. 111–112]. В

мустьерскую эпоху, по мнению автора, охота в жизни людей в Европе также занимала значительное место. Основываясь на фаунистических материалах со стоянки охотников Лебенштедт у Зальцгиттера (Браунгшвейг, ФРГ), автор указывал, что 88 % составляли кости животных тундровой фауны – мамонтов, шерстистых носорогов, северных оленей, а также бизонов, лошадей [1, с. 121]. Неандертальское население мустьерской эпохи Европы охотилось также на пещерных медведей, зубров и иных животных [1, с. 125]. Охота являлась основным занятием и у населения современной Белоруссии. Среди объектов охоты были мамонт, носорог, лошадь, бизон, олень, пещерный медведь [6, с. 13]. На севере Европы, на территории современной Швеции, в эпоху палеолита особенно важную роль играла охота на северных оленей [23, с. 39].

В период позднего палеолита охота на территории современной Белоруссии часто носила коллективный характер. Среди новых субъектов охоты отмечены первобытный бык, бурый медведь, волк, песец, северный олень, заяц, лисица, корсак. Произошло одомашнивание волка [6, с. 45]. В мадленскую эпоху для охоты применялся гарпун, с помощью которого охотились и на мелкого зверя, например, песца, бобра. Кроме того, для этого времени отмечена охота на птиц [1, с. 141]. На территории северо-востока современной Румынии, в долине р. Прут, в эпоху позднего палеолита охотились на лошадей, зубров, оленей, лисиц, волков, сурков, зайцев [5, с. 29].

Для этого времени имеются сведения о возникновении и развитии рыболовства (или рыбной охоты). По мнению А.Л. Монгайта, в мадленское время возникают рыболовные орудия, что-то вроде крючка [1, с. 141]. На территории современной Белоруссии, согласно данным исследователей, в эпоху позднего палеолита лов рыбы производился с помощью орудий, применяемых на охоте. Использовали дубинки, примитивные ловушки. Иногда рыбу ловили просто руками [6, с. 46]. Примитивным рыболовством в это время занимались и на территории Швеции [23, с. 39].

В экономике населения эпохи палеолита собирательство играло определенную роль. Так, у населения Среднего Подунавья оно являлось одной из ведущих форм хозяйства [7, с. 11]. Его существование отмечено для районов современной Швеции [23, с. 39]. Наиболее раннее свидетельство о существовании собирательства в Западной Европы датируется шелльским временем (около 400 тыс. лет назад) [1, с. 111]. В мустьерское время собирательство продолжало являться одним из основных занятий у неандертальцев Западной Европы и населения современной Белоруссии [1, с. 125; 6, с. 13]. Существовало оно также и в эпоху верхнего палеолита [6, с. 46].

Эпоха мезолита. В это время на территории Большеземельской тундры активно развивалась охота [26, с. 3]. А.Л. Монгайт отмечал, что в связи изменением фауны вместо исчезнувшего северного оленя стали охотиться на благородного. Основными животными в Центральной Европе стали зубр, кабан, косуля, лось, мелкие животные и водоплавающая птица. [1, с. 174].

Районы современных ФРГ и Скандинавии, начиная с 8 тыс. лет до н. э., стали местом охоты пришедшего сюда населения. Добывали лося, оленя, дикого кабана, косулю, иных лесных зверей и различных птиц. Охота велась совместно членами первобытного коллектива. Для охоты на птиц использовали лодку-долбленку [1, с. 184, 186–187; 3, с. 96; 23, с. 41, 44]. Аналогичная картина – охота на мелких животных и птицу – отмечена и для районов Белоруссии [6, с. 49]. Охота оставалась основным занятием на севере Европы и в конце эпохи мезолита [1, с. 187–188]. На морских побережьях, например, на территории современной Швеции, охотились также на морского зверя, в том числе и на тюленя [23, с. 41].

В эпоху мезолита на севере Европы, по мнению исследователей, рыболовство стало занимать в экономике населения, оставившего памятники культур гамбургской, федермессер, аренсбургской, маглемозе, эртеболле, довольно существенную роль. На морском побережье Европы развивался морской промысел и добыча тюленей [1, с. 174, 184, 186–188; 23, с. 41, 44]. Постоянное возрастание роли рыболовства в эпоху мезолита отмечено и для районов современной Белоруссии [6, с. 50]. Для ловли рыбы часто использовали лодку-долбленку [3, с. 96].

В Центральной и Северной Европе в эту эпоху собирательство продолжало играть существенную роль в экономике населения. Собирали дикорастущие съедобные растения, корни, травы, моллюсков, раковины, лесные ягоды, орехи, грибы [1, с. 174; 3, с. 96; 23, с. 41, 44].

Эпоха неолита. В эпоху неолита в среду населения Западной Европы и Среднего Подунавья, ведущего присваивающее хозяйство, стали проникать навыки производящего хозяйства [1, с. 288, 292; 7, с. 11]. На территории Северной Европы продолжали жить племена охотников. Так, как основной вид экономики она сохранялась у племен культуры эртеболле в Дании и в Большеземельской тундре [1, с. 288, 290; 26, с. 3]. С.А. Семенов указывал на существенную роль охоты в районах северо-западной Европы [3, с. 97].

В Восточной Латвии в период развитого неолита в основном охотились на кабана и лося. Однако набор животных, на которых охотились, был более широким. Это тур, благородный олень, косуля, медведь, бобр, лесная куница, барсук, выдра, лисица. В конце эпохи неолита охотились в основном на лося. Большое значение сохраняла охота на водоплавающую птицу [10, с. 27–28]. В районе Западной Двины (Псковская область) набор животных, на которых была охота, оставался примерно тем же – лось, медведь, кабан, заяц, соболь, тур или зубр, бобр, волк, барсук, косуля, норка, лисица, куница [25, с. 11, 13]. Основным видом занятий охота оставалась и на территории современной Белоруссии [6, с. 67, 103]. Большую роль охота играла в экономике населения культур Тисы и Лендел [7, с. 13–15], развита она была у населения Фриульской долины [24, с. 24]. Существование охоты в той или иной степени как одной из основных отраслей хозяйства отмечено для племен культуры линейно-ленточной и ямочно-гребенчатой керамики [1, с. 229, 290].

В экономике носителей культур ленточной и штрихованной керамики, культуры воронковидных и колоколовидных кубков Средней Европы роль охоты была менее существенной, чем в более северных районах [1, с. 224, 234, 273, 288]. Как дополнительная отрасль охота существовала в Центральной Европе у населения горгенской культуры и культуры кортайо. Отмечено также существование охоты у племен баденской культуры [1, с. 241, 250, 255].

На относительно южных территориях Европы у населения культур Кереш, Тиссы, Лендель рыболовство было важной отраслью [7, с. 12–15]. Ведущей отраслью в хозяйственной деятельности рыболовство оставалось у населения, проживавшего на территории современной Белоруссии. Как источник пищи оно выдвинулось на первое место [6, с. 67, 103].

Севернее, у населения Лубанской низменности рыболовство играло значительную роль в экономике. Ловили различные виды рыб [10, с. 16, 28]. Аналогичная картина наблюдалась и для районов верхнего течения Западной Двины [25, с. 11].

Активно морское рыболовство было развито на территории Архангельского Беломорья, Скандинавского полуострова, у племен культуры воронковидных кубков северо-запада Европы [3, с. 97; 9, с. 18; 23, с. 50].

Собирательство отмечено для населения эпохи неолита, проживавшего на территориях современной Восточной Латвии, бассейна верхнего течения Западной Двины, на территории Средней Европы у племен культуры колоколовидных кубков, а также у населения культуры воронкообразных кубков на северо-западе Европы. Причем иногда оно играло существенную роль в экономике [1, с. 288; 3, с. 97; 10, с. 28; 25, с. 12].

Для эпохи неолита характерно было появление и развитие земледелия на ряде территорий Европы. Его существование отмечено у населения многих культур [1, с. 203, 224, 234, 241, 250, 255, 273–274, 288, 292; 3, с. 97; 7, с. 12–15; 21, с. 31–39; 24, с. 23–24;]. Примитивное земледелие появилось на территории Белоруссии и Восточной Латвии [6, с. 103; 10, с. 28]. Мотыжное земледелие стало постепенно ведущей отраслью на территории южных и центральных районов Швеции [23, с. 46–47]. Помимо этого, со временем получают развитие подсечно-огневое и плужное земледелие [1, с. 274; 3, с. 98].

Среди выращиваемых в эту эпоху культур на территории Европы исследователи отмечали овес, рожь, ячмень, пшеницу, в том числе карликовую, эммер, хлебную, эйкорн, полбу, морковь, тмин, бобы, горох, чечевицу, лен, льняное семя, мак, яблоки и сливы [1, с. 203, 224, 255, 292; 3, с. 97, 100]. Для переработки зерна использовали зернотерки [1, с. 288]. Отмечено хранение зерна в амбарах на сваях [3, с. 98].

На территориях степных и лесостепных пространств Европы активно начало развиваться скотоводство. Среди древнейших скотоводов были представители буго-днестровской, кереш, линейно-ленточной керамики, культуры Боян, лендел и других более южных культур [1, с. 224, 229, 234, 273, 288; 3, с. 97; 7, с. 14; 21, с. 31–39; 24, с. 24]. В это время основным было пастушеское хозяйство. Разводили крупный рогатый скот – коров, быков, овец, коз, свиней [1, с. 202, 250–251, 288, 292; 3, с. 99]. Население баденской культуры уже имело прирученную лошадь [1, с. 241]. Существовавшие породы коз и овец по мнению А.Л. Монгайта были завезены в Европу извне [1, с. 202]. На территории Британии разводили торфяниковую овцу и быка Ugrus, в Нидерландах – овцу породы дренте. Крупный рогатый скот в Британии был длинноногом [3, с. 291–292]. Для скота строили загоны [16, с. 99].

В более северных районах скотоводство было развито слабее. Для позднего неолита у населения Восточной Латвии отмечена его незначительная роль в экономике [10, с. 27–28]. Слабое развитие скотоводства отмечено также для территорий бассейна Западной Двины [25, с. 11–13]. На территории Белоруссии начиная с середины III тыс. до н. э. разводили быков, свиней [6, с. 103]. Население культуры боевых топоров, проживавшее на территории Швеции, в основном разводило овец и свиней [23, с. 51].

Эпоха неолита и бронзового века. В бронзовом веке у племен унетицкой культуры охота продолжала сохранять некоторое значение. Охотились в основном на дикого кабана и оленя [2, с. 53]. На территории Белоруссии охота оставалась важным источником пополнения пищи [6, с. 114].

Существование рыболовства отмечено для многих районов Европы. Например, у племен культуры полей погребений, проживавших в Среднем Подунавье, хозяйство основывалось на рыболовстве [7, с. 22]. У населения унетицкой культуры рыболовство сохраняло достаточно незначительную роль [2, с. 53]. На территории Белоруссии снижение доли рыболовства у населения бронзового века происходило очень медленно [6, с. 114]. В районах Архангельского Беломорья по-прежнему было развито морское рыболовство [9, с. 18].

Значительное место в экономике Белоруссии продолжало занимать собирательство, которое, правда, к концу бронзового века постепенно сошло на нет [6, с. 114].

Развитие земледелия в разных районах Европы в бронзовом веке было неравномерным. Ю.К. Колосовская отмечала, что в Среднем Подунавье у населения культуры Пилинь существовало земледелие. По ее мнению, люди, оставившие поселения первого типа, основывали свое хозяйство на земледелии, а у оставивших поселения второго типа оно занимало второстепенную роль [7, с. 21–22]. Что касается населения культуры полей погребений, то, по мнению А.Л. Монгайта, они были в основном земледельцами [2, с. 64]. Плужное земледелие отмечено для населения унетицкой и лейбингенской культур [2, с. 53–54]. Выращивали пшеницу – мягкую и двузернянку, бобовые культуры, просо [2, с. 53]. В эпоху бронзы для территории Швеции и Восточной части Северной Европы отмечен переход от мотыжного земледелия к пашенному и применение деревянной сохи [3, с. 148; 23, с. 52]. На территории современной Англии в бронзовом веке разводили преимущественно голый ячмень, а в Дании еще и просо, горох, бобы [3, с. 100–101]. Отмечено существование различных типов плугов [3, с. 221].

Существование скотоводства в бронзовом веке отмечено для многих районов Европы. Оно развивалось у племен культуры полей погребений, унетицкой, лейбингенской и др. У некоторых оно занимало ведущее место в экономике, у некоторых – второстепенное. Разводили

крупный рогатый скот, лошадь, овец, коз, свиней. Так, для Среднего Подунавья отмечена ведущая роль крупного рогатого скота в стаде, а также одомашнивание свиньи [2, с. 53–54, 64; 4, с. 112–113; 5, с. 22; 7, с. 17].

Иногда скотоводство превалировало над земледелием, особенно в северных районах. В связи с сокращением лесов произошло также сокращение свиней и крупного рогатого скота. В то же время стойловое содержание позволило улучшить породы скота [6, с. 113; 23, с. 52–53]. Племена культуры боевых топоров стали использовать лошадь как вьючное животное [23, с. 53].

Эпоха раннего железного века. В Печерском Приполярье в VI–III вв. до н. э. у перньюско-го населения охота являлась одной из ведущих отраслей хозяйства [27, с. 137]. На территории Архангельского Беломорья была развита охота на морского зверя [9, с. 18]. Для районов Белоруссии в VII в. до н. э. – V в. н. э. на фоне развития скотоводства отмечено некоторое падение роли охоты в экономике. Охота часто продолжала носить коллективный характер. Ее объектом оставались крупные дикие животные (лось, зубр, кабан, медведь и др.), а также пушные звери – лиса, бобр, выдра и т.д. Охотились на боровую дичь. Существовала также специализированная охота на пушного зверя. Утратив доминирующее значение, охота тем не менее играла существенную роль в экономике населения. Судя по костным остаткам, на долю диких животных приходилось 42–45 %. Об этом, в частности, говорят материалы днепро-двинской культуры [6, с. 145, 194, 218, 220].

Развитие рыболовства отмечалось в работах исследователей для районов Печорского Приполярья, Архангельского Беломорья и Белоруссии. На территории Архангельского Беломорья по-прежнему было развито морское рыболовство [9, с. 18]. В районах Архангельского Беломорья рыболовство по-прежнему играло существенную роль в экономике населения [27, с. 137]. Что касается Белоруссии, то здесь на разных территориях значение рыболовства в экономике было неоднозначным. В южных районах оно играло несущественную роль в экономике. Но по мере продвижения на север его роль в хозяйстве населения увеличивалась. Практиковалась ловля рыбы сетями [6, с. 145, 195, 218, 220].

Что касается собирательства, то его роль в экономике была незначительной. Однако набор собираемых продуктов был весьма широк. Собирали ягоды, грибы, дикорастущие орехи, яблоки, мед диких пчел, речных моллюсков [6, с. 145, 195, 220].

Исследователи отмечают, что в раннем железном веке активно земледелием занимались жители Балканского полуострова. В VII–V вв. до н. э., в эпоху становления государства у фракийцев оно занимало ведущее место в сельском хозяйстве. Античные авторы отмечали в большей мере его существенное развитие в южных районах Фракии. Однако оно существовало и в более северных районах. Выращивали ячмень, пшеницу, просо, оливки, лук, чеснок. Зерновые использовали не только для употребления в пищу, но и в качестве фуража для скота и изготовления алкогольных напитков. Излишки зерна вывозились за пределы страны. Земледелие было пашенным, было также развито полеводство. Существовала отработанная система хранения продуктов в подземных хранилищах [4, с. 30–39, 45]. Кроме того, выращивали технические культуры – коноплю, лен, а из огородных культур – чеснок и лук. Развито было садоводство. Есть упоминания о возделывании яблонь, груш, сливы, вишни и других плодовых деревьев [4, с. 39–41]. В это время происходил переход от родовой общины к территориальной земледельческой [22, с. 56]. Во Фракии была развито виноградарство и существовало виноделие [4, с. 41–44].

На территории Белоруссии для населения милоградской культуры отмечено начало распространения пашенного земледелия, а для населения лесной полосы – племен штрихованной керамики и днепро-двинской культуры – развитие подсечного земледелия. В районах Белоруссии выращивали просо, пшеницу, в том числе и яровую, голозерной ячмень, просо, бобовые, горох, вику, лен, коноплю [6, с. 145, 193–194, 218].

В районе Северо-Западной Европы, на территории Англии, в это время начинают выращивать овес [3, с. 101], в восточной части Северной Европы постепенно начинает развиваться пашенное земледелие [3, с. 148]. В раннем железном веке на территории Средней и Северной Европы, по мнению С.А. Семенова, появляются плуги типа «валле» [3, с. 221].

Скотоводство было развито в горных районах Фракии. Оно активно развивалось в прибрежной зоне между устьем Рейна и Эльбы у германцев. Содержание скота было стойловым, иногда под одной крышей с жилищем [2, с. 331–332; 4, с. 41]. На территории современной Белоруссии скотоводство было активно развито у племен культуры штрихованной керамики. Первое место в стаде занимала коровы, затем шли свиньи, лошади, овцы [6, с. 193–194]. Активно было развито скотоводство и на севере Белоруссии у племен днепро-двинской культуры. Разводили коров, лошадей, мелкий рогатый скот. Существовала заготовка кормов на зиму [6, с. 218–220].

В первой половине I тыс. н. э. у германцев охота еще являлась важным источником пищи. Известно также, что население черняховской культуры охотилось на благородного оленя, кабана; иногда – волка, медведя, хорька, косулю, птицу [2, с. 338; 16, с. 31].

Рыболовство было в приморских и озерных зонах. Постоянно им занималось население черняховской культуры. При ловле рыбы применялись сети [2, с. 338; 16, с. 31–32].

В первой половине I тыс. н. э. при земледельческих работах кельты активно использовали плуг с железным лемехом и упряжку волов, а германцы – только примитивную соху [2, с. 338]. У населения Белоруссии в зависимости от территории существовало либо подсечное земледелие, либо пашенное. Для жатвы применялись серпы, а для растирания зерен – зернотерки [4, с. 159]. На территории современной Молдавии проживавшие здесь племена черняховской культуры при занятии земледелием применяли рало, плуг, которые снабжались железными наконечниками. Выращивали мягкую и твердую пшеницу, ячмень, просо, чину. При уборке урожая применяли серпы и косы. Для переработки зерна использовали жернова и ручные мельницы [16, с. 24–27].

Население Карпатского Предгорья выращивало пшеницу (спельту и полбу-двузернянку), овес, просо, различные сорта ячменя, а также использовали в пищу злаковые сорняки. Земледелие было пашенным. Для сбора урожая использовали железные серпы. Зерно хранили в хозяйственных ямах или в сосудах-корчагах. Для помола применяли мельницы, которые использовали круглый год [12, с. 19–20, 31]. На севере, на территории современной Швеции, в это время соха стала иметь железный наконечник [23, с. 55].

Скотоводство играло в экономике населения зарубинецкой культуры ведущую роль [6, с. 159]. На территории Молдавии в это время ведущим в стаде был крупный рогатый, затем – мелкий рогатый скот, лошадь и свинья [16, с. 30]. Дальнейшее развитие получило скотоводство и в Карпатском предгорье, где оно стало основной отраслью хозяйства населения. В стаде были крупный и мелкий рогатый скот, лошади, свиньи [12, с. 18, 20, 31]. Активно развивалось скотоводство в Фрисландии и в Нижней Германии. На этих территориях люди и животные жили под одной крышей. В стойлах больших домов могло помещаться до 32 голов крупного рогатого скота. Германцы использовали его для различных сельскохозяйственных целей [2, с. 332, 338].

Таким образом, следует отметить, что, несмотря на короткий хронологический период издание литературы по вопросам развития аграрной экономики в «варварской» Европе было достаточно активным. В издании публикаций по этой тематике участвовало 10 городов. По-прежнему лидировали Москва и Ленинград (ныне Санкт-Петербург). Среди издающих центров особенно выделялось издательство «Наука». Существовавшие при них типографии активно печатали литературу. В редактировании публикаций и оппонировании диссертационных исследований активное участие принимали ведущие ученые страны.

Типологически издаваемые работы были различными. Это были индивидуальные и коллективные монографии (чаще главы из них), сборники, материалы конференций, публикации в периодической печати. Объем и тиражи работ были самыми различными.

Тематически работы были также различными. Прежде всего, это труды комплексного характера. Кроме это, были публикации, посвященные непосредственно развитию охоты, рыболовства, собирательства, земледелия и скотоводства в древности. Территориальный охват работ был разнообразным – от изложения состояния и развития экономики в каком-либо конкретном районе, например, в Белоруссии, Прикарпатье, до охвата всей территории Западной Европы. Обширным был и хронологический охват в публикациях – от небольших периодов в истории государств, до конкретных этапов развития истории древнего мира.

Разнообразной была структура работ. Она зависела от того, чему работа посвящалась – либо истории государства, региона, либо развитию отрасли. В первом случае это обычно краткое изложение развития отраслей в тот или иной период, во втором возможно изложение той или иной отрасли аграрной экономики в определенный период.

Обзор точек зрения исследователей позволяет говорить о том, что охота являлась одной из жизнеобеспечивающих отраслей на протяжении каменного и бронзового веков, а в северных районах и позже. Рыболовство стало активно развиваться начиная с эпохи неолита. Собирательство существовало во все периоды древности. Развитие производящей экономики – земледелия и скотоводства отмечается исследователями начиная с эпохи неолита. В работах подтверждалась мысль о том, что присваивающие отрасли хозяйства, бывшие на ранних стадиях развития человечества основными, начиная с эпохи неолита постепенно уступали свое место производящим отраслям – земледелию и скотоводству. Ведущая форма хозяйствования зависела также от физико-географических и природно-климатических условий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Монгайт А.Л. Археология Западной Европы: Каменный век / АН СССР. Ин-т археологии. – М.: Наука, 1973. – 355 с.
2. Монгайт А.Л. Археология Западной Европы: Бронзовый и железный века / АН СССР. Ин-т археологии. – М.: Наука, 1974. – 408 с.
3. Семенов С.А. Происхождение земледелия / АН СССР. Ин-т археологии. – Л.: Наука, 1974. – 320 с.
4. Златковская Т.Д. Возникновение государства у фракийцев. VII – V вв. до н. э. / АН СССР. Ин-т этнографии. – М.: Наука, 1971. – 268 с.
5. Федоров Г.В., Полевой Л.Л. Археология Румынии. – М.: Наука, 1973. – 412 с.
6. Очерки по археологии Белоруссии / АН БССР. Ин-т истории. – Минск: Наука и техника, 1970. – Т. 1. – 272 с.
7. История Венгрии: в 3 т. – Т. 1: С древнейших времен до конца XVIII в. / Отв. ред. В.П. Шушарин; АН СССР. Ин-т славяноведения и балканистики. – М.: Наука, 1971. – 644 с.
8. Златковская Т.Д. Возникновение государства у фракийцев (VII – V вв. до н. э.): автореф. дис. ... д-ра ист. наук. – М., 1971. – 63 с.
9. Куратов А.А. Древняя история Архангельского Беломорья в эпоху неолита и раннего металла: автореф. дис. ... канд. ист. наук. – Л., 1971. – 21 с.
10. Лозе И.А. Поздний неолит и ранняя бронза Восточной Латвии: автореф. дис. ... канд. ист. наук. – Л., 1972. – 32 с.
11. Аниюткин Н.К. Мустье днепро-днестровского междуречья... Автореф. дис. ... канд. ист. наук. – Л., 1971. – 26 с.
12. Вакуленко Л.В. Население Карпатского предгорья в первой половине I тысячелетия н. э.: автореф. дис. ... канд. ист. наук. – Киев, 1974. – 36 с.
13. Маркевич В.И. Памятники эпох неолита и энеолита / АН МССР. Ин-т истории. – Кишинев: Штиинца, 1973. – 164 с.

14. *Дергачев В.А.* Памятники эпохи бронзы / АН МССР. Ин-т истории. – Кишинев: Штиинца, 1973. – 128 с.
15. *Лапушнян В.Л., Никулицэ И.Т., Романовская М.А.* Памятники раннего железного века / АН МССР. Ин-т истории. – Кишинев: Штиинца, 1974. – 104 с.
16. *Рикман Э.А.* Памятники сарматов и племен черняховской культуры / АН МССР. Ин-т истории. – Кишинев: Штиинца, 1975. – 172 с.
17. *Первобытный человек, его материальная культура и природная среда в плейстоцене и голоцене: (Палеолит и неолит): Тез. докл.: Всесоюз. симпоз. / АН СССР. Ин-т географии: Комиссия по изучению четвертичного периода. – М., 1973. – 124 с.*
18. *Буров Г.М.* Археологические культуры Севера Европейской части СССР (Северодвинский край): учеб. пособие для студентов-историков / УльяновГПИ. – Ульяновск, 1974. – 120 с.
19. *Кнышенко Ю.В.* История первобытного общества: курс лекций. – 2-е изд. перераб. и расшир. – Ростов-н/Дону: изд-во РостГУ, 1973. – 343 с.
20. *Перишиц А.И., Монгайт А.Л., Алексеев В.П.* История первобытного общества: учеб. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1974. – 224 с.
21. *Кетрару Н.А., Полевой Л.Л.* Молдавия от камня до бронзы / АН МССР. – Кишинев: Штиинца, 1971. – 80 с.
22. *Златковская Т.Д.* К вопросу об общинном землевладении в период становления классового общества. (По фракийским материалам) // Советская этнография. – 1970. – № 5. – С. 46–56.
23. *Развитие первобытного общества на территории Швеции // История Швеции. – М.: Наука, 1974. – С. 38–61.*
24. *Красновская Н.А.* Фриулы (Историко-географический очерк). – М.: Наука, 1971. – 192 с.
25. *Микляев А.М.* Памятники каменного века и периода бронзы в бассейне верхнего течения Западной Двины Памятники каменного века и периода бронзы в бассейне верхнего течения Западной Двины (По материалам Невельской экспедиции): автореф. дис. ... канд. ист. наук. – Л., 1971. – 24 с.
26. *Верещагин И.В.* Памятники с микролитическим инвентарем Большеземельской тундры // Археологические исследования в бассейне Печоры: Материалы по археологии Европейского Северо-Востока. – 1970. – Вып. 5. – С. 3–21.
27. *Канивец В.И.* Печорское Приполярье: Эпоха раннего металла / АН СССР. Коми фил. – М.: Наука, 1974. – 150 с.

REFERENCES

1. *Mongajit A.L.* Arheologiya Zapadnoj Evropy: Kamennyj vek (Archaeology of Western Europe: The Stone Age), AN SSSR. In-t arheologii, Moscow: Nauka, 1973, 355 p.
2. *Mongajit A.L.* Arheologiya Zapadnoj Evropy: Bronzovyj i zheleznyj veka (Archaeology of Western Europe: Bronze and Iron Ages), AN SSSR. In-t arheologii, Moscow: Nauka, 1974, 408 p.
3. *Semenov S.A.* Proiskhozhdenie zemledeliya (The origin of agriculture), AN SSSR. In-t arheologii, Leningrad: Nauka, 1974, 320 p.
4. *Zlatkovskaya T.D.* Vozniknovenie gosudarstva u frakijcev. VII – V vv. do n. e. (The emergence of the state among the Thracians. VII – V centuries BC), AN SSSR. In-t etnografii, Moscow: Nauka, 1971, 268 p.
5. *Fedorov G.V., Polevoj L.L.* Arheologiya Rumynii (Archaeology of Romania), Moscow: Nauka, 1973, 412 p.
6. *Oчерки по археологии Белоруссии (Essays on the archaeology of Belarus), AN BSSR. In-t istorii, Minsk: Nauka i tekhnika, 1970, Vol. 1, 272 p.*
7. *Istoriya Vengrii: v 3 t. (History of Hungary: in 3 vols), Vol. 1, AN SSSR. In-t slavyanovedeniya i balkanistiki, Moscow: Nauka, 1971, 644 p.*
8. *Zlatkovskaya T.D.* Vozniknovenie gosudarstva u frakijcev (The emergence of the state among the Thracians), Extended abstract of the dissertation of the Doctor of Historical Sciences, Moscow, 1971, 63 p. (In Russ.)
9. *Kuratov A.A.* Drevnyaya istoriya Arhangel'skogo Belomor'ya v epohu neolita i rannego metalla (The Ancient history of the Arkhangelsk White Sea in the Neolithic and Early Metal era), Extended abstract of the dissertation of the Candidate of Historical Sciences, Leningrad, 1971, 21 p. (In Russ.)

10. Loze I.A. Pozdnij neolit i rannaya bronza Vostochnoj Latvii (Late Neolithic and Early Bronze Age of Eastern Latvia), Extended abstract of the dissertation of the Candidate of Historical Sciences, Leningrad, 1972, 32 p. (In Russ.)
11. Anisyutkin N.K. Must'e dnepro-dnestrovskogo mezhdurech'ya (Mustye of the Dnieper-Dniester interfluve), Extended abstract of the dissertation of the Candidate of Historical Sciences, Leningrad, 1971, 26 p. (In Russ.)
12. Vakulenko L.V. Naselenie Karpatskogo predgor'ya v pervoj polovine I tysyacheletiya n. e. (The population of the Carpathian foothills in the first half of the I millennium AD), Extended abstract of the dissertation of the Candidate of Historical Sciences, Kiev, 1974, 36 p. (In Russ.)
13. Markevich V.I. Pamyatniki epoh neolita i eneolita (Monuments of the Neolithic and Eneolithic eras), AN MSSR. In-t istorii, Chisinau: Shtiinca, 1973, 164 p.
14. Dergachev V.A. Pamyatniki epohi bronzy (Monuments of the Bronze Age), AN MSSR. In-t istorii, Chisinau: Shtiinca, 1973, 128 p.
15. Lapushnyan V.L., Nikulice I.T., Romanovskaya M.A. Pamyatniki rannego zheleznogo veka (Monuments of the Early Iron Age), AN MSSR. In-t istorii, Chisinau: Shtiinca, 1974, 104 p.
16. Rikman E.A. Pamyatniki sarmatov i plemen chernyahovskoj kul'tury (Monuments of the Sarmatians and tribes of the Chernyakhov culture), AN MSSR. In-t istorii, Chisinau: Shtiinca, 1975, 172 p.
17. Pervobytnyj chelovek, ego material'naya kul'tura i prirodnyaya sreda v plejstocene i golocene (Primitive man, his material culture and natural environment in the Pleistocene and Holocene), Abstracts of the All-Union Symposium, AN SSSR. In-t geografii, Moscow, 1973, 124 p.
18. Burov G.M. Arheologicheskie kul'tury Severa Evropejskoj chasti SSSR (Archaeological cultures of the North of the European part of the USSR), ucheb. posobie dlya studentov-istorikov, Ul'yanGPI, Ul'yanovsk, 1974, 120 p.
19. Knyshenko Yu.V. Istoriya pervobytnogo obshchestva (The history of primitive society), course of lectures, Rostov-on-Don: izd-vo RostGU, 1973, 343 p.
20. Pershic A.I., Mongajt A.L., Alekseev V.P. Istoriya pervobytnogo obshchestva (The history of primitive society), Moscow: Vysshaya shkola, 1974, 224 p.
21. Ketraru N.A., Polevoj L.L. Moldaviya ot kamnya do bronzy (Moldavia from stone to bronze), AN MSSR, Chisinau: Shtiinca, 1971, 80 p.
22. Zlatkovskaya T.D. Sovetskaya etnografiya, 1970, No. 5, pp. 46–56. (In Russ.)
23. Istoriya Shvecii, Moscow: Nauka, 1974, pp. 38–61. (In Russ.)
24. Krasnovskaya N.A. Friuly (Istoriko-geograficheskij ocherk) (Friuli), Moscow: Nauka, 1971, 192 p.
25. Miklyaev A.M. Pamyatniki kamennogo veka i perioda bronzy v bassejne verhnego techeniya Zapadnoj Dviny (Po materialam Nevel'skoj ekspedicii) (Monuments of the Stone Age and the Bronze Age in the basin of the upper reaches of the Western Dvina), Extended abstract of the dissertation of the Candidate of Historical Sciences, Leningrad, 1971, 24 p. (In Russ.)
26. Vereshchagin I.V. Arheologicheskie issledovaniya v bassejne Pechory: Materialy po arheologii Evropejskogo Severo-Vostoka, 1970, Issue 5, pp. 3–21. (In Russ.)
27. Kanivec V.I. Pechorskoe Pripolyar'e: Epoha rannego metalla (Pechora Circumpolar Region: The Era of Early Metal), AN SSSR. Komi fil, Moscow: Nauka, 1974, 150 p.