ISSN 2072-6724

MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION

VESTNIK NGAU

NOVOSIBIRSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY

№ 3(52)/2019

NOVOSIBIRSK 2019

ВЕСТНИК НГАУ

Новосибирский государственный аграрный университет

Научный журнал

№ 3(52)2019

Главный редактор – *Г.А. Ноздрин,* доктор ветеринарных наук, профессор

Учредитель: ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»

Основан в декабре 2005 года

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций

ПИ № ФС 77-35145

Материалы издания выборочно включаются в международные базы данных Agris, Ulrich's Periodicals Directory

Электронная версия журнала на сайте: www.elibrary.ru

Адрес редакции:
630039, г. Новосибирск,
ул. Добролюбова, 160, каб. 106г,
журнал «Вестник НГАУ»
(Новосибирский государственный аграрный университет)
Телефоны: +7 (383) 264-23-62;
+7 (383) 264-25-46 (факс)
E-mail: vestnik.nsau@mail.ru

Подписной индекс издания 94091

Тираж 500 экз.

Редакционный совет:

Денисов А.С. – д-р техн. наук, проф., ректор ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, председатель редакционной коллегии (Новосибирск, Россия)

Ноздрин Г.А. – д-р вет. наук, проф., главный редактор, зав. кафедрой фармакологии и общей патологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Рудой Е.В. – д-р экон. наук, проф., зам. главного редактора, проректор по научной работе ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Члены редколлегии:

Абрамов Н.В. – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья (Тюмень, Россия)

Безматерных Д.К. – д-р биол. наук, зам. директора по научной работе ИВЭП СО РАН (Барнаул, Россия)

Беляев А.А. – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой защиты растений ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Будажапов Л.В. – д-р биол. наук, директор БурНИИСХ СО РАН (Улан-Удэ, Россия)

Булашев А.К. – д-р вет. наук, проф., кафедры биотехнологии и микробиологии Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (Нур-Султан, Казахстан)

Бямбаа Б. – д-р вет. наук, академик Монгольской академии наук, президент Монгольской академии аграрных наук (Улан-Батор, Монголия)

Веснина Л.В. – д-р биол. наук, проф., директор Алтайского филиала ФГБНУ Госрыбцентр (Барнаул, Россия)

Власенко Н.Г. – д-р биол. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник СибНИИЗиХ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

Вышегуров С.Х. – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой ботаники и ландшафтной архитектуры, проректор по экономике и социальной работе ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Галеев Р.Р. – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой растениеводства и кормопроизводства ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Гамзиков Г.П. – д-р биол. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

Главендекич М.М. – д-р биотехн. наук, проф. кафедры ландшафтной архитектуры Университета г. Белграда (Белград, Сербия)

Гончаров Н.П. – д-р биол. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник ФИЦ ИЦиГ СО РАН (Новосибирск, Россия)

Добротворская Н.И. – д-р с.-х. наук, гл. науч. сотрудник СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

Донченко А.С. – д-р вет. наук, акад. РАН, научный руководитель Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (Новосибирск, Россия)

Дубовский И.М. – д-р биол. наук, зав. лабораторией биологической защиты и биотехнологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Жучаев К.В. – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой разведения, кормления и частной зоотехнии, декан биолого-технологического факультета ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Кауфман О. – д-р аграр. наук, проф. Гумбольдтского университета, факультет естественных наук, Институт сельского хозяйства и садоводства им. Альбрехта Даниэля Тэера, почетный доктор ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Берлин, Германия)

Кашеваров Н.И. – д-р с.-х. наук, акад. РАН, директор СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

Коуржил Я. – Ph. D., проф. лаборатории искусственного размножения рыб и интенсивной аквакультуры факультета рыбоводства и охраны вод Южно-Чешского университета (Чешские Будеевице, Чехия)

Кочетов А.В. – д-р биол. наук, чл.-корр. РАН, директор ФИЦ ИЦиГ СО РАН (Новосибирск, Россия)

Магер С.Н. – д-р биол. наук, проф., директор СибНИПТИЖ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

Мейсснер Р. – д-р техн. наук, проф. кафедры управления водообеспечением, Институт сельскохозяйственных наук и проблем питания в Мартин-Лютер университете (Халле-Виттенберг, Германия)

Морузи И.В. – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой биологии, биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Нургазиев Р.З. – д-р вет. наук, профессор, акад. НАН КР, ректор КНАУ им. К.И. Скрябина (Бишкек, Кыргызстан)

Петухов В.Л. – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой ветеринарной генетики и биотехнологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Пищенко Е.В. – д-р биол. наук, проф. кафедры биологии, биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Поповски З. – д-р аграр. наук, проф., кафедры биохимии и генной инженерии Университета Св. Кирилла и Мефодия (Скопье, Македония)

Солошенко В.А. – д-р с.-х. наук, акад. РАН, научный руководитель направления СибНИПТИЖ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

Шарков И.Н. – д-р биол. наук, директор СибНИИЗиХ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

Шейко И.П. – д-р с.-х. наук, акад. НАН Республики Беларусь, первый зам. ген. директора РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» (Жодино, Беларусь)

Штерншис М.В. – д-р биол. наук, проф. кафедры защиты растений ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Технический редактор *Слобожанин Д.М.*
Компьютерная верстка *Зенина В.Н.*
Переводчик *Шмидт Л.В.*
Дата выхода в свет 29.10.2019 г. Свободная цена.
Формат 60 × 84 $^1/_8$. Объем 15,8 уч.-изд. л. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman». Заказ № 2210.

Отпечатано в ИЦ НГАУ «Золотой колос»
630039, РФ, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел. +7 (383) 267-09-10. E-mail: 213-45-39@mail.ru

© ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», 2019

VESTNIK NGAU

Novosibirsk State Agrarian University

Scientific journal

No. 3(52)2019

Editor-in-Chief – *G.A. Nozdrin,* Dr. of Veterinary Sc. Professor

The founder is Federal State State-Funded Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Agrarian University"

The journal is based in December, 2005

The journal is registered in the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technologies and Mass Media Certificate PI No. FS 77-35145

The materials are included into the database Agris, Ulrich's Periodicals Directory on a selective basis

E-journal is found at: www.elibrary.ru

Address:
630039, Novosibirsk,
160 Dobrolyubova Str., office 106g
VESTNIK NGAU
of Novosibirsk State Agrarian University
Tel: +7 (383) 264–23–62;
Fax: +7 (383) 264–25–46
E-mail: vestnik.nsau@mail.ru

Subscription index is 94091

Circulation is 500 issues

Editors:

Denisov A.S. – Dr. of Engineering Sc., Professor, Rector of NSAU, the Chairman of the Editorial Board, (Novosibirsk, Russia)

Nozdrin G.A. – Dr. of Veterinary Sc., Professor, the Editor-in-Chief, the Head of the Chair of Pharmacology and General Pathology at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Rudoi E.V. – Dr. of Economic Sc., Professor, the Deputy of Editor-in-Chief, Vice-Rector for Science and Research at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Editorial Board:

Abramov N.V. – Dr. of Agricultural Sc., Professor, the Head of the Chair of Soil Science and Agrochemistry at Northern Trans-Ural State Agricultural University (Tyumen, Russia)

Bezmaternykh D.K. – Dr. of Biological Sc., Vice-Director on Scientific Affairs at the Institute of Water and Environmental Problems SD RAS (Barnaul, Russia)

Beliaev A.A. – Dr. of Agricultural Sc., Professor, the Head of the Chair of Plant Protection at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Budazhapov L.V. – Dr. of Biological Sc., the Head of Buryat Research Institute of Agriculture SD RAS (Ulan-Ude, Russia)

Bulashev A.K. – Doctor of Veterinary Sc., Professor at the Chair of Biotechnology and Microbiology at Seifulin Kazakh Agrotechnical University (Nur-Sultan, Kazakhstan)

Byambaa B. – Doctor of Veterinary Sc., Academician of the Academy of Sciences in Mongolia, President of Mongolian Academy of Agricultural Sciences (Ulaan Baator, Mongolia)

Vesnina L.V. – Dr. of Biological Sc., Professor, the Head of Altai Branch of the State Research and Production Center for Fisheries (Barnaul, Russia)

Vlasenko N.G. – Dr. of Biological Sc., Academician of Russian Academy of Science, Senior Research Fellow, Siberian Research Institute of Farming and Agricultural Chemicalization (Novosibirsk, Russia)

Vyshegurov S.Kh. – Dr. of Agricultural Sc., Professor, the Head of the Chair of Botanics and Landscape Architecture, Vice-Rector for Economic and Social Affairs at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Galeev R.R. – Dr. of Agricultural Sc., Professor, the Head of the Chair of Crop and Feed Production at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Gamzikov G.P. – Dr. of Biological Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, Leading Research Fellow at Siberian Federal Research Centre of Agriculture and Biotechnology (Novosibirsk, Russia) Glavendekich M.M. – Dr. Biological Sc., Professor at the Chair of Landscape Architecture at the University of Belgrade (Belgrade, Serbia)

Goncharov N.P. – Dr. of Biological Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, Leading Research Fellow at Research Institute of Cytology and Genetics (Novosibirsk, Russia)

Dobrotvorskaia N.I. – Dr. of Agricultural Sc., Leading Research Fellow at Siberian Federal Research Centre for Agricultural Biotechnology RAS (Novosibirsk, Russia)

Donchenco A.S. – Dr. of Veterinary Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, the Scientific Supervisor of Siberian Federal Research Centre Agricultural Biotechnology (Novosibirsk, Russia)

Dubovskii I.M. – Dr. of Biological. Sc., the Head of the Laboratory of Biological Protection and Biotechnology at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Zhuchaev K.V. – Dr. of Biological Sc., Professor, the Head of the Chair of Animal Husbandry, Dean of Biology-Technological Faculty at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Kaufmann O. – Doctor of Agricultural Sc., Professor at Humboldt University, Faculty of Life Sciences, Albrecht Daniel Thaer - Institute of Agricultural and Horticultural Sciences, Honorary Doctor of Novosibirsk State Agrarian University (Berlin, Germany)

Kashevarov N.I. – Dr. of Agricultural Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, the Head of Siberian Federal Research Centre for Agricultural Biotechnology (Novosibirsk, Russia)

Kouril Ja. – Ph. D., Professor of the Laboratory of Artificial Fish Propagation and Intensive Aquaculture at the Faculty of Fisheries and Protection of Waters at University of South Bohemia (Ceske Budejovice, Czech Republic)

Kochetov A.V. – Dr. of Biological Sc., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, the Head of Siberian Federal Research Centre for Agricultural Biotechnology (Novosibirsk, Russia)

Mager S.N. – Dr. of Biological Sc., Professor, the Head of Siberian Research Institute of Animal Husbandry (Novosibirsk, Russia)

Meissner R. – Dr. tof Technical Sc., Professor at the Department of Water Management, Institute of Agricultural Sciences and Nutrition at Martin Luther University (Halle-Wittenberg, Germany)

Moruzi I.V. – Dr. of Biological Sc., Professor, the Head of the Chair of Biology, Bioresources and Aquaculture at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Nurgaziev R.Z. – Dr. of Veterinary Sc., Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Rector of Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin (Bishkek, Kyrgyzstan)

Petukhov V.L. – Doctor of Biological Sc., Professor, the Head of the Chair of Veterinary Genetics and Biotechnology at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Pishchenko E.V. – Dr. of Biological Sc., Professor at the Chair of Biology, Bioresources and Aquaculture at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Popowski Z. – Doctor of Agricultural Sc., Professor at the Chair of Biochemistry and Genetic Engineering at Ss. Cyril and Methodius University (Skopje, Macedonia)

Soloshenko V.A. – Doctor of Agricultural Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, Scientific Supervisor at Siberian Research Institute of Animal Husbandry (Novosibirsk, Russia)

Sharkov I.N. – Dr. of Biological Sc., the Head of Siberian Research Institute of Farming and Chemicalization Siberian Federal Research Centre for Agricultural Biotechnology RAS (Novosibirsk, Russia)

Sheiko I.P. – Doctor of Agricultural Sc., Academician of National Academy of Sciences of Belarus, Vice-Head of Animal Husbandry Research Institute at National Academy of Sciences of Belarus (Zhodino, Belarus)

Shternshis M.V. – Dr. of Biological Sc., Professor at the Chair of Plant Protection at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Typing: *Slobozhanin D. M.*
Desktop publishing: *Zenina V. N.*
Translator: *Shmidt L. V.*
Date of publication 29 october 2019. Free price.
Size is 60 × 84 $^{1}/_{8}$. Volume contains 15,8 publ. sheets. Offset paper is used.
Typeface "Times New Roman" is used. Order no. 2210.

Printed in "Zolotoy Kolos" Publ. of Novosibirsk State Agrarian University
160 Dobrolyubova Str., office 106, 630039 Novosibirsk. Tel.: +7 (383) 267-09-10
E-mail: 2134539@mail.ru

© FSSFEI HE "Novosibirsk State Agrarian University", 2019

АГРОНОМИЯ

Аверкина С.С. Региональные особенности и оценка методов определения подвижных фосфатов в почвах Новосибирской области 7

Волкова Л.В., Шешегова Т.К. Урожайность и содержание фотосинтетических пигментов в листьях яровой пшеницы при поражении септориозом 17

Гордеева Г.Н. Итоги интродукции видов рода *Cotoneaster* Medik. в степных условиях Хакасии 26

Кирьякова М.Н., Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Глушаков Д.А. **С**равнительное изучение сортов твёрдой пшеницы по элементам продуктивности и пластичности 33

Маракаева Т.В. Взаимосвязь урожайности и элементов продуктивности чечевицы 40

Николаев П.Н., Юсова О.А., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Адаптивность нового сорта ячменя ярового Омский 101 48

Синещеков В.Е., Ткаченко Г.И. Содержание нитратного азота в почве и продуктивность зерновых культур при длительной минимизации основной обработки по разным предшественникам 59

Тулинов А.Г. Косолапова Т.В. Сравнительная оценка отечественных и зарубежных образцов ежи сборной в условиях северного региона 67

ВЕТЕРИНАРИЯ и ЗООТЕХНИЯ

Беляева Н.Ю., Ашенбреннер А.И., Чекункова Ю.А., Хаперский Ю.А. Изучение метаболического статуса коров на фоне применения профилактических препаратов 74

Марченко В. А., Халиков С.С., Ефремова Е. А., Василенко Ю.А., Халиков М.С. Эффективность твердых дисперсий ивермектина и альбендазола при кишечных гельминтозах овец в Республике Алтай 82

Мингжун Лью, Саурбаева Р.Т., Венронг Ли, Себежко О.И., Андреева В.А. , Коновалова Т.В., Короткевич О.С. Влияние генотипа баранов-производителей романовской породы на аккумуляцию цинка в шерсти потомства 91

Орлова Т.Н. Влияние пробиотического препарата «Пропионовый» на продуктивные качества и гематологические показатели цыплят-бройлеров 98

Рачков И.Г., Погодаев В.А., Кононова Л.В., Смирнова Л.М. Влияние различных технологий содержания на физическое и физиологическое развитие ремонтных свинок 105

Тимофеева М.А., Ларина О.Н., Шкиль Н.А. Биологические свойства и чувствительность к антибиотикам бактерий рода *Salmonella*, изолированных из продукции птицеводства 112

Чеченихина О.С., Казанцева Е.С., Степанова Ю.А., Смирнов М.Н. Продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы в разных экологических областях Урала 120

AGRONOMY

Averkina S.S. Regional features and evaluation of the methods aimed at labile phosphates determination in the soil of Novosibirsk region 7

Volkova L.V., Shcheshegova T.K. Crop yield and concentration of photosynthetic pigments in the leaves of the spring wheat when them suffering from Septoria blight 17

Gordeeva G.N. Introduction results of Cotoneaster Medik in the steppe conditions of the Republic of Khakassia 26

Kiriakova M.N., Evdokimov M.G., Iusov V.S., Glushakov D.A. Comparative investigation of the durum varieties (Triticum durum) on the elements of productivity and plasticity 33

Marakaeva T.V. Relation between the crop yield and productivity elements of lentil 40

Nikolaev P.N., Iusova O.A., Aniskov N.I., Safonova I.V. Adaptivity of new variety of Omskiy 101 spring barley. 48

Sineshchekov V.E., Tkachenko G.I. Concentration of nitrate nitrogen in the soil and productivity of crops when long-term minimizing of tillage according to various forecrops. 59

Tulinov A.G. Kosolapova T.V. Comparative assessment of national and foreign samples of cocksfoot grass in the northern region. 67

VETERINARY SCIENCE AND LIVESTOCK FARMING

Beliaeva N.Iu., Ashenbrenner A.I., Chekunkova Iu.A., Khaperskiy Iu.A. The study of cows' metabolic status when applying prevention specimens 74

Marchenko V.A., Khalikov S.S., Efremova E.A., Vasilenko Iu.A., Khalikov M.S. The effect of solid dispersions of ivermectin and albendazole when sheep experiencing nodular worm disease in the Republic of Altai 82

Mingjun Liu, Saurbaeva R.T. Wenrong Li, Sebezhko O.I., Andreeva V.A., Konovalova T.V., Korotkevich O.S. The impact of the Roman stud rams' genotype on the accumulation of zinc in the wool 91

Orlova T.N. The impact of probiotic "propionovyy" on the productivity and hematological features of broilers ... 98

Rachkov I.G., Pogodaev V.A., Kononova L.V., Smirnova L.M. The impact of animal management technologies on the physical and physiological development of replacement gilts 105

Timofeeva M.A., Larina O.N., Shkil N.A. Biological features and response of Salmonella bacteria isolated from poultry products to antibiotics 112

Chechenikhina O.S., Kazantseva E.S., Stepanova Iu.A., Smirnov M.N. Productive longevity of Black-and-White cows in different ecological areas of the Ural zone 120

АГРОНОМИЯ

УДК631.811.2 DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-7-16

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОСФАТОВ В ПОЧВАХ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

С.С. Аверкина, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Сибирский НИИ земледелия и химизации СФНЦА РАН, Новосибирск, Россия
E-mail: averkina36@mail.ru

Ключевые слова: **подвижный фосфор, методы, шкалы, фосфорные удобрения, диагностика, чернозем, плодородие, стандарт**

Реферат. ***Обобщены результаты многолетних исследований пригодности существующих методов определения подвижных фосфатов для оценки эффективности фосфорных удобрений. Стандартные методы определения фосфора по Труогу и Чирикову извлекают из почвы большое количество труднодоступных форм, а существующие шкалы для определения потребности почв в этом элементе для зерновых культур не позволяют объективно оценить плодородие черноземов Новосибирской области. Обсуждается использование буферных смесей, кислотных и солевых экстрагентов для диагностики фосфорного питания растений. На почвах черноземного типа проведение периодической диагностики предлагается осуществлять методом Николова и ЛАК-методом. Они характеризуют фактические запасы доступного фосфора в почве. В течение вегетационного периода необходимо проведение оперативной диагностики с помощью метода Карпинского – Замятиной. Метод определяет степень перехода фосфора в почвенный раствор и наличие остаточных фосфатов. Количество энергии, необходимое для извлечения фосфора из почвенных соединений, предлагается определять методом Скофилда. Величина его зависит от поглотительных свойств почвы и носит региональный характер. Для всех изучаемых методов предложены новые шкалы обеспеченности черноземов Новосибирской области, которые позволяют в каждом случае решать вопрос о целесообразности внесения фосфорных удобрений и дать правильную оценку при изучении диагностики фосфорного питания растений.***

REGIONAL FEATURES AND EVALUATION OF THE METHODS AIMED AT LABILE PHOSPHATES DETERMINATION IN THE SOIL OF NOVOSIBIRSK REGION

Averkina S. S., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Research Fellow

Siberian Research Institute of Agriculture and Chemicalization, Novosibirsk, Russia

Key words: labile phosphorus, methods, scales, phosphate fertilizers, diagnostics, black soil, fertility, standard.

Abstract. *The paper summarizes the results of many-year research on applying the existing methods for determining labile phosphates aimed at evaluation of the phosphorus fertilizers effect. The standard methods of phosphorus determination according to Truog and Chirikov suggests extracting a large amount of hard-to-reach forms from the soil. The existing scales for determining the soil needs inside this element for crops do not allow to evaluate objectively the fertility of black soil in the Novosibirsk Region. The application of buffer mixtures, acid and salt extractants for the diagnosis of phosphorus nutrition of plants is discussed. The authors suggest to explore black soil according to the Nikolov method and the LAC- method. They characterize the actual reserves of available phosphorus in the soil. During the growing season, it is necessary to carry out operational diagnostics using Karpinsky–Zamyatina method. The method determines the degree of transition of phosphorus to the soil fluid and the presence of residual phosphates. The amount of energy required to extract phosphorus from soil compounds is suggested to be determined by the Scofield method. Its value depends on the absorption properties of the soil and is regional in nature. For all the methods studied the new scales for the supply of black soil in the Novosibirsk Region were proposed. These scales give opportunity to find out the appropriateness of applying phosphorus fertilizers and give a correct assessment during the study of the diagnosis of phosphorus nutrition of plants.*

Доступность растениям фосфора в почве зависит от физико-химических процессов мобилизации и иммобилизации этого элемента. Поэтому при использовании химического метода определения подвижного фосфора необходимо определить, насколько его показатель коррелирует с величиной урожайности и отзывчивостью растений на вносимые удобрения [1]. Доминирующими при проведении агрохимического обследования остаются методы с использованием кислотных экстрагентов. Существенным недостатком всех методов определения подвижных фосфатов в почве является вторичное осаждение [2].

При воздействии на почву экстрагента происходят процессы, имеющие противоположные направления, а именно, растворение фосфора различных почвенных соединений и осаждение ионов P_2O_5 катионами и другими компонентами, перешедшими из твердой фазы в почвенный раствор. Распределение растворимых фосфатов между вытяжкой и почвой зависит от экстрагента, свойств почвы и её способности фиксировать фосфаты [2].

Содержание фосфора в почвах, определяемое химическими методами, дает только представление о потенциальных запасах элемента, поскольку методы неадекватно имитируют возможности биологических объектов по потреблению фосфора из почвы.

Ученые справедливо признают возможным объективно и надежно оценивать фосфорное состояние почв и прогнозировать эффект от вносимых удобрений на основе нескольких дополняющих друг друга показателей или на основании подбора такого экстрагента, который бы учитывал наиболее вероятные формы соединений фосфора в почве, непосредственно участвующих в питании растений в данном вегетационном году [1,3].

При разработке методов определения подвижного фосфора на почвах черноземного типа была поставлена цель предложить реактив, равновесный корневой системе растений по способности к его растворению. Задача эта до сих пор не решена. В практике работы сибирских агрохимических и почвенных учреждений в разной степени узаконены для определения потребности почв в фосфорных удобрениях методы Чирикова, Труога, Францесона, Карпинского-Замятиной, Эгнера-Рима. С этими методами проводилась наша работа.

ОБЬЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Достоинством химических методов определения доступного фосфора в почвах является то, что значения pH экстрагентов находятся в интервале <5,5–5,0. Они извлекают фосфор из разноосновных фосфатов кальция и полуторных окислов. Применение буферных рас-

творов (метод Эгнера-Рима) предотвращает вторичное осаждение фосфора.

Для почв черноземного типа использовали метод Чирикова (0,5 н. CH_3COOH; pH=2,5; почва : раствор 1 : 25), Труога (0,002 н. H_2SO_4+ $(NH_4)_2SO_4$; pH=3,0; почва : раствор 1 : 200), Францесона (0,006 н. HCl; pH=3,1; почва : раствор 1 : 10), Карпинского-Замятиной (0,03 н. K_2SO_4; почва : раствор 1 : 5), Эгнера-Рима (0,04 н. $(CH_3COO)_2Ca \cdot 5H_2O$ + 5н. HCl; pH=3,5–3,7; почва : раствор 1 : 50). Фракционный состав фосфатов определяли по методу Гинзбург-Лебедевой [4].

Требования к разрабатываемым методам включают в себя хорошую воспроизводимость, возможность применения на почвах с различной реакцией среды, методическую простоту, определение в вытяжке наряду с фосфором и других элементов.

Многочисленные изыскания научно-исследовательских учреждений и Государственной агрохимической службы Западной Сибири, и в частности в Новосибирской области, показали, что оценка нуждаемости почв в доступном (подвижном) фосфоре по существующим стандартным методикам и шкалам к ним не соответствует фактической обеспеченности этим элементом. В результате рекомендации по применению фосфорных удобрений приводят к ошибочному распределению туков и в итоге к недобору зерна.

Наши исследования по диагностике фосфорного питания растений проводились в 1963–1990 гг. Почвенные образцы для анализа были отобраны при маршрутном агрохимическом обследовании, а также в многолетних полевых и вегетационных опытах с минеральными удобрениями в слое 0–20 см [5–7].

Определение запасов подвижного фосфора осуществлялось вышеназванными методами. В качестве стандарта использовался метод Чирикова. Объектами изучения были пахотные почвы черноземного типа Новосибирской области, которые составляют основной фонд плодородных земель. В полевых опытах с яровой пшеницей изучалась эффективность фосфорных удобрений. В течение вегетации определяли содержание подвижного фосфора изучаемыми методами и сопоставляли его с урожайностью зерна.

Динамика подвижного фосфора также изучалась в вегетационных опытах при оптимальной влажности (60 % от полной влагоёмкости). Изменение подвижного фосфора в почве наблюдали с помощью вышеназванных методов и рассчитывали корреляционные связи между ними по методу Доспехова [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Систематический мониторинг качественного состояния пахотных земель Новосибирской области в отношении определения подвижного фосфора по Чирикову показал, что средневзвешенное содержание его в течение более 40 лет колебалось в пределах 117–147 мг/кг почвы, что соответствует повышенной обеспеченности почв этим элементом [9]. В годы интенсивного применения минеральных удобрений (1981–1990 гг.) его величина изменялась незначительно в показаниях всех классов (групп) обеспеченности.

Наши исследования [5–7] свидетельствуют, что метод Чирикова обладает большой силой растворения и всегда дает преобладание труднорастворимых фосфатов над легкорастворимыми. Для сравнительного определения количества фосфора, извлекаемого кислотными вытяжками (по Труогу, Чирикову, Францесону), проанализированы 300 почвенных образцов из пахотного слоя почв Новосибирской области. Для метода Чирикова и Труога была взята шкала, предложенная Почвенным институтом им. В. В. Докучаева [4]. Для метода Францесона использована шкала, разработанная А. Е. Кочергиным для сибирских почвенных условий [6, 7].

При определении фосфора по методу Францесона 81 % образцов были отнесены к 1-му и 2-му классам согласно существующей шкале для этого метода. При использовании метода Чирикова и Труога около половины образцов характеризовалось повышенным, высоким и очень высоким содержанием подвижного фосфора (табл. 1).

Таблица 1

Распределение почвенных образцов по классам обеспеченности подвижным фосфором
Distribution of soil samples according to the security classes of labile phosphorus

Степень обеспеченности фосфором	Метод					
	Францесона		Чирикова		Труога	
	P_2O_5, мг/кг	% образцов	P_2O_5, мг/кг	% образцов	P_2O_5, мг/кг	% образцов
Очень низкая	0–5	53	0–20	Нет	0–30	Нет
Низкая	5–10	28	21–50	15	31–70	12
Средняя	10–15	16	51–100	35	71–120	32
Повышенная	15–20	3	101–150	21	121–180	26
Высокая	20	Нет	151–200	26	181–250	27
Очень высокая	Нет	Нет	>200	3	>250	3

По нашему мнению, различия в оценке обеспеченности рассматриваемых почв подвижным фосфором по методам Чирикова и Труога, с одной стороны, и методу Францесона – с другой, обусловлены несоответствием принятых шкал. Сравнение результатов полевых опытов с фосфорными удобрениями и аналитических данных показало, что рекомендованный для черноземов метод Чирикова менее всего реагирует на внесение различных доз по сравнению с методом Францесона [5, 6].

В полевых опытах с яровой пшеницей на черноземах выщелоченных в течение 4 лет (опыты 1–4) изучалась эффективность фосфоросодержащих туков. В течение вегетации (кущение, цветение, восковая спелость) определяли содержание в почве подвижного фосфора разными методами и сопоставляли его с урожайностью зерна. Наиболее показательными оказались данные, полученные при сравнительном изучении обеспеченности почвы элементом в фазу кущения и урожайности зерна исследуемой культуры (табл. 2).

Независимо от колебаний величин подвижного фосфора по годам исследований, наиболее высокий коэффициент корреляции получен при сопоставлении урожайности зерна пшеницы с показаниями метода Францесона. Тесная обратная связь получена и для метода Эгнера-Рима, однако лишь в варианте с удобрениями.

Уксуснокислая вытяжка Чирикова во все годы исследований показывала высокую обеспеченность пшеницы подвижным фосфором. При этом коэффициент корреляции был самый низкий. С целью выявления чув-

Таблица 2

Связь между урожайностью яровой пшеницы и содержанием подвижного фосфора в почве в фазу кущения
Relations between spring wheat yield and the concentration of labile phosphorus in the soil during the tillage

Вариант опыта	Урожайность зерна, т/га	P_2O_5 в почве (мг/кг) по показаниям методов		
		Францесона	Эгнера-Рима	Чирикова
Опыт 1				
Контроль	0,69	14,0	35,0	183,0
P_{40}	1,02	14,0	67,0	202,5
Опыт 2				
Контроль	2,19	8,5	35,0	107,0
P_{40}	2,46	9,0	47,0	124,5
Опыт 3				
Контроль	1,15	8,5	50,0	85,0
P_{40}	1,25	9,0	83,0	112,5
Опыт 4				
Контроль	3,17	6,0	46,5	99,0
P_{40}	3,49	6,5	36,5	103,0
Коэффициент корреляции				
Контроль		-0,848±0,167	0,230±0,779	-0,554±0,458
P_{40}		-0,920±0,093	-0,908±0,106	-0,652±0,362

ствительности и практической применимости стандартного метода Чирикова было проведено сравнение показаний его с содержанием высокоосновных фосфатов в пахотных горизонтах Приобского плато [10], в результате чего установлена прямая зависимость между ними (r=0,862 ± 0,160).

Увеличение содержания в почве фосфатов кальция третьей группы на 1 мг/кг приводит к повышению данных метода Чирикова на 4 мг/кг. Таким образом, практически все изменения показания этого метода примерно на 74 % обусловлены содержанием в почве высокоосновных фосфатов кальция.

Изложенные выше факторы свидетельствуют о том, что при практическом использовании метода Чирикова необходимо учитывать специфику фосфатного фонда региона, который определяется составом почвообразующих пород, валовыми запасами фосфора, гранулометрическим составом, содержанием высокоосновных фосфатов кальция. В соответствии с названными факторами в Новосибирской области выделяются три провинции [10–12].

Почвы первой провинции (Приобье, Присалаирье, Колывань-Томская возвышенность) отличаются слабой растворимостью высокоосновных фосфатов кальция (14–16 %). На долю окклюдированных фосфатов, практически недоступных растениям, приходится 20–22 % от валового фосфора. Химическому осаждению фосфора способствует значительное количество кальция в профиле почв. Поэтому концентрация ионов фосфора довольно низкая. На почвах этой провинции при значительных запасах P_2O_5 по методу Чирикова отмечается положительное действие фосфорных удобрений.

В почвах второй провинции (Северная Кулунда) превалируют минеральные формы фосфатов – 53,5 %. Химическое осаждение их происходит по причине большого количества солей кальция, трудногидролизуемой апатитовой фракции и железофосфатов. Между тем легкий гранулометрический состав почв при высоком содержании солей натрия и магния повышает доступность фосфора.

В Барабинской низменности (переходная зона к третьей провинции) органические фосфаты также преобладают над минеральными, но солонцеватость почв обеспечивает повышенную концентрацию ионов в почвенном растворе.

В Новосибирском Приобье метод Чирикова не дает объективной картины обеспеченности почв подвижным фосфором. Как в полевых, так и в вегетационных опытах фосфоросодержащие туки перестают действовать лишь при содержании в почве фосфора по Чирикову более 250 мг/кг.

В Северной Кулунде высоким является уровень уже не 250, а 190 мг/кг. В почвах восточной части Барабы данный предел составляет 250 мг/кг, а в Центральной части – всего лишь 150 мг/кг.

На основании полученных данных в Сибирском НИИ земледелия и химизации была разработана шкала обеспеченности черноземов Новосибирской области подвижным фосфором для метода Чирикова [10–12]. Откорректированная шкала учитывает региональные особенности фосфатного фонда территории (табл. 3).

Таблица 3

Шкалы обеспеченности зерновых культур подвижным фосфором для чернозёмов Новосибирской области (по Чирикову)

Scales of the supply of crops with labile phosphorus for black soil in the Novosibirsk region (according to Chirikov)

Обеспеченность почв P_2O_5, мг/кг	Шкала агрохимслужбы	Шкала Сибирского НИИ земледелия и химизации				
		Новосибирское Приобье	Присалаирье	Северная Кулунда	Восточная Бараба	Центральная Бараба
Очень низкая	<20	-	-	-	-	-
Низкая	21–50	70–120	70–120	50–150	50–120	50–80
Средняя	51–100	120–190	120–190	150–190	120–200	80–120
Повышенная	101–150	-	-	-	-	-
Высокая	151–200	>250	>200	>190	>250	>150
Очень высокая	>200	-	-	-	-	-

Таким образом, на черноземах Новосибирской области, где преобладают малодоступные растениям высокоосновные фосфаты кальция и их окклюдированные формы, для периодической диагностики фосфорного питания зерновых культур целесообразно использовать метод Чирикова с учетом откорректированной шкалы.

В наших исследованиях [5–7] корректировка шкал в вегетационных опытах показала, что удобрения перестают действовать на Присалаирской дренированной равнине при содержании P_2O_5 по Чирикову 200 мг/кг, на Приобском плато – 160 и в Восточно-Барабинском районе – 240 мг/кг почвы.

При равных запасах доступного фосфора растения не всегда в одинаковой степени обеспечены этим элементом. Н.П. Карпинский и В.Б. Замятина [4] считают необходимым ввести показатель определения подвижности, или фосфатного уровня почвенных фосфатов (фактор емкости). Подвижность почвенных фосфатов определяется интенсивностью перехода фосфат-ионов из почвы в раствор. В качестве показателя подвижности используется концентрация P_2O_5 в солевой вытяжке (0,03 н. K_2SO_4) при отношении почвы к раствору 1:10.

Для сравнения изучаемых методов и фосфатного уровня в почвах Новосибирской области нами было взято 125 образцов из пахотного горизонта в двух совхозах области (Тальменском и Красноярском) и почвы Новосибирской сельскохозяйственной опытной станции [6].

Исследованиями установлено, что фосфатный уровень равен в среднем 0,07 мг P_2O_5 в 1л раствора. Содержание фосфора колебалось в пределах 0,043–0,097 мг/л. При этом была обнаружена положительная довольно тесная корреляция (r=0,778±0,01) фосфатного уровня с показателями метода Францесона и низкая и недостоверная связь с методом Чирикова (0,171±0,65). Фосфатный уровень почвы находился в соответствии с выносом фосфора растениями.

Положительная корреляция фосфатного уровня с показателями метода Францесона, очевидно, свидетельствует, что фосфаты, извлекаемые солянокислой вытяжкой, относятся к соединениям, переходящим в раствор и поддающимися растворению корнями растений.

Дальнейшее изучение фосфатного уровня как диагностического показателя по фосфору было проведено на почвах сортоучастков и базовых хозяйств Новосибирской области [13]. Авторами предложена шкала обеспеченности почв легкоподвижным фосфором по Карпинскому и Замятиной (табл. 4).

В других исследованиях [14] на основе сопоставления почв сортоучастков с их неокультуренными аналогами авторы предлагают определять степень окультуренности почв (СОП) по отношению содержания P_2O_5 по Карпинскому-Замятиной (мг/кг) и содержания по Чирикову (мг/ 100 г почвы), умноженному на 10^{-3}.

Таблица 4

Градация обеспеченности почв подвижными фосфором (мг/кг) по Карпинскому-Замятиной для зерновых культур
Gradation of the enrichment of soils with labile phosphorus (mg / kg) according to Karpinsky-Zamyatina for grain crops

Уровень обеспеченности	Содержание P_2O_5
Низкий	До 0,35
Средний	0,36–0,65
Повышенный	0,66–1,0
Высокий	1,1–1,5
Очень высокий	Более 1,5

Так называемый фосфатный индекс (отношение) представлен в виде шкалы, где нижеследующие показатели означают: < 4 неокультуренные почвы; 5–7 слабоокультуренные почвы; >10 высокоокультуренные почвы. Таким образом, параллельное определение P_2O_5 в почве этим методом дает полную характеристику фосфатного состояния почв.

Освобождение фосфора из твердой фазы почвы и поглощение его растениями в течение вегетационного периода снижает концентрацию фосфора в почвенном растворе. Эти изменения, кроме других факторов, происходят под влиянием повышения или понижения влажности. В вегетационных опытах нами [6, 7] сравнивались три метода определения P_2O_5 на почвах черноземного типа: Францесона, Эгнера-Рима, Чирикова. Между содержанием фосфора,

определенного по Францесону, и количеством продуктивной влаги выявлена достоверная обратная линейная корреляция (r = – 0,923±0,08). Несколько непонятна положительная связь этих показателей при анализе по методу Эгнера-Рима (r=0,693±0,26), достоверность которого не подтверждается, так как $t_{факт}$ меньше $t_{табл}$, коэффициент детерминации $r^2 = 48\%$.

Коэффициенты корреляции метода Чирикова выражаются в малых единицах, и прямолинейной связи между этими показателями не наблюдается. В зоне действия лактатного растворителя Эгнера-Рима, очевидно, соотношение между усвояемыми и труднодоступными формами складывалось в пользу последних.

Многолетние исследования на почвах Новосибирской области показали [11], что одновременно с использованием метода Чирикова для контроля за фосфатным состоянием почв можно проследить, кроме фосфатного уровня (метод Карпинского-Замятиной), показания фосфатного потенциала по методу Скофилда (вытяжка 0,01 М $CaCl_2$). Автор метода выражал его через сумму двух химических потенциалов ионов Са и H_2PO_4, которые регулируют доступность фосфора растениям, характеризуют величину энергии, необходимую для извлечения его из почвенных соединений и зависят от поглотительных свойств почв. Последние носят региональный характер. Для характеристики почв чернозёмного типа Новосибирской области предложена шкала для этого показателя. Оптимальные условия питания пшеницы наступают в почвах Приобья и Присалаирья при содержании P_2O_5 0,2–0,3 мг/л, в Барабе – 0,3–0,4, в Северной Кулунде – 0,2–0,3 мг/л.

Таким образом, вышеназванные исследования на почвах чернозёмного типа Новосибирской области показали несовершенство стандартного метода Чирикова для определения доступного фосфора.

В Сибирском НИИ земледелия и химизации СФНЦА для изучения оптимальных параметров фосфорного питания зерновых культур на почвах чернозёмного типа предложены дополнительно другие методы [15]. Ю.И. Берхин с сотрудниками проводили определение доступного фосфора методами Николова и ЛАК-методом. Метод Николова основан на извлечении фосфора и других элементов аммонием яблочнокислым (pH 5,7) при отношении почвы к раствору 1 : 20. ЛАК-метод извлекает фосфор смесью молочнокислого и уксуснокислого кальция, забуференного уксусной кислотой до pH 4,1 при отношении почвы к раствору 1 : 20. ЛАК-метод апробирован на почвах черноземного типа в 19, метод Николова – в 7 хозяйствах Новосибирской области.

В полевых и вегетационных опытах с фосфорными удобрениями проведено сопоставление продуктивности пшеницы и содержания P_2O_5 в вытяжках по методам Чирикова, Николова и ЛАК-метода. Метод Николова и ЛАК-метод показали высокие коэффициенты корреляции (r = 0,85–0,93). По методу Чирикова наблюдалось несоответствие оценки фосфорного питания растений и их реакции на внесение удобрений. Получены низкие коэффициенты корреляции. Авторы разработали шкалы обеспеченности почв этим элементом к методам Николова и ЛАК-методу и рекомендуют проводить контроль за условиями фосфорного питания растений. Авторы предложили понятие периодической диагностики, которая позволяет характеризовать фактические запасы доступного фосфора в почве, определяемые этими методами. Наиболее подвижные формы фосфора, которые изменяются в течение вегетационного периода, авторы предлагают проверять в солевой вытяжке (0,03 н. K_2SO_4) по методу Карпинского-Замятиной. С помощью так называемой «оперативной диагностики» ведутся наблюдения рано весной или поздно осенью. Она характеризует степень перехода фосфат-ионов в почвенный раствор и наличие остаточных фосфатов для питания растений в ближайший вегетационный период.

Наряду с применением уже испытанных методов, в настоящее время ведется поиск нового экстрагента, который извлекает наиболее доступные формы соединений фосфора, участвующие в питании растений в течение вегетационного сезона [3,16,17]. Требования

к разрабатываемому методу включают в себя хорошую воспроизводимость, возможность применения на почвах с различной реакцией среды, методическую простоту, возможность определения в вытяжке наряду с фосфором и других элементов. А. В. Пуховским предложена модификация метода Францесона определения легкодоступных фосфатов в 0,01М HCl. Для каждого метода разработаны соответствующие шкалы обеспеченности почв подвижным фосфором [18].

В настоящее время в НИИ земледелия и химизации СФНЦА РАН продолжаются исследования по сравнению методов определения доступного фосфора на выщелоченных черноземах на базе многолетних стационарных полевых опытов, включающих 3- и 4-польные севообороты, севооборот без пара и другие агрофоны. Динамика фосфора в почве отслеживается с помощью методов Чирикова, Николова, Карпинского-Замятиной и ЛАК- метода.

По количеству извлекаемого из почвы фосфора исследованные методы образуют следующий убывающий ряд: метод Чирикова, ЛАК-метод, метод Николова, метод Карпинского-Замятиной. Если результаты, получаемые методом Чирикова, принять за 100%, то данные ЛАК-метода будут составлять примерно 18%, метода Николова – 14 и метода Карпинского-Замятиной – всего лишь 0,4%. Ни один из методов не отражал устойчиво изменение содержания соединений фосфора в почве в течение вегетационного периода (под культурой или в паровом поле). Однако все методы достаточно четко регистрировали увеличение содержания подвижных фосфатов в почве при многолетнем применении фосфорного удобрения. Под влиянием 16-летнего применения P_{30} (в расчете на год) содержание P_2O_5 в почве 4-польного зернопарового севооборота увеличилось (мг/кг): по методу Чирикова – с 278 до 338 (22%), ЛАК – с 26 до 82 (215%), Николова – с 22 до 60 (173%) и Карпинского-Замятиной – с 0,37 до 2,29 (619%) (по материалам научного отчёта 2018 г.).

Дальнейшее изучение фосфорного питания растений и выявление оптимального метода для его диагностики послужит основанием для практических мер по сохранению плодородия почв Новосибирской области и рациональному использованию фосфорных удобрений.

ВЫВОДЫ

1. Изучение фосфорного питания зерновых культур на почвах чернозёмного типа в Новосибирской области с помощью принятых методик показало их несовершенство. Существенным недостатком всех методов определения доступного фосфора является химическое осаждение его за счет обилия солей кальция труднодоступной апатитовой фракции и железофосфатов.

2. В почвах Новосибирской области проведено сравнение методов Труога, Чирикова, Эгнера-Рима, Францесона, Карпинского-Замятиной, Николова, Скофилда и ЛАК-метода. Растворители, применяемые в этих методах, извлекали из почвы разное количество фосфора. Наибольшее содержание его обнаружено по методам Труога и Чирикова, наименьшее – по Францесону и Карпинскому-Замятиной.

3. Растворители методов Чирикова и Труога извлекают из почвы труднодоступные для растений формы фосфора. Принятый в агрохимической службе метод Чирикова необходимо использовать с учетом разработанной шкалы, которая учитывает региональные особенности фосфатного фонда почв черноземного типа Новосибирской области.

4. Методы Эгнера-Рима, Францесона и Карпинского-Замятиной извлекают из почвы наиболее подвижные формы фосфора, которые используются в течение текущего вегетационного периода.

5. Динамика фосфора по методу Чирикова и Труога не находилась в прямой связи с почвенными условиями и потреблением его растениями.

6. Для проведения периодической диагностики, которая характеризует фактические запасы доступного фосфора в почве, предложены методы Николова и ЛАК-метод. В вегетационных и полевых опытах с фосфорными удобрениями метод Чирикова дает низкую оценку фосфорного питания и реакции на внесение

удобрений. Метод Николова и ЛАК-метод показали высокие коэффициенты корреляции.

7. Для проведения оперативной диагностики, которая характеризует степень перехода фосфат-ионов в почвенный раствор и наличие остаточных фосфатов, целесообразно пользоваться методом Карпинского-Замятиной. Разработана шкала для этого метода.

8. Для контроля за фосфатным состоянием почв предлагается метод Скофилда, который дает величину энергии, необходимой для извлечения фосфора из почвенных соединений, зависит от поглотительных свойств почв и носит региональный характер. Для почв чернозёмного типа Новосибирской области предложены показатели для этого метода, характеризующие оптимальные условия фосфорного питания растений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Чумаченко И.Н.* Аспекты исследования фосфорного режима оптимизации эффективности фосфорных удобрений // Совершенствование методологии исследований фосфатного режима почв, оптимизация фосфорного питания и баланса фосфора в агроэкосистемах: материалы междунар. симп. – М., 1999. – С. 23–26.
2. К*узьмич* М.А. Оценка методов определения подвижных фосфатов // Агрохим. вестн. – 2002. – № 2 – С. 28–30.
3. *Методы* оценки показателей фосфатного состояния почв России и пути их совершенствования / В.Г. Сычев, П.Д. Музыкантов, Р.Н. Попова [и др.] // Совершенствование методологии исследований фосфатного режима почв, оптимизация фосфорного питания и баланса фосфора в агросистемах: материалы междунар. симп. – М., 1999. – С. 10–22.
4. *Гинзбург К.Е.* Методы определения фосфора в почве // Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – С. 106–187.
5. *Аверкина С.С.* Сравнительная оценка методов определения фосфора в чернозёмах Приобья Новосибирской области в связи с применением удобрений: автореф. дис. … канд с.-х. наук. – Новосибирск, 1971.– 25 с.
6. *Аверкина С.С.* Методы определения подвижных фосфатов на чернозёмах Сибири. – Б.М., Lap Lambert Akademic Pablishing, 2012. – С. 6–92.
7. *Аверкина С.С.* Определение подвижных фосфатов в почвах Новосибирской области // Плодородие почв и питание растений: сб. науч. тр. СибНИИЗхим. – Новосибирск, 1989. – С. 85–89.
8. *Доспехов Б. А.* Методика опытного дела. – М.: Колос, 1968. – С. 352.
9. *Степанов М.И., Ефимова Г.И.* Оценка плодородия пахотных почв Новосибирской области // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2001. – № 5–6. – С. 13–18.
10. *Антипина Л.П* Диагностика почвенного питания фосфором под зерновые культуры в Западной Сибири // Применение фосфорных удобрений: науч.-техн. бюл. / СибНИИЗхим. – 1989. – № 1. – С. 3–9.
11. *Оптимизация* фосфатного режима почв Новосибирской области: метод. рекомендации / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИЗхим; Л.П. Антипина, Л.П. Малыгина, А. И. Южаков [и др.]. – Новосибирск, 1990. – С. 22.
12. *Научное* обоснование распределения фосфорных удобрений по Новосибирской области: рекомендации / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИЗхим; Л.П. Антипина, Н.К. Пашкович, С.С. Аверкина [и др.]. – Новосибирск, 1986. – С. 31.
13. *Чагина Е.Г., Берхин Ю.И. Хацевич А.И.* Изменение плодородия почв при интенсивном земледелии. – Новосибирск: Наука СО РАН, 1986. – С. 3–56.
14. *Берхин Ю.И., Чагина Е.Г.* Одновременное определение азота нитратов и фосфора в солевой вытяжке// Агрохимия. – 1983. – № 1. – С. 119–121.
15. *Берхин Ю.И., Чагина Е.Г. Янцен Е.Д.* Проблемы диагностики фосфорного питания в условиях интенсивного земледелия // Почвенно-агрохимические проблемы интенсификации земледелия: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИЗхим. – Новосибирск, 1989. – С. 128–137.

16. *Пуховский А. В.* Моделирование мобилизационных процессов в почве // Агрохим. вестн. – 2002. – № 6. – С. 12–13.
17. *Пуховский А.В.* Экспрессионный метод определения степени подвижности почвенных фосфатов // Агрохим. вестн. – 2000. - №6. – С. 32–34.
18. *Практикум* по агрохимии / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, О.А. Емельянчик [и др.]. – М., 2001. – С. 660–661.

REFERENCES

1. Chumachenko I.N. *Aspekty issledovanija fosfornogo rezhima optimizacii jeffektivnosti fosfornyh udobrenij* (Aspects of the study of the phosphorus mode of optimizing the effectiveness of phosphorus fertilizers), Proceeding of the International Symposium, Moscow, 1999, pp. 23–26. (In Russ.)
2. Kuz'mich M.A. Ocenka metodov opredelenija podvizhnyh fosfatov, *Agrohimicheskij vestnik*, 2002, No. 2, pp. 28–30. (In Russ.)
3. Sychev V.G., Muzykantov P.D., Popova R.N. *Metody ocenki pokazatelej fosfatnogo sostojanija pochv Rossii i puti ih sovershenstvovanija* (Methods for assessing indicators of the phosphate state of soils in Russia and ways to improve them), Proceeding of the International Symposium, Moscow, 1999, pp. 10–22. (In Russ.)
4. Ginzburg K.E. *Agrohimicheskie metody issledovanija pochv* (Agrochemical soil research methods), Moscow, Nauka, 1975, 187p.
5. Averkina S.S. *Sravnitel'naja ocenka metodov opredelenija fosfora v chernozjomah Priob'ja Novosibirskoj oblasti v svjazi s primeneniem udobrenij* (Comparative evaluation of methods for the determination of phosphorus in chernozems of the Ob region of the Novosibirsk region in connection with the use of fertilizers), Extended abstract of candidate's thesis, Novosibirsk, 1971, 25 p.
6. Averkina S.S. *Metody opredelenija podvizhnyh fosfatov na chernozjomah Sibiri* (Methods for the determination of mobile phosphates on chernozems of Siberia), Lap Lambert Akademic Pablishing, 2012, 92 p.
7. Averkina S.S. Opredelenie podvizhnyh fosfatov v pochvah Novosibirskoj oblasti, *Plodorodie pochv i pitanie rastenij. Sb. nauch. tr.SibNIIZhim*, 1986, pp. 85–89. (In Russ.)
8. Dospehov B.A. *Metodika opytnogo dela* (Experimental Technique), Moscow, Kolos, 1968, 352 p.
9. Stepanov M.I., Efimova G.I. Ocenka plodorodija pahotnyh pochv Novosibirskoj oblasti, *Sibirskij vestnik s.h. nauki*, 2001, No. 5–6, pp. 13–18. (In Russ.)
10. Antipina L.P Diagnostika pochvennogo pitanija fosforom pod zernovye kul'tury v Zapadnoj Sibiri, Primenenie fosfornyh udobrenij, *Nauch. – tehnich. bjul.*, Novosibirsk, SIBNIIZhim, 1989, No. 1, pp. 3–9 (In Russ.)
11. Antipina L.P., Malygina L.P., Juzhakov A.I. *Optimizacija fosfatnogo rezhima pochv Novosibirskoj oblasti* (Optimization of the phosphate regime of soils in the Novosibirsk Region) Metod. rekomendacii, VASHNIL SibNIIZhim, Novosibirsk, 1990, 22 p.
12. Antipina L.P., Pashkovich N.K., Averkina S.S. Nauchnoe obosnovanie raspredelenija fosfornyh udobrenij po Novosibirskoj oblasti (Scientific substantiation of the distribution of phosphate fertilizers in the Novosibirsk region), Rekomendacii: VASHNIL SibNIIZhim, Novosibirsk, 1986, 31 p.
13. Chagina E.G., Berhin Ju.I. Hacevich A.I. *Izmenenie plodorodija pochv pri intensivnom zemledelii* (Change in soil fertility with intensive farming), Novosibirsk, Nauka SO RAN, 1986, 56 p.
14. Berhin Ju.I., Chagina E.G. Odnovremennoe opredelenie azota nitratov i fosfora v solevoj vytjazhke, *Agrohimija*, No. 1, 1983, pp. 119–121. (In Russ.)
15. Berhin Ju.I., Chagina E.G. Jancen E.D. Pochvenno-agrohimicheskie problemy intensifikacii zemledelija, *Sib. Sb. nauch. tr. VASHNIL SibNIIZhim*, Novosibirsk, 1989, pp. 128–137. (In Russ.)
16. Puhovskij A.V. Modelirovanie mobilizacionnyh processov v pochve, *Agrohimicheskij vestnik*, 2002, No. 6, pp.12–13. (In Russ.)
17. Puhovskij A.V. Jekspressionnyj metod opredelenija stepeni podvizhnosti pochvennyh fosfatov, *Agrohimicheskij vestnik*, 2000, No. 6, pp. 32–34. (In Russ.)
18. Mineev V.G, Sychev V.G, Emel'janchik O.A. *Praktikum po agrohimii* (Workshop on Agricultural Chemistry), Moscow, 2001, 661 p.

УДК 633.11«321»:632.488:631.559 DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-17-25

УРОЖАЙНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПОРАЖЕНИИ СЕПТОРИОЗОМ

Л.В. Волкова, кандидат биологических наук
Т.К. Шешегова, доктор биологических наук

Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, Киров, Россия
E-mail: volkovkirov@mail.ru

Ключевые слова: **яровая мягкая пшеница, септориоз, урожайность, фотосинтетические пигменты, листья**

Реферат. ***В условиях Кировской области изучали сорта и перспективные линии селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока с разной степенью устойчивости к септориозу по урожайности и составу пигментного комплекса в листьях. В условиях вегетационного периода 2017 г., характеризовавшегося избыточным увлажнением, сильное развитие грибной инфекции (степень поражения листовой пластинки 22,0–62,3 %) повлекло за собой снижение общей продуктивности растений. Коэффициент корреляции между поражением септориозом и зерновой и биологической урожайностью принимал средние отрицательные значения (r= -0,43 и -0,44). Разница средних значений в группах умеренно устойчивых и восприимчивых сортов составила по урожайности зерна 0,23 т/га, надземной биомассы – 0,49 т/га. От фазы выхода в трубку до колошения у всех сортов наблюдали повышение содержания хлорофильных пигментов и снижение – каротиноидов на единицу сухой массы листа. Однако в группе восприимчивых сортов повышение хлорофиллов a+b было менее выраженным, а содержание каротиноидов снижалось сильнее. В 2018 г., при меньшей инфекционной нагрузке (степень поражения 9,5 – 47,0 %), не выявлено достоверных различий по урожайности и количеству хлорофиллов a и b у сортов разных групп устойчивости. У большинства номеров к фазе цветения снижалось как содержание хлорофиллов a+b, так и каротиноидов. Толерантные к септориозу селекционные линии С-64 и С-65 сохраняли стабильно высокий уровень пигментов. Корреляционный анализ показал, что содержание фотосинтетических пигментов в фазе выхода в трубку было достоверно связано с развитием вегетативной массы растений, в фазу цветения – с зерновой урожайностью. Существенных связей между поражением септориозом и количеством хлорофиллов a и b в фазе цветения не обнаружено, но наблюдалась снижение процентной доли каротиноидов в общей сумме пигментов в зависимости от степени поражения болезнью.***

CROP YIELD AND CONCENTRATION OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS IN THE LEAVES OF THE SPRING WHEAT WHEN THEM SUFFERING FROM SEPTORIA BLIGHT

Volkova L.V., Candidate of Biological Sciences
Shcheshegova T.K., Doctor of Biological Sciences

The Rudnitsky Federal Agrarian Scientific Center of the North-East, Kirov, Russia

Key words: spring wheat, septoria, productivity, photosynthetic pigments, leaves.

Abstract. *The authors explore the varieties and perspective breeding lines of the North-East Federal State Budgetary Scientific Institution with varying degrees of resistance to Septoria by yield and composition of the pigment complex in the leaves under the conditions of the Kirov region, were studied . Under the conditions of the growing season in 2017, characterized by excessive moisture, the strong*

development of a fungal infection (the degree of damage to the leaf is 22.0-62.3%) led to a decrease in the overall productivity of plants. The correlation coefficient between the defeat of Septoria and cereal and biological yields took average negative values (r = -0.43 and -0.44). The difference among the average parameters in the groups of moderately stable and susceptible varieties was 0.23 t/ha for grain yield and 0.49 t/ha for aboveground biomass. From the exit phase into the tube to heading an increase in the content of chlorophilic pigments and a decrease in the content of carotenoids per unit d ry mass of the leaf were observed in all varieties. However, in the group of susceptible varieties, the increase in chlorophyll a + b was less significant, and the content of carotenoids decreased more dramatically. In 2018, with a lower infectious load (the degree of damage was 9.5-47.0%), there were no significant differences in yield and the number of chlorophylls a and b in varieties of different resistance groups. In most cases, the content of chlorophylls a + b and carotenoids decreased by the flowering phase. C-64 and C-65 selection lines, tolerant to septoria, maintained a consistently high level of pigments. The correlation analysis reflects that the content of photosynthetic pigments in the exit phase into the tube was reliably associated with the development of the vegetative mass of plants, and with grain yield it happened in the flowering phase. No significant connection between the defeat of Septoria and the number of chlorophylls a and b in the flowering phase was found, but there was a decrease in the percentage of carotenoids in the total amount of pigments, depending on the extent of injury.

Септориоз зерновых культур получает все большее распространение и считается самым прогрессирующим и экономически вредоносным заболеванием. Наиболее интенсивно он поражает озимую и яровую пшеницу. Вредоносность септориоза проявляется в уменьшении ассимиляционной поверхности листьев и колоса, снижении фотосинтетической активности растений, и, как следствие, – в снижении урожайности, качества зерна и посевных свойств семян. Поскольку возбудители септориоза способны поражать все надземные органы растений, при сильном развитии септориоз может быть причиной пустоколосости и даже гибели отдельных растений. Доминирующим видом, вызывающими септориоз пшеницы, является гриб *Septoria tritici,* но нередко встречаются виды *Stagonospora nodorum* и *Stagonospora avenae,* например, на территории Центрально-Черноземного региона [1]. При благоприятных для возбудителя погодных условиях болезнь приобретает характер эпифитотий, а потери урожая могут достигать 30–40 % . На восприимчивых сортах яровой пшеницы развитие болезни может достигать 51–100 % [2]. Академик М.М. Левитин [3] обращает внимание, что глобальное потепление ведет к распространению термофильных видов грибов с юга на север. В России септориоз занимает одно из доминирующих положений среди листовых болезней пшеницы и наибольшую опасность представляет в Центральном, Южном, Северо-Кавказском, Северо-Западном, Приволжском и Сибирском федеральных округах [1]. В Кировской области экономический порог вредоносности за период с 1997 по 2014 г. был превышен в 8 раз, а распространение септориоза на посевах пшеницы достигало 80 %, развитие болезни – 50 % [4].

Существует несколько различных методов борьбы с болезнью (агротехнический, химический, биологический и др.), однако наиболее экономически, а также экологически целесообразным методом защиты растений от грибных заболеваний является возделывание устойчивых сортов. Целенаправленная селекция на устойчивость к септориозу в нашей стране практически не проводится, селекционная работа с пшеницей направлена в основном на повышение продуктивности новых сортов и их способности адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды [5]. При этом поражение септориозными пятнистостями можно рассматривать как дополнительный стрессовый фактор, воздействующий на продукционные процессы растений пшеницы. Определенную ценность представляют сорта, восприимчивые к возбудителю, но при этом

способные формировать урожай на высоком уровне (толерантные сорта).

Большой научный и практический интерес представляет изучение механизмов адаптации растений к повреждению листового аппарата грибной инфекцией, в том числе с помощью определения содержания фотосинтетических пигментов в те фазы вегетации, когда заканчивается инкубационный период и проявляются первые симптомы болезни.

Цель исследований – изучить сорта и перспективные линии яровой мягкой пшеницы с разной степенью устойчивости к септориозу по урожайности и составу пигментного комплекса в листьях.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом для исследований послужили 8 перспективных линий яровой пшеницы селекции ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (г. Киров) и два стандарта: Баженка (раннеспелый) и Маргарита (среднеспелый). Полевые опыты закладывали в 2017-2018 гг. в конкурсном сортоиспытании в четырехкратной повторности. Почва участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, содержание фосфора – 191 мг/кг почвы, калия – 130 мг/кг; гумуса – 2,0 %; pH – 4,8.

Для анализа на содержание пигментов отбирали среднюю пробу листьев растений с каждой делянки в фазы выхода в трубку и цветения. Оценку состояния фотосинтетического аппарата осуществляли после проведения фотометрического анализа вытяжек листьев на спектрофотометре UVmini-1240 производства SHIMADZU Corporation (Japan) при длинах волн 470,0; 644,8; 661,6 нм. Выделение пигментов и расчет их содержания проводили по методике H.K. Lichtenthaler, C. Bushmann [6]. В качестве экстрагента применяли 100%-й ацетон.

Учет септориоза проводили в период его максимального проявления, обычно в фазы 65–75 по шкале Цадокса. У каждого сорта просматривали второй и третий лист сверху (без флаг-листа). Объем выборки – 20 растений в двух несмежных повторениях.

При иммунологической оценке образцы ранжировали на группы по следующей шкале: устойчивые – развитие болезни 0 – 15%, умеренно устойчивые – 16–25, восприимчивые – 26–65, сильно восприимчивые – 66–100%.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программ Microsoft Office Excel 2007 методами корреляционного и дисперсионного анализов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При наличии в природе грибной или бактериальной инфекции и отсутствии иммунного (устойчивого) генотипа, катализатором усиления или ингибирования развития болезней являются погодные условия. По данным С.С. Санина с соавт. [1], если с начала фазы выхода в трубку количество осадков превышает 60 мм, можно прогнозировать эпифитотийное развитие септориоза на листьях и колосе. В наших исследованиях наиболее благоприятные условия для развития инфекции сложились в 2017 г., когда сумма осадков в межфазный период от начала выхода в трубку до

Таблица 1

Метеорологические условия в фазы онтогенеза растений яровой пшеницы
Meteorological conditions in the ontogenesis phase of spring wheat plants

Фазы вегетации	Среднесуточная температура воздуха, °С		Сумма осадков, мм	
	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.
Посев – всходы	6,9	15,2	27	14
Всходы – кущение	9,9	10,0	35	53
Кущение – выход в трубку	16,2	14,1	46	30
Выход в трубку – цветение	15,9	21,0	134	60
Цветение – созревание	17,8	19,5	64	70

цветения составила 134 мм, или 189% к среднемноголетнему значению (табл. 1). Развитие болезни у индикаторного (наиболее восприимчивого) сорта Уйская за 2017–2018 гг. достигало 80% и более, что характеризует естественную инфекционную нагрузку как достаточно жесткую.

В результате иммунологической оценки изучаемые номера были распределены по группам устойчивости исходя из максимального поражения болезнью за два года, при этом устойчивых (степень поражения до 15%) и сильно восприимчивых (66–100%) сортов и линий не выявлено (табл. 2).

В естественных провокационных условиях 2017 г. степень поражения септориозом в опыте составила в среднем 36,2 % с варьированием по сортам от 22,0 до 62,3%. Прохладная влажная погода стимулировала не только развитие инфекции, но и значительный прирост вегетативной массы у растений пшеницы. Средняя урожайность надземной биомассы (УНБ) в опыте была на уровне 8,44 т/га, урожайность зерна (УЗ) – 3,36 т/га. Зерновой уборочный индекс у всех сортов был ниже обычного – в среднем 39,8%. Различия средних значений УНБ в группах умеренно устойчивых и восприимчивых сортов составили 0,49 т/га, средних значений УЗ – 0,23 т/га. Корреляционная связь между поражением септориозом, зерновой и биологической продуктивностью принимала средние отрицательные значения (соответственно r = -0,43 и -0,44). Наибольшее проявление болезни наблюдали у линии С-180 [(оз. Безостая 1 х Иргина) х Torka], она же характеризовалась и самой низкой УЗ и УНБ. Максимальная продуктивность отмечена у линии С-65 [Ростань х (оз. Безостая 1 х Иргина)], отнесенной к группе восприимчивых сортов (поражение листовой пластинки 34,9%), но обладающей выносливостью к патогену. В целом можно констатировать, что в условиях 2017 г. развитие грибной инфекции повлекло за собой снижение общей продуктивности растений.

В 2018 г. степень поражения септориозом в опыте составила в среднем 28,9% с варьированием по сортам от 8,3 до 47,0%;

Таблица 2

Урожайность зерна и надземной биомассы сортов и селекционных линий с различной степенью устойчивости к септориозу

Productivity of grain and aboveground biomass of varieties and breeding lines with varying degrees of resistance to Septoria

Сорт, линия	Урожайность зерна, т/га			Урожайнось надземной биомассы, т/га		
	2017 г.	2018 г.	среднее	2017 г.	2018 г.	среднее
Умеренная устойчивость (поражение 16–25%)						
Маргарита – стандарт	3,65	2,36	3,01	8,94	5,10	7,02
С-103	3,60	2,33	2,96	8,59	4,96	6,78
С-122	3,35	2,03	2,69	8,87	4,86	6,86
Среднее	3,53	2,24	2,89	8,80	4,97	6,89
Восприимчивость (поражение 26–65%)						
Баженка – стандарт	3,02	2,06	2,54	7,62	4,44	6,03
С-65	4,01	2,51	3,26	9,84	5,08	7,46
С-84	3,39	2,30	2,85	8,58	5,23	6,90
С-64	3,44	2,46	2,95	8,51	5,13	6,82
С-129	3,32	2,41	2,87	8,12	4,91	6,51
С-177	3,33	2,24	2,78	8,23	4,76	6,49
С-54	3,19	2,00	2,60	8,62	4,58	6,60
С-180	2,71	2,36	2,53	6,95	5,26	6,11
Среднее	3,30	2,29	2,80	8,31	4,92	6,61
Среднее в опыте	3,36	2,28	2,82	8,44	4,94	6,68
$F_{факт}$	2,29*	2,60*	2,18	1,60	1,07	1,15
$НСР_{05}$	0,55	0,32	-	-	-	-

Примечание. Здесь и далее: * значимо на 5 %-м уровне; ** значимо на 1 %-м уровне.

на колосе симптомы болезни отсутствовали. Согласованность иммунологических оценок двух лет достоверно высокая (r= 0,79*), что указывает на сильное влияние генотипа на признак и дает возможность получения и отбора более устойчивых форм методами селекции. Статистически значимых различий в зерновой и биологической продуктивности у сортов с разным уровнем поражения септориозом в условиях 2018 г. не выявлено. Наблюдали резкое снижение биологического урожая к уровню прошлого года и, соответственно, повышение зернового уборочного индекса, который в среднем составил 46,5%. Развитие септориозной инфекции на листьях в небольшой степени лимитировало развитие вегетативной массы растений пшеницы (r= -0,28), но не повлияло на их зерновую продуктивность (r= 0,02). Урожайность зерна большинства изучаемых линий была на уровне стандартов, недостоверная прибавка отмечена у линий С-65 (+0,15) и С-64 (+0,10 т/га).

Рост урожайности новых сортов обусловлен многими факторами, в том числе улучшением характеристик фотосинтетического аппарата [7]. Поэтому возникла необходимость определить влияние пигментного комплекса на продуктивность растений пшеницы. Пигменты пластид у высших растений относят к двум классам веществ: хлорофиллам (Chl *a* и *b*) и каротиноидам (каротин и ксантофилл), содержание которых, как правило, тесно связано между собой, поскольку они являются обязательными компонентами пигмент-белковых комплексов фотосистем I и II [8]. В наших исследованиях эта связь достоверна на высоком уровне значимости (r = 0,87** – 0,99**). Индикатором стресса у растений, по мнению некоторых авторов [9,10], является снижение содержания пигментов, причем содержание хлорофиллов падает значительно сильнее, чем каротиноидов.

Сумма хлорофиллов *a* и *b* в 2017 г. у сортов в фазу выхода в трубку варьировала в пределах 12,0-15,3 мг/г сухого вещества, различия были недостоверны (табл. 3). К фазе цветения наблюдали общее повышение содержания хлорофиллов, в основном за счет увеличения хлорофилла *b* в светособирающих комплексах (ССК). В группе восприим-

Таблица 3

Содержание фотосинтетических пигментов в листьях пшеницы в фазы выхода в трубку / массового цветения (мг/г сухого вещества)

Content of photosynthetic pigments in the leaves of wheat in the phase of exit into the tube / mass flowering (mg / g dry matter)

Сорт, линия	Сумма Chl *a* + *b*		Содержание каротиноидов	
	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.
Умеренная устойчивость (поражение 16–25%)				
Маргарита – стандарт	13,0 / 15,4	14,4 / 11,6	3,0 / 2,5	3,4 / 2,7
С-103	12,9 / 17,0	12,2 / 10,8	3,0 / 2,8	2,8 / 2,5
С-122	14,3 / 14,1	10,6 / 9,8	3,1 / 2,7	2,8 / 2,4
Среднее	13,4 / 15,5	12,4 / 10,7	3,0 / 2,7	3,0 / 2,5
Восприимчивость (поражение 26–65%)				
Баженка – стандарт	13,3 / 14,2	10,1 / 10,7	3,1 / 2,5	2,7 / 2,6
С-65	15,3 / 16,0	13,2 / 13,7	3,5 / 2,9	3,2 / 2,8
С-84	14,2 / 13,1	13,5 / 11,2	3,3 / 2,5	3,1 / 2,7
С-64	15,6 / 16,5	11,4 / 13,4	3,6 / 3,0	2,7 / 3,0
С-129	12,7 / 16,0	10,4 / 11,6	2,9 / 3,0	2,6 / 2,7
С-177	14,9 / 12,6	14,7 / 11,2	3,2 / 2,0	3,3 / 2,6
С-54	14,0 / 16,0	12,2 / 11,6	3,3 / 2,7	2,8 / 2,7
С-180	12,0 / 13,6	11,4 / 10,1	2,7 / 2,3	2,7 / 2,3
Среднее	14,0 / 14,7	12,1 / 11,7	3,2 / 2,6	2,9 / 2,7
Среднее в опыте	13,8 / 15,0	12,2 / 11,3	3,1 / 2,6	2,9 / 2,6
$F_{факт}$	1,42 / 3,59*	0,68 / 2,07	6,76* / 5,86*	1,01 / 10,46*
$НСР_{05}$	- / 2,3	- / -	0,3 / 0,4	- / 0,2

чивых сортов, у которых среднее поражение листовой пластинки септориозом составило 41,1%, повышение Chl *a* + *b* было менее значительным (на 5%), чем в группе умеренно устойчивых (на 16 %), что может говорить об испытываемом ими стрессе. Содержание каротиноидов от фазы выхода в трубку до фазы цветения понижалось в группе умеренно устойчивых сортов на 11 %, у восприимчивых сортов – на 23%.

В 2018 г. развитие инфекции было меньшим, чем в предыдущем году: среднее поражение умеренно устойчивых сортов составило 14,5, восприимчивых – 34,4%. Генотипические различия по содержанию Chl *a* + *b* статистически не достоверны. У большинства образцов к фазе цветения уменьшалось как содержание Chl *a* и *b,* так и каротиноидов. Лишь два сорта – С-65 и С-64 сохраняли стабильно высокий уровень признаков.

В селекции на продуктивность часто возникает необходимость оценивать перспективность того или иного генотипа на разных этапах его роста и развития. В этом случае использование косвенных признаков, коррелирующих с урожайностью, поможет совершенствовать методологию отбора. В наших исследованиях наиболее продуктивные в 2017 г. сорта конкурсного сортоиспытания имели большее количество пигментов в фазе выхода в трубку, коэффициент корреляции с УЗ и УНБ был в пределах r=0,50–0,61*, но в 2018 г. эта связь характеризовалась как слабая (r=0,21–0,34).

По коэффициенту корреляции средних значений r_g (табл. 4) оценивали генотипические взаимосвязи между признаками. Можно констатировать, что содержание фотосинтетических пигментов в фазе выхода в трубку было достоверно связано с развитием вегетативной массы растений. В фазе цветения сохранялась положительная связь между количеством пигментов в листьях и зерновой продуктивностью, причем в 2018 г. она оказалась более высокой (r=0,48–0,67*) в сравнении с 2017 г. (r = 0,39–0,55). Коэффициент генотипической корреляции был статистически достоверным между УЗ и содержанием Chl *a* и *b* на 5%-м уровне значимости. Связь количества пигментов с УНБ в фазе цветения,

Таблица 4

Коэффициенты генотипических корреляций (r_g) между содержанием пигментов в 1 г сухого вещества листьев, развитием септориоза и продуктивностью в разные фазы развития растений яровой пшеницы (2017–2018 гг.)

Genotypic correlation coefficients (rg) between the pigment content in 1g of dry matter of leaves, the development of septoria and the productivity in different phases of the development of spring wheat plants (2017–2018)

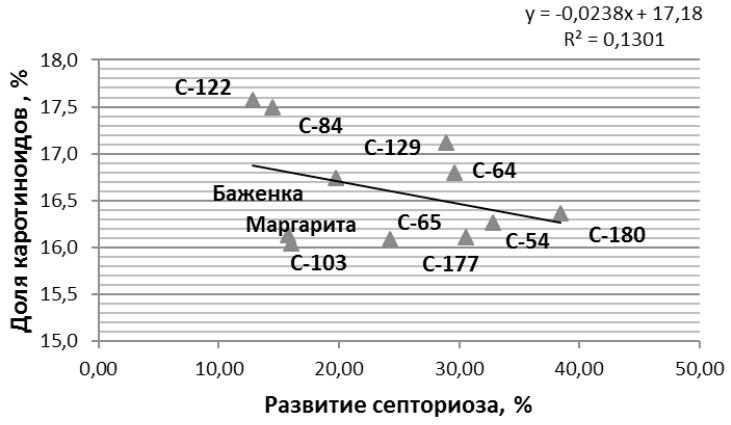
Пигменты	Урожайность зерна	Урожайность надземной биомассы	Развитие септориоза на листьях
Выход в трубку			
Хлорофилл *a*	0,53	0,62*	-0,08
Хлорофилл *b*	0,60*	0,60*	-0,12
Сумма хлорофиллов *a*+ *b*	0,55	0,63*	-0,10
Каротиноиды	0,59	0,66*	-0,17
Соотношение a/*b*	-0,03	-0,20	0,20
Соотношение хролофиллы/каротиноиды	0,26	0,30	0,09
Содержание хлорофиллов в ССК	0,23	0,26	-0,24
Цветение			
Хлорофилл *a*	0,62*	0,53	0,07
Хлорофилл *b*	0,72*	0,53	0,11
Сумма хлорофиллов *a*+ *b*	0,67*	0,12	0,08
Каротиноиды	0,58	0,52	-0,06
Соотношение *a/b*	-0,59	-0,29	-0,35
Соотношение хролофиллы/каротиноиды	0,26	-0,25	0,34
Содержание хлорофиллов в ССК	0,61*	0,29	0,25

судя по коэффициенту r_g, была менее ощутимой по сравнению с предыдущим периодом. В отдельные годы она варьировала от слабой (r=0,16–0,23; 2018 г.) до средней положительной (r=0,36–0,44; 2017 г.).

В целом можно отметить, что в годы исследований зерновая урожайность у изучаемых сортов и линий на 28–36 % детерминировалась количеством хлорофильных пигментов в фазу выхода в трубку и на 34–52 % в фазу цветения. Урожайность надземной биомассы на 40–44 % была обусловлена количеством пигментов в фазу выхода в трубку и на 27–29 % в фазу цветения.

Об адаптации фотосинтетического аппарата к условиям выращивания можно судить не только по изменению количества пигментов в листьях, но и по их соотношению. В частности, весовое соотношение хлорофиллов *a* и *b* говорит об уровне освещения: растения на ярком солнечном свету имеют более высокие значения *a*/*b*, чем теневые. Снижение величины *a*/*b* может указывать на усиление работы антенной фотосистемы II и повышение адаптации генотипов к стрессовым условиям. Аналогичные изменения могут происходить и в процентном содержании пигментов в ССК [8]. В фазе выхода в трубку данные показатели не были значимо связаны с продуктивностью, но в фазе цветения усилилось их влияние на урожай зерна до достоверных значений (r_g=0,61*). Особенно сильная связь отмечена в 2018 г. в системе «УЗ – ССК» (r=0,68*). Есть мнение [11], что повышение доли хлорофиллов в ССК – это адаптационный механизм, позволяющий более эффективно использовать свет и обеспечивать большую суточную продолжительность положительного газообмена.

Соотношение хлорофиллов и каротиноидов также является чувствительным индикатором воздействия стрессов окружающей среды на растения [12]. Согласно A.D. Richardson [13], понижение этого соотношения до 3,5 и ниже указывает на старение, стресс или повреждение растений и фотосинтетического аппарата, проявляемые в более быстром разрушении хлорофиллов по сравнению с каротиноидами. В годы исследований этот показатель варьировал у сортов в пределах 3,7–4,6 в фазе выхода в трубку и в пределах 4,1–6,3 – в фазе цветения, т.е. весовое соотношение хлорофиллов и каротиноидов возрастало, и главным образом за счет уменьшения доли каротиноидов. Проведенный регрессионный анализ показал, что снижение процентной доли каротиноидов от общей суммы пигментов на 13% детерминируется уровнем поражения септориозной инфекцией (рисунок). В литературе [14,15] есть данные о влиянии грибной инфекции на накопление в листьях абсцизовой кислоты, индуцирующей защитные механизмы растений, которая, в свою очередь, может образовываться через ксантоксин из каротиноидов, тем самым снижая их концентрацию.



Снижение доли каротиноидов в общей сумме пигментов в зависимости от уровня развития септориоза в фазе цветения
Decrease in the proportion of carotenoids in the total amount of pigments depending on the level of development of septoria in the flowering phase

ВЫВОДЫ

1. В результате иммунологической оценки на септориоз сорта разделены на две группы: умеренно устойчивые и восприимчивые к инфекции. В условиях вегетационного периода 2017 г., характеризовавшегося избыточным увлажнением, сильное развитие грибной инфекции повлекло за собой снижение зернового и биологического урожая. На фоне общего повышения содержания хлорофильных пигментов и снижения каротиноидов на единицу сухой массы листа от фазы выхода в трубку до колошения в группе восприимчивых сортов повышение Chl *a* + *b* было менее выраженным, а содержание каротиноидов снижалось сильнее.

2. В 2018 г., при меньшей инфекционной нагрузке, не выявлено достоверных различий по урожайности и количеству хлорофиллов *a* и *b* у сортов разных групп устойчивости. У большинства номеров к фазе цветения уменьшалось как содержание Chl *a* и *b,* так и каротиноидов.

3. Корреляционный анализ показал, что содержание фотосинтетических пигментов в фазе выхода в трубку было достоверно связано с развитием вегетативной массы растений, в фазу цветения – с зерновой урожайностью. Существенных связей между развитием септориоза на листьях и количеством пигментов Chl *a* и *b* в фазе цветения не обнаружено, но наблюдалась снижение процентной доли каротиноидов в общей сумме пигментов в зависимости от степени поражения болезнью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Санин С.С., Корнева Л.Г., Поляков Т.М.* Прогноз риска развития эпифитотий септориоза листьев и колоса пшеницы // Защита и карантин растений. – 2015. – № 3. – С. 33–36.
2. *Зеленева Ю.В., Судникова В.П.* Влияние генотипа растения-хозяина на морфолого-культуральные свойства возбудителя септориоза // Зерн. хоз-во России. – 2018. – № 2 (56). – С. 60–64.
3. *Левитин М.М.* Микроорганизмы в условиях глобального изменения климата // С.-х. биология. – 2015. – Т. 50, № 5. – С. 641-647.
4. *Шешегова Т.К.* Анализ фитосанитарного состояния посевов яровых зерновых культур в Кировской области (аналитический обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 5 (48). – С. 10–14.
5. *Зеленева Ю.В.* Методические подходы к выявлению источников устойчивости пшеницы к возбудителю *Septoria tritici* // Вестн. ТГУ. –2008. –Т. 13, вып. 5. – С. 333–337.
6. *Lichtenthaler H.K., Bushmann C.* Chlorophylls and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV-VIS spectroscjpy // Current Protocols in Food Analytical Chemisry. –2001. – F 4.3.1. – F 4.3.8.
7. *Прядкина Г.А.* Пигменты, эффективность фотосинтеза и продуктивность пшеницы // Plant Varieties Studying and Protection. – 2018. – Vol. 14, N 1. – С. 97–108.
8. *Изменение* содержания хлорофиллов и каротиноидов в листьях степных растений вдоль широтного градиента на Южном Урале / Л.А. Иванов, Л.А. Иванова, Д.А. Ронжина [и др.] // Физиология растений. – 2013. –Т. 60, № 6. – С. 856–864.
9. *Non-destructive* optical detection of pigment changes during leaf senescence and fruit ripening / M.N. Merzlyak, O.B. Chivkunova, A.A. Gitelson [et al.] // Physiologia Plantarum. – 1999. – Vol. 106 (1). – P. 135–141.
10. *Связь* между величиной хлорофильного фотосинтетического потенциала и урожайностью озимой пшеницы (*Triticum aestivum L.*) при повышенных температурах / Г.А. Прядкина, О.О. Стасик, Л.Н. Михальская [и др.] // С.-х. биология. – 2014. – Т. 49, № 5. – С. 88–95.
11. *Головко Т., Дымова О., Табаленкова Г.* Пигментный комплекс растений Приполярного Урала // Вестн. Ин-та биологии Коми НЦ Уро РАН. – 2007. – № 8. – С. 7–10.
12. *Hendry G.A.F., Grime J.P.* Stress indicators: chlorophyll and carotenoids. Methods in comparative plant ecology: a laboratory manual. – London: Chapman and Hall, 1993. – 252 p.
13. *Richardson A. D., Duigan S. P., Berlyn G. P.* An evaluation noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content // New Phytologist. – 2002. – Vol. 153, N. 1. – P. 185–194.

14. *Широких И.Г., Огородникова С.Ю., Широких А.А.* Влияние ассоциативных метилотрофных бактерий на проростки пшеницы при осмотическом стрессе // Агрохимия. – 2013. – №7. – С. 56–61.
15. *Шакирова Ф.М.* Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. – Уфа: Гилем, 2001. – 160 с.

REFERENCES

1. Sanin S.S., Korneva L.G., Polyakov T.M. *Zashchita i karantin rastenii*, 2015, No. 3, pp. 33-36. (In Russ.)
2. Zeleneva Yu.V., Sudnikova V.P. *Zernovoe khozyaistvo Rossii,* 2018, No. 2(56), pp. 60-64. (In Russ.)
3. Levitin M.M. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya,* 2015, No. 5(50), pp. 641-647. (In Russ.)
4. Sheshegova T.K. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka,* 2015, No. 5(48), pp. 10-14. (In Russ.)
5. Zeleneva Yu.V. *Vestnik TGU*, 2008, Vol. 13, Issue 5, pp. 333-337. (In Russ.)
6. Lichtenthaler H.K., Bushmann C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscjpy, *Current Protocols in Food Analytical Chemisry*, 2001, Ch 4.3.1. – ch 4.3.8.
7. Pryadkina G.A. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2018, No. 1(14), pp. 97-108. (In Russ.)
8. Ivanov. L.A., Ivanova L.A., Ronzhina D.A., Yudina P.K. *Fiziologiya rastenii*, 2013, No. 6(60), pp. 856-864. (In Russ.)
9. Merzlyak M.N., Chivkunova O.B., Gitelson A.A., Rakitin V.Yu. Non-destructive optical detection of pigment changes during leaf senescence and fruit ripening, *Physiologia Plantarum*, 1999. No. 1(106), pp.135-141.
10. Pryadkina G.A., Stasik O.O., Mikhal'skaya L.N., Shvartau V.V. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2014, No. 5(49), pp. 88-95. (In Russ.)
11. Golovko T., Dymova O., Tabalenkova G., *Vestnik Instituta biologii Komi NTs Uro RAN*, 2007, No. 8, pp. 7-10. (In Russ.)
12. Hendry G.A.F., Grime J.P., Stress indicators: chlorophyll and carotenoids. *Methods in comparative plant ecology: a laboratory manual*, London: Chapman and Hall, 1993, 252 p.
13. Richardson. A. D., Duigan S. P., Berlyn G. P. An Evaluation of Noninvasive Methods to Estimate Foliar Chlorophyll Content , *New Phytologist*, 2002, No. 1(153), pp. 185-194.
14. Shirokikh I.G., Ogorodnikova S.Yu., Shirokikh A.A., *Agrokhimiya*, 2013, No. 7, pp. 56-61. (In Russ.)
15. Shakirova F.M. *Nespetsificheskaya ustoichivost' rastenii k stressovym faktoram i ee regulyatsiya* (Non-specific plant resistance to stress factor and its regulation), Ufa: Gilem, 2001, 160 p.

УДК 58006(571.513) DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-26-32

ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ ВИДОВ РОДА *COTONEASTER* MEDIK. В СТЕПНЫХ УСЛОВИЯХ ХАКАСИИ

Г. Н. Гордеева, кандидат биологических наук

Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии (Абакан, Россия)
E-mail: gordeeva.gal2011@yandex.ru

***Ключевые слова*: кизильник, интродукция, ритм роста и развития, озеленение, засушливые условия, Хакасия**

Реферат. ***Кизильники являются декоративными кустарниками, которые применяются в Хакасии с конца XX в. не только для благоустройства населенных территорий, но и для полезащитного лесоразведения. В дендрарии института испытывалось более 40 видов кизильников разного происхождения. Целью работы является выделение новых перспективных видов кизильников для внедрения в озеленение региона. В настоящее время при инвентаризации установлено 12 видов кизильников. По срокам весеннего развития изучаемые виды можно разделить на две группы: распускающие вегетативные почки во второй–третьей декадах апреля – 75% (C. foveolatus, C. intergerrimus, C. lucidus, C. melanocarpus var. laxiflora, C. nitens, C. oliganthus, C. racemiflorus, C. soongoricus, C. zeravschanicus) и виды, у которых распускание вегетативных почек происходит в первой–второй декадах мая – 25% (C. melanocarpus, C. divaricatus, C. pannosus). Период цветения кизильников составляет в среднем 16 ± 2 дня. Большинство характеризуемых видов (54,5%) зацветают в третьей декаде мая, цветение 36,3% приходится на первую декаду июня. Средний период вегетации для древесных растений в Хакасии достигает 165 дней. Близки к этому значению кизильники, имеющие восточно-азиатский ареал обитания. Подавляющее большинство рассматриваемых видов (75%) имеют зимостойкость на уровне I балла. 16,6% видов обмерзают в отдельные годы (зимостойкость II балла). Наибольшая масса 1000 шт. семян отмечена у Cotoneaster oliganthus, C. racemiflorus и C. melanocarpus. Грунтовая всхожесть семян у разных видов Cotoneaster изменяется от 4,4 до 24,4%. Наибольшая отмечена у кизильника лохматого (C. pannosus) из юго-западного Китая. Для более полной оценки каждому изучаемому виду присваивался интродукционный балл. Наивысшим пятым баллом интродукции характеризуются семь видов, или 58,3%. Четвертый балл имеют четыре вида – 33,3%. На основании комплексной оценки перспективности изучаемых видов кизильника установлено, что 67% являются вполне перспективными. Впервые рекомендованы такие перспективные виды, как C. pannosus, C. melanocarpus var. laxiflora, а также C. zeravschanicus (при вегетативном размножении) для озеленения населенных пунктов Хакасии.***

INTRODUCTION RESULTS OF COTONEASTER MEDIK IN THE STEPPE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF KHAKASSIA

Gordeeva G.N., Candidate of Biological Sciences

Research Institute of Agricultural Problems of Khakassia, Abakan, Russia

Key words: Cotoneaster, introduction, growth and development growth, landscaping, arid conditions, Khakassia.

Abstract. *Cotoneaster is an ornamental shrub that has been used in Khakassia since the end of the 20th century not only for the improvement of populated areas but also for the forestation. In the*

arboretum of the Institute, more than 40 varieties of cotoneaster of different origin were tested. The paper identifies promising new cotoneaster varieties for immigration into the landscapes of the region. Currently, an inventory has established 12 varieties of cotoneaster. According to the duration of spring development, the studied varieties can be divided into two groups: dissolving vegetative buds in the second and third decades of April - 75% (C. foveolatus, C. intergerrimus, C. lucidus, C. melanocarpus var. Laxiflora, C. nitens, C. oliganthus, C. racemiflorus, C. soongoricus, C. zeravschanicus). In the second group there are varieties in which the vegetative buds bloom in the first and second decades of May - 25% (C. melanocarpus, C. divaricatus, C. pannosus). The cotoneaster bloom period averages 16 ± 2 days. Most of the characterized varieties (54.5%) bloom in the third decade of May, flowering 36.3% falls on the first decade of June. The average vegetation period for woody plants in Khakassia reaches 165 days. Cotoneaster, having an East Asian locality, is close to this value. The vast majority of the considered varieties (75%) has winter hardness at the level of I point. 16.6% of the varieties freeze over in some years (winter hardness II point). The largest weight is 1000 pcs. seed belongs to Cotoneaster oliganthus, C. racemiflorus, and C. melanocarpus. Soil germination of seeds in different vatieties of Cotoneaster varies from 4.4 to 24.4%. The highest rate was fixed in the shaggy cotoneaster (C. pannosus) from South-Western China. For a more complete assessment, each of the studied varieties was assigned an introduction score. The highest fifth point of introduction is characterized by seven species, or 58.3%. Four types have a fourth score - 33.3%. Based on a comprehensive assessment of the prospects of the studied cotoneaster varieties it was found that 67% of the varieties are quite promising. The promising varieties such as C. pannosus, C. melanocarpus var. laxiflora, as well as C. zeravschanicus (during vegetative propagation) for landscaping in Khakassia.

В мировой флоре род *Cotoneaster* Medik. представлен, по данным K.E. Flinck, B. Hylmö, 175 таксонами [1], G. Klotz – 230 [2], J. Phipps – 264 таксонами [3]. Во флору Хакасии входят два: *C. melanocarpus* Fisch. ex Blytt. и *C. uniflorus* Bunge, произрастающие как на открытых склонах степной части, так и в лесах, *C. uniflorus* является редким видом в высокогорье.

В Хакасии кизильники применяются с конца XX в. не только для благоустройства населенных территорий, но и для полезащитного лесоразведения (*C. melanocarpus)*. Впервые два их вида (*C. lucidus* Schltdl., *C. melanocarpus)* рекомендованы для озеленения в 1984 г. В дендрарии института испытывалось более 40 видов кизильников разного происхождения. В результате многолетних исследований выявлено, что неперспективными для выращивания в степных условиях республики являются полувечнозеленые *C. horizontalis* Decne., *C. divaricatus* Rehder & E. H. Wilson. и *C. roseus* Edgew. Но в горных областях Хакасии с высоким снежным покровом *C. horizontalis* с успехом выращивают. Основным очагом естественного распространения кизильников является Восточная Азия. Испытывалось 28 видов из этого региона, относящихся к вечнозеленым, полувечнозеленым и листопадным кустарникам. Установлено, что абсолютно не зимостойкими являются вечнозеленые и полувечнозеленые кизильники. Среди листопадных кизильников Восточной Азии сильно обмерзают, почти не увеличиваясь в размерах, *C. obscurus* Rehd.et Wils., *C. acuminatus* Lindl., *C. dielsianus* E. Pritz. ex Diels, *C. reticulatus* Rehd. & Wiels., *C. bullatus* Bois. Также выявлены и зимостойкие виды – *C. zabelii* C. K. Schneid. и *C. acutifolia* Turcz. Кизильники европейского происхождения отличаются высокой зимостойкостью, кроме представителей самых южных областей. Из среднеазиатских видов зимуют без повреждений *C. oliganthus* Pojark. и *C. racemiflorus* (Desf.) Booth ex Bosse. Листопадные кизильники Сибири зимостойки и долговечны. *C. multiflorus* Bunge., являясь полувечнозеленым, в условиях степной зоны становится листопадным и периодически обмерзает. Наиболее устойчивым и

зимостойким, наряду с аборигенными видами, является *C. lucidus* [4].

В настоящее время *C. lucidus* является фаворитом среди кизильников в озеленении городских территорий Хакасии. Используется в основном для создания стриженых изгородей. По литературным сведениям, этот вид, обладая большим адаптивным потенциалом, широко используется в благоустройстве во многих областях России, как на западе, так и на востоке страны [5, 6]. При этом рассматривались вопросы различных способов семенного, вегетативного размножения и возможности его применения [7, 8]. Культурный ареал кизильника блестящего намного шире природного, где он редок [9].

Цель исследований – выделить новые перспективные виды кизильника для внедрения в озеленение региона.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для испытания использованы кизильники, в основном размноженные семенами, высланными по делектусам ботанических садов и дендрариев страны: *Cotoneaster divaricatus*, *C. nitens* Rehd. et Wils., *C. intergerrimus* Medik., *C. oliganthus, C. foveolatus* Rehd. et Wils., *C. lucidus, C. melanocarpus, C. melanocarpus var. laxiflorus* (Jacq. ex Lindl.) C.K. Schneid., *C. racemiflorus, C. pannosus* Franch., *C. soongoricus* (Regel & Herder) Popov., *C. zeravschanicus* Pojark. [10].

Коллекция кизильников изучалась на базе дендрария, расположенного в степной зоне Республики Хакасия. Климат степной ее части резко-континентальный, с большим колебанием суточных температур, возвратными заморозками в весенний период, ранними осенними заморозками (до –5ºС). Дендрарий расположен на второй надпойменной террасе р. Абакан. Зимы морозные (средняя температура января –21°С), глубина снежного покрова в дендрарии составляет 15–17 см, в отдельные годы до 5 см, вследствие чего происходит глубокое промерзание почвы (до 3 м). Среднегодовое количество осадков достигает 320 мм. Жаркие дни приходятся на июль (до +38°С) при относительной влажности воздуха 5–7%. Весна короткая, в мае дуют сильные ветра-суховеи, до 25–30 м/с. Осень длинная, теплая, часто сухая. Почвы темно-каштановые, карбонатные, с неблагоприятными физико-химическими свойствами для роста растений и щелочной реакцией почвенного раствора [10]. Растения выращиваются при орошении водопроводной водой.

За ростом и развитием кизильников проводили фенологические наблюдения [11], определяли зимостойкость и перспективность растений [12, 13]. Интродукционный балл рассчитывали согласно методике, разработанной З.И. Лучник: 5 баллов – растение зимостойко и засухоустойчиво, развивается нормально; 4 – зимостойкость удовлетворительна, но выращивание растения требует защищенных и увлажненных мест, в окружении более устойчивых пород; 3 – в отдельные годы подмерзают почки и древесина растения; 2 – ежегодно подмерзает крона, но весной хорошо восстанавливается, растение цветет и плодоносит; 1 – пригодно для разведения только при условии искусственной зимней защиты [14].

Статистическая обработка фенологических данных проводилась за 10 лет с применением пакета компьютерных программ SNEDECOR [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На сегодняшний день в дендрарии сохраняются 12 видов кизильников разного происхождения и многие из них перспективны для использования в благоустройстве селитебных территорий степной зоны Хакасии и могут дополнить видовой состав кизильников в ассортименте применяемых растений.

Характеризуемые кустарники имеют возраст в среднем 33,5 года. Они разные по высоте, как правило, выше, чем в природных условиях, с различной величиной и структурой листьев, их осенней окраской (табл. 1).

Все кизильники в условиях дендрария проходят полный цикл развития. По срокам

Таблица 1

Характеристика коллекции кизильников дендрария института
Characterization of the collection of Cotoneaster in the Institute Arboretum

Название вида	Происхождение	Возраст, лет	Высота в питомнике / в природе, м	Диаметр куста, м	Период, дней		Зимостойкость, баллов	Перспективность, баллов
					цветения	вегетации		
C. divaricatus	Китай	42	1,0 до 1,0	1,3	26	166	III-IV	V
C. foveolatus	Центральный Китай	33	3,0 до 3,0	2,0	18	166	I	I
C. intergerrimus	Европа, Кавказ	42	1,5 до 2,0	2,2	8	180	I	I
C. lucidus	Восточная Сибирь	44	2,5-3,0 до 3,0	1,5	15	172	I	I
C. melanocarpus	Евразия	52	2,5 до 2,0	1,0	11	157	I	I
C. melanocarpus var. *laxiflora*	Центральная Азия	42	3-3,5 3,0	2,5	11	178	II	II
C. nitens	Китай	37	1,7 до 1,5	2,2	27	178	I	I
C. oliganthus	Средняя Азия, Западная Сибирь	38	1,3 до 1,0	1,0	10	163	I	I
C. pannosus	Юго-западный Китай	38	2,0 до 2,0	1,7	10	161	II	II
C. racemiflorus	Кавказ, Китай	35	2,2 1,0	2,0	18	178	I	I
C. soongoricus	Средняя Азия	38	3,1 до 3,0	1,8	26	172	I	I
C. zeravschanicus	Средняя Азия	33	1,7 1,5	1,5	14	181	II	II

весеннего развития изучаемые виды можно разделить на две группы: распускающие вегетативные почки во второй–третьей декадах апреля – 75% (*C. foveolatus, C. intergerrimus, C. lucidus, C. melanocarpus* var. *laxiflora, C. nitens, C. oliganthus, C. racemiflorus, C. soongoricus, C. zeravschanicus)* и виды, у которых распускание вегетативных почек происходит в первой–второй декадах мая, – 25% (*C. melanocarpus, C. divaricatus, C. pannosus)*. Период цветения кизильников составляет в среднем 16 ± 2 дня. Виды китайского происхождения цветут продолжительно – от 18 до 26 дней (*C. foveolatus, C. divaricatus, C. nitens*), сибирского – от 10 до 14 дней (*C. melanocarpus, C. oliganthus, C. lucidus*), наименьший период цветения характерен для кизильников европейского происхождения – 8 ± 2 дня (*C. intergerrimus, C. racemiflorus*). Большинство характеризуемых растений (54,5%) зацветают в третьей декаде мая, цветение 36,3 % приходится на первую декаду июня и один вид (*C. divaricatus*) зацветает в первой декаде июля.

Средний период вегетации для древесных растений в Хакасии достигает 165 дней [5]. Близки к этому значению кизильники, имеющие восточно-азиатский ареал обитания – *C. pannosus, C. oliganthus, C. divaricatus, C. foveolatus,* у которых период вегетации колеблется от 161 до 166 дней. Наибольший период вегетации отмечен у представителя европейской флоры – *C. intergerrimus*, а также у среднеазиатского *C. zeravschanicus* (табл. 1).

Зимостойкость в Хакасии является основополагающим условием устойчивости и долголетия древесных растений. Подавляющее большинство рассматриваемых видов (75%) имеют зимостойкость I балл (см. табл. 1). Они в оптимальные сроки (третья декада июня – первая декада июля) заканчивают рост побегов, которые к зиме успевают одревеснеть. Виды с зимостойкостью II балла (16,6%) обмерзают в отдельные годы, но потом хорошо восстанавливаются (*C. pannosus, C. zeravschanicus*). Сильно обмерзает *C. divaricatus* (III–IV балла), лишь в более мягкие зимы го-

дичный прирост может повреждаться незначительно.

Большое значение для дальнейшего распространения перспективного вида имеет его репродуктивная способность. Все характеризуемые кизильники в условиях дендрария цветут и плодоносят. Плод – мелкое яблоко, семена заключены в «косточку» – твердосеменные. Кизильники отличаются некрупными семенами и плодами от черной до ярко - красной окраски. Рассматриваемые виды формируют семена разного качества (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика семян некоторых кизильников коллекции дендрария
Seed characteristics of Cotoneaster in the collection of Arboretum

Название вида	Масса 1000 шт., г	Плод, см		Семя, см		Грунтовая всхожесть, %
		длина	ширина	длина	ширина	
C. divaricatus	24,0	1,00±0,01 4,8	0,90±0,01 7,2	0,52±0,01 7,2	0,43±0,01 11,6	23,3 ± 2,1
C. lucidus	25,0	1,00±0,03 17,7	0,85±0,01 9,8	0,57±0,01 9,8	0,42±0,01 14,7	16,6 ± 0,9
C. melanocarpus	27,0	0,90±0,01 7,8	0,80±0,02 13,9	0,52±0,01 8,3	0,43±0,01 16,3	4,4 ± 2,3
C. nitens	12,1	0,90±0,01 8,7	0,87±0,20 12,9	0,51±0,01 6,7	0,39±0,01 14,1	0
C. oliganthus	29,0	1,00±0,01 6,5	1,00±0,01 4,7	0,60±0,01 6,2	0,39±0,01 10,1	9,9 ± 3,1
C. pannosus	7,3	0,70±0,01 9,3	0,70±0,01 11,2	0,39±0,01 7,2	0,28±0,01 12,9	24,4 ± 2,2
C. racemiflorus	27,6	0,99±0,01 6,7	0,90±0,01 7,8	0,61±0,01 7,2	0,42±0,01 8,9	7,7 ± 3,2
C. soongoricus	18,5	0,95±0,01 8,5	0,83±0,01 11,6	0,49±0,01 2,0	0,40±0,02 3,3	8,9 ± 4,0
C. zeravschanicus	11,0	0,80±0,01 7,3	0,80±0,02 12,4	0,42±0,01 8,6	0,32±0,01 14,1	0

Примечание. В числителе – средняя арифметическая, ее ошибка; в знаменателе – коэффициент вариации.

При посеве семенами под зиму сеянцы появлялись лишь на второй год. Летом первого года семена набухали, появлялся первичный корешок. Весной второго года развивались молодые растения.

Биометрические параметры плодов и семян варьируют незначительно. Наибольшая масса 1000 шт. семян отмечена у *C. oliganthus*, *C. racemiflorus* и *C. melanocarpus* (см. табл. 2). Грунтовую всхожесть семян проверяли в течение трех лет, она имела невысокие показатели и у разных видов изменялась от 4,4 до 24,4%. Наибольшая отмечена у кизильника лохматого *(C. pannosus)* из юго-западного Китая. У *C. nitens* (Китай) и *C. zeravschanicus* (Средняя Азия) семена оказались невсхожими.

Для более полной оценки каждому виду кизильника присваивался интродукционный балл, показывающий степень адаптации инорайонных и местных видов к изменившимся условиям произрастания и возможности их выращивания. Наивысшим пятым баллом интродукции характеризуются семь видов, или 58,3%: *C. melanocarpus, C. intergerrimus, C. oliganthus, C. foveolatus, C. racemiflorus, C. nitens, C. lucidus*. Эти растения зимостойки, достаточно засухоустойчивы, ритм роста и развития у них стабилен. Четвертый балл имеют четыре вида (33,3%), которые хорошо зимуют при выращивании в защищенных и увлажненных местах – *C. pannosus, C. zeravschanicus, C. soongoricus, C. melanocarpus* var. *laxiflora.* Третий балл получен *C. divaricatus*, который ежегодно обмерзает.

ВЫВОДЫ

1. В результате комплексной оценки перспективности изучаемых видов кизильника установлено, что 67% из них являются вполне перспективными – *C. melanocarpus, C. intergerrimus, C. oliganthus, C. foveolatus, C. soongoricus, C. racemiflorus, C. nitens, C. lucidus*. Эти растения могут применяться в благоустройстве населенных пунктов приабаканской степной зоны Минусинской котловины.

2. Впервые рекомендованы такие перспективные виды, как *C. pannosus, C. melanocarpus* var. *laxiflora*, а также *C. zeravschanicus* (при вегетативном размножении). Данные виды нуждаются в защищенных от ветра местах, могут выращиваться только в окружении других более устойчивых растений ландшафтных композиций при обязательном поливе в первые годы роста и развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Flinck K. E., Hylmö B.* Cotoneaster Harrysmithii, a New Species from Western China // Bot. Not.: Lund. – 1962. – Vol. 115, F. 4. – P. 29–34.
2. *Klotz G.* Synopsis der Gattung Cotoneaster Medicus // Wiss. Beiträge der FSU Jena, Beiträge zur Phytotaxonomie. – 1982. – F. 10. – P. 7–81.
3. *A checklist* of the subfamily Maloideae (Rosaceae) / J. B. Phipps, K. R. Robertson, P. G. Smith, J. R. Rohrer // Canad. J. Bot. 1990. – Vol. 68. – P. 2209–2269.
4. *Лиховид Н. И.* Интродукция деревьев и кустарников в Хакасии. – Новосибирск, 1994. – Ч. 1. – С. 225–235.
5. *Семенютина А. В., Костюков С. М.* Оценка результативности семенного размножения кустарников и перспективности их использования для озеленения урболандшафтов засушливого региона // Global scientific potencial Biological sciences. – Тамбов: Изд-во Фонда развития науки и культуры, 2015. – № 6 (51). – С. 108–111.
6. *Куклина Т. Э., Мерзлякова И. Е.* Ассортимент древесных растений, используемых в озеленении г. Томска // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. – 2013. – № 4(24). – С. 47–66.
7. *Цепляев А. Н.* Влияние температуры на рост кизильника блестящего (*Cotoneaster lucida*) по системе pot-in-pot // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2013. – № 7(105). – С. 74–78.
8. *Шакина Т. Н.* Особенности размножения декоративных кустарников черенками в условиях г. Саратова // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: XVI Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Алт. гос. ун-т, 2017. – С. 327–331.
9. *Семенова Г. П.* Редкие и исчезающие виды флоры Сибири: биология, охрана/ отв. ред. В.П. Седельников. – Новосибирск: Гео, 2007. – С. 302–307.
10. *Колесников А. И.* Декоративная дендрология. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 703 с.
11. *Кадоркина В. Ф. Шевцова М. С.* Фитоценотическая парадигма в селекции ломкоколосняка ситникового на юге Средней Сибири // Аграрная наука. – 2019. – № 4. – С. 58–61.
12. *Лучник З. И.* Методика изучения интродуцированных деревьев и кустарников // Вопросы декоративного садоводства. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1964. – С. 6–22.
13. *Лапин П. И., Сиднева С. В.* Оценка перспективности интродуцированных древесных растений по данным визуального наблюдения // Опыт интродукции древесных растений. – М.: ГБС АН СССР, 1973. – С. 7–67.
14. *Лучник З. И.* Фенологические фазы деревьев и кустарников в Алтайской лесостепи. – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1982. – 11 с.
15. *Сорокин О. Д.* Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.

REFERENCES

1. Flinck K.E., Hylmö B. Cotoneaster Harrysmithii, *a New Species from Western China.*, Bot. Not.: Lund, Vol. 115, 1962, F. 4, pp. 29–34.
2. Klotz G. Synopsis der Gattung Cotoneaster Medicus, *Wiss. Beiträge der FSU Jena, Beiträge zur Phytotaxonomie*, Folge 10, 1982, pp. 7–81.
3. Phipps J.B., Robertson K.R., Smith P.G. & Rohrer J.R. A checklist of the subfamily *Maloideae (Rosaceae),* Canad. J. Bot. 68, 1990, pp. 2209–2269.
4. Lixovid N.I. *Introdukciya derev`ev i kustarnikov v Xakasii* (An introduction of trees and bushes in Khakassia), Novosibirsk, 1994, Ch. 1, pp. 225–235.
5. Semenyutina A.V., Kostyukov S.M. Global scientific poten-cial Biological sciences, 2015, No. 6(51), pp. 108–111. (In Russ.)
6. Kuklina T.E., Merzlyakova I.E. Vestnik Tomskogo gos. univ-ta. Biologiya, 2013, No. 4(24), pp. 47–66. (In Russ.)
7. Ceplyaev A.N. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta,* 2013, No. 7(105), pp. 74–78. (In Russ.)
8. Shakina T.N. *Problemy` botaniki Yuzhnoj Sibiri i Mongolii* (Problemy` botaniki Yuzhnoj Sibiri i Mongolii), Proceedings of the Conference of the XVI International Scientific and Practical Conference, Barnaul: Altajskij gosudarstvenny`j universitet, 2017, pp. 327–331. (In Russ.)
9. Semenova G.P. *Redkie i ischezayushhie vidy` flory` Sibiri: biologiya, oxrana* (Redkie i ischezayushhie vidy` flory` Sibiri: biologiya, protection), Novosibirsk: Akademicheskoe izdatel`stvo GEO, 2007, pp. 302–307.
10. Kolesnikov A.I. *Dekorativnaja dendrologija*, Izdanie vtoroe, ispravlennoe i dopolnennoe, Moscow: Lesnaja promyshlennost', 1974, 703 p.
11. Kadorkina V.F. Shevczova M.S. Agrarnaya nauka, 2019, No. 4, pp. 58–61. (In Russ.)
12. Luchnik Z.I. *Voprosy` dekorativnogo sadovodstva* (Voprosy` dekorativnogo sadovodstva), Barnaul: Altajskoe knizhnoe izd-vo, 1964, pp. 6–22.
13. Lapin P.I., Sidneva S.V. *Opy`t introdukcii drevesny`x rastenij,* 1973, pp. 7–67.
14. Luchnik Z.I. *Fenologicheskie fazy` derev`ev i kustarnikov v Altajskoj lesostepi* (Fenologicheskie fazy` derev`ev i kustarnikov v Altajskoj lesostepi), Barnaul: Altajskoe knizhnoe izdatel`stvo, 1982,. 11 p.
15. Sorokin O.D. *Prikladnaya statistika na komp`yutere* (Prikladnaya statistika na komp`yutere), Krasnoobsk: GUP RPO SO RASXN, 2004, 162 p.

УДК 631.527:633.(112.1) DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-33-39

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СОРТОВ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ЭЛЕМЕНТАМ ПРОДУКТИВНОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ

М.Н. Кирьякова, кандидат сельскохозяйственных наук
М.Г. Евдокимов, доктор сельскохозяйственных наук
В.С. Юсов, кандидат сельскохозяйственных наук
Д.А. Глушаков, младший научный сотрудник

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
E-mail: 55asc@bk.ru

Ключевые слова: **твердая пшеница, сорт, продуктивность, элементы структуры урожая, группы спелости, экологическая пластичность**

Реферат. ***В условиях Западной Сибири в исследованиях лаборатории селекции твердой пшеницы ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» в 2015–2018 гг. изучена продуктивность сортов твердой пшеницы из питомника экологического сортоиспытания. Представлены научные данные по элементам структуры урожая в зависимости от агрометеорологических условий периода вегетации. Годы исследований в Омске были довольно контрастны по температурному режиму и влагообеспеченности. Проведена оценка урожайности твёрдой пшеницы по группам спелости и выявлены коррелятивные взаимосвязи по элементам продуктивности. Условия периода вегетации значительно повлияли на продуктивность твёрдой пшеницы. Продуктивная кустистость менялась по годам исследования незначительно. Густота стеблестоя возросла до двух продуктивных стеблей у некоторых сортов в 2018 г. Увеличение озернённости колоса до 30 шт. в среднем по группам спелости наблюдалось также в 2018 г. Установлена корреляция между количеством зёрен в колосе и массой зерна главного колоса. Достоверная взаимосвязь наблюдалась между урожайностью и массой зерна главного колоса. Масса зерна главного колоса варьировала в пределах 1,1–1,6 г. По всем показателям продуктивности выделились сорта Оазис и Омский изумруд. Установлено, что большая часть изученных сортов формировала высокую урожайность в 2018 г. а самую низкую в 2016 г. при недостатке влаги во время уборки. В ходе исследований определены наиболее урожайные и пластичные по ряду признаков сорта. Сорт Омский изумруд имеет высокий потенциал продуктивности и устойчив к неблагоприятным условиям среды. Расчёт экологической пластичности показал, что сорта Памяти Чеховича и Оазис наиболее отзывчивы на изменение условий выращивания, но более требовательны к агротехнике. Для выращивания в хозяйствах Омской области на экстенсивном фоне можно рекомендовать сорта Омская янтарная, Омская степная, Жемчужина Сибири.***

COMPARATIVE INVESTIGATION OF THE DURUM VARIETIES (TRITICUM DURUM) ON THE ELEMENTS OF PRODUCTIVITY AND PLASTICITY

Kiryakova M.N., Candidate of Agriculture
Evdokimov M.G., Doctor of Agricultural Sciences
Yusov V.S., Candidate of Agriculture
Glushakov D.A., Junior Research Fellow

Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia

Key words: durum wheat, variety, productivity, crop structure elements, ripeness groups, ecological plasticity.

Abstract. *In Western Siberia, during the laboratory studies of the durum wheat breeding in the Omsk Agrarian Scientific Center in 2015-2018 the productivity of durum wheat varieties from the nursery of ecological variety testing was studied. Scientific data on the elements of the crop structure are presented, depending on the agrometeorological conditions of the growing season. Years of research in Omsk were quite contrasting in terms of temperature and moisture supply. Durum wheat productivity was estimated by ripeness groups and correlative interconnections were revealed by productivity elements. The conditions of the growing season significantly affected the productivity of durum wheat. The productive bushiness varied slightly from year to year during the research. The density of the stalk has increased to two productive stems in some species in 2018. There was also found an increase in the spike content of the spike up to 30 pcs in 2018. A correlation between the number of grains in an ear and the grain weight of the main ear was established. A reliable interconnection between productivity and the grain mass of the main ear was observed. The grain weight of the main spike varied between 1.1-1.6 g. Oazis and Omsk emerald were distinguished by all productivity indicators. It was found that most of the studied species formed a high yield in 2018 and the lowest in 2016 with a lack of moisture during harvest. In the course of research, the most productive and plastic species were identified by a number of characteristics. The Omsk emerald species has a high productivity potential and it is resistant to sharp weather conditions. The calculation of ecological plasticity showed that the species Pamyati Chekhovich and Oasis are most responsive to changing growing conditions, but more demanding on agricultural technology. For cultivation in Omsk region farms the species Omsk Amber, Omsk Steppe, and Pearl of Siberia can be recommended.*

Сорта твёрдой пшеницы отличаются упругой и прочной клейковиной, используются для выработки макарон, вермишели, манной крупы и в кондитерской промышленности. Традиционно основными регионами производства высококачественного зерна яровой твердой пшеницы являются Западная Сибирь, Алтайский край, Южный Урал и Поволжье. На качество зерна твёрдой пшеницы большое влияние оказывают климатические и агротехнические условия. Способность сортов сочетать в себе высокую продуктивность с показателями качества зерна, отзывчивостью на благоприятные условия вегетации представляет большой интерес в селекционном процессе. При этом экологически приспособленные генотипы обеспечивают достаточно высокие урожаи в благоприятных условиях возделывания и минимально снижают их в стрессовых [1, 2]. В селекционном процессе в основном приходится иметь дело с признаками растений, на которые значительное влияние оказывают изменяющиеся условия среды. Взаимодействие проявляется в том, что изменение среды неодинаково влияет на выраженность признака у разных генотипов.

Современные сорта должны быть не только высокоурожайными, дающими продукцию высокого качества, но и устойчивыми к неблагоприятным факторам среды, т. е. высокоадаптированными, высокогомеостатичными [3, 4]. Только высокая адаптивность сорта может обеспечить стабильность урожая в различных экологических условиях. Понятия «пластичность» и «стабильность» характеризуют потенциал модификационной и генотипической изменчивости отдельных признаков и видов растений. Пластичность признаков и стабильность их под действием экологических факторов считаются неотъемлемыми и необходимыми свойствами адаптивности [5-7]. Таким образом, высокая и стабильная урожайность может быть достигнута при сочетании в геноме двух показателей: высокой потенциальной продуктивности и устойчивости к неблагоприятным экологическим факторам.

Стабильными считаются те генотипы, у которых изменение условий среды не влияет на развитие признаков. В узком смысле ее определяют как степень отклонения формы отклика на изменение условий среды кон-

кретного генотипа от среднего отклика всей системы генотипов [8–10].

В селекционном процессе нужны сорта, наиболее приспособленные к изменению погодных условий, способные формировать стабильную урожайность.

Цель исследования – изучение элементов продуктивности и экологической пластичности сортов твёрдой пшеницы, что позволит выявить степень адаптивности сортов и определить их практическую ценность.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная работа проводилась в 2015–2018 гг. на опытном поле лаборатории селекции твёрдой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ». Объектами исследования явились 17 сортов разных групп спелости селекции учреждений России, Казахстана, Украины. Посев проводили в оптимальные сроки (14-15 мая), предшественник – чистый пар, норма высева – 4,5 млн всхожих зерен на 1 га. Сорта высевали в питомнике экологического сортоиспытания, площадь делянки 10 м^2, повторность двукратная. После уборки проводили структурный анализ растений по основным хозяйственно-ценным признакам, расчёт коэффициентов корреляции осуществляли по Б.А. Доспехову. Параметры экологической пластичности определяли по методике Эберхарта и Рассела [9].

Агрометеорологические условия периодов вегетации в годы исследований были довольно контрастны по температурному режиму и влагообеспеченности.

Первый год, 2015-й, в целом отличался неравномерным распределением тепла и нестабильным увлажнением. Период появления всходов характеризовался повышенными среднесуточными температурами воздуха и недостатком осадков. Налив и созревание твердой пшеницы проходили в условиях низких температур и избыточного увлажнения. Второй год, 2016-й, был тёплым, с недобором осадков в период появления всходов. Особенностью этого года являются ливневые осадки, выпадавшие в июне и июле, которые местами привели к полеганию посевов. Засушливым, с недобором осадков в период вегетации был 2017 г. Погодные условия 2018 г. характеризовались дефицитом тепла и обилием осадков в течение всей вегетации. Чрезмерное количество осадков, сильные ветра, высокая влажность воздуха способствовали полеганию растений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Урожайность твёрдой пшеницы определяется такими основными показателями, как продуктивная кустистость, озернённость колоса, масса зерна главного колоса. Условия периода вегетации 2015 г. в фазу кущения благоприятно сказались на формировании продуктивного стеблестоя (табл. 1). Продуктивная кустистость по группам спелости сортов формировалась в среднем за годы на уровне 1,3 стебля. Низкая продуктивная кустистость отмечалась в 2016 и 2017 гг. у большинства изучаемых сортов (1,1). Следует отметить, что в 2018 г. в фазу кущения при хорошей влагообеспеченно-

Таблица 1

Продуктивная кустистость сортов твёрдой пшеницы

Productive bushiness of durum wheat varieties

Сорт	Происхождение	Продуктивная кустистость				
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Средняя
1	2	3	4	5	6	7
Среднеранние сорта						
Омская янтарная	Омский АНЦ	1,1	1,1	1,1	1,7	1,3
Омская степная	Омский АНЦ	1,0	1,1	1,4	2,0	1,4
Омский циркон	Омский АНЦ	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Памяти Янченко	ФАНЦА, Барнаул	1,5	1,0	1,0	1,4	1,2
Памяти Чеховича	Самарский НЦ РАН	1,5	1,0	1,0	1,3	1,2
Среднее		1,3	1,1	1,1	1,5	1,3
Среднеспелые сорта						
Жемчужина Сибири	Омский АНЦ	1,4	1,1	1,2	1,8	1,4

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Омский корунд	Омский АНЦ	1,4	1,0	1,0	1,7	1,3
Ангел	Омский АНЦ	1,0	1,1	1,1	1,3	1,1
Безенчукский янтарь	Самарский НЦ РАН	1,2	1,0	1,2	1,6	1,2
Харьковская 46	ИР им. В.Я. Юрьева НААН Украины	1,1	1,3	1,2	2,0	1,4
Саратовская золотистая	НИИЗХ Юго-Востока, Саратов	1,7	1,0	1,1	1,8	1,4
Безенчукская степная	Самарский НЦ РАН	1,5	1,5	1,3	1,5	1,5
Среднее		1,3	1,1	1,2	1,7	1,3
Среднепоздние сорта						
Омский изумруд	Омский АНЦ	1,4	1,0	1,2	1,6	1,3
Алейская	ФАНЦА, Барнаул	1,2	1,0	1,2	1,7	1,2
Оазис	ФАНЦА, Барнаул	1,1	1,3	1,3	1,7	1,4
Лавина	НПЦЗХ им. А.И.Бараева	1,2	1,5	1,0	1,3	1,3
Алтын дала	Карабалыкская СХОЗ	1,4	1,0	1,3	1,4	1,3
Среднее		1,3	1,1	1,1	1,5	1,3

сти формировалась высокая продуктивная кустистость – до 2 стеблей у сортов Омская степная и Харьковская 46. Густота продуктивного стеблестоя у среднеранних и среднеспелых сортов была на уровне среднего значения, превысили этот показатель за годы исследований сорта Омская степная, Жемчужина Сибири, Харьковская 46 и Безенчукская степная. Наиболее продуктивным из среднепоздних сортов был Оазис – 1,4 стебля.

В формировании величины урожая значительная роль принадлежит озерненности колоса. В 2015 г. количество зёрен в колосе у сортов была на уровне среднего значения – 27,7 шт. (табл. 2). У сортов среднепоздней группы озернённость колоса была ниже (25,3 шт.).

Таблица 2

Показатели продуктивности сортов твёрдой пшеницы
Productivity indices of durum wheat varieties

Сорт	Количество зёрен главного колоса, шт.					Масса зерна главного колоса, г				
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Средняя	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Средняя
Среднеранние сорта										
Омская янтарная	31,3	24,2	23,4	32,5	27,8	1,2	1,1	0,9	1,5	1,2
Омская степная	22,4	23,5	26,6	29,6	25,5	0,9	1,2	1,1	1,5	1,2
Омский циркон	28,2	25,7	32,4	30,6	29,2	1,1	1,3	1,7	1,7	1,5
Памяти Янченко	27,0	22,4	26,0	26,9	25,6	1,3	1,1	1,4	1,5	1,3
Памяти Чеховича	29,5	23,9	31,1	35,1	29,9	1,0	1,0	1,3	1,8	1,3
Среднее	27,7	23,9	27,9	30,9	27,6	1,1	1,1	1,3	1,6	1,3
Среднеспелые сорта										
Жемчужина Сибири	24,6	25,9	27,8	34,9	28,3	1,0	1,4	1,2	1,6	1,3
Омский корунд	28,8	24,3	28,2	34,1	28,8	1,2	1,1	1,3	1,7	1,3
Ангел	25,6	25,9	28,0	25,1	26,2	1,0	1,4	1,3	1,5	1,3
Безенчукский янтарь	26,6	19,7	29,4	27,3	25,8	1,1	1,1	1,3	1,5	1,3
Харьковская 46	24,2	24,4	24,9	26,5	25,0	0,9	1,2	1,1	1,3	1,1
Саратовская золотистая	33,4	21,7	29,1	30,1	28,6	1,2	0,7	1,4	1,5	1,2
Безенчукская степная	30,6	20,2	30,5	33,1	28,6	1,3	0,9	1,5	1,7	1,4
Среднее	27,7	23,2	28,3	30,2	27,4	1,1	1,11	1,3	1,5	1,3
Среднепоздние сорта										
Омский изумруд	27,3	27,8	26,2	30,8	28,0	1,2	1,5	1,3	1,7	1,4
Алейская	23,8	26,5	31,1	31,4	28,2	1,1	1,3	1,6	1,6	1,4
Оазис	26,4	24,6	24,9	29,5	26,4	0,9	1,4	1,4	1,7	1,4
Лавина	26,4	23,7	24,1	28,3	25,6	1,0	1,1	1,0	1,3	1,1
Алтын дала	22,4	24,2	27,6	29,8	26,0	1,0	1,1	1,3	1,3	1,2
Среднее	25,3	25,4	26,8	29,9	26,9	1,0	1,3	1,3	1,5	1,3

Анализ полученных данных показал, что в условиях умеренной засухи во время налива и созревания зерна (2016 г.) число зёрен в колосе у среднеранних и среднеспелых сортов было ниже, чем у среднепоздних. Это связано с сокращением вегетационного периода. В условиях избыточного увлажнения (2018 г.) озернённость колоса возросла до 30 шт. Наиболее продуктивными в среднеранней группе были сорта Омский циркон, Памяти Чеховича; в среднеспелой – Омский корунд, Саратовская золотистая, Безенчукская степная; в среднепоздней – Омский изумруд и Алейская.

Масса зерна главного колоса – важный элемент структуры урожая, вносящий высокий вклад в продуктивность растений. Условия вегетации 2015 и 2016 гг. складывались неблагоприятно для формирования зерна. Масса главного колоса в среднем за 4 года составила 1,1 г. Наиболее благоприятным по влагообеспеченности был 2018 г., когда масса главного колоса возросла до 1,5–1,6 г. В группе среднеранних сортов самым продуктивным оказался Омский циркон; среднеспелых – Безенчукская степная; среднепоздних – Омский изумруд, Алейская, Оазис (см. табл. 2).

В ходе проведённых исследований установлены взаимосвязи между элементами продуктивности и урожайностью твёрдой пшеницы. Корреляционный анализ между урожайностью и массой зерна главного колоса выявил, что связь достоверная, положительная (r = 0,436). Отмечена достоверная взаимосвязь массы зерна главного колоса с количеством зёрен главного колоса (r = 0,513). Корреляция между продуктивной кустистостью и урожайностью недостоверна.

Урожайность сортов твёрдой пшеницы значительно варьировала в зависимости от

Таблица 3

Показатели урожайности и пластичности сортов твёрдой пшеницы
Indicators of yield and ductility of durum wheat varieties

Сорт	Урожайность, ц/га					B_i	B_{2d}
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Средняя		
Среднеранние сорта							
Омская янтарная	34,30	28,20	32,60	50,50	36,40	0,91	18,55
Омская степная	33,00	32,20	39,90	51,00	39,03	0,87	0,29
Омский циркон	24,20	24,10	39,30	49,40	34,25	1,20	14,99
Памяти Янченко	26,80	24,70	31,60	49,50	33,15	1,13	2,78
Памяти Чеховича	28,00	21,50	32,80	54,50	34,20	1,41	9,99
Среднее	29,26	26,14	35,24	50,98	35,41		
Среднеспелые сорта							
Жемчужина Сибири	33,00	33,20	34,00	52,90	38,28	0,93	13,83
Омский корунд	27,60	27,30	35,20	52,30	35,60	1,18	0,39
Ангел	32,50	27,60	39,40	50,30	37,45	0,97	6,51
Безенчукский янтарь	24,00	24,10	32,80	47,00	31,97	1,09	0,34
Харьковская 46	20,50	22,10	28,50	38,90	27,50	0,83	1,53
Саратовская золотистая	24,40	20,60	29,20	42,10	29,07	0,93	2,59
Безенчукская степная	30,20	26,20	38,60	50,40	36,35	1,06	5,35
Среднее	27,46	25,87	33,96	47,70	33,75		
Среднепоздние сорта							
Омский изумруд	36,30	39,90	43,80	59,60	44,90	1,01	5,75
Алейская	32,50	30,60	38,00	48,20	37,33	0,79	0,63
Оазис	23,40	34,00	40,10	55,80	38,33	1,27	33,88
Лавина	29,50	33,50	37,40	41,40	35,45	0,47	6,83
Алтын дала	28,70	28,40	36,00	48,30	35,35	0,94	0,13
Среднее	30,08	33,28	39,06	50,66	38,27		
Ij	-6,81	-7,44	0,27	13,97			

Примечание: B_i – пластичность (коэффициент линейной регрессии); B_{2d} – стабильность сорта в различных условиях среды (параметр отклонения); Ij – индекс среды.

Note: Bi – ductility (linear regression coefficient); B2d – variety stability under various environmental conditions (deviation parameter); Ij – is the index of the medium.

агроклиматических условий года и продолжительности периода вегетации. В 2015 г. в условиях недостатка тепла и обилия осадков более высокую урожайность формировали среднепоздние сорта (табл. 3).

Низкая продуктивность отмечалась в 2016 г. – 25,9 ц/га у среднеспелых сортов. Благоприятным по продуктивности для сортов всех групп спелости был 2017 г. (34–39 ц/га). Лучшие условия для роста и развития генотипов сложились в 2018 г., так как индекс условий среды имеет положительное значение (13,97), худшие условия вегетации отмечались в 2015, 2016 гг. За годы изучения высокую продуктивность имели сорта Омская степная – 39 ц/га, Жемчужина Сибири – 38,3, Оазис – 38,3 ц/га. Максимальная урожайность отмечена у сорта Омский изумруд – 44,9 ц/га.

Расчёт параметров экологической пластичности проведён по методике Эберхарта и Рассела, он основан на определении двух составляющих: коэффициента линейной регрессии (B_i) и дисперсии (B_{2d}). Первый показывает отклик генотипа на улучшение условий выращивания, а второй характеризует стабильность сорта в различных условиях среды. Показатель пластичности позволил выделить сорта по каждой группе спелости, наиболее адаптивные к меняющимся экологическим факторам. Из раннеспелой группы изучаемых сортов наиболее отзывчивыми на изменение уровня урожайности за годы исследований оказались сорта Памяти Чеховича и Омский циркон, сорт Омская степная наиболее стабилен по годам и относится к сортам экстенсивного типа.

Следует учитывать, что чем выше показатель пластичности, тем более требователен сорт к высокому уровню агротехники, чтобы получить максимальную отдачу. В группе среднеспелых сортов наиболее требовательным к условиям выращивания был Омский корунд, а в группе среднепоздних – Оазис, но по стабильности формирования урожая наилучшим признан Омский корунд. Сорт Омский изумруд имел показатель 1, что говорит о полном соответствии изменения урожайности сорта изменению условий выращивания. Менее требовательны к условиям выращивания сорта Алейская, Лавина, Алтын дала.

ВЫВОДЫ

1. Анализ элементов структуры урожая свидетельствует о влиянии условий года на продуктивность растений. Продуктивная кустистость менялась по годам исследования в среднем незначительно – от 1,1 до 1,3 стебля. Густота стеблестоя увеличилась до двух продуктивных стеблей у сортов Омская степная и Харьковская 46 в 2018 г. Количество зёрен в колосе снизилось в условиях 2016 г., так как налив и созревание проходили при недостатке влаги. В 2018 г. отмечалось увеличение озернённости до 30 шт. в среднем по группам спелости.

2. Установлена корреляция между количеством зёрен в колосе и массой зерна главного колоса. Достоверная взаимосвязь наблюдалась между урожайностью и массой зерна главного колоса. Масса зерна главного колоса варьировала в пределах 1,1-1,6 г. По всем показателям продуктивности выделились сорта Оазис и Омский изумруд.

3. Расчёт параметров экологической пластичности показал, что сорта Омская янтарная, Омская степная, Жемчужина Сибири, можно выращивать на экстенсивном фоне. Сорт Омский изумруд имеет высокий потенциал продуктивности и устойчив к условиям среды Западной Сибири. К сортам высокоинтенсивного типа относятся Оазис (ФАНЦА, Барнаул) и Памяти Чеховича (СамНЦ РАН).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Белан И.А.* Экологическая пластичность яровой мягкой пшеницы и признаки её определяющие в условиях южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – Екатеринбург, 1994. – 21 с.
2. *Евдокимов М.Г., Юсов В.С.* Яровая твердая пшеница в Сибирском Прииртышье . – Омск, 2008. – 159 с.

3. *Розова М.А., Янченко В.И., Мельник В.М.* Экологическая пластичность яровой твёрдой пшеницы в условиях Алтая: монография / Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. АНИИСХ. – Барнаул: Азбука, 2010. – С. 18–30.
4. *Юсов В.С., Евдокимов М.Г.* Твёрдая пшеница в лесостепи Западной Сибири. Достижения и перспективы // Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 106–111.
5. *Экологическая* пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка) / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.С. Юсов [и др.]. – Уфа, 2011. – 97 с.
6. *Основные* направления селекционных исследований яровой пшеницы, обеспечивающие создание сортов, конкурентоспособных в сухостепной зоне Казахстана / В.И. Цыганков, И.Г. Цыганков, М.Ю. Цыганкова [и др.] // Тр. Кубан. гос. аграр. ун.-та. – 2015. – № 54. – С. 340–348.
7. *Малокостова Е.И., Пивоварова И.Ю., Попова А.В.* Структурный анализ продуктивности колоса сортов и линий яровой твёрдой пшеницы // Централ. науч. вестн. – 2018. – Т. 3, № 22 (63). – С. 32–34.
8. *Коммерческие* сорта озимой твёрдой пшеницы и особенности их семеноводства / Н.Е. Самофалова, Н.П. Иличкина, М.А. Авраменко [и др.] // Зерн. хоз-во России. – 2016. – № 6. – С. 42–47.
9. *Eberhart S.A., Russell W.A.* Stability parameters for comparing varieties. //Crop. Sci. – 1966. – Vol. 6, N 1. – P. 36–40.
10. *Economical* and morpho-biological features of whiner wheat new generation varieties (*Triticum durum*) / L. Ulych, S. Gryniv, V. Lysiova [et al.] // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2010. – № 1 (11). – С. 38–43.

REFERENCES

1. Belan I.A. *Ekologicheskaya plastichnost' yarovoi myagkoi pshenitsy i priznaki ee opredelyayushchie v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri (*Ecological plasticity of spring soft wheat and its features defining in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia) Extended abstract of candidate's thesis*:* Ekaterinburg, 1994, 21 p.
2. Evdokimov M.G., Yusov V.S. *Yarovaya tverdaya pshenitsa v Sibirskom Priirtysh'e* (Spring durum wheat in Siberian Irtysh): Omsk, 2008, 159 p.
3. Rozova M.A., Yanchenko V.I., Mel'nik V.M. *Ekologicheskaya plastichnost' yarovoi tverdoi pshenitsy v usloviyakh Altaya* (Ecological plasticity of spring durum wheat in Altai) Rossel'khozakademiya. Sib.otd-nie. ANIISKh. Barnaul: Azbuka, 2010, 135 p.
4. Yusov V.S., Evdokimov M.G. *Dostizheniya i perspektivy. Aktual'nye problemy sel'skogo khozyaistva gornykh territorii* (Durum wheat in the forest-steppe of Western Siberia. Achievements and prospects) Proceedings of the 6rd International Scientific and Practical Conference, 2017, pp. 106-111. (In Russ.)
5. Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S., Kiraev R.S., Chanyshev I.O. *Ekologicheskaya plastichnost' sel'skokhozyaistvennykh rastenii (metodika i otsenka*). (Ecological plasticity of agricultural plants (methodology and assessment) : Ufa, 2011, 97 p.
6. Tsygankov V.I., Tsygankov I.G., Tsygankova M.Yu. , Tsygankova N.V. *Osnovnye napravleniya selektsionnykh issledovanii yarovoi pshenitsy, obespechivayushchie sozdanie sortov, konkurentosposobnykh v sukhostepnoi zone Kazakhstana Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*.(The main directions of breeding research of spring wheat, ensuring the creation of varieties competitive in the dry steppe zone of Kazakhstan) Proceedings of the Conference Title , 2015, No. 54. pp. 340-348. (In Russ.)
7. Malokostova E.I., Pivovarova I.Yu., Popova A.V. *Tsentral'nyi nauchnyi vestnik*, 2018, Vol. 3, No. 22(63), pp. 32-34. (In Russ.)
8. Samofalova N.E., Ilichkina N.P., Avramenko M.A., Dubinina O.A., Derova T.G. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2016, No. 6, pp. 42-47. (In Russ.)
9. Eberhart S.A. Russell W.A. *Stability parameters for comparing varieties. Corp. Sci.* 1966, No. 1(6), pp. 36-40.
10. Ulych L., Gryniv S., Lysiova V., Matus M. *Economical and morpho-biological features of whiner wheat new generation varieties (Triticum durum).* Sortovivchennya ta okhorona prav na sorti roslin, 2010, No. 1(11), pp. 38-43.

УДК 631.522/.524 DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-40-47

ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОЖАЙНОСТИ И ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ ЧЕЧЕВИЦЫ

Т.В. Маракаева, кандидат сельскохозяйственных наук

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Омск, Россия
E-mail: tv.marakaeva@omgau.org

Ключевые слова: **чечевица, образец, признак, коэффициент корреляции, урожайность**

Реферат. ***Чечевица (Lens culinaris Medic.) относится к группе ценных высокобелковых продовольственных культур. В увеличении ее продуктивности значительная роль отводится селекционной работе. Среди методов статистической обработки данных большое распространение в селекции получил анализ корреляционных взаимосвязей между признаками. Поэтому целью исследований являлось определение корреляционной связи между основными хозяйственно-ценными признаками у коллекционных образцов чечевицы в условиях Омской области. Научно-исследовательская работа проводилась в 2016–2018 гг. на полях учебно-опытного хозяйства Омского ГАУ, находящегося в южной лесостепи Западной Сибири. В качестве объекта исследования выступали коллекционные образцы чечевицы разного эколого-географического происхождения (Россия, Германия, Турция, Канада, Болгария, Молдова, Украина, Белоруссия, Казахстан). Стандартом являлся сорт Аида. За годы исследований по результатам проведенного корреляционного анализа зафиксирована устойчивая взаимосвязь урожайности с количеством бобов (r = 0,80±0,04) и массой семян (r = 0,80±0,04) с одного растения. Средняя положительная связь урожайности обнаружена с длительностью периодов от всходов до цветения (r = 0,60±0,09) и от цветения до созревания (r = 0,60±0,09), количеством семян в бобе (r = 0,60±0,09), массой 1000 семян (r = 0,50±0,09), расстоянием от кончика нижнего боба до почвы (r = 0,40±0,08) и высотой растения (r = 0,40±0,08). Слабая положительная зависимость урожайности зафиксирована от длины боба (r = 0,30±0,07) и высоты прикрепления нижнего боба (r = 0,30±0,07). Проведенный анализ показал степень влияния различных элементов продуктивности на формирование урожайности, что позволяет более целенаправленно проводить отбор в селекционном процессе.***

RELATION BETWEEN THE CROP YIELD AND PRODUCTIVITY ELEMENTS OF LENTIL

Marakaeva T. V., Candidate of Agriculture

Stolypin Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia

Key words: lentils, sample, sign, correlation coefficient, productivity.

Abstract. *Lentils (Lens culinaris Medic.) belongs to the group of valuable high-protein food crops. A significant role in increasing its productivity is given to breeding. Among the methods of statistical data processing, the analysis of correlation interconnection between characteristics has become widespread in selection. Therefore, the aim of the research was to determine the correlation between the main economically valuable traits of lentil collection samples in the conditions of the Omsk region. Research project was carried out in 2016–2018 on the sidelines of the training and experimental farm of the Omsk State Agrarian University, located in the Southern forest-steppe of Western Siberia.*

The object of the study was the collection samples of lentils of different ecological and geographical origin (Russia, Germany, Turkey, Canada, Bulgaria, Moldova, Ukraine, Belarus, Kazakhstan). The standard was the Aida variety. Over the years of research, according to the results of the correlation analysis, a stable interconnection between the yield and the number of beans (r = 0.80 ± 0.04) and the mass of seeds (r = 0.80 ± 0.04) per plant was fixed. An average positive interconnection between yield was found during the periods from germination to flowering (r = 0.60 ± 0.09) and from flowering to ripening (r = 0.60 ± 0.09), the number of seeds in a bean (r = 0.60 ± 0.09), weighing 1000 seeds (r = 0.50 ± 0.09), the distance from the tip of the lower bean to the soil (r = 0.40 ± 0.08) and the height of the plant (r = 0.40 ± 0 , 08). A weak positive dependence of the yield was fixed on the length of the bean (r = 0.30 ± 0.07) and the height of attachment of the lower bean (r = 0.30 ± 0.07). The analysis showed the degree of influence of various elements of productivity on the formation of productivity, which affords more targeted selection in the selection process.

Среди видового многообразия зернобобовых культур чечевица занимает особое место благодаря своим непревзойденным вкусовым качествам, содержанию в зерне высокоусвояемого белка, большого набора незаменимых аминокислот, витаминов и микроэлементов. Культура считается наиболее ценной в продовольственном значении и выращивается главным образом на зерно, более чем на треть состоящего из белка. Блюда из чечевицы служат поставщиками основных витаминов и минералов, которые полностью усваиваются. По содержанию железа, например, ей нет равных. Одним из основных ценных свойств этой культуры является то, что она не накапливает в себе никаких вредных или токсичных элементов (нитратов, радионуклидов и пр.). Благодаря этому чечевица, выращенная в любой точке земного шара, может считаться экологически чистым продуктом [1].

Еще в средние века чечевица была неотъемлемой частью питания населения Руси, а продукты, приготовленные с непосредственным ее использованием, – основными блюдами на столе. К сожалению, сегодня в России культура не так распространена, как в былые времена. В настоящее время чечевичные блюда можно встретить скорее в ресторанном меню, нежели на обеденном столе среднестатистического россиянина. В Китае и Индии чечевица является, наряду с рисом, национальным блюдом. Этот продукт неотъемлем для коренных народов Северной и Южной Америки, аборигенов Австралии. А немцы до сих пор готовят традиционное блюдо из чечевицы в рождественский сочельник [2]. В настоящее время российский рынок чечевицы характеризуется существенным расширением посевных площадей, ее посевы в Российской Федерации занимают до 167,4 тыс. га [3].

К сожалению, отсутствие адаптированных высокопродуктивных сортов местной селекции не дает возможности в полной мере раскрыть биотехнологический потенциал данной культуры. Урожайность зерна за последние пять лет в Омской области не превысила 1,1 т/га, хотя потенциал сортов, зарегистрированных в реестре селекционных достижений, согласно их описанию, достигает 2,1 т/га [4]. В увеличении продуктивности культуры значительна роль селекционной работы, в процессе которой выводят современные продуктивные сорта, устойчивые к различным стрессорам.

Урожайность – это результат взаимодействия продуктивности и факторов среды. Проблема селекционной работы, направленной на получение высокой урожайности, заключается в полигенности каждого элемента продуктивности, уровень проявления которого в значительной степени определяется фенотипической вариабельностью [5]. Нередко в селекции сельскохозяйственных культур применяют исследование корреляционных взаимосвязей и регрессионных зависимостей между показателями продуктивности, поскольку на величину признаков и взаимосвязь между ними воздействует не только специфичность климатических и по-

годных условий проведения опытов, но также своеобразие селекционного материала и агротехнологических мероприятий. В отдельных случаях между одними и теми же признаками возможно наблюдать дифференциальные величины корреляции. По этой причине актуально отслеживание проявления корреляций у разных признаков продуктивности и установление определенных, по которым необходим отбор при выведении современных высокоурожайных сортов, стабильно устойчивых к разнообразным воздействиям [6].

Целью исследований является изучение корреляционных связей между урожайностью и ее структурными элементами в коллекции чечевицы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Практическая часть работы производилась в 2016–2018 гг. на полях учебно-опытного хозяйства Омского ГАУ, находящегося в южной лесостепи Западной Сибири. Исследовалось 62 образца коллекции чечевицы из ВИР, ВНИИЗБК и иностранной селекции (Германии, Турции, Канады, Болгарии, Молдовы, Украины, Белоруссии, Казахстана). Стандартом являлся среднеранний (76 суток), высокоурожайный (1,6 т/га), допущенный к использованию во всех регионах РФ сорт Аида, оригинатором которого является ФГБНУ ВНИИЗБК (г. Орел). В опыте использовали ручной посев во второй декаде мая с шириной междурядий 60 см, систематическим размещением делянок площадью 1 м^2 в четырехкратной повторности и заделкой семян на глубину 5 см. Почва опытного участка – лугово-черноземная среднемощная малогумусовая среднесуглинистая с содержанием гумуса в пахотном слое 3,9 %. Уборку проводили вручную в фазу созревания во второй декаде августа, когда на 2/3 куста отмечались созревшие бобы.

Изучение коллекционного материала вели согласно методике по изучению коллекции зерновых бобовых культур [7] и методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [8]. Статистическая обработка проведена по пособию Б.А. Доспехова [9] с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel и SPSS версии PASW Statistics 20.0 [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На приспособленность сорта к почвенно-климатическим условиям указывает продолжительность всего вегетационного периода и отдельных его составляющих [11]. Фенологические наблюдения вегетационного периода растений чечевицы подтвердили его зависимость от обеспеченности растений теплом. При достаточной температуре на фоне умеренной влажности (ГТК = 0,72), вегетационный период в 2017 г. сократился на 6 суток по сравнению с прохладным и дождливым 2018 г. (ГТК = 1,10) и составлял в среднем 76,7 суток. Величина показателя в 2016 г. (ГТК = 1,01) равнялась 79,7 суток. В течение трех лет исследований наименьшее значение отмечено у образцов чечевицы Степная 244 (Россия) и Pardina Linsen (Германия) (табл. 1).

Некоторые ученые высказывают мнение, что чем быстрее зацветает растение, тем раньше оно войдет в фазу созревания [12]. В условиях Омской области нами зафиксирована слабая зависимость между ранним зацветанием растений и ранним созреванием чечевицы (r = 0,31). Кроме того, расчет коэффициента вариации показал, что период «цветение–созревание» у всех образцов подвержен большей изменчивости (V=19,6%), чем всходы – цветение (V=11,6%).

При формировании урожая зернобобовых культур немаловажное значение имеют параметры субкомпонентов семенной продуктивности, а именно: количество бобов с растения, количество семян в бобе, масса семян с растения и масса 1000 семян [13].

Двухфакторным дисперсионным анализом установлено, что значительный вклад

Таблица 1

Продолжительность вегетационного периода по фазам выделенных образцов чечевицы (среднее за 2016–2018 гг.), сут

The duration of the growing season in phases of the selected lentil samples (average for 2016–2018), days

Образец	Всходы –цветение	Цветение –созревание	Вегетационный период
Аида, стандарт	28	54	81
Орловская краснозерная	27	52	79
Степная 244	27	51	78
Pardina Linsen	27	51	78
К - 2947	27	53	80
К- 2662	25	55	80
К-3034	28	52	80
Beluga Linsen	26	52	79
К- 2692	25	53	79
К- 2982	24	56	80
К-2460	28	51	79
Светлая	26	53	79
$НСР_{05}$	1,0	1,0	1,0

Примечание. Все выделенные образцы относятся к среднеранней группе спелости.

(достоверно при Р = 99) в вариабельность количества бобов с растения (54,0%), массы семян с растения (53,7%), массы 1000 семян (69,7%) и урожайности (73,8%) вносят условия вегетации (фактор А – год). Доля генотипической изменчивости данных показателей (фактор В – сорт) варьировала от 12,4 (масса 1000 семян) до 22,9% (количество бобов с растения) (табл. 2).

В среднем за три года изучения выделены образцы с высоким значением определенных компонентов продуктивности: по количеству бобов с одного растения – Орловская краснозерная (Россия), Степная 244 (Россия), К- 2947 (Канада), Beluga Linsen (Германия) (131,7 – 170,7 шт.); по массе семян с одного растения – Орловская краснозерная (Россия), Beluga Linsen (Германия), К-2662

Таблица 2

Элементы семенной продуктивности выделенных образцов чечевицы (среднее за 2016–2018 гг.)

Seed productivity elements of selected lentil samples (average for 2016–2018)

Образец	Количество бобов с растения, шт.	Масса семян с растения, г	Масса 1000 семян, г	Урожайность, г/м^2
Аида, стандарт	86,7	4,5	71,1	61,2
Орловская краснозерная	170,7	8,6	42,4	123,5
Степная 244	138,7	6,5	24,6	94,1
Pardina Linsen	123,0	6,3	37,8	93,4
К - 2947	131,7	6,4	33,3	92,8
К- 2662	129,3	7,4	33,3	100,2
К-3034	99,7	6,0	62,8	85,3
Beluga Linsen	134,7	7,0	81,4	103,4
К- 2692	98,3	7,3	75,3	105,6
К- 2982	86,3	4,4	45,3	64,8
К-2460	110,0	7,9	60,4	110,0
Светлая	106,7	6,4	46,9	97,1
$НСР_{05}$	12,01	0,68	5,06	15,3
Доля фактора А (год),%	54,00	53,70	69,70	73,80
Доля фактора В (сорт), %	22,90	15,00	12,40	13,00
Доля взаимодействия А х В, %	22,80	11,30	17,70	12,20
Случайное отклонение, %	0,30	20,00	0,02	1,00

(Греция), К-2460 (Канада), К- 2692 (Россия) (7,0 – 8,6 г); по массе 1000 семян – Beluga Linsen (Германия), К-3034 (Канада), К- 2692 (Россия) (62,8 – 81,4 г). У коллекционных образцов чечевицы не наблюдалось кардинальных различий по количеству семян в бобе. У вышеперечисленных образцов отмечены односемянные бобы.

При выращивании чечевицы в производственных масштабах очень актуальна проблема пригодности сортов к механизированной уборке [14]. Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что величина проявления показателей пригодности к уборке комбайном достоверно (при Р = 99) изменяется под воздействием и условий выращивания (фактор А – год), и генотипа (фактор В – сорт), и их взаимодействия (А х В). Наибольший вклад в изменчивость высоты растения (39,9%), прикрепления нижнего боба (36,2%) и расстояния от нижнего боба до почвы (37,6%) вносит генотип растения (В). Доля влияния условий выращивания на данные показатели (А) варьировала от 29,7 (высота прикрепления нижнего боба) до 39,9% (высота растения). Также стоит отметить, что немалый вклад (от 20,6 до 27,4%) в изменение признаков внесло взаимодействие обоих факторов (табл. 3).

В среднем за три года исследований немногие образцы чечевицы превзошли сорт-стандарт по высоте растения, а в основном

Таблица 3

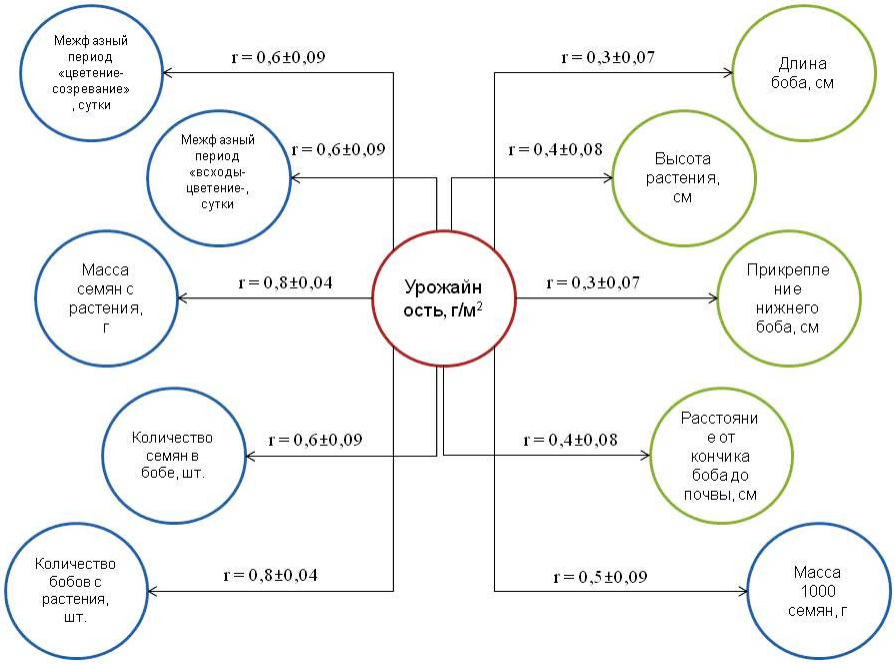
Показатели пригодности к механизированной уборке выделенных образцов чечевицы (среднее за 2016–2018 гг.)
Suitability for mechanized harvesting of selected lentil samples (average for 2016–2018)

Образец	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Расстояние от почвы до кончика нижнего боба, см
Аида, стандарт	43	16	15
Орловская краснозерная	44	17	15
Степная 244	46	18	17
Pardina Linsen	41	16	14
К - 2947	47	16	14
К- 2662	47	19	18
К-3034	49	23	21
Beluga Linsen	52	21	20
К- 2692	45	19	18
К- 2982	55	27	25
К-2460	52	22	20
Светлая	53	19	17
$НСР_{05}$			
Доля фактора А (год),%	34,2	29,7	32,9
Доля фактора В (сорт), %	39,9	36,2	37,6
Доля взаимодействия А х В, %	20,6	27,4	24,6
Случайное отклонение, %	5,3	6,7	4,9

показатель находился на уровне стандарта (41–55 см). Все выделенные образцы показали значение прикрепления бобов (16–27 см) и расстояния от нижнего боба до почвы (14–25 см) выше, чем у стандарта.

В результате исследований выявлена сильная положительная взаимосвязь урожайности с массой семян с одного растения (r = 0,80±0,04) и с количеством бобов с одного растения (r = 0,80±0,04) (рисунок).

Средняя положительная связь урожайности обнаружена с продолжительностью межфазных периодов вегетации от всходов до цветения (r = 0,60±0,09) и от цветения до созревания (r = 0,60±0,09), массой 1000 семян (r = 0,50±0,09), количеством семян в бобе (r = 0,60±0,09), высотой растения r = 0,40±0,08), расстоянием от кончика нижнего боба до почвы (r = 0,40±0,08). Слабая положительная зависимость урожайности зафиксирована от длины боба (r = 0,30±0,07)



Корреляционная зависимость урожайности от хозяйственно-ценных признаков чечевицы
Correlation between yield and economically valuable traits of lentils

и высоты прикрепления нижнего боба (r = 0,30±0,07).

ВЫВОДЫ

1. Проведённая работа по выявлению взаимосвязи урожайности образцов чечевицы с составляющими ее элементами продуктивности подтвердила теоретические предположения об их взаимодействии. По результатам полученных данных определен уровень выраженности отдельных субкомпонентов и их корреляционные связи с урожайностью, знание которых позволяет выявить образцы с высокой селекционной ценностью для создания новых высокопродуктивных сортов, адаптированных для условий южной лесостепи Западной Сибири.

2. Зафиксирована устойчивая положительная взаимосвязь урожайности с массой семян (r = 0,80±0,04) и количеством бобов (r = 0,80±0,04) с одного растения.

3. Установлена средняя положительная связь урожайности с продолжительностью межфазных периодов вегетации от всходов до цветения (r = 0,60±0,09) и от цветения до созревания (r = 0,60±0,09), массой 1000 семян (r = 0,50±0,09), количеством семян в бобе (r = 0,60±0,09), высотой растения (r = 0,40±0,08), расстоянием от кончика нижнего боба до почвы (r = 0,40±0,08).

4. Отмечена слабая положительная зависимость урожайности от длины боба (r = 0,30±0,07) и высоты прикрепления нижнего боба (r = 0,30±0,07).

5. Наибольший вклад в изменчивость количества бобов с растения (54,0%), массы семян с растения (53,7%), массы 1000 семян (69,7%) и урожайности (73,8%) вносят условия вегетации (А). Доля генотипической изменчивости данных показателей (В) варьировала от 12,4 % (масса 1000 семян) до 22,9% (количество бобов с растения).

6. Изменчивость высоты растения (39,9%), прикрепления нижнего боба (36,2%) и расстояния от нижнего боба до почвы (37,6%) происходит под действием генотипа растения (В). Доля влияния условий выращивания на данные показатели (А) варьировала от 29,7 % (высота прикрепления нижнего боба) до 39,9% (высота растения). Также стоит отметить, что немалый вклад (от 20,6 до 27,4%) в изменение признаков внесло взаимодействие обоих факторов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Хавалойес П.* Зернобобовые. Питательные зерна устойчивого будущего. – ФАО, 2016. – 196 с.
2. *Зернобобовые* культуры – важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства / В.И. Зотиков, Т.С. Наумкина, Н.В. Грядунова [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 1 (17). – С. 6–13.
3. *Государственный* реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – М., 2018. – 505 с.
4. *Международный* год зернобобовых 2016 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http//www.fao.org/pulses-2016/ru (дата обращения: 13.05.2019).
5. *Пивоваров В.Ф., Балашова Н.Н., Балашова И.Т.* Перспективы развития приоритетных направлений в селекции и семеноводстве овощных культур // С.-х. биология. – 2003. – № 3. – С. 3–10.
6. *Маракаева Т.В.* Анализ зависимости урожайности образцов фасоли овощной от структурных элементов продуктивности // Вестн. Казан. гос. аграр. ун-та. – 2016. – Т. 11, № 3 (41). – С. 20–23.
7. *Методические* указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / Н.И. Корсаков, О.А. Адамова, В.И. Будакова [и др.]. – Л.: ВИР, 1975. – 59 с.
8. *Методика* государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. – М., 1989. – 197 с.
9. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов. – М., 1985. – 351 с.
10. *Бююль А.* SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. – СПб.: ДиаСофтЮП, 2002. – 608 с.
11. *Васякин Н.И.* Селекция зернобобовых культур в Западной Сибири: дис. … д-ра с.-х. наук. – Новосибирск, 2003. – 274 с.
12. *Амелин А.В.*, *Кондыков И.В., Иконников А.В.* Генетические и физиологические аспекты селекции чечевицы // Вестн. ОрелГАУ. – 2013. – № 1. – С. 31–38.
13. *Зотиков В.И.* Зернобобовые культуры – важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства// Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 1 (17). – С. 6–13.
14. *Маракаева Т.В.*, *Горбачева Т.В., Зинич А.В.* Чечевица – перспективная зернобобовая культура // Разнообразие и устойчивое развитие агробиоценозов омского Прииртышья: материалы Нац. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию бот. сада Ом. ГАУ. – 2017. – С. 158–161.

REFERENCES

1. Havalojes P. *Zernobobovye. Pitatel'nye zerna ustojchivogo budushhego* (Leguminous plants. Nutritive grains of a sustainable future), FAO, 2016, 196 p.
2. Zotikov V.I., Naumkina T.S., Grjadunova N.V. *Zernobobovye i krupjanye kul'tury*, 2016, No. 17, pp. 6-13. (In Russ.)
3. Available at: http//www.fao.org/pulses-2016/ru, (May 13.2019)
4. *Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushhennyh k ispol'zovaniju* (State Register of Selection Achievements Approved for Use), Moscow, 2016, 505 p.
5. Pivovarov V.F., Balashova N.N., Balashova I.T. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2003, No 3, pp. 3-10. (In Russ.)
6. Marakaeva T.V. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, T. 11, No 3 (41), pp. 20-23. (In Russ.)
7. Korsakov N.I., Adamova O.A., Budakova V.I. *Metodicheskie ukazanija po izucheniju kollekcii zernovyh bobovyh kul'tur* (Methodical instructions for studying the collection of grain legumes), Leningrad, VIR, 1975, 59 p
8. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur. Vypusk vtoroi. Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury (Methods of state variety testing of agricultural crops (*The release of the second. Cereals, cereals, legumes, maize and fodder crops), M., 1989, 197 p.
9. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov* (Methodology of field experience with the basics of statistical processing of results), M., 1985, 351 p.

10. Bjujul' A. *SPSS iskusstvo obrabotki informacii. Analiz statisticheskih dannyh i vosstanovlenie skrytyh zakonomernostej* (SPSS: the art of information processing. Analysis of statistical data and restoration of hidden patterns), SPb, DiaSoftJuP, 2002, 608 p
11. Vasyakin N.I. *Selektsiya zernobobovykh kul'tur v Zapadnoi Sibiri* (Selection of leguminous crops in Western Siberia), Novosibirsk, 2003, 274 p.
12. Amelin A.V., Kondykov I.V., Ikonnikov A.V. *Vestnik OrelGAU*, 2013, No1. – pp. 31-38. (In Russ.)
13. Zotikov V.I. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, No. 1 (17), pp. 6-13. (In Russ.)
14. Marakaeva T.V., Gorbacheva T.V., Zinich A.V. *Raznoobrazie i ustoichivoe razvitie agrobiotsenozov omskogo Priirtysh'ya* (Diversity and sustainable development of agrobiocenoses of Omsk Irtysh region), Proceedings of the National scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the Botanical garden of Omsk GAU, 2017, pp.158-161. (In Russ.)

УДК 633.16.321.631.526.32:631.529 DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-48-58

АДАПТИВНОСТЬ НОВОГО СОРТА ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО ОМСКИЙ 101

[1]**П. Н. Николаев,** кандидат сельскохозяйственных наук
[1]**О. А. Юсова,** кандидат сельскохозяйственных наук
[2]**Н. И. Аниськов,** доктор сельскохозяйственных наук
[2]**И. В. Сафонова,** кандидат сельскохозяйственных наук

[1] Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
[2] Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: 55asc@bk.ru

Ключевые слова: **сорт, ячмень, адаптивность, стабильность, пластичность, стрессоустойчивость, гомеостатичность**

Реферат. ***Создание потенциально высокоурожайных сортов ячменя, приспособленных к условиям определенного региона, является первоочередной задачей селекции. Цель настоящего исследования – охарактеризовать новый двурядный сорт ярового ячменя Омский 101 по урожайности и адаптивности для условий южной лесостепи Западной Сибири. Комплексные исследования проведены на опытных полях Омского АНЦ с 2014 по 2018 г. Оригинатор ярового ячменя Омский 101 – ФГБНУ Омский АНЦ, в качестве родительских форм выступал сортовой материал Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. Сорт Омский 101 относится к лесостепной экологической группе сортов, засухоустойчивый, среднеспелый, устойчив к полеганию. Отличительные особенности: среднерослость; полупрямостоячий средней толщины и прочности стебель, окраска стеблевых узлов коричневая; средней ширины лист, отсутствие опушения на влагалищах нижних листьев, наличие воскового налета; двурядный, пленчатый, остистый колос цилиндрической формы; переход цветочной чешуи в ость постепенный, нервация слабо выражена; ости длинные, гладкие, расположены параллельно колосу, средней грубости; возможна антоциановая окраска кончиков и зазубренность, щетинка волосистая; зерно желтое, пленчатое, полуудлиненное, крупное. Сорт высокоурожаен в условиях Западной Сибири (прибавка 0,55 т/га к стандарту в зоне южной лесостепи и 0,38 т/га в степной в среднем за период исследований с 2014 по 2018 г.). Сорт характеризуется отзывчивостью на улучшение условий выращивания как при определении по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell (bi = 1,1), так и по методикам, предложенным А.А. Грязновым (ИЭП = 1,05) и C. Wricke (W_i = 0,20). Исследуемый сорт отличался также повышенной стабильностью (σ^2_d = 0,1 по S.A. Eberhart и W.A. Russell) и адаптивностью (КА = 104,6% по Л.А. Животкову). Сорт передан на государственное сортоиспытание в 2018 г. по Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам.***

ADAPTIVITY OF NEW VARIETY OF OMSKIY 101 SPRING BARLEY

[1]**Nikolaev P.N.,** Candidate of Agriculture
[1]**Yusova O.A.,** Candidate of Agriculture
[2]**Aniskov N.I.,** Doctor of Agricultural Sciences
[2]**Safonova I.V.,** Candidate of Agriculture

[1]Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia
[2]Vavilov Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

Key words: variety, barley, adaptability, stability, plasticity, stress resistance, homeostaticity.

Abstract. *The authors see the creation of potentially high-yield varieties of barley adapted to the conditions of a particular region as a priority for selection. The study characterizes a new two-row variety of spring barley Omskiy 101 in terms of yield and adaptability for the conditions of the southern forest-steppe in Western Siberia. Comprehensive studies were carried out on the experimental fields of Omsk ANC premises from 2014 to 2018. The originator of spring barley Omskiy 101 was the Federal State Budget Scientific Institution Omsk ANC. A parental material was taken from the variety given by the Vavilov Federal Research Center Russian Institute of Plant and Genetic Resources. The variety Omskiy 101 belongs to the forest-steppe ecological group of varieties, drought tolerant, mid-season, resistant to lodging. Distinctive features: average height; semi-straight, medium thickness and strenght stem, the color of the stem nodes brown; the average width of the leaf, the absence of pubescence on the vaginas of the lower leaves, the presence of a wax coating; two-row, membranous, spinous spike of cylindrical shape; the transition of flower scales to the spine is gradual, the nerve is poorly expressed; the spines are long, smooth, parallel to the spike, of medium roughness; possible anthocyanin coloration of tips and serration, hairy bristles; the grain is yellow, filmy, semi-elongated, large. The variety is highly harvested in Western Siberia (an increase of 0.55 t/ha to the standard in the Southern forest-steppe zone and 0.38 t/ha in the steppe on average for the period of research from 2014 to 2018). The variety is characterized by responsiveness to improved growing conditions as determined by S.A. Eberhart, W.A. Russell (bi = 1,1), and according to the methods proposed by A.A. Gryaznov (IEP = 1.05) and C. Wricke (Wi = 0.20). The studied variety was also characterized by increased stability (σ2d = 0.1 according to S.A. Eberhart and W.A. Russell) and adaptability (KA = 104.6% according to L.A. Zhivotkov). The variety was submitted for state variety testing in 2018 in the Ural (9), West Siberian (10) and East Siberian (11) regions.*

Ячмень – незаменимая по исключительно многообразному использованию зерновая культура – в Российской Федерации достаточно широко распространен. Максимальные площади он занимает на Северном Кавказе, Урале, в Сибири, Центрально-Черноземной и Нечерноземной зонах [1].

В сложных климатических условиях Западной Сибири ячмень имеет приоритет перед пшеницей и овсом как зернофуражная и кормовая культура в силу таких основополагающих характеристик, как засухоустойчивость, продуктивность и кормовые достоинства [2]. В Омской области сосредоточена двенадцатая часть всех посевных площадей ячменя Сибири [3].

В связи с тем, что любой регион имеет свои характерные климатические и почвенные особенности, генерируется потребность для каждого из них создавать сорта, которым свойственна повышенная адаптивность к отрицательным абиотическим и биотическим показателям с достаточно значимой продуктивностью и способностью реализовывать ее даже в стрессовых условиях. На данный момент сорт можно назвать основополагающим условием повышения урожайности, роль которого и в дальнейшем будет возрастать [4].

В Западной Сибири почвенно-климатические условия пригодны для выращивания ячменя, но в ряде случаев наблюдается резкое снижение урожайности на фоне отрицательного проявления абиотических факторов (высокий температурный режим, недостаток влаги в почве). Неисчерпаемым и возобновимым резервом повышения как продуктивных, так и качественных показателей зерна ячменя (наряду с широко известными и повсеместно применяемыми, такими как технологии возделывания) является сорт. Каждый новый сорт создается с актуальными на данный момент характеристиками – высоким потенциалом урожайности, отзывчивостью на условия интенсификации, устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессорам применительно к конкретным природно-климатическим условиям региона возделывания.

Все вышеперечисленное позволяет сделать вывод, что создание потенциально высокоурожайных сортов ячменя, приспособленных к условиям определенного региона, является первоочередной задачей селекции как в широком понимании, так и применительно к Западно-Сибирскому региону. Характерной особенностью данного региона является многообразие природно-климатических зон (тундра, лесотундра и северная тайга, средняя тайга, южная тайга, лесостепь, степь, горы). В свою очередь, лесостепь подразделяется на северную и южную. Каждый вновь создаваемый сорт ячменя, в идеале, должен обладать характеристиками адаптивности к нескольким природно-климатическим зонам региона возделывания.

Цель настоящего исследования – охарактеризовать новый двурядный сорт ярового ячменя Омский 101 по урожайности и адаптивности для условий южной лесостепи Западной Сибири.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Комплексные исследования проведены на опытных полях Омского АНЦ (лаборатория селекции зернофуражных культур) с 2014 по 2018 г. [5].

Предмет исследований – новый перспективный кормовой сорт ярового ячменя Омский 101, переданный на государственное сортоиспытание в 2018 г. В качестве стандартного сорта использован Омский 95 (патент № 3102, зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений РФ 26.04.2006). Для аналогии приведены данные последнего переданного на ГСИ (2016 г.) высокоурожайного сорта Омский 100.

Годы исследований (2013-2018 гг.) характеризовались контрастными условиями, что характерно для резко-континентальных условий Омской области. Период вегетации 2014 г. отмечен как засушливый (ГТК = 0,92), 2015 г. – сухой и холодный (ГТК = 0,70), 2013 и 2018 г. – как достаточно увлажненный (ГТК = 0,99). В третьей десятидневке июля и начале августа в колосе растения образуется зерновка, поэтому климатические показатели данных периодов оказывают непосредственное воздействие на урожайность. Указанный временной интервал характеризовался обильными осадками июля в течение всего периода наших исследований, а также в августе 2013 – 2015, 2018 гг. (выше среднемноголетних данных на 29,3-84,0 мм, т.е. в 2 – 4 раза) (рис. 1, 2). Недобор осадков наблюдался в 2016 и 2017 гг. (ниже на 0,4 и 2,7 мм среднемноголетних данных, что составило 97,8 и 84,0 %). На этом фоне наблюдался недобор тепла в июле 2013-2015 и 2018 гг. (ниже нормы на 1,0–3,0 °С), а также августе 2015 г. (на 0,5 °С).

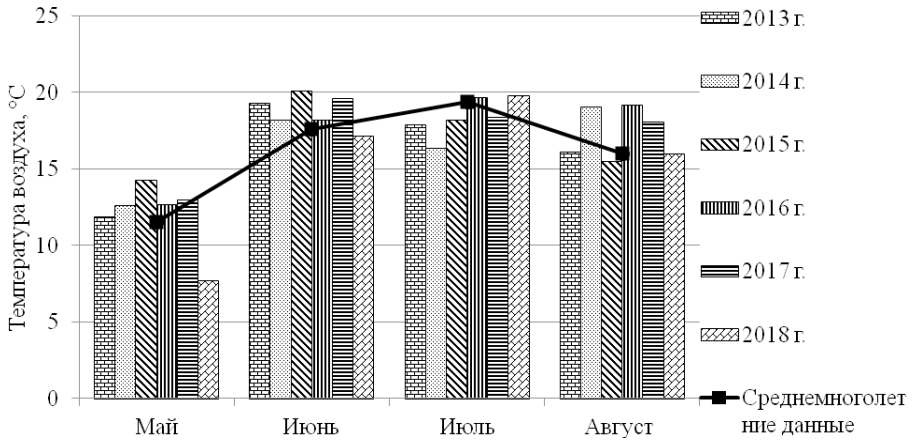


Рис. 1. Средняя температура воздуха вегетационных периодов с 2013 по 2018 г., Омская ГМС
The average temperature of the vegetation periods from 2013 to 2018, Omsk hydrometeorological station

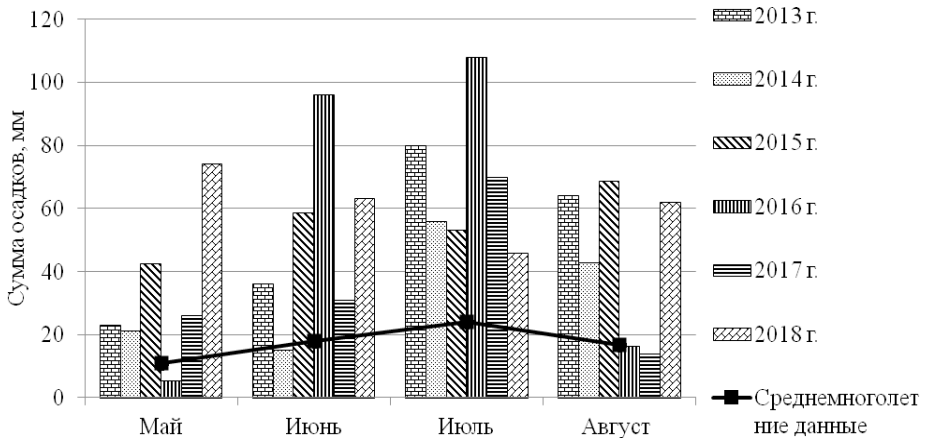


Рис. 2. Сумма осадков вегетационных периодов с 2013 по 2018 г., Омская ГМС
The amount of precipitation of vegetation periods from 2013 to 2018, Omsk hydrometeorological station

Агротехника ячменя – общепринятая для Западно-Сибирского региона. Учитывая повышенную потребность культуры к наличию влаги и почвенному плодородию, необходимо особое внимание уделять предшественнику. В наших исследованиях ячмень высевался третьей культурой после пара. Основная обработка почвы включала лущение стерни одновременно с уборкой зерновых и зяблевую вспашку. Обработка зяби состояла из закрытия влаги боронованием и последующей культивации на глубину 6–8 см. При посеве использована селекционная сеялка ССФК-7. Площадь опытной делянки составляла 10 м^2, повторность четырехкратная, норма высева – 4 млн всхожих зерен на 1 га. В комплекс мероприятий по уходу за посевами ячменя входит уничтожение почвенной корки и борьба с сорняками путем боронования. Довсходовое боронование проводилось через 5-6 дней после посева, затем в фазу трех-четырех листьев для уничтожения однолетних сорняков.

По приведенным данным урожайности перечисленных сортов за исследуемый период проведена математическая обработка [6]. Вычислены коэффициенты стабильности (σ^2_d) [7], мультипликативности (КМ) [8], адаптивности (КА) [9], устойчивости к стрессу ($Y_{min} - Y_{max}$) компенсаторной способности ($\frac{Y_{min} + Y_{max}}{2}$) [10]. Также проведены исследования пластичности сортов по нескольким методикам: рассчитаны коэффициент регрессии (bi) [7], эковалента пластичности (Wi) [11] и индекс экологической пластичности (ИЭП) [12]. Статистическая обработка данных проведена в приложении Microsoft Office Excel для ОС Windows.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оригинатор ярового ячменя Омский 101 – ФГБНУ Омский АНЦ (ФГБНУ СибНИИСХ). В качестве родительских форм выступал сортовой материал Федерального исследовательского центра «Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова», а также полученные на их основе линии, адаптированные к местным экологическим условиям, так как, согласно литературным данным, большое значение в селекции имеют и коллекция генетических ресурсов растений, и местные формы [13] (рис. 3). В качестве источников повышенной урожайности и засухоустойчивости в схемы гибридизации включены родительские сорта Колхозный и Одесский 9 (3,1 – 6,4 т/га); в качестве источников повышенного качества зерна и устойчивости к головневым заболеваниям – сорта зарубежной селекции К-900, К-920, Sabku и STM 48076.

Создание сорта Омский 101 включало следующие этапы:

1. 2005 г. – гибридизация родительских линий Нутанс 4621 × Нудум 4731.

2. 2006 г. – размножение гибридов первого поколения в сетчатом дворике Омского АНЦ.

3. 2007 г. – размножение гибридов второго поколения в полевых условиях.

4. 2008 г. – выделение 59 элитных растений в F_3, полученных методом индивидуального отбора из гибридной популяции по признакам продуктивности: число колосков в колосе, количество и масса зерен колоса.

5. 2009 г. – проведение полевых исследований элитных растений в селекционном питомнике первого года (СП-I).

6. 2010 г. – проведение дальнейших исследований, в результате которых из указанных выше элитных растений отобрано 11 линий, которые превосходили стандарт по урожайности (г/м^2), массе 1000 зерен и основным показателям качества зерна. Семь наиболее продуктивных и высококачественных линий испытаны в селекционном питомнике второго года (СП-II).

7. 2011 г. – изучение лучших 2 линий в контрольном питомнике (КП) по показателям продуктивности, качества зерна, поражаемости головневыми заболеваниями, а также по засухоустойчивости и полеганию.

8. С 2012 по 2017 гг. – изучение наиболее урожайной линии (Медикум 4858) в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ).

9. 2018 г. – по итогам проведенных исследований полученный сорт получил наименование Омский 101 и передан на государственное сортоиспытание.

Сорт Омский 101 разновидности медикум (medicum) относится к лесостепной экологической группе. Положительные характеристики данного сорта: среднеспелость, устойчивость к засухе и полеганию.

Отличительные особенности:

– среднерослость;

– полупрямостоячий средней толщины и прочности стебель, окраска стеблевых узлов коричневая;

– средней ширины лист, отсутствие опушения на влагалищах нижних листьев, наличие воскового налета;

– двурядный, пленчатый, остистый колос цилиндрической формы, средней длины, рыхлый;

– переход цветочной чешуи в ость постепенный, нервация слабо выражена;

– ости длинные, гладкие, расположены параллельно колосу, средней грубости; воз-

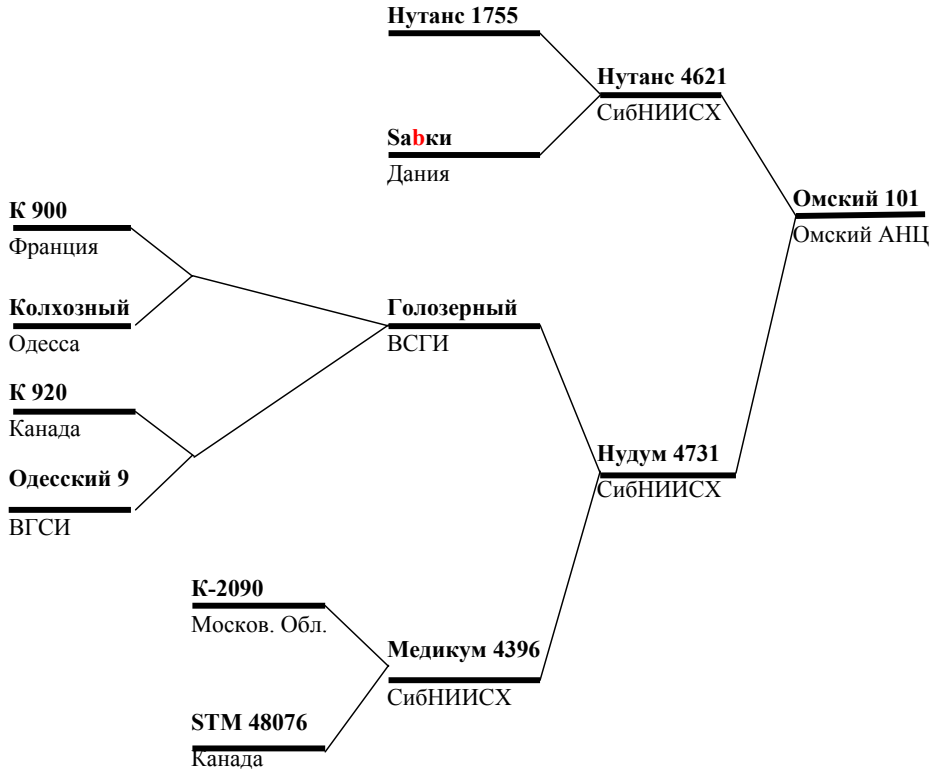


Рис. 3. Родословная сорта ячменя ярового Омский 101
The pedigree of spring barley varieties Omskiy 101

можна антоциановая окраска кончиков и зазубренность, щетинка волосистая;

– зерно желтое, пленчатое, полуудлиненное, крупное.

Урожайность является основополагающим агрономическим показателем, определяющим результативность любых исследований [14, 15]. Это интегральный признак, выражение которого зависит от многочисленных составляющих (абиотические и биотические факторы, условия интенсификации земледелия, сортовые особенности возделываемой культуры).

Согласно данным, представленным в табл. 1, изменчивость урожайности исследуемых сортов при возделывании в различных зонах значительна (Cv > 20 %). Максимальное значение данного показателя в среднем по сортам наблюдалось в зоне южной лесостепи (прибавка по отношению к урожайности в степной зоне составила от 0,85 т/га при посеве четвертой культурой после пара до 3,13 т/га при посеве по пару в среднем за период исследований). В свою очередь, в зоне южной лесостепи наибольшая урожайность отмечена при посеве ячменя по пару (6,85 т/га).

Таблица 1

Урожайность нового сорта ячменя Омский 101 в среднем за 2013-2018 гг., т/га
The averaged yield of a new variety of barley Omskiy 101 during 2013-2018, t/ha

Сорт	Зона южной лесостепи						Степная зона		Cv, %
	посев четвертой культурой после пара		посев по зяби		посев по пару				
	$\bar{x}$	Lim	$\bar{x}$	Lim	$\bar{x}$	Lim	$\bar{x}$	Lim	
Омский 95, st.	4,23	2,24 – 5,80	6,03	4,68 – 7,39	6,94	6,57 – 7,32	3,50	1,93 – 4,20	30,6
Омский 100	4,69	3,46 – 6,55	5,76	4,63 – 6,94	6,51	6,28 – 6,75	3,78	2,15 – 4,65	23,1
Омский 101	4,78	3,15 – 6,52	6,05	4,73 – 7,36	7,10	7,11 – 7,09	3,88	2,31 – 4,50	25,9
Среднее	4,57	2,95 – 6,29	5,94	4,68 – 7,23	6,85	6,65 – 7,05	3,72	2,13 – 4,45	–
$НСР_{05}$	0,17		0,09		0,18		0,07		–

Стандартный сорт Омский 95 характеризовался повышенной урожайностью в южной лесостепи при посеве по зяби (6,03 т/га) и по пару (6,94 т/га), что подтверждается значительной, близкой к функциональной, сопряженностью (r = 0,999) (табл. 2).

Сорт Омский 101 по продуктивности относится к высокоурожайным в условиях Западной Сибири. В среднем за период исследований данный сорт достоверно превышал стандарт на 0,38 т/га при посеве в степной зоне и на 0,55 т/га четвертой культурой после пара в зоне южной лесостепи (r = 0,965). Также возможно предположить повышенную потенциальную урожайность в степной зоне и по зяби в южной лесостепи (r = 0,970), однако в нашем опыте прибавка к стандарту в данных зонах незначительна и находится в пределах ошибки. Соответственно, можно предположить, что для повышения урожайности данного сорта требуется улучшение ус-

Таблица 2

Сопряженность урожайности сортов ячменя в зависимости от условий возделывания
The correlation between the yield of barley varieties depending on the cultivation conditions

Зона	Омский 95, стандарт			Омский 100			Омский 101		
	Южная лесостепь								
	4-й культурой после пара	по зяби	по пару	4-й культурой после пара	по зяби	по пару	4-й культурой после пара	по зяби	по пару
Южная лесостепь									
посев по зяби	-0,998	-	-	0,995	-	-	0,999	-	-
посев по пару	-0,998	0,999	-	0,995	0,999	-	-0,999	-0,999	-
Степная зона	0,989	-0,977	-0,978	0,958	0,983	0,983	0,965	0,970	-0,970

ловий возделывания (интенсификации), что будет подтверждено дальнейшими расчетами.

Сорт Омский 100 характеризовался превышением по урожайности над стандартом (при посеве четвертой культурой после пара в зоне южной лесостепи на 0,46 т/га и в степной зоне на 0,28 т/га) и ее снижением по отношению к Омскому 101 во всех вариантах испытания на 0,09–0,59 т/га (r = 0,958–0,999).

Для достоверной оценки адаптивного потенциала сорта требуется применение различных статических методов оценки. Первый этап исследований включает дисперсионный анализ с целью установления существенности вклада генотипа сорта и климатических условий периода испытания в формирование урожайности. Взаимные действия среды и генотипа имеют разный характер, сложность и степень проявления. Считается, что оценка взаимодействия «генотип × среда» определенным образом характеризует стабильность и пластичность генотипов. Также данное взаимодействие может служить для оценки характерного типа взаимодействия генов (эпистаза) [16]. Согласно данным проведенных нами исследований, выявлена достоверно ($F_{факт}$ > F_{05}) высокая доля влияния эффектов среды на урожайность (фактор А = 88,1 %) в различных зонах возделывания сорта. Доли генотипа сорта и взаимодействия «генотип × среда» незначительны (2,8 и 1,9 % соответственно). Согласно литературным данным, подобная динамика (снижение доли генотипа сорта на фоне возрастания доли, обусловленной экологическими факторами) наблюдается у сортов с высоким потенциалом урожайности [17].

Таблица 3

Оценка доли влияния условий возделывания и генотипа на урожайность сорта ячменя Омский 101 при возделывании в различных зонах

Estimation of the share of influence of cultivation conditions and genotype on the productivity of the Omsky 101 barley variety when cultivated in different zones

Источник варьирования	DP	SS	MS	S^2	Доли	$F_{факт}$	F_{05}
Фактор А (среда)	5,0	55,9	11,2	1,1	88,1	10,8	2,4
Фактор Б (сорт)	3,0	1,1	0,4	2,8	2,8	2,8	0,3
Взаимодействие А×Б	15,0	1,7	0,1	17,0	0,9	1,9	0,1
Остаточное	46,0	47,6	1,0	47,6	8,2	1,0	0,5

Примечание: DP – число степеней свободы, SS – сумма квадратов, MS – средний квадрат, S^2 – дисперсия, $F_{факт}$ – критерий Фишера фактический, F_{05} – критерий Фишера теоретический.

Note: DP is the number of degrees of freedom, SS is the sum of squares, MS is the average square, S2 is the variance, Ffact is the actual Fisher test, F05 is the Fisher theoretical test.

В настоящее время наличия у новых сортов только высокой потенциальной урожайности недостаточно, она должна сопровождаться также адаптивностью и устойчивостью растений к неблагоприятным факторам [18]. Основным условием внедрения наиболее перспективных для конкретного региона сортов является проведение исследований по адаптивности (пластичности, стабильности, стрессоустойчивости) с целью выявления экологической ниши каждого конкретного сорта. Нами проведены расчеты адаптивности по показателю урожайности сортов с 2014 по 2018 г. с использованием шести наиболее распространенных методик (табл. 3).

Зачастую недооценка важности исследований по экологической пластичности сортов может проявляться таким отрицательным с точки зрения селекционной практики явлением, как низкая реализация урожайности в сложных климатических условиях. При этом, учитывая высокую сопряженность экологической пластичности сорта с его урожайностью (r > 0,7), становится возможным утверждать об отзывчивости данного сорта на изменение (в положительную либо отрицательную сторону) условий возделывания. Улучшение экологической устойчивости сортов, что означает повышение их способности к обеспечению высокой

Таблица 4

Оценка адаптивной способности ярового сорта Омский 101 в среднем за 2013-2018 гг., т/га
Assessment of averaged adaptive ability of spring varieties Omskiy 101 during 2013-2018, t/ha

Сорт	bi	σ^2_d	Wi	КМ	КА	ИЭП	$Y_{min} - Y_{max}$	$\frac{Y_{min} - Y_{max}}{2}$
Омский 95, st.	1,03	2,80	0,90	2,11	92,0	0,92	-3,6	
Омский 100	0,89	0,27	0,51	1,87	102,6	1,03	-3,1	5,0
Омский 101	1,10	0,10	0,20	2,60	104,6	1,05	-3,4	4,8
$S\bar{x}$		0,87	0,20	0,21	3,9	0,04	0,2	0,3

Примечание. bi – коэффициент регрессии (пластичность), σ^2d – варианса стабильности (по S.A. Eberhart и W.A. Russell); КА – коэффициент адаптивности (по Л.А. Животкову); ИЭП – индекс экологической пластичности (по А.А. Грязнову); КМ – коэффициент мультипликативности (по В.А. Драгавцеву); $Y_{min} - Y_{max}$ показатель стрессоустойчивости сорта; $\frac{Y_{min} + Y_{max}}{2}$ компенсаторная способность (по A.A. Rossielle, J. Hemblin); W_i – эковалента пластичности по C. Wricke.

Note. bi – is the regression coefficient (plasticity), σ^2d – is the stability variant (according to S.A. Eberhart and W.A. Russell); KA – adaptability coefficient (according to L.A. Zhivotkov); IEP – ecological plasticity index (according to A. A. Gryaznov); KM – multiplicative coefficient (according to V.A. Dragavtsev); indicator of stress tolerance of the variety; compensatory ability (according to A.A. Rossielle, J. Hemblin); Wi – ecovalent of plasticity according to C. Wricke.

и стабильной урожайности, независимо от условиях произрастания является основополагающей задачей селекции. Указанная способность определяется нормой реакции генотипа сорта на факторы внешней среды. При условии отсутствия генетической реакции сорта на почвенно-климатические условия (узкая экологическая устойчивость) данный сорт характеризуется как устойчивый к действию различных биотических и абиотических стрессов. Оценка сортов по пластичности проводится путем проведения многолетних исследований в контрастных условиях среды [19]. Согласно S.A. Eberhart и W.A. Russell, при условии высокой пластичности (bi > 1) сорт характеризуется как отзывчивый [9]. Противоположная реакция наблюдается при значениях bi < 1. Полное соответствие урожайности колебанию климатических факторов отмечается при bi = 1,00 ± 0,06.

Проведенные нами исследования по указанной методике позволяют утверждать, что стандартный сорт Омский 95 в среднем за период исследований характеризовался полным соответствием урожайности варьированию условий культивации (bi = 1,03). У сорта ячменя Омский 100, напротив, отмечена слабая реакция как на улучшение, так и на ухудшение условий выращивания (bi = 0,89), что свойственно сортам экстенсивного типа. На данном фоне исследуемый сорт Омский 101 показал положительную отзывчивость на улучшение условий выращивания как при расчете по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell (bi = 1,1), так и по методикам, предложенным А.А. Грязновым (ИЭП = 1,05) и C. Wricke (W_i = 0,20) [7, 11, 12].

Коэффициент мультипликативности (КМ) также выражает приспособленность сортов к среде обитания: чем выше числовое значение данного признака, тем выше отзывчивость сорта на улучшение условий возделывания [8]. Согласно данной методике, сорт Омский 101 не имел достоверного превышения над стандартом (КМ = 2,11 и 2,6 соответственно).

Степень стабильности реакции сортов (σ^2_d) характеризует уровень их изменчивости по S.A. Eberhart, W.A. Russell. Низкие показатели σ^2_d означают минимальное различие между теоретическими и практическими показателями урожайности, т.е. более высокую устойчивость данного признака [7]. Согласно данным наших исследований, сорт Омский 101 (σ^2_d = 0,10) достоверно превышал по уровню стабильности стандарт и сорт Омский 100 (σ^2_d = 2,80 и 0,27 соответственно).

В методике, предложенной Л.А. Животковым [9], реакция отдельного сорта на сложившие условия определяется по отношению урожайности данного сорта к среднесортовой. Если коэффициент адаптивности выше 100%, то этот сорт потенциально высокопродуктивен. Максимальный коэффициент адап-

тивности отмечен у сорта Омский 101 (КА = 104,6%).

Устойчивость к стрессу – значимый параметр стабильности сортов, подсчитываемый по разности между минимальной и максимальной урожайностью. Чем меньше получившееся значение, тем выше стрессоустойчивость сорта. На основании вышеизложенного, наиболее стрессоустойчив сорт Омский 100 ($Y_{min} - Y_{max} = -3,1$). Достоверной разницы между стандартом и сортом Омский 101 не наблюдалось.

Среднее значение максимальных и минимальных показателей продуктивности сорта отражает урожайность генотипа, его компенсаторную способность. Высокий показатель характерен для сорта Омский 100 ($\frac{Y_{min} + Y_{max}}{2} = 5,0$).

В настоящее время сорт Омский 101 находится на государственном сортоиспытании в 9 (Уральском), 10 (Западно-Сибирском) и 11-м (Восточно-Сибирском) регионах.

ВЫВОДЫ

1. В сложившихся агроэкологических условиях периода исследований с 2013 по 2018 г. новый перспективный сорт Омский 101 характеризовался максимальной урожайностью при возделывании в степной зоне (прибавка 0,38 т/га к стандарту) и в зоне южной лесостепи при посеве четвертой культурой после пара (прибавка 0,55 т/га к стандарту).

2. Учитывая высокую вариабельность урожайности (Cv > 20 %), снижение доли генотипа сорта (фактор Б = 2,8 %) на фоне возрастания доли, обусловленной экологическими факторами (фактор А = 88,1 %), а также сильную, близкую к функциональной, корреляцию урожайности в степной зоне и по зяби в южной лесостепи (r = 0,970), можно предположить, что для повышения урожайности данного сорта требуется интенсивный способ возделывания. Подтверждением данного факта служит положительная отзывчивость на улучшение условий выращивания как при расчете по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell (bi = 1,1), так и по методикам, предложенным А.А. Грязновым (ИЭП = 1,05) и C. Wricke ($W_i = 0,20$).

3. Принимая во внимание высокую отзывчивость на улучшение условий среды и высокую стабильность сорта Омский 101 (bi>1 и σ^2_d <1 по S.A. Eberhart, W.A. Russell), а также максимальную по опыту адаптивность (КА = 104,6% по Л.А. Животкову), становится возможным прогнозирование повышенной урожайности данного сорта как в иных зонах Западно-Сибирского региона, так и в других регионах при условии интенсивной технологии возделывания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Эффективность* биопрепарата Елена при выращивании ярового ячменя / Е.В. Кузина, Т.К. Давлетшин, Н.Н. Силищев [и др.] // С.-х. биология. – 2010. – № 4. – С. 100–104.
2. *Оценка* адаптивных свойств сортов ярового ячменя в степных условиях Сибирского Прииртышья / П.Н. Николаев, Н.И. Аниськов, О.А. Юсова [и др.] // Вестн. НГАУ. – 2018. – № 2. – С. 37–44.
3. *Оценка* продуктивности и адаптивных свойств сортов ярового ячменя в условиях Сибирского Прииртышья / П.В. Поползухин, П.Н. Николаев, Н.И. Аниськов [и др.] // Земледелие. – 2018. – № 3. С. 40–43. – DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10309.
4. *Интегрированная* оценка адаптивной способности образцов ячменя из коллекции ВИР в условиях Красноярской лесостепи / Н.А. Сурин, Н.Е. Ляхова, С.А. Герасимов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 6. – С. 32–35.
5. *Методика* государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – Вып. 1. – 250 с.
6. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
7. *Eberhart S.A., Russell W.A.* Stability parameters for comparing // Crop. sci. -1966. – Vol. 6, N 1. – P. 36–40.
8. *Драгавцев В.А., Цильке В.А., Рейтер Б.Г.* Генетика признаков продуктивности яровой пшеницы в Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 229.

9. *Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И.* Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. –1994. – № 2. – С. 3–6.
10. *Rossielle A.A., Hemblin J.* Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environvents // Crop. Sci. – 1981. – Vol. 21, N 6. – P. 27–29.
11. *Wricke C.* Under line method zur Ertassung der ecologischen Strenbreite in Feldversuchen // Z. Ptlanrenruchtug. – 1962. – Vol. 47, N 1. – P. 92–96.
12. *Грязнов А.А.* Карабалыкский ячмень. – Кустанай: Кустанайский печатный двор, 1996. – С. 448.
13. *Nevo E.* Evolution of wild Barley at "Evolution Canyon": Adaptation, speciation, pre-agricultural collection, and Barley improvement // Israel Journal of Plant Sciences. – 2015. – Vol. 62, N (1-2). – P. 22–32. – DOI: 10.1080/07929978.2014.940783.
14. *Povilaitis V.* Relationship between Spring Barley productivity and Growing management in Lithuania's Lowland // Acta Agriculturae scandinavica. Section b: Soil and Plant Science. – 2018. – Vol. 1, N 68. – P. 86–95. – DOI: 10.1080/09064710.2017.1367834.
15. *Hill C.B., Li C.* Genetic Architecture of Flowering Phenology in cereals and Opportunities for crop Improvement // Frontiers in Plant Science. – 2016. – Vol. 7. (December 2016) . – P. 1906. – DOI: 10.3389/fpls.2016.01906.
16. *Gedif M., Yigzaw D., Tsige G.* Genotype-environment interaction and correlation of some stability parameters of total starch yield in potato in Amhara region, Ethiopia // Plant Breed. Crop Sci. – 2014. – Vol. 6, N 3. – P. 31–40.
17. *Гончаренко А.А.* Проблема экологической устойчивости сортов зерновых культур и задачи селекции // Аграр. вестн. Юго-Востока. – 2015. – № 1–2. – С. 32–35.
18. *Графічный* аналіз адаптивності селекційних ліній ячменю ярого в Центральному Лісостепу України. Plant Varieties Studiyng and Protection / В.М. Гудзенко, О.А. Демидов, С.П. Васильківський [et el.] . – 2017. – Vol. 13, N 1. – P. 20–24. – DOI: 10.21498/2518-1017.1.2017.97233.
19. *Муругова Г.А.* Оценка исходного материала ярового ячменя по экологической пластичности в условиях Приморского края // Аграр. вестн. Приморья. – 2016. – Т. 3, № 3. – С. 26–30.

REFERENCES

1. Cusina E.V., Davletshin T.K., Silishchev N.N., Loginov O.N. *Sel'skohozjajstvennaja biologija*, 2010, No. 4, pp. 100-104. (In Russ.)
2. Nikolaev P.N., Anis`kov N.I., Yusova O.A. *Vestnik NGAU*, 2018, No. 2, pp. 37-44. (In Russ.)
3. Popolzuxin P.V., Nikolaev P.N., Anis`kov N.I., Yusova O.A., Safonova I.V. *Zemledelie*, 2018, No. 3, pp. 40-43. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10309
4. Surin N.A., Lyakhova N.E., Gerasimov S.A., Lipshin A.G. *Dostizhenie nauki i tehniki APK*, 2016, No. 6(30), pp. 32-35. (In Russ.)
5. *Metodika Gosudarstvennogo sortoispytanija sel'skohozjajstvennyh kul'tur* (Technique of the State sortoispytaniye of crops), M.: Kolos, 1985, 250 p.
6. Dospehov B.A. *Metodika polevogo opyta* (Methods of field experience), M.: Agropromizdat, 1985, 385p.
7. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing vaties , Ctop. Sci, 1966, Vol.6, No. 1, pp. 36-40.
8. Dragavcev V.A., Cil'ke V.A., Rejter B.G. *Genetika priznakov produktivnosti yarovoj pshenicy v Zapadnoj Sibiri* (Genetics of signs of spring wheat productivity in Western Siberia), Novosibirsk: Nauka, 1984, 229 p.
9. Zhivotkov L.A., Morozova Z.A., Sekatueva L.I. *Selekciya i semenovodstvo*, 1994, No. 2, pp. 3-6. (In Russ.)
10. *Rossielle A.A., Hemblin J.* Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environvents, Crop. Sci, 1981, Vol. 21, No. 6, pp. 27-29.
11. *Wricke C.* Under line method zur Ertassung der ecologischen Strenbreite in Feldversuchen, Z. Ptlanrenruchtug, 1962, Vol. 47, No. 1, pp. 92-96.

12. Gryaznov A.A. *Karabal'skij yachmen'* (Carbolic barley), Kustanaj: Kustanajskij pechatnyj dvor, 1996, 448 p.
13. *Nevo E.* Israel Journal of Plant Sciences, 2015, Vol. 62, No. (1-2), pp. 22-32. DOI: 10.1080/07929978.2014.940783.
14. *Povilaitis V.* Acta Agriculturae scandinavica. Section b: Soil and Plant Science, 2018, Vol. 1, No (68) , pp. P. 86-95. DOI: 10.1080/09064710.2017.1367834.
15. *Hill C.B., Li C.* Frontiers in Plant Science, 2016, Vol. 7. (December 2016), pp. 1906. DOI: 10.3389/fpls.2016.01906.
16. *Gedif M., Yigzaw D., Tsige G.* Plant Breed. Crop Sci, 2014, Vol. 6, No 3, pp. 31-40.
17. *Goncharenko A.A*. Agrarny`j Vestnik Yugo-Vostoka, 2015, No 1-2, pp. 32-35.
18. Гудзенко В.М., Демидов О.А., Васильківський С.П. Plant Varieties Studiyng and Protection., 2017, Vol. 13, No 1, pp. 20-24. DOI: 10.21498/2518-1017.1.2017.97233.
19. *Murugova G.A.* Agrarny`j vestnik Primor`ya, 2016, No. 3(3), pp. 26-30.

УДК 631.51.021:631.416.1:633.1(571.1) DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-59-66

СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТНОГО АЗОТА В ПОЧВЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ МИНИМИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПО РАЗНЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ

В.Е. Синещеков, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник
Г.И. Ткаченко, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства СФНЦА РАН
E-mail: sivi_01@mail.ru

Ключевые слова: минимизация, основная обработка, нитратный азот, пшеница, пар, предшественник, севооборот, урожай

Реферат. ***Исследования проводились в многофакторном стационарном полевом опыте СибНИИЗиХ СФНЦА РАН на территории ОПХ «Элитное» Новосибирской области (центрально-лесостепная подзона) в 2002–2018 гг. Изучали продуктивность зерновых культур в четырехпольном зернопаровом севообороте по паровому и зерновым предшественникам при длительной минимизации основной обработки почвы на экстенсивном и интенсивном фонах. Наряду с этим показана сезонная динамика содержания нитратного азота в почве на экстенсивном фоне (без средств химизации) в четырех вариантах систем механической обработки чернозема выщелоченного под зерновые культуры по паровому и зерновым предшественникам. Установлено, что в условиях центральной лесостепи Приобья на чернозёмах выщелоченных перед посевом зерновых культур по различным приемам подготовки пара больше всего в метровом слое почвы нитратов обнаружено по черному пару со вспашкой (150 кг/га), меньше – по вариантам пара с почвозащитными обработками на разную глубину (132–141 кг/га). Перед посевом по раннему минимальному пару отмечалось меньшее содержание этого элемента в почве (124 кг/га). Перед посевом пшеницы второй культурой после пара содержание нитратного азота в метровом слое почвы по вспашке (79 кг/га) было несколько больше, чем в вариантах с почвозащитными обработками (61–64 кг/га). На заключительной пшенице отмечалось минимальное количество азота в почве (56–57 кг/га), которое не зависело от изучаемых систем обработки почвы. К концу вегетации зерновых культур количество нитратного азота резко снижалось в сравнении с весенними запасами. Перед уборкой зерновых культур по различным приемам подготовки пара содержание азота в верхнем метровом профиле составило 41–55 кг/га, по зерновым предшественникам еще меньше – 27–33 кг/га. Урожайность зерновых культур по изучаемым приемам подготовки пара на экстенсивном и интенсивном фонах составило 3,09–3,21 и 3,96–4,02 т/га соответственно и практически не зависела от приемов его подготовки. На повторных посевах урожайность пшеницы на экстенсивном фоне по вспашке (1,26–1,79 т/га) была существенно выше, чем по изучаемым вариантам минимизации основной обработки почвы (1,02–1,55 т/га). При оптимизации минерального питания растений и фитосанитарной ситуации посевов продуктивность пшеницы по зерновым предшественникам в полях севооборота увеличивалась в 2,0–2,9 раза без существенных различий по вариантам обработки почвы.***

CONCENTRATION OF NITRATE NITROGEN IN THE SOIL AND PRODUCTIVITY OF CROPS WHEN LONG-TERM MINIMIZING OF TILLAGE ACCORDING TO VARIOUS FORECROPS

Sineshchekov V.E., Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher
Tkachenko G.I., Candidate of Biology, Leading Researcher

Siberian Research Institute of Agriculture and Agricultural Chemicalization, Siberian Federal Scientific Center for Science and Research

Key words: minimization, basic processing, nitrate nitrogen, wheat, steam, predecessor, crop rotation, crop.

Abstract. *In a multifactor stationary field experiment on the area of the Elitnoye Holding in the Novosibirsk region (central forest-steppe subzone) in 2002-2018 the seasonal dynamics of nitrate nitrogen in the fields of four full grain-steam crop rotation by steam and grain predecessors against an extensive background (without chemical means) in four versions of the main mechanical treatment of leached black soil was investigated. Along with this, the productivity of grain crops was studied with long-term minimization of the main tillage on extensive and intensive backgrounds. The authors found out that in the central forest-steppe of the Ob river region before sowing grain crops according to the various methods of steam preparation most of all in the meter layer of nitrate soil was found in black steam with plowing (150 kg / ha) and less in variants with soil-protective treatments (132-141 kg / ha). The lowest level of this element in the soil (124 kg / ha) in spring was noted by the early minimum steam. Before sowing the second wheat after steam, the nitrate nitrogen content in the meter soil layer for plowing (79 kg / ha) was slightly higher than in the options with soil treatment (61-64 kg / ha). In the final field of crop rotation, regardless of the studied soil cultivation systems, the minimum initial amount of nitrogen (56-57 kg / ha) was noted. By the end of the growing season of crops, the nitrate content in the soil was sharply reduced. Before harvesting wheat by steam, the nitrogen content in the upper meter profile was 41-55 kg / ha, for grain precursors even less - 27-33 kg / ha. The steam yield of grain crops on extensive and intensive backgrounds was 3.09-3.21 and 3.96-4.02 t / ha, respectively, and practically did not depend on the methods of its preparation. On repeated sowing the wheat yield in comparison with an extensive background in plowing (1.26-1.79 t / ha) was significantly higher than in the studied options for minimizing the main tillage (1.02-1.55 t / ha). When optimizing the mineral nutrition of plants and the phytosanitary situation of crops, wheat productivity by grain predecessors in crop rotation fields increased 2.0-2.9 times without significant differences in soil treatment options.*

Минимизация механической обработки почвы среди многих ключевых проблем земледелия, почвоведения и агрохимии в течение последних десятилетий остаётся актуальной. Известно, что при снижении частоты и глубины воздействия на почву, совмещении технологических операций эффективно решаются вопросы защиты почв от эрозии, обогащения органическими компонентами растений, улучшения водного режима, а также сокращения производственных затрат. Очевидно, что выбор приёмов основной обработки сопряжён с учётом специфики региональных почвенно-климатических условий, уровнем материально-технического обеспечения, что находит отражение в адаптивно-ландшафтных системах земледелия [1].

Несмотря на широкое признание производственниками минимальных систем механической обработки в земледелии Западной Сибири, многие вопросы, в частности плодородия почвы, остаются малоизученными. Обращает на себя внимание противоречивость мнений по поводу различий в обеспеченности агрокультур минеральным азотом по разным вариантам

основной обработки почвы, в результате чего в литературе неоднократно разворачивались дискуссии [2–5].

В одном из старейших стационаров, заложенных в СибНИИСХозе на чернозёме выщелоченном тяжелосуглинистом южной лесостепи Омской области, отмечали, что ежегодная минимальная обработка приводит к перестройке почвенной биоты, что вызывает изменение режима азотистых соединений и, прежде всего, снижение азотминерализующей способности почв [6, 7]. В исследованиях на серых лесных почвах Омского Прииртышья [8] выявлена зависимость различий в содержании нитратов при разных приёмах зяблевой обработки от гидротермических условий. В засушливые периоды увеличивалось содержание нитратов при безотвальной обработке, а во влажные – при вспашке. Автор объясняет это различиями создающихся агрофизических условий. Подтверждение сказанному находим и в исследованиях на серой лесной почве Прибайкалья, где под кукурузой в засушливые годы интенсивнее накапливался нитратный азот по поверхностной и безотвальной обработке, а в умеренные и влажные – по вспашке [9]. В зоне сухой степи Поволжья количество NO_3 в почве за 6 лет опыта под посевами зерновых в зерновом звене севооборота достоверно больше при вспашке, чем по энергосберегающим обработкам [10].

Большой научный интерес представляют результаты длительных полевых исследований Т.С. Мальцева на Шадринском опытном поле. М.А. Глухих и А.А. Калганов [11] отмечают, что при разных приёмах основной обработки определяющую значимость в накоплении нитратов имеют условия влагообеспечения. Так, в засуху в метровом слое чернозёма обыкновенного тяжелосуглинистого солонцеватого в первом поле зернопарового севооборота на отвальной зяби содержалось 56 кг/га нитратного азота, плоскорезной мелкой – 75, во втором поле соответственно 48 и 61, в третьем – 46 и 79 кг/га. Даже на выщелоченном чернозёме степной зоны при переувлажнении на отвальной зяби в слое 0-100 см обнаружено 34 кг/га нитратного азота, плоскорезной мелкой – 72, без основной обработки – 64 кг/га.

Имеются и результаты исследований на чернозёмах Западной Сибири, где приёмы основной обработки почвы не показали существенной разницы в количестве доступного формы азота по разным приёмам основной обработки [12–13]. Это косвенно подтверждается одинаковой урожайностью зерновых культур при изученных обработках почвы.

Цель наших исследований – изучение азотного режима почвы и продуктивности зерновых культур по разным предшественникам и фонам химизации в полевом севообороте при длительной минимизации основной обработки черноземов выщелоченных в лесостепи Приобья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в период 2002–2018 гг. в многофакторном стационарном полевом опыте СибНИИЗиХ Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН на территории ОПХ «Элитное» Новосибирской области (центральная лесостепная подзона), заложенном в 1981 г.

Почва в опыте – среднемощный выщелоченный черноземом среднесуглинистого гранулометрического состава. Мощность гумусового горизонта – 39 см. Содержание гумуса в слое 0–20 см – 6,0%, общего азота — 0,34%, валового фосфора – 0,30%, подвижного фосфора (по Чирикову) и калия – 200 и 97 мг/кг почвы соответственно.

За период исследований прошло 8 полных ротаций зернопарового севооборота, из которых две ротации севооборот был пятипольный (пар –пшеница – пшеница – овес (ячмень) – пшеница), а с 1991 г. – четырехпольный (пар – озимая рожь – пшеница – пшеница). С 2007 г. севооборот имеет вид: пар – пшеница – пшеница – пшеница.

В период исследований в четырёхпольном зернопаровом севообороте выращивалась яровая пшеница сорта Новосибирская 29. Исследования проводили в следующих вариантах механической обработки почвы: 1) вспашка в пару на 25–27 см, а под вторую и третью культуры после пара на 20–22 см; 2) безотвальная обработка стойками СибИМЭ в пару на 25-27 см, под вторую и третью культуры после пара на 20–22 см; 3) минимальная обработка культиватором «Степняк» на глубину 10–12 см под все культуры; 4) «нулевая» обработка – без зяблевой обработки.

В поперечном направлении к основным обработкам методом расщепленных делянок накладывались варианты с разными химическими средствами интенсификации: 1) экстенсивный фон (без средств химизации); 2) интенсивный фон (фосфорсодержащие удобрения в пару в дозе P_{120} на ротацию севооборота, N_{60} под вторую и N_{90} под третью культуры после пара + гербициды + фунгициды + инсектициды). На этом фоне в посевах яровой пшеницы в фазу кущения против мятликовых сорняков применяли гербицид Пума-Супер (0,8 – 1 л/га), против двудольных в разные годы – Гранстар (20 г/га), Элант-Премиум (0,8 л/га) или Супер-Диален (0,8 л/га). В паровом поле на интенсивном фоне с целью снижения засоренности одну механическую обработку заменяли химической прополкой гербицидом (Раундап).

Для климата территории Западной Сибири характерна резкая континентальность, что проявляется в больших амплитудах и быстрой смене температур между самым холодным и самым теплым месяцами. Средняя температура самого холодного месяца, января, –21ºС, самого теплого, июля, +17... +20ºС. Абсолютный минимум температур составляет –46°С, максимум +39°С [1]. Сумма положительных температур выше 10ºС за период вегетации 1770 – 1860ºС. Безморозный период в среднем имеет продолжительность 110 – 115 дней. Территория региона относится к зоне неустойчивого увлажнения. Средняя годовая сумма осадков составляет 390-450 мм, в том числе за теплый период (май–сентябрь) – 60–70%. Максимум их приходится на июль–август, а минимум – на май–июнь, что нередко является причиной атмосферной и почвенной засухи.

Почвенные образцы отбирали в контрольном варианте (без средств химизации) и анализировали по методу Карпинского-Замятиной в 0,02 н. K_2SO_4 с помощью ионселективного электрода [14].

Экспериментальные данные подвергали статистической обработке с помощью пакета программ СНЕДЕКОР.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Длительными исследованиями в стационарном полевом опыте установлено (табл. 1), что в условиях центральной лесостепи Приобья на чернозёмах выщелоченных перед посевом зерновых культур по различным приемам подготовки пара больше всего в метровом слое почвы нитратов обнаружено в черном пару со вспашкой (150 кг/га). Несколько меньше минерального подвижного азота в вариантах с почвозащитными обработками на разную глубину (132–141 кг/га). Самое низкое количество нитратов перед посевом обнаружено в варианте без основной обработки (124 кг/га). Следует отметить, что эти различия обусловлены в основном содержанием нитратов в слое 40–100 см. По паровому предшественнику со вспашкой и безотвальной обработкой количество их заметно меньше в вариантах с минимальной и «нулевой» обработкой. При этом в изучаемых вариантах парового предшественника содержание нитратного азота в корнеобитаемом слое 0–40 см перед посевом зерновых культур варьировало в незначительных пределах (76–87 кг/га).

Перед посевом пшеницы второй культурой после пара содержание нитратного азота в метровом слое почвы по вспашке (79 кг/га) было также несколько больше, чем в вариантах с почвозащитными обработками (61–64 кг/га). На заключительной пшенице от-

Таблица 1

Запасы нитратного азота в почве перед посевом яровой пшеницы при разных уровнях минимизации основной обработки в полевом севообороте (2002 – 2018 гг.), кг/га

Stocks of nitrate nitrogen in the soil before sowing spring wheat at different levels of minimization of the main cultivation in the field crop rotation (2002 - 2018), kg / ha

Яровая пшеница	Слой почвы, см	Система основной обработки почвы			
		вспашка	безотвальная	минимальная	«нулевая»
Первая культура (перед посевом)	0–40	87,3	78,4	79,3	75,7
	40–100	63,0	62,7	52,2	48,3
	0–100	150,3	141,1	131,5	124,0
Вторая культура (перед посевом)	0–40	36,5	30,5	33,8	34,5
	40–100	42,2	30,6	29,8	27,9
	0–100	78,7	61,1	63,6	62,4
Третья культура (перед посевом)	0–40	31,5	33,7	34,1	32,4
	40–100	24,4	23,0	23,8	24,6
	0–100	55,9	56,7	57,3	57,2
Первая культура (перед уборкой)	0–40	27,5	25,2	22,3	22,0
	40–100	27,4	22,3	18,6	21,2
	0–100	54,9	47,5	40,9	43,2
Вторая культура (перед уборкой)	0–40	16,7	17,8	17,3	16,9
	40–100	15,9	13,8	14,3	13,8
	0–100	32,6	31,5	31,6	30,7
Третья культура (перед уборкой)	0–40	13,8	14,0	16,3	15,9
	40–100	13,0	12,8	13,2	12,4
	0–100	26,8	26,8	29,5	28,3

мечалось минимальное количество азота в почве (56–57 кг/га), которое не зависело от изучаемых систем обработки почвы. К концу вегетации зерновых культур содержание нитратов закономерно снижалось в сравнении с исходным. Перед уборкой зерновых культур по различным приемам подготовки пара содержание элемента в верхнем метровом профиле составило 41–55 кг/га, а по зерновым предшественникам еще меньше – 27–33 кг/га.

Исследованиями установлено, что по паровому предшественнику при значительных исходных запасах нитратного азота урожайность зерновых культур на экстенсивном фоне (3,0–3,21 т/га) значительно больше, чем по зерновым предшественникам (1,02–1,79 т/га). При этом отмечалось снижение рассматриваемого показателя от черного пара со вспашкой (3,21 т/га) к вариантам с почвозащитными обработками (3,09–3,10 т/га).

На повторных посевах урожайность пшеницы на экстенсивном фоне по вспашке (1,26–1,79 т/га) была существенно выше, чем по изучаемым вариантам минимизации основной обработки почвы (1,02–1,55 т/га). Однако в целом она была небольшой, что обусловлено следующими причинами. Во-первых, по зерновым предшественникам на экстенсивном фоне отмечался резкий дефицит нитратного азота в почве, который усиливался к концу ротации, о чём выше было достаточно подробно изложено.

Наряду с дефицитом азотного питания в почве негативное воздействие на урожайность яровой пшеницы имели засоренность посевов, а также инфекционные болезни растений культуры. В частности, по нашим данным, засоренность второй культуры после пара за 2007-2018 гг. исследований по зяблевой вспашке составила перед уборкой 8,1%, т.е. не превышала допустимого порога вредоносности. В вариантах опыта с почвозащитными зяблевыми обработками засоренность посевов была существенно выше (11,8–16,2%). Засоренность же в заключительном поле на экстенсивном фоне была значительной и составила по вспаш-

ке 16,9%, по зяблевым почвозащитным обработкам – 21,3–28,9 и «нулевой» обработке – 31,3%.

Урожайность зерновых культур по паровому предшественнику на интенсивном фоне в сравнении с экстенсивным была выше на 28–30%. Это обусловлено сбалансированным азотно-фосфорным питанием за счет внесения фосфорных удобрений в дозе P_{120} в пару на ротацию севооборота. Большое значение в повышении продуктивности имела борьба с вредными объектами, особенно с инфекционными болезнями пшеницы. В связи с указанными обстоятельствами урожайность зерна по паровому предшественнику на интенсивном фоне была наибольшей (3,96–4,02 т/га). При этом значимость приемов подготовки пара в формировании продуктивности культуры сглаживалась (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность яровой пшеницы в севообороте при разных системах основной обработки почвы и уровнях химизации (2001–2018 гг.), т/га

Yield of spring wheat in crop rotation under different systems of primary tillage and levels of chemicalization (2001–2018), t / ha

Система основной обработки почвы	Уровень химизации	Культура в севообороте			В среднем по севообороту
		по пару	2-я культура после пара	3-я культура после пара	
Вспашка	1	3,21	1,79	1,26	1,57
	2	3,98	3,60	3,10	2,67
Безотвальная	1	3,10	1,55	1,06	1,43
	2	4,02	3,55	2,97	2,64
Минимальная	1	3,10	1,51	1,09	1,43
	2	3,97	3,48	2,95	2,60
«Нулевая»	1	3,09	1,44	1,02	1,39
	2	3,96	3,40	2,96	2,58
$НСР_{05}$	Обработка	0,19	0,15	0,13	
	Химзация	0,17	0,24	0,21	

Примечание. 1 – экстенсивная технология; 2 – интенсивная технология.
Note. 1 – technology, 2 – intensive technology.

На интенсивном фоне резко возрастала урожайность пшеницы по зерновым предшественникам. Так, сбор зерна второй культуры после пара по вспашке (3,60 т/га) в 2 раза выше, чем в контроле (1,79 т/га). По безотвальной (3,55 т/га), минимальной (3,48 т/га), «нулевой» (3,40 т/га) обработкам урожайность повышалась соответственно в 2,3; 2,3 и 2,4 раза. Аналогичная ситуация по урожайности зерна на этом фоне была и на заключительной пшенице.

В результате анализа и обобщения многолетних экспериментальных данных выявлено, что изучаемые приемы подготовки пара за счет химических средств интенсификации земледелия увеличивали сбор зерна на 28–30%. Урожайность пшеницы по зерновым предшественникам на экстенсивном фоне по вспашке была существенно выше, чем по вариантам с минимизацией основной обработки почвы. На интенсивном фоне по зерновым предшественникам урожайность этой культуры увеличивалась в 2,0–2,9 раза в сравнении с фоном без средств химизации независимо от изучаемых систем механической обработки почвы.

ВЫВОДЫ

1. В длительных стационарных исследованиях (2002–2018 гг.) на чернозёме выщелоченном лесостепи Приобья в поле первой культуры лучшее азотное питание обеспечивал черный пар со вспашкой. Ресурсосберегающие технологии механической обработки в пару несколько снижали накопление нитратного

азота в почве. На повторных посевах отмечался острый дефицит азотного питания, который усиливался к заключительной пшенице севооборота.

2. Наиболее высокий общий уровень урожая пшеницы независимо от варианта обработки почвы как на экстенсивном (3,09–3,21 т/га), так и на интенсивном (3,96–4,02 т/га) фонах получен по пару. На повторных посевах урожайность пшеницы на экстенсивном фоне по вспашке (1,26–1,79 т/га) была существенно выше, чем по вариантам минимизации (1,02–1,55 т/га). При оптимизации минерального питания растений и фитосанитарной ситуации посевов продуктивность пшеницы по зерновым предшественникам в полях севооборота увеличивалась в 2,0–2,9 раза без существенных различий по вариантам обработки почвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Адаптивно-ландшафтные* системы земледелия Новосибирской области / В.И. Кирюшин, А.Н. Власенко, В.К. Каличкин [и др.]. – Новосибирск, 2002. – 338 с.
2. *Кирюшин В.И.* Минимизация обработки почвы: итоги дискуссии // Земледелие. – 2007. – № 4. – С. 28 – 30.
3. *Каличкин В.К.* Минимальная обработка почвы в Сибири: проблемы и перспективы // Земледелие. – 2008. – № 5. – С. 24 – 26.
4. *Пыхтин И.Г.* Обработка почвы: действительность и мифы // Земледелие. – 2017. – № 1. – С. 33 – 38.
5. *Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В.* Ареал применения нулевых и поверхностных обработок при возделывании колосовых культур на территории Европейской части Российской Федерации // Земледелие. – 2017. – № 2. – С. 10 – 13.
6. *Гамзиков Г.П.* Азот в земледелии Западной Сибири. – М.: Наука, 1981. – 267 с.
7. *Холмов В.Г., Юшкевич А.В.* Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири. – Омск: Изд.-во ФГОУ ОмГАУ, 2006. – 195 с.
8. *Ситников А.М.* Обработка и плодородие чернозёмных и серых лесных почв: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. – Омск, 1979. – 44 с.
9. *Дьяченко Е.Н.* Подвижный азот в серой лесной почве в зависимости от её основной обработки и применения удобрений в Прибайкалье: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 2009. – 17 с.
10. *Перспективные* приёмы обработки почвы в сухостепной зоне Поволжья / Ф.П. Четвериков, Е.П. Денисов, А.П. Солодовников, И.С. Полетаев. – Саратов, 2017. – 200 с.
11. *Глухих М.А., Калганов А.А.* Терентий Семёнович Мальцев. Идеи и многолетние научные исследования. – Челябинск, 2018. – 254 с.
12. *Коротких Н.А., Власенко Н.Г., Костючик С.П.* Динамика содержания нитратного азота в почве под посевом пшеницы, возделываемой по No-Till в лесостепи Западной Сибири // Агрохимия. – 2016. – № 7. – С. 12 – 18.
13. *Власенко А.Н., Власенко Н.Г.* Влияние технологии No-Till на содержание питательных элементов в чернозёме выщелоченном лесостепи Западной Сибири // Земледелие. – 2016. – № 3. – С. 17-19.
14. *Чагина Е.Г., Берхин Ю.И., Головин В.А.* Определение нитратов в почве селективным электродом: метод. рекомендации. – Новосибирск, 1980. – 10 с.

REFERENCES

1. Kirjushin V.I., Vlasenko A.N., Kalichkin V.K. *Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledelija Novosibirskoj oblasti* (Adaptive-landscape farming systems of the Novosibirsk region), Novosibirsk, 2002, 338 p.
2. Kirjushin V.I. Minimizacija obrabotki pochvy: itogi, *Zemledelie*, 2007, No. 4, pp. 28 – 30. (In Russ.)
3. Kalichkin V.K. Minimal'naja obrabotka pochvy v Sibiri: problemy i perspektivy, *Zemledelie*, 2008, No. 5, pp. 24 – 26. (In Russ.)
4. Pyhtin I.G. Obrabotka pochvy: dejstvitel'nost' i mify, Zemledelie, 2017, pp. 33 – 38. (In Russ.)

5. Cherkasov G.N., Pyhtin I.G., Gostev A.V. Areal primenenija nulevyh i poverhnostnyh obrabotok pri vozdelyvanii kolosovyh kul'tur na territorii Evropejskoj chasti Rossijskoj Federacii, *Zemledelie*, 2017, No. 2, pp. 10 – 13. (In Russ.)
6. Gamzikov G.P. *Azot v zemledelii Zapadnoj Sibiri* (Nitrogen in the agriculture of Western Siberia), Moscow: Nauka, 1981, 267 p.
7. Holmov V.G., Jushkevich A.V. *Intensifikacija i resursosberezhenie v zemledelii lesostepi Zapadnoj Sibiri* (Intensification and Resource Saving in Agriculture of the Forest-Steppe of Western Siberia), Omsk: Izd. FGOU OmGAU, 2006, 195 p.
8. Sitnikov A.M. *Obrabotka i plodorodie chernozjomnyh i seryh lesnyh pochv* (Processing and fertility of chernozem and gray forest soils), Extended abstract of candidate's thesis, Omsk, 1979, 44 p.
9. D'jachenko E.N. *Podvizhnyj azot v seroj lesnoj pochve v zavisimosti ot ejo osnovnoj obrabotki i primenenija udobrenij v Pribajkal'e* (Mobile nitrogen in gray forest soil, depending on its main processing and fertilizer application in the Baikal region), Extended abstract of candidate's thesis, NGAU, 2009, 17 p.
10. Chetverikov F.P., Denisov E.P., Solodovnikov A.P., Poletaev I.S., *Perspektivnye prijomy obrabotki pochvy v suhostepnoj zone Povolzh'ja* (Promising methods of tillage in the dry-steppe zone of the Volga region), Saratov, 2017, 200 p.
11. Gluhih M.A., Kalganov A.A. *Terentij Semjonovich Mal'cev. Idei i mnogoletnie nauchnye issledovanija* (Terenty Semenovich Maltsev. Ideas and years of research), Cheljabinsk, 2018, 254 p.
12. Korotkih N.A., Vlasenko N.G., Kostjuchik S.P. Dinamika soderzhanija nitratnogo azota v pochve pod posevom pshenicy, vozdelyvaemoj po No-Till v lesostepi Zapadnoj Sibiri, *Agrohimija*, 2016, No. 7, pp.12 – 18. (In Russ.)
13. Vlasenko A.N., Vlasenko N.G. Vlijanie tehnologii No-Till na soderzhanie pitatel'nyh jelementov v chernozjome vyshhelochennom lesostepi Zapadnoj Sibiri, *Zemledelie*, 2016, No. 3, pp. 17-19. (In Russ.)
14. Chagina E.G., Berhin Ju.I., Golovin V.A. *Opredelenie nitratov v pochve selektivnym jelektrodom* (Determination of nitrates in the soil by a selective electrode), Metod. rekomendacii, Novosibirsk, 1980, 10 p.

УДК 633.22:631.527 DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-67-73

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ОБРАЗЦОВ ЕЖИ СБОРНОЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА

А.Г. Тулинов, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник
Т.В. Косолапова, младший научный сотрудник

Институт сельского хозяйства Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, Сыктывкар, Россия
E-mail: toolalgen@mail.ru

Ключевые слова: **селекция, ежа сборная, коллекция, образцы, урожайность зеленой массы и семян**

Реферат. ***Ежа сборная является ценной раннеспелой кормовой культурой, обладающей хорошей урожайностью и отличными кормовыми качествами. Она используется при создании сенокосов и пастбищ и является компонентом травостоев лугов практически всех районов Республики Коми. Однако для расширения посевов этой ценной кормовой культуры необходимы сорта, приспособленные к почвенно-климатическим условиям Севера. С этой целью с 2015 по 2018 г. проводили исследования по изучению сортов и дикорастущих популяций ежи сборной из мировой коллекции ВИР для дальнейшего использования в создании новых адаптивных сортов. Полевой опыт заложен в 2015 г. на экспериментальном участке ИСХ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар). Почва участка дерново-подзолистая, по гранулометрическому составу среднесуглинистая. Коллекционный питомник включал 10 образцов ежи сборной различного эколого-географического происхождения. В качестве стандарта был взят сорт Нева. Закладку опытов проводили рассадой по схеме 80х50 см. Площадь делянки 10 м^2, повторность четырехкратная. Сортообразцы оценивали по зимостойкости, показателям продуктивности зеленой массы и семян. Метеорологические условия в годы исследований позволили оценить зимостойкость образцов ежи сборной. В результате оценки 10 образцов по ряду хозяйственно-ценных признаков выделились дикорастущие образцы из Республики Коми (42733, 43024, 45945) и Норвегии (41826), отличающиеся высокой зимостойкостью, дружным отрастанием, урожайностью зеленой массы в среднем за 3 года 21,5–23,7 т/га, сухой массы – 4,7–5,1 и семян – 354–576 кг/га. Данные образцы представляют ценный исходный материал для дальнейшей селекционной работы.***

COMPARATIVE ASSESSMENT OF NATIONAL AND FOREIGN SAMPLES OF COCKSFOOT GRASS IN THE NORTHERN REGION.

Tulinov A.G., Candidate of Agriculture, Researcher
Kosolapova T.V., Junior Research Fellow

Institute of Agriculture, Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

Key words: selection, cocksfoot grass, collection, samples, productivity of green mass and seeds.

Abstract. *The cocksfoot grass is a valuable early ripe forage crop with good yield and excellent feed quality. It is used to create hayfields and pastures and is a component of grasslands of meadows of almost all regions of the Komi Republic. However, the expansion of varieties adapted to the soil and climate of the North needs this valuable crop. For this purpose from 2015 to 2018 there was the research of the varieties and wild populations of the cocksfoot grass of the world collection for further use in the creation of new adaptive varieties. The experiment took place in 2015*

at the experimental field of the Institute of Agricultural Sciences, Komi Scientific Center, the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktyvkar). The soil of the plot is sod-podzol, medium loamy in granulometric composition. The collection of nursery-garden included 10 samples of the cocksfoot grass of various ecological and geographical origin. As a standard, the Neva variety was taken. The experiments were carried out using seedlings according to the scheme 80x50 cm, the plot area was 10 m2, four repetition. Varietal samples were evaluated by winter hardness, indicators of productivity of green mass and seeds. Meteorological conditions during the years of research allowed us to evaluate the winter hardness of the cocksfoot grass samples. As a result of evaluating 10 samples, wild-growing samples from the Komi Republic (42733, 43024, 45945) and Norway (41826) were distinguished for a number of economically valuable traits, characterized by high winter hardness, even germination and green mass productivity on average for 3 years - 21.5-23.7 t/ha, dry weight - 4.7-5.1 t/ha and seeds - 354-576 kg / ha. These samples provide valuable starting material for further breeding work.

Ежа сборная (*Dactylis glomerata* L.) – многолетняя трава, широко используемая в кормопроизводстве в силу низких затрат на возделывание [1]. В России это растение было введено в культуру в XVII–XVIII вв. Ежу применяют при создании сенокосов и пастбищ, в кормовых севооборотах на минеральных почвах, осушенных болотах лесной и лесостепной зон. Трава хорошо поедается всеми видами животных, особенно пригодна она для крупного рогатого скота и лошадей. Культура представляет большой интерес для использования ее в зеленом конвейере для заготовки витаминной травяной муки. В год посева развивается медленно, на следующий год весной рано трогается в рост и в нормальных условиях за лето может давать 4 укоса. Полного развития достигает на 2–3-й год жизни, в травостое держится 5–6 лет. Высокие урожаи семян она дает в течение 3–4 лет [2]. Ежа сборная не предъявляет особых требований к теплу, однако благодаря близкому расположению узла кущения к поверхности почвы менее зимо- и весностойка по сравнению с тимофеевкой луговой и овсяницей луговой. При использовании на пастбище в благоприятных условиях она способна интенсивно отрастать с весны и наращивать зеленую массу после каждого стравливания. Очень отзывчива на внесение удобрений, особенно азотных. Зеленая масса при раннем укосе дает высокопитательный пастбищный корм [3].

В природной флоре на территории Республики Коми дикорастущие популяции ежи сборной на естественных лугах произрастают реже, чем тимофеевка луговая и овсяница луговая, чаще встречаются на залежах, межниках, на приусадебных и запольных участках, на почвах, богатых гумусом, и формируют высокий урожай кормовой массы. Чистые заросли ежи сборной отмечены в пойме рек Весляны и Пожеги [4]. Районированных сортов ежи сборной в Республике Коми нет. На сегодняшний день в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации по Северному региону включены следующие сорта ежи сборной: Бирская 1, ВИК-61, Двина, Ленинградская 853, Нева, Струта [5].

В настоящее время в ИСХ Коми НЦ УрО РАН ведется селекционная работа по созданию высокопродуктивного сорта ежи сборной. Несмотря на низкую зимостойкость и морозостойкость, по многим хозяйственно полезным признакам ежа сборная остается привлекательной культурой для Республики Коми. Селекционная работа с ежой сборной начата с изучения коллекционного материала в целях создания нового высокоурожайного сорта с хорошим качеством кормовой массы, высокой адаптивностью к биотическим и абиотическим факторам среды [6, 7]. Отсутствие адаптивного сорта для почвенно-климатических условий Республики Коми определило научную новизну исследований.

Цель исследований – оценить коллекционные образцы ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.) различного эколого-географического происхождения по ряду хозяйственно-ценных

признаков (зимостойкость, урожайность зеленой, сухой массы и семян) и выделить перспективные селекционные линии.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Селекционная работа проводилась на экспериментальном поле ИСХ Коми НЦ УрО РАН (Республика Коми, г. Сыктывкар). Почва опытного участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая, pH_{KCl} – 6,0, содержание подвижного фосфора – 563, K_2O – 228 мг/кг почвы, содержание гумуса – 4,0 %. Агротехника выращивания многолетних злаковых трав общепринятая для Нечерноземной зоны [8, 9]. Климат зоны умеренно-континентальный с продолжительной достаточно суровой зимой и коротким сравнительно прохладным летом.

С целью выявления наиболее приспособленных к почвенно-климатическим условиям Севера сортообразцов в 2015 г. был заложен коллекционный питомник, в котором изучали 10 номеров ежи сборной. Материал получен из мировой коллекции ВИР и имел разнообразное эколого-географическое происхождение: дикорастущие формы из Канады, Норвегии, пять образцов из природной флоры Республики Коми и селекционный сорт из Финляндии. Стандартом послужил сорт ежи сборной Нева (Ленинградская область).

Закладку опытов проводили рассадой по схеме 80 х 50 см. Площадь делянки 10 м^2, повторность четырехкратная. При проведении полевых исследований руководствовались широко апробированными методиками [10–12]. Во время вегетации отмечали основные фазы развития растений. Учет урожайности семян проводили путем обмолота, очистки, взвешивания отдельно с каждой делянки. Все учеты и анализы проведены в лабораториях ИСХ Коми НЦ УрО РАН. Климатические данные представлены станцией «Сыктывкар» Коми центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Развитие растений в год посадки проходило при достаточно благоприятных погодных условиях, что способствовало хорошему кущению и росту побегов. Метеорологические условия 2016–2018 гг. различались как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков, что позволило провести оценку перспективных номеров ежи сборной по хозяйственно-ценным признакам. В 2016 г. наблюдался избыток тепла и влаги. В целом за вегетационный период средняя температура воздуха была на 3,2 °С выше средней многолетней. Осадков выпало близко к норме. Аналогичный период 2017 г. характеризовался резкими перепадами температур и неравномерным выпадением осадков. Средняя температура воздуха была в пределах среднемноголетней нормы (13,1 °С), осадков выпало 316,5 мм при норме 252 мм. В 2018 г. среднесуточная температура воздуха была 13,9 °С, превысив среднемноголетнюю на 0,8 °С, а количество осадков (297,9 мм) превысило среднее значение на 45,9 мм.

Статистическая обработка полученных в результате исследований данных проводилась путем дисперсионного анализа [13] с помощью программ STATVIUA (Система статистического анализа, 1991) и пакета анализа данных Microsoft Office Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Развитие растений по годам жизни находилось в прямой зависимости от погодных условий. По визуальной оценке, дикорастущие образцы из Республики Коми (42733), Канады (33392), Норвегии (41826) характеризовались в основном высокой зимостойкостью. Следует отметить тот факт, что на третий год пользования все отобранные для дальнейшего исследования образцы показали хорошую зимостойкость.

Важнейшим признаком при оценке коллекционных образцов является интенсивность отрастания растений весной и после укосов. Ежегодным интенсивным весенним отрастанием отличались стандартный сорт Нева, дикорастущие популяции из Республики Коми (42733, 45945), Канады (33392), Норвегии (41826), которые имели высоту 41,2–59,2 см (табл.1). В фазу колошения по высоте образцы

Таблица 1

Урожайность коллекционных образцов ежи сборной (посев 2015 г.)
The yield of collection samples of the cocksfoot grass (sowing 2015)

Сорт / сортообразец	Номер по каталогу ВИР	Высота растений, см						Зеленая масса (в сумме за 2 укоса), т/га					Сухая масса (в сумме за 2 укоса), т/га				
		на 20-й день отрастания			в фазу укосной спелости			2016 г.	2017 г.	2018 г.	сред-нее	к стандарту, %	2016 г.	2017 г.	2018 г.	сред-нее	к стандарту, %
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.										
Сорт Нева (стандарт), Ленинградская обл.	35060	47,6	42,1	53,5	103,0	112,0	97,0	8,8	19,8	23,6	17,4	100,0	2,0	2,8	5,3	3,4	100,0
Дикорастущая, Республика Коми	42733	48,5	41,6	52,0	101,0	100,0	95,3	15,7	24,8	29,5	23,3	133,9	3,7	5,2	5,7	4,9	144,1
Дикорастущая, Республика Коми	42734	46,0	37,5	49,1	97,0	105,0	97,6	11,7	25,9	21,8	19,8	113,8	2,7	5,0	5,6	4,4	129,4
Дикорастущая, Республика Коми	42736	41,4	41,8	56,7	81,0	108,0	98,0	11,7	25,5	24,4	20,5	117,8	2,7	5,2	5,2	4,4	129,4
Дикорастущая, Республика Коми	43024	46,2	40,5	52,0	93,0	105,0	95,5	15,4	17,7	31,4	21,5	123,6	3,6	3,7	6,7	4,7	138,2
Дикорастущая, Республика Коми	45945	47,4	45,7	53,0	104,0	114,0	97,0	11,1	28,5	31,4	23,7	136,2	2,8	5,8	6,6	5,1	150,0
Сорт Нака, Финляндия	47268	42,5	38,1	58,2	100,0	105,0	94,0	16,8	18,3	26,4	20,5	117,8	4,1	4,2	5,9	4,7	138,2
Дикорастущая, Норвегия	41826	45,4	43,0	52,4	97,0	111,0	95,7	9,8	23,0	33,3	22,0	126,4	2,8	5,3	6,5	4,9	144,1
Дикорастущая, Норвегия	44021	43,8	41,7	57,9	99,0	106,0	95,8	5,8	17,5	25,6	16,3	93,7	1,4	3,5	5,5	3,5	102,9
Дикорастущая, Канада	33392	46,5	41,2	59,2	109,0	95,0	93,5	17,5	19,3	18,8	18,5	106,3	4,5	3,7	3,8	4,0	117,6

различались слабо. Однако в 2017 г. дикорастущие образцы из Республики Коми (42736, 43024, 45945) и Норвегии (41826) сформировали побеги на 10,0–22,0 и 9,5–17,0 см выше по сравнению с 2016 и 2018 гг. соответственно. Стандартный сорт Нева к фазе укосной спелости достиг высоты 97,0–112,0 см.

Основными хозяйственно-ценными признаками у многолетних трав являются продуктивность кормовой массы и семян. Анализ данных по продуктивности зеленой массы в среднем за 3 года позволил выделилить дикорастущие образцы из Республики Коми (42733, 42734, 42736, 43024, 45945), Норвегии (41826) и сорт Нака (47268) из Финляндии, которые за годы изучения превзошли стандарт на 13,8–44,8 %, или на 2,4–7,8 т/га. Проведенный расчет сухой массы показал, что выделившиеся образцы превысили контрольный вариант (сорт Нева) по среднему показателю сухой массы в сумме за 2 укоса на 26,5–50,0 % (0,9–1,7 т/га).

Урожайность семян в годы пользования варьировала от 140 (дикорастущая, Норвегия, 2016 г.) до 716 кг/га (дикорастущая, Республика Коми, 2018 г.) (табл. 2). В среднем за три года три сортообразца (42733, 42734, 45945) превысили значение 500 кг/га, что на 15,1–29,4 % выше контроля (445 кг/га).

Таблица 2

Урожайность семян образцов ежи сборной в коллекционном питомнике (посев 2015 г.), кг/га
Seed productivity of the cocksfoot grass samples in the collection nursery-garden (sowing 2015), kg/ha

Сорт / сортообразец	Номер по каталогу ВИР	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее	К стандарту, %
Сорт Нева (стандарт), Ленинградская обл.	35060	277	388	670	445	100,0
Дикорастущая, Республика Коми	42733	376	490	670	512	115,1
Дикорастущая, Республика Коми	42734	292	675	716	561	126,1
Дикорастущая, Республика Коми	42736	227	648	553	476	107,0
Дикорастущая, Республика Коми	43024	184	556	648	463	104,0
Дикорастущая, Республика Коми	45945	355	685	687	576	129,4
Сорт Нака, Финляндия	47268	323	229	542	365	82,0
Дикорастущая, Норвегия	41826	173	397	491	354	79,6
Дикорастущая, Норвегия	44021	140	151	490	252	56,6
Дикорастущая, Канада	33392	165	268	383	272	61,1
$НСР_{05}$		5,5	31,4	28,1		

Большинство изучаемых образцов обеспечили высокую продуктивность на четвертый год жизни. В среднем за три года оценки наиболее высокую урожайность семян (463–576 кг/га) имели дикорастущие сортообразцы (42733, 42734, 42736, 43024, 45945), превысившие стандартный сорт Нева (Ленинградская область) на 4,0–29,4 %, в то время как зарубежные уступали по данному показателю и стандарту, и образцам из Республики Коми.

ВЫВОДЫ

1. В результате изучения и оценки 10 коллекционных образцов ежи сборной различного географического происхождения выделены по ряду хозяйственно-ценных признаков

дикорастущие образцы из Республики Коми (42733, 43024, 45945) и Норвегии (41826) со следующими характеристиками: урожайность зеленой и сухой массы в среднем за три года 21,5–23,7 и 4,7–5,1 т/га соответственно, урожайность семян – 354–576 кг/га.

2. Выделенные образцы ежи сборной представляют ценный исходный материал для дальнейшей селекционной работы.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0412-2019-0051 по Программе ФНИ государственных академий наук на 2013–2020 гг., Рег. № НИОКТР АААА-А19-119011190130-9.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Косолапов В.М., Трофимов И.А.* Справочник по кормопроизводству. – М.: Россельхозакадемия, 2014. – 717 с.
2. *Скобилин Г.С.* Ежа сборная. – М.: Колос, 1983. – 99 с.
3. *Беляева Р.А, Зиновьева З.Г.* Подбор исходного материала для селекции ежи сборной в условиях Коми АССР // Создание новых сортов многолетних трав и технология их возделывания на Северо-Западе РСФСР: сб. науч. тр. – Л., 1985. – С. 21–24.
4. *Бочарникова Н.И., Жученко А.А.* Адаптивный потенциал кормовых растений и его использование // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем: сб. науч. тр. – М.: Угреш. тип., 2014. – Вып. 1(49). – С. 39–42.
5. *Государственный* реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1: Сорта растений: офиц. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 504 с.
6. *Тулинов А.Г., Косолапова Т.В.* Продуктивность образцов ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.) в условиях Севера // Кормопроизводство. – 2018. – № 11. – С. 32–35.
7. *Тулинов А.Г., Косолапова Т.В., Михайлова Е.А.* Результаты оценки коллекционных образцов *Dactylis glomerata* L. в условиях Республики Коми // Земледелие. – 2019. – № 3. – С. 41–43.
8. *Гагиев Г.И., Забоева И.В., Чувьюров М.А.* Система ведения сельского хозяйства Коми АССР. Т. I: Система интенсивного ведения земледелия. – Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1983. – 148 с.
9. *Шморгунов Г.Т., Тулинов А.Г., Булатова Н.В.* Система земледелия Республики Коми: монография. – Сыктывкар: ГОУ ВО КРАГСиУ, 2017. – 225 с.
10. *Методические* указания по изучению коллекции многолетних кормовых трав. – Л., 1975. – 36 с.
11. *Методические* указания по селекции многолетних трав. – М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1985. – 188 с.
12. *Методические* указания по селекции многолетних злаковых трав. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. – 51 с.
13. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.

REFERENCES

1. Kosolapov V.M., Trofimov I.A. *Spravochnik po kormoproizvodstvu* (Guide to feed production), Moscow: Rossel'khozakademiya, 2014, 717 p.
2. Skobilin G.S. *Ezha sbornaya* (Cocksfoot), Moscow: Kolos, 1983, 99 p.
3. Belyaeva R.A, Zinov'eva Z.G. *Sozdanie novykh sortov mnogoletnikh trav i tekhnologiya ikh vozdelyvaniya na Severo-Zapade RSFSR* (The creation of new varieties of perennial grasses and the technology of their cultivation in the North-West of the RSFSR), coll. of scient. pap., Leningrad, 1985, pp. 21-24. (In Russ.)
4. Bocharnikova N.I., Zhuchenko A.A. *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo: sredoobrazuyushchie funktsii kormovykh rastenii i ekosistem* (Multifunctional adaptive fodder production: environmental functions of forage plants and ecosystems), coll. of scient. pap., Moscow: Ugresh. tip., 2014, No. 49(1), pp. 39-42. (In Russ.)
5. *Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. T. 1: Sorta rastenii: ofits. izd.* (The state register of breeding achievements approved for use. Vol. 1: Plant varieties: offic. ed.), Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2018, 504 p.

6. Tulinov A.G., Kosolapova T.V., *Kormoproizvodstvo*, 2018, No. 11, pp. 32-35. (In Russ.)
7. Tulinov A.G., Kosolapova T.V., Mikhailova E.A., *Zemledelie*, 2019, No. 3, pp. 41-43. (In Russ.)
8. Gagiev G.I., Zaboeva I.V., Chuv'yurov M.A. *Sistema vedeniya sel'skogo khozyaistva Komi ASSR. T. I: Sistema intensivnogo vedeniya zemledeliya* (Agriculture system of the Komi Autonomous Soviet Socialist Republic. Vol. I: The system of intensive farming), Syktyvkar: Komi kn. izd-vo, 1983, 148 p.
9. Shmorgunov G.T., Tulinov A.G., Bulatova N.V. *Sistema zemledeliya Respubliki Komi: monografiya* (Farming system of the Komi Republic: monograph), Syktyvkar: GOU VO KRAGSiU, 2017, 225 p.
10. *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kollektsii mnogoletnikh kormovykh trav* (Guidelines for the study of the collection of perennial forage grasses), Leningrad, 1975, 36 p.
11. *Metodicheskie ukazaniya po selektsii mnogoletnikh trav* (Guidelines for the selection of perennial herbs), Moscow: VNII kormov im. V.R. Vil'yamsa, 1985, 188 p.
12. *Metodicheskie ukazaniya po selektsii mnogoletnikh zlakovykh trav* (Guidelines for the selection of perennial cereal grasses), Moscow: Izd-vo RGAU-MSKhA, 2012, 51 p.
13. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanii)* (Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results), Moscow: Kolos, 1979, 416 p.

ВЕТЕРИНАРИЯ и ЗООТЕХНИЯ

УДК 619: 636. 22/28 DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-74-81

ИЗУЧЕНИЕ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СТАТУСА КОРОВ НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Н.Ю. Беляева, аспирант
А.И. Ашенбреннер, кандидат ветеринарных наук
Ю.А. Чекункова, кандидат ветеринарных наук
Ю.А. Хаперский, кандидат ветеринарных наук

Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия
E-mail: n9635244526@yandex.ru

Ключевые слова: **профилактика, коровы, Цитогумат®, гуминовые вещества, Фометрин, пробиотик, суппозитории, биохимические исследования крови**

Реферат. ***В сухостойном периоде у коров на фоне расстройства эндокринного обмена и нарушения систем антиоксидантной защиты возникает фетоплацентарная недостаточность, что негативно отражается на развитии плода и приводит к осложнениям родового и послеродового процессов. Для коррекции метаболического статуса у коров в критические физиологические периоды широко используются препараты на основе гуминовых веществ и пробиотиков. В ходе исследований животным опытных групп вводили препараты Цитогумат® за 30 – 40 дней до отёла на протяжении трёх недель и Фометрин в течение 3 дней после родов. В контрольной группе применяли перед отёлом Габивит-Se 2 раза с интервалом 15 дней, а после отёла – Ребавагин 3 раза по 4 суппозитория ежедневно. В результате было выявлено, что в 1-й и 2-й опытных группах коров к 15-му дню после отёла уровень холестерина поднялся на 27,1 и 16,9%, превысив в среднем на 20% этот показатель в контрольной группе, в то же время активность аспартатаминотрансферазы (АСТ) была ниже на 18,4 – 25,9%, а коэффициент де Ритиса в среднем в 1,5 раза меньше, чем в контроле. На 40-е сутки послеродового периода в опытных группах отмечалось снижение уровня билирубина в 1,8 – 2,6 раза, триглицеридов – на 13,6 – 22,7%, при этом соотношение холестерин/триглицериды было в 1,6 – 2 раза больше, чем в контрольной группе. Пониженное содержание холестерина и высокий уровень АСТ в сыворотке крови коров контрольной группы, вероятно, объясняются повышенной функциональной нагрузкой на печень в ранний лактационный период на фоне гормональной перестройки и увеличения молочной продуктивности. В опытных группах животных отмечено более быстрое восстановление организма и усиление обменных процессов.***

THE STUDY OF COWS' METABOLIC STATUS WHEN APPLYING PREVENTION SPECIMENS

Beliaeva N.Iu., PhD-student
Ashenbrenner A.I., Candidate of Veterinary Sc.
Chekunkova Iu.A., Candidate of Veterinary Sc.
Khaperskiy Iu.A., Candidate of Veterinary Sc.
Altai Federal Research Centre of Agricultural Biotechnologies, Barnaul, Russia

Key words: preventive measures, cows, Cytohumat®, humin substances, Phometrin, probiotic, suppositories, biochemical blood tests.

Abstract. *In the dry period, cows have fetoplacental insufficiency caused by endocrine metabolism disorder and antioxidant protection systems disturbance, which affects fetal development and leads to complications of labor and postnatal processes. Epy specimens based on humic substances and probiotics are widely used to correct the metabolic status of cows during the critical physiological periods. The research implies application of Cytogumat® to the experimental groups of animals when they were injected 30 - 40 days before calving during three weeks; Fometrin was applied during 3 days after birth. The animals in the control group received Gabivit-Se 2 times before calving with an intervals of 15 days, and Rebavagin specimen after calving 4 suppositories 3 times a day. The authors found that the cholesterol parameter increased by 27.1 and 16.9% in the 1st and 2nd experimental groups of cows by the 15th day after calving and exceeded that in the control group by 20% averagely, while the activity of aspartataminotransferase (ACT) was lower by 18.4 - 25.9%, and the coefficient of de Rytis was 1.5 times lower than in the control group. On the 40th day of the postnatal period, the authors observed higher concentrations of bilirubin in the experimental groups a decrease in level by 1.8 - 2.6 times, triglycerides - by 13.6 - 22.7%, while the cholesterol/triglyceride ratio was 1.6 - 2 times higher than in the control group. Lower concentrations of cholesterol and higher concentrations of ACT in blood serum of the control group cows are explained by the increased functional load on the liver in the early lactation period accompanied by the hormonal rearrangement and increase in milk productivity. The authors observed faster recovery and strengthening of metabolic processes in the experimental groups of animals.*

На фоне нарушения метаболических процессов в организме коров в сухостойный период развивается фетоплацентарная недостаточность [1]. Установлено, что предпосылкой к возникновению данной патологии являются расстройства эндокринного обмена и функционирования систем перекисного окисления липидов (ПОЛ) и антиоксидантной защиты (АОЗ), при этом проявляется синдром «кетоз-гестоз» беременных животных [2]. Всё это негативно отражается на развитии плода и приводит к осложнениям родового и послеродового процессов [3]. При субклиническом кетозе у стельных коров происходит сдвиг гомеостаза показателей белкового, углеводного, липидного обмена и увеличивается вероятность рождения ослабленных телят [4].

Непосредственное участие в связывании свободных радикалов и стабилизации системы «ПОЛ-АОЗ» принимают витамины – антиоксиданты, а также селен [5]. Работами ряда исследователей выявлено, что этот микроэлемент, всасываясь в ткани животного, фиксируется глобулинами белков и оптимизирует иммунобиологические реакции в организме [6, 7]. Исследованиями доказано, что назначение антиоксидантных средств коровам и нетелям, уходящим в сухостой с клинически выраженным гестозом, позволяет предупредить развитие акушерской патологии у 74,4% животных [8].

Хорошими антиоксидантами являются гуминовые вещества, которые способны вступать во взаимодействие с тяжелыми металлами, радикалами и регулировать процессы перекисного окисления липидов [9]. Например,

у коров, получавших препарат Гумитон, через месяц после его применения содержание продуктов ПОЛ в крови снизилось в среднем на 18 – 20%, антиоксидантная активность сыворотки крови возросла в среднем на 23% [10].

Для коррекции метаболического статуса в физиологически напряженные периоды коровам рекомендуют также вводить препараты на основе пробиотиков. Пробиотические микроорганизмы подавляют развитие патогенной микрофлоры, что способствует снижению интенсивности воспаления, предотвращению интоксикации организма продуктами жизнедеятельности микробов и нормализации обменных процессов в организме животных [11]. В частности, использование пробиотико-ферментного препарата в сухостойный период способствовало улучшению минерального обмена после отёла и более выраженной стимуляции белкового и липидного обменов в опытной группе в сравнении с контролем [12]. Для коррекции маточного и влагалищного биотопа во многих пробиотиках используют селективные штаммы промышленной лактофлоры или других представителей кишечной флоры с повышенной адгезивной способностью, позволяющей им выжить во влагалищной среде и в последующем там колонизироваться [13].

Таким образом, разработка и применение биологически активных препаратов для улучшения метаболических процессов у коров является актуальным. В связи с этим целью наших исследований явилось изучение эффективности применения новых препаратов Цитогумат® и Фометрин и их влияния на некоторые биохимические параметры сыворотки крови у коров.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа была выполнена в лаборатории ветеринарии Алтайского научно-исследовательского института животноводства и ветеринарии ФГБНУ ФАНЦА. Производственные испытания эффективности препаратов осуществлялись в ФГУП ПЗ «Комсомольское» Павловского района Алтайского края. Объектом исследования являлись коровы чёрно-пёстрой породы.

Для оценки эффективности применения профилактических препаратов были за 35 – 25 дней до отёла сформированы три группы коров, которым применяли схемы профилактики, приведённые в табл. 1. В опытных группах использовали новые препараты – Цитогумат® и Фометрин.

Цитогумат® – коммерческий препарат из мягкого бурого угля – леонардита производства ООО НПК «Агрофармика» (г. Новосибирск). Содержит гуминовые кислоты – 4 – 6%, фульвовую кислоту 0,1 – 1%, растворимые соли кремниевой кислоты, макро-, микроэлементы, сквален, этиловые эфиры пальмитиновой, олеиновой и пальмитолеиновой кислот.

Фометрин – новый экспериментальный препарат в виде суппозиториев светло-жёлтого цвета, содержащий пробиотические микроорганизмы (*Lactobacillus amylovorus,*

Таблица 1

Схема проведения опыта
Scheme of the experiment

Группа (n=10)	Препарат	Доза препарата на гол. в сутки	Способ введения	Кратность и длительность применения
1-я опытная	Фометрин	3 суппозитория	Внутриматочно	1 раз в день, ежедневно, 3 дня
	Цитогумат®	70 мл	В смеси с кормом	1 раз в день, ежедневно, 20 дней до отела
	Утеротон	10 мл	Внутримышечно	1 раз в день, 3 дня, ежедневно
2-я опытная	Фометрин	4 суппозитория	Внутриматочно	2 раза в день, ежедневно, 3 дня
	Цитогумат®	50 мл	В смеси с кормом	1 раз в день, ежедневно, 20 дней до отела
	Утеротон	10 мл	Внутримышечно	1 раз в день, ежедневно, 3 дня
Контрольная	Габивит-Se	15 мл	Внутримышечно	2 раза за 25 и 10 дней до отела
	ПДЭ	20 мл	Подкожно	1 раз на 1-2-й дни после отела
	Ребавагин	4 суппозитория	Внутриматочно	1 раз в день, ежедневно, 3 дня
	Утеротон	10 мл	Внутримышечно	1 раз в день, ежедневно, 3 дня

Bacillus licheniformis и *B. subtilis*), наполнители (масло какао, парафин, жир молочный) и разрыхлители (лимонная кислота, сода пищевая). Изготовлен на базе ООО «Био Центр плюс» (г. Новосибирск).

В контрольной группе применяли коммерческие препараты: Габивит-Se – витаминный комплекс с добавлением селена; ПДЭ (плацента денатурированная эмульгированная) – тканевый препарат; Ребавагин – пенообразующие суппозитории, включающие пробиотические штаммы *B. subtilis* и *B. licheniformis*.

Для изучения биохимического статуса организма коров за 10 – 15 дней до отёла, через 15 – 20 и 40 – 45 дней после отёла была взята кровь у контрольных и опытных животных. В сыворотке определяли некоторые показатели белково-жирового обмена и ферменты, используя наборы реагентов ЗАО «Вектор-Бэст» с помощью автоматического биохимического анализатора ChemWell 2910.

Математическая и биометрическая обработка полученных данных проводилась при помощи программы Windows XP, Microsoft Office Excel 2007, степень достоверности Р устанавливалась по распределению Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При оценке изменений биохимических показателей крови было установлено, что за 10 дней до отёла достоверных различий между группами не было выявлено. Концентрация креатинина перед отёлом находилась в пределах нормы во всех группах, в первые дни после родов уменьшилась на 17,4 (P≤0,05); 16,1 и 20,4% (P≤0,05) соответственно в контрольной, 1-й и 2-й опытных группах, а при последующем исследовании также отмечалось снижение этого показателя в среднем на 3,8%.

При исследовании на 15-й день после отёла содержание билирубина в группе коров, где использовали Габивит-Se и Ребавагин, практически не изменилось, а в дальнейшем увеличилось на 31%, оставаясь в пределах нормы. Повышение концентрации билирубина может иметь место при усилении функциональной нагрузки на печень на фоне интенсивной лактации, которая в большей степени проявилась у контрольных животных. После отёла в 1-й опытной группе показатель билирубина вначале увеличился на 14,3%, а затем уменьшился на 29,3%, оказавшись меньше уровня

Таблица 2

Некоторые показатели белково-жирового обмена
Scheme of the experiment

Показатель	Период иссле-дования	Группа (n=10)			Норма
		контрольная	1-я опытная	2-я опытная	
Креатинин, мкмоль/л	10 дней до отела	89,9±5,1	96,0±7,6	101,0±5,7	56 – 162
	15 дней после отела	74,2±5,6*	80,6±4,4	80,4±5,1*	
	40 дней после отела	71,6±2,3	78,6±4,9	75,5±5,6	
Билирубин, мкмоль/л	10 дней до отела	2,9±0,7	2,1±0,4	2,3±0,6	0,2 – 5,1
	15 дней после отела	2,9±1,1	2,4±0,6	2,0±0,2	
	40 дней после отела	3,9±1,6	1,7±0,3	2,2±0,6	
Холестерин, ммоль/л	10 дней до отела	2,5±0,2	2,6±0,2	2,9±0,3	2,3 – 6,6
	15 дней после отела	2,6±0,2	3,3±0,3	3,2±0,2	
	40 дней после отела	4,2±0,2	4,2±0,4	4,3±0,3*	
Триглицериды, ммоль/л	10 дней до отела	0,38±0,01	0,39±0,03	0,42±0,03	0,22 – 0,55
	15 дней после отела	0,33±0,03	0,40±0,03	0,36±0,02	
	40 дней после отела	0,44±0,02*	0,38±0,03^{+}	0,34±0,02^{+}	
Соотношение Х/Т	10 дней до отела	6,6±0,6	6,6±0,6	6,8±1,1	6 – 15
	15 дней после отела	7,7±1,1	8,3±0,6	8,9±0,9	
	40 дней после отела	9,7±0,8	11,6±1,5^{+}	13,4±0,9*$^{+}$	

Примечание. Здесь и далее: *P≤0,05 – достоверная разница с предыдущим исследованием;
$^{+}$P≤0,05 – достоверная разница с контрольной группой.
Note. Hereinafter: * P≤0.05 – significant difference with the previous study;
* P≤0.05 – significant difference with the control group.

контрольной группы в 2,3 раза, во 2-й опытной группе он был ниже контроля в 1,8 раза, увеличившись к концу опыта на 10% (табл. 2).

Концентрация триглицеридов на 15-й день после отёла снизилась в контрольной и 2-й опытной группах в среднем на 13,8%, а в 1-й незначительно возросла. К 40-му дню послеродового периода у опытных коров содержание триглицеридов снизилось в среднем на 5%, что было ниже на 13,6 и 22,7% (P≤0,05), чем у контрольных животных, где их количество возросло в 1,3 раза (P≤0,05).

Уровень холестерина в послеродовый период поднялся на 4,3% в контрольной группе, а в 1-й и 2-й опытных – на 27,1 и 16,9% соответственно, превысив в среднем на 20% данные в контроле. Пониженное содержание холестерина в сыворотке крови служит показателем больших энергетических затрат животного во время отёла и недостаточного восстановления жирового обмена. Этот показатель находится в прямой корреляционной связи с молочной продуктивностью животных и, как важный структурный элемент клеточной мембраны, играет определенную роль в обновлении липидов молочной железы, осуществляя взаимодействие между ферментами липогенеза и предшественниками жира, поэтому повышение его концентрации связано с увеличением железистой ткани вымени в период раздоя [14]. Концентрация холестерина к 40-му дню после отёла повысилась в 1,3 раза в опытных группах и на 62,6% (P<0,05) в контрольной, что показывает тенденцию к усилению липидного обмена в связи с ростом молочной продуктивности коров. Это отразилось на увеличении соотношения холестерин/триглицериды в контрольной группе – на 24,8%, а в 1-й и 2-й опытных группах – на 39,8 и 50,1% (P≤0,05) соответственно, что оказалось выше, чем в контроле, в 1,6 – 2 раза.

При исследовании активности ферментов в первые дни после отёла выявили повышение уровня аспартатаминотрансферазы (АСТ) на 53,3; 30,6 и 14,4% в контрольной, 1-й и 2-й опытных группах соответственно. Высокая концентрация фермента АСТ в сыворотке крови может быть обусловлена некоторым ухудшением функционального состояния печени на фоне гормональной перестройки в первые дни после отёла. В группах животных, которым вводили препараты Цитогумат® и Фометрин, активность этого фермента была ниже на 18,4 и 25,9%, что, вероятно, указывает на более быструю нормализацию деятельности печени коров. При этом увеличился коэффициент де Ритиса, определяемый соотношением активности АСТ/АЛТ ферментов, у контрольных животных – в 1,7 раза, а у коров опытных групп – в среднем на 33,1% и оказался в 1,5 раза ниже данных контрольной группы (табл. 3).

Таблица 3

Некоторые показатели ферментативной активности сыворотки крови, ед/л
Some parameters of enzyme effect of blood serum

Показатель	Период исследования	Группа (n=10)			Норма
		контрольная	опытная 1	опытная 2	
Аланинаминотрансфераза	10 дней до отела	17,6±2,1	21,8±3,1	18,7±2,1	17 – 37
	15 дней после отела	15,8±1,7	20,1±1,0	17,1±2,5	
	40 дней после отела	17,5±2,8	17,0±2,0	15,1±1,2	
Аспартатаминотрансфераза	10 дней до отела	76,3±3,5	73,1±6,9	75,8±5,7	48 – 110
	15 дней после отела	117,0±12,7*	95,5±11,1	86,7±6,1	
	40 дней после отела	81,5±6,5	76,8±4,5	83,9±4,7	
Коэффициент де Ритиса	10 дней до отела	4,3±0,8	3,4±0,6	4,1±0,9	2,6 – 6,6
	15 дней после отела	7,4±0,8*	4,8±0,7	5,1±0,7	
	40 дней после отела	4,7±2,6	4,5±0,6	5,6±0,3	
Гамма-глутамилтрансфераза	10 дней до отела	24,6±1,6	23,2±2,2	26,8±1,2	5 – 25
	15 дней после отела	26,3±2,9	22,9±1,7	29,5±1,2	
	40 дней после отела	29,3±4,7	23,0±1,2	25,9±2,3	
Щелочная фосфатаза	10 дней до отела	121,6±12,4	137,5±21,8	123,2±10,0	29 – 153
	15 дней после отела	99,4±8,7	92,0±12,8	93,9±7,0	
	40 дней после отела	97,4±10,9	96,0±9,2	95,4±9,8	

Концентрация фермента АЛТ у жвачных в крови всегда минимальна из-за особенностей расположения в гепатоцитах [15]. Из представленных в табл. 3 данных видно, что активность этого фермента в группе, где применяли Габивит-Se и Ребавагин, к 15-му дню после отёла снизилась на 10,8%, а затем увеличилась до нижней границы. В группах, где использовали Цитогумат® и Фометрин, этот показатель сначала уменьшился на 9,8%, а к 40-му дню после отёла – в среднем на 13,6%, опустившись к нижней границе нормы.

Уровень γ-глутамилтрансферазы (ГГТ) был в среднем на верхней границе нормы и после отёла возрос на 6,9 и 3,5% в контрольной и 2-й опытной группах соответственно, а в 1-й группе незначительно снизился. При повторном исследовании после отёла содержание этого фермента увеличилось на 11,4% в контрольной группе. Повышение активности ГГТ в крови у жвачных животных обусловлено усилением продукции этого фермента под влиянием застойной желчи [15]. Поэтому тенденция к снижению данного показателя у коров опытных групп является благоприятным фактором, показывающим нормализацию обменных процессов. Можно отметить, что уровень щелочной фосфатазы (ЩФ) в поздний период стельности был высоким у животных всех групп, что обусловлено развитием костной ткани плода и накоплением этого фермента в плаценте. Концентрация щелочной фосфатазы к 15-му дню после отёла уменьшилась на 18,3; 33,1 и 23,8% в контрольной, 1-й и 2-й опытных группах, при этом в опытных группах содержание ЩФ было меньше в среднем на 16,6%, а при повторном исследовании увеличилось в среднем на 2,9% в опытных группах и незначительно уменьшилось в контроле.

ВЫВОДЫ

1. В результате опыта по применению препаратов Цитогумат® и Фометрин было выявлено, что к 15-му дню после отёла в 1-й и 2-й опытных группах коров уровень холестерина поднялся на 27,1 и 16,9% соответственно, превысив в среднем на 20% этот показатель в контрольной группе. При этом активность аспартатаминотрансферазы была ниже на 18,4 – 25,9%, а коэффициент де Ритиса – в среднем в 1,5 раза меньше в сравнении с контролем, где животным вводили Габивит-Se и Ребавагин. Пониженное содержание холестерина и высокий уровень АСТ в сыворотке крови коров контрольной группы могут быть обусловлены более выраженной нагрузкой на печень в связи с гормональной перестройкой после родов и переходом к интенсивной лактации, тогда как в опытных группах отмечалось лучшее состояние коров при интенсификации метаболических процессов.

2. При биохимическом исследовании на 40-е сутки послеродового периода в опытных группах отмечалось снижение уровня билирубина в 1,8 – 2,6 раза, а также триглицеридов – на 13,6 – 22,7%. Концентрация холестерина повысилась у опытных животных в 1,3 раза и на 62,6% ($P<0,05$) в контрольной группе, что отразилось на увеличении соотношения холестерин/триглицериды, в опытных группах этот показатель в 1,6 – 2 раза превысил данные в контроле. Данные изменения отражают тенденцию к усилению липидного обмена у коров в связи с ростом молочной продуктивности, что было более выражено в опытных группах животных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Нарушение* метаболических процессов в организме беременных коров при развитии субклинического кетоза / С.Н. Бабухин, В.С. Авдеенко, И.И. Калюжный [и др.] // Аграрн. науч. журн. – 2016. – № 11. – С. 6–11.
2. *Тресницкий С.Н., Авдеенко В.С., Пименов Н.В.* Нарушение метаболического процесса при развитии синдрома «кетоз–гестоз» у молочного скота // Ветеринария и зоотехния. – 2017. – № 10. – С. 18–24.

3. *Родин П.В., Авдеенко В.С.* Гистологические изменения в плаценте крупного рогатого скота при гестозе // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2015. – № 2. – С. 223–225.
4. *Требухов А.В.* Клинико-биохимические аспекты кетоза у молочных коров // Ветеринария. – 2017. – № 10. – С. 46–49.
5. *Алехин Ю.Н.* Перинатальная патология у крупного рогатого скота и фармакологические аспекты ее профилактики и лечения: автореф. дис. … д-ра ветер. наук. – Воронеж, 2013. – 40 с.
6. *Jacques K.A.* Selenium metabolism in animals. The relationship between dietary selenium form and physiological response // The Science and Technology in the Feed Industry, Proc. 17 All tech Annual Symp. Nottingham University Press. – 2001. – P. 319–348.
7. *Kohrle J., Brigelius-Flohe R., Block A.* Selenium Biology: facts and medical perspectives // Biol. Chem. – 2000. – Vol. 381. – P. 849–864.
8. *Клинико-биохимическая* оценка эффективности применения липосомальных антиоксидантных препаратов при гестозе у беременных коров / С.Н. Тресницкий, В.С. Авдеенко, Н.В. Пименов, О.К. Кочарян // Ветеринария и зоотехния. – 2017. – № 6. – С. 41–49.
9. *Безуглова О.С., Зинченко В.Е.* Применение гуминовых препаратов в животноводстве // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 2. – С. 89–93.
10. *Применение* в животноводстве кормовой добавки Гумитон на основе биологически активных соединений торфа / Н.М. Белоусов, С.Н. Удинцев, Т.П. Жилякова [и др.] – М., 2012. – 232 с.
11. *Ноздрин Г.А., Иванова А.Б., Ноздрин А.Г.* Теоретические и практические основы применения пробиотиков на основе бацилл в ветеринарии // Вестн. НГАУ. – 2011. – № 5 (21). – С. 87–95.
12. *Пробиотический* препарат Вита-Плюс для оптимизации метаболических процессов у коров-первотёлок / А.А. Герасименко, М.Ю. Соколов, Ю.И. Смолянинов, Н.Ю. Беляева // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 4. – С. 96–99.
13. *Осипенко Е.Д.* Микробиоценоз влагалищного канала в норме и патологии и его пробиотическая коррекция // Здоровье женщины. – 2012. – № 10 (76). – С. 52–55.
14. *Громыко Е.В.* Оценка состояния коров методами биохимии // Экол. вестн. Сев. Кавказа. – 2005. – № 2. – С. 80–94.
15. *Мейер Д., Харви Д.* Ветеринарная лабораторная медицина. − М.: Софион, 2007. − 458 с.

REFERENCES

1. Babukhin S.N., Avdeenko V.S., Kalyuzhnyi I.I., Molchanov A.A., Tresnitskii S.N. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal*, 2016, No.11 pp. 6-11. (In Russ.)
2. Tresnitskii S.N., Avdeenko V.S., Pimenov N.V. *Veterinariya i zootekhniya,* 2017, No. 10, pp. 18-24. (In Russ.)
3. Rodin P.V., Avdeenko V.S. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*, 2015, No. 2, pp. 223-225. (In Russ.)
4. Trebukhov A.V. *Veterinariya*, 2017, No. 10, pp. 46-49. (In Russ.)
5. Alekhin YU.N. *Perinatal'naya patologiya u krupnogo rogatogo skota i farmakologicheskie aspekty ee profilaktiki i lecheniya* (Perinatal pathology in cattle and pharmacological aspects of its prevention and treatment), Extendet abstract of Doctor's thesis, Voronezh, 2013, 40 p.
6. Jacques K.A. Selenium metabolism in animals. The relationship between dietary selenium form and physiological response, *The Science and Technology in the Feed Industry*, Proc. of the 17 All tech Annual Symp. Nottingham University Press, 2001, pp. 319–348.
7. Kohrle J., Brigelius-Flohe R., Block A. Selenium Biology: facts and medical perspectives, *Biol. Chem.*, 2000, Vol. 381, p.p. 849–864.
8. Tresnitskii S.N., Avdeenko V.S., Pimenov N.V., Kocharyan O.K., *Veterinariya i zootekhniya*, 2017, No. 6, pp. 41-49. (In Russ.)
9. Bezuglova O.S., Zinchenko V.E. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2016, No 2, pp. 89-93. (In Russ.)

10. Belousov N.M., Udintsev S.N., Zhilyakova T.P., Titova EH.V. *Primenenie v zhivotnovodstve kormovoi dobavki Gumiton na osnove biologicheski aktivnykh soedinenii torfa,* (The use in animal feed additives Guiton on the basis of biologically active compounds peat), Moscow, 2012, 232 p.
11. Nozdrin G.A., Ivanova A.B., Nozdrin A.G. *Vestnik Novosibirskogo gosagrouniversiteta*, 2011, No. 5(21), p.p. 87-95. (In Russ.)
12. Gerasimenko A.A., Sokolov M.YU., Smolyaninov YU.I., Belyaeva N.YU. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki,* 2014, No. pp. 96-99. (In Russ.)
13. Osipenko E.D. *Zdorov'e zhenshchiny*, 2012, No. 10(76), pp. 52-55. (In Russ.)
14. Gromyko E.V. *Ehkologicheskii vestnik Severnogo Kavkaza*, 2005, No. 2, pp. 80-94. (In Russ.)
15. Meier D., Kharvi D. *Veterinarnaya laboratornaya meditsina (Veterinary laboratory medicine),* Moscow: Sofion, 2007, 458 p. (In Russ.)

УДК 619:616.995.1-085 DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-82-90

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТВЕРДЫХ ДИСПЕРСИЙ ИВЕРМЕКТИНА И АЛЬБЕНДАЗОЛА ПРИ КИШЕЧНЫХ ГЕЛЬМИНТОЗАХ ОВЕЦ В РЕСПУБЛИКЕ АЛТАЙ

[1,4]**В. А. Марченко**, доктор биологических наук, профессор
[2]**С.С. Халиков**, доктор технических наук, старший научный сотрудник
[3]**Е. А. Ефремова**, кандидат ветеринарных наук, доцент
[1,4]**Ю.А. Василенко,** соискатель
[5]**М.С. Халиков**, соискатель

***Ключевые слова*: овцы, кишечные стронгиляты, трихоцефалы, мониезии, зараженность, арабиногалактан, ивермектин, альбендазол, механообработка, эффективность**

[1]Горно-Алтайский НИИ сельского хозяйства – филиал Федерального Алтайского научного центра агробиотехнологий, с. Майма, Россия
[2]Институт элементоорганических соединений РАН, Москва, Россия
[3]Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН, п. Краснообск, Россия
[4]Горно-Алтайский государственный университет, Горно-Алтайск, Россия
[5]Общество с ограниченной ответственностью «НВЦ Агроветзащита», Москва, Россия
E-mail: oestrus@mail.ru

Реферат. ***Цель работы – показать перспективность использования арабиногалактана для механохимической модификации физико-химических и биологических свойств антигельминтных субстанций и оценить паразитоцидную эффективность композиций ивермектина (ИВЕР) и альбендазола (АБЗ) с арабиногалактаном (АГ) в виде твердых дисперсий (ТД) при кишечных гельминтозах овец. Испытывали композиции новых препаратов с действующим веществом (ДВ) ивермектина с тремя партиями арабиногалактана различных производителей в соотношении 1:10 и композиции ИВЕР+АБЗ+АГ в соотношении 1 : 1 : 10. Опыты по изучению паразитоцидной активности композиций при кишечных гельминтозах проводились на отаре спонтанно инвазированных овец в Шебалинском районе Республики Алтай, где по принципу аналогов были сформированы 16 опытных и 2 контрольные группы животных. Препараты задавались овцам индивидуально в виде водной суспензии перорально, композиции ИВЕР+АГ – в дозировке по ивермектину 0,1; 0,05 и 0,025 мг на 1 кг массы животного, композиции ИВЕР+АБЗ+ АГ – из расчета по ДВ ивермектина 0,1 и 0,2 , альбендазола 1, 2, 3 и 5 мг на 1 кг массы животного. Проведенными исследованиями показано, что паразитоцидная активность лабораторных образцов механокомпозиций ивермектина и различных по степени очистки партий АГ не имеет существенных различий. Предполагается возможность использования в композициях паразитоцидов для животных нефармакопейного образца АГ, что, в свою очередь, позволит значительно снизить себестоимость препарата. Эффективность композиции ИВЕР+АГ в дозе 0,1 мг на 1 кг массы животного существенно превышает таковую исходного препарата. Механокомпозиция ИВЕР+АБЗ+АГ с дозировкой ивемектина 0,2 мг и альбендазола 2 мг на 1 кг массы животного высокоэффективна (100%) против кишечных гельминтов овец и предполагает возможность существенного (пятикратного) снижения дозировки АБЗ в композиции с АГ без потери гельминтоцидной активности.***

THE EFFECT OF SOLID DISPERSIONS OF IVERMECTIN AND ALBENDAZOLE WHEN SHEEP EXPERIENCING NODULAR WORM DISEASE IN THE REPUBLIC OF ALTAI

[1,4] **Marchenko V.A.,** Doctor of Biological Sc., Professor
[2] **Khalikov S.S.,** Doctor of Technical Sc., Senior Research Fellow
[3]**Efremova E.A.,** Candidate of Veterinary Sc., Associate Professor
[1,4] **Vasilenko Iu.A.,** PhD-student
[5] **Khalikov M.S.,** PhD-student

[1]Gorno-Altaisk Research Institute of Agriculture – the branch of Federal Altai Research Centre of Agricultural Biotechnologies, Maima, Russia
[2]Institute of Organoelemental compounds RAS, Moscow, Russia
[3]Institute of Experimental Veterinary Science of Siberia and the Far east Siberian Federal Research Centre of Agricultural Biotechnologies RAS, Krasnoobsk, Russia
[4] Gorno-Altaisk State University, Gorno-Altaisk, Russia
[5]OOO "NVC Agrovetzaschita", Moscow, Russia

Key words: sheep, intestinal helminths, whipworms, moniesia, invasion, Arabinogalactan, ivermectin, albendazole, mechanical processing, effect.

Abstract. *The paper demonstrates the prospects of applying Arabinogalactan for mechanochemical modification of physicochemical and biological properties of antihelminthic substance. The study evaluates the parasitocidal effect of ivermectin (IVER) and albendazole (ABZ) compounds with Arabinogalactan (AG) in the form of solid dispersions (RD) in sheep intestinal helminthiasis. The authors tested compositions of new specimens with the active substance (DV) of ivermectin with three batches of arabinogalactan from different manufacturers in the ratio of 1:10 and compositions of IVER+ABZ+AG in the ratio of 1:1:10. The experiments on parasitocidal activity of compositions in intestinal helminthiasis were carried out on spontaneously invaded sheep in Shebala district of the Republic of Altai, where 16 experimental and 2 control groups of animals were arranged following the principle of analogues. The sheep received the specimens on an individual basis: as a water suspension orally; composition of IVER+AG dosed as 0,1; 0,05 and 0,025 mg per a kilo of animal weight; composition of IVER+ABZ+AG - in calculation of IVER+ABZ - 0,1 and 0,2 mg of water suspension, albendazole 1, 2, 3 and 5 mg per 1 kg of animal weight. The experiment has shown that parasitocidal activity of laboratory samples of mechanical compositions of ivermectin and different in degree of purification of AB lots do not differ significantly. It is supposed that parasitocidal compositions can be used for non-pharmacopoeia AG samples of animals, which will reduce significantly the cost of the specimen. The efficiency of the composition of IVER+AG dosed 0.1 mg per 1 kg of animal weight is significantly higher than that of the initial specimen. Mechanical composition IVER+ABZ+AH dosed 0.2 mg of hemectin and 2 mg of albendazole per a kilo of animal weight is highly effective (100%) against sheep intestinal helminths and it assumes the possibility of significant (five times) decrease of AHZ dose in the composition with AH without loss of helmintocidal activity.*

Зоопаразитокомплекс овец Горного Алтая характеризуется разнообразием и представлен практически всеми основными классами возбудителей – нематотодами, трематодами, цестодами, насекомыми, паукообразными и пентастомами, с учетом редких нозоформ это более 30 заболеваний. Сложившаяся эпизоотическая обстановка предполагает привлечение в систему мероприятий комплексных паразитоцидных средств широкого спектра действия с целью минимизации объема и кратности применения препаратов [1, 2]. Терапия животных при гельминтозах базируется на применении широкого круга антигельминтных препаратов, многие из которых, ввиду плохой растворимости, часто не обеспечивают необ-

ходимую эффективность, и для ее достижения приходится использовать их завышенные дозировки. Может оказаться перспективным направлением повышение растворимости при создании паразитоцидов на основе известных антигельминтиков путем механохимической модификации этих субстанций с водорастворимыми полимерами, в частности, с арабиногалактаном (АГ). При совместной механообработке субстанций антигельминтиков с АГ получаются супрамолекулярные комплексы, которые существенно повышают их растворимость, биодоступность и эффективность, что, в свою очередь, дает возможность кратного снижения дозировки действующего вещества (ДВ) препаратов [3]. Улучшение фармакологических свойств препаратов достигается за счет их направленного транспорта (Drug Delivery System) в заданную область, органы или клетки как организма хозяина, так и паразита. В настоящее время на примере использования ряда субстанций (альбендазол, триклабендазол, фенбендазол и др.) была показана высокая паразитоцидная эффективность супрамолекулярных комплексов с полимерами [3, 4]. Для механохимической модификации и дальнейшего практического применения может быть перспективен альбендазол (АБЗ). Антгельминтную активность имеют не только молекулы самого АБЗ, но и его первичного метаболита – сульфоксида, что обеспечивает повышенную эффективность препарата. Недостатком официнального АБЗ является его низкая водорастворимость и обусловленная этим низкая абсорбция и биодоступность при пероральной даче препарата. Проведенными исследованиями показано, что включение АБЗ в комплекс с арабиногалактаном, выделяемым из древесины лиственниц *Larix sibirica* и *Larix gmelini,* позволяет многократно увеличивать его водорастворимость и нематодоцидную активность при отсутствии токсичности [5]. Кроме того, арабиногалактан обладает иммуномодулирующим действием, и применение его на животных благоприятно сказывается на кишечной микрофлоре. Испытаниями на телятах, поросятах и бройлерах установлено, что АГ поддерживает в желудочно-кишечном тракте животных уровень бифидобактерий и лактобацилл, за счет чего улучшается эффективность питания, повышаются приросты, снижается потребность в обычных антибиотиках [6-8]. Арабиногалактан применяется при производстве различных препаратов (пищевые и кормовые добавки, фармацевтические средства и др.). В зависимости от целевого использования он может иметь различные химико-биологические характеристики и стоимость, что во многом определяет перспективы его использования в животноводстве и ветеринарии.

Цель настоящей работы – показать перспективность использования арабиногалактана, в том числе и местного производства, для механохимической модификации физико-химических и биологических свойств антигельминтных субстанций и оценить паразитоцидную эффективность механокомпозиций ивермектина и альбендазола при кишечных гельминтозах овец.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для выполнения исследования были использованы субстанции: ивермектин (ИВЕР) – субстанция серии 0315110205 (содержание 97,5%) производства Shandong Qilu King-Phar Pharmacutical Co. Ltd. (КНР); альбендазол (АБЗ) – субстанция серии 61014102 (сод. 98,0%) производства Changzhou Jialing Medicine Industry Co.Ltd. (КНР). Полисахарид арабиногалактан (АГ) использован трех серий от двух производителей: арабиногалактан фармакопейный из лиственницы сибирской *Larix sibirica* (ТУ 9363-021-39094141-08, Иркутский Институт химии СО РАН, серия 02042013), обозначенный АГ-1; арабиногалактан технический из лиственницы сибирской *Larix sibirica*, Краснообск, ЧП «Чепурин С.П.», серия 18022015 – АГ-2; арабиногалактан очищенный из лиственницы сибирской *Larix sibirica*, Краснообск, ЧП «Чепурин С.П.», серия 20072016 – АГ-3.

Процесс механохимической модификации ивермектина арабиногалактанами проводили в капролоновом барабане (объем 300 мл) при ве-

совом соотношении компонентов 1:10 в условиях, описанных нами ранее [5]. По аналогичной методике проводилась совместная механообработка субстанций альбендазола и ивермектина с арабиногалактаном при весовом соотношении компонентов 1: 1: 10. Полученные при этих обработках твердые дисперсии (ТД) представляли собой легкосыпучие порошки бежевого цвета с повышенной водорастворимостью, которая определялась по ранее описанной методике [9]. ТД лекарственных препаратов являются промежуточными формами, которые используются в приготовлении различных лекарственных форм (порошки, таблетки, гранулы и пр.) [10]. ТД используются для повышения биологической доступности малорастворимых лекарственных веществ (ЛВ), а в настоящее время они являются самостоятельными лекарственными формами для ряда коммерческих препаратов известных компаний, таких как Abbott, VIP Pharma, Tibotec и др. [11]. Полученные нами ТД названы механокомпозициями, т.к. они приготовлены методом механохимической модификации изучаемых субстанций полисахаридом АГ.

Комиссионные опыты по изучению паразитоцидной активности полученных механокомпозиций ивермектина и альбендазола при кишечных гельминтозах проводились на отаре спонтанно инвазированных овец ИП «Чичинов В.Ю.» Шебалинского района Республики Алтай. Для проведения испытаний подбирались опытные и контрольные группы животных по принципу аналогов. Перед постановкой опыта было проведено обследование 30 голов овец методом овоскопии по Фюллеборну с камерой ВИГИС [12] на зараженность кишечными гельминтами. Перед обработкой все подопытные животные были взвешены и забиркованы.

Для опыта по оценке эффективности механокомпозиций ивермектина с тремя партиями АГ при кишечных нематодозах овец формировали 12 опытных (по 5 голов) и 1 контрольную группы (20 голов) животных. В августе 2016 г. испытали 3 образца композиций ИВЕР+АГ и 1 образец исходного ивермектина. Препараты задавали овцам индивидуально в виде водной суспензии перорально, из шприца с резиновой трубочкой на корень языка, в дозировке по ивермектину по 0,1, 0,05 и 0,025 мг на 1 кг массы животного.

Для второго опыта по оценке эффективности композиций ивермектина и альбендазола с АГ формировали 4 опытных (по 10 голов) и 1 контрольную группы (20 голов) животных. Опыт проведен в ноябре 2016 г. на фоне низкой зараженности животных кишечными гельминтами. Препараты задавали внутрь, как и в первом опыте, в виде водной суспензии. Испытывались композиции ИВЕР+АБЗ+АГ из расчета по ДВ ивермектина 0,1 и 0,2, альбендазола – 1, 2, 3 и 5 мг на 1 кг массы животного.

В обоих опытах через 15 дней после дачи препаратов исследовали фекалии от опытных и контрольных животных методом овоскопии по Фюллеборну. При обследованиях выводились показатели зараженности: ЭИ, % – экстенсивность инвазии, доля зараженных животных; ИО – индекс обилия, среднее количество яиц в 1 г фекалий (я/г.ф.) на одно обследованное животное. Для оценки паразитоцидной активности препаратов рассчитывались показатели: ЭЭ,% – экстенсэффективность, доля освободившихся от паразитов животных по отношению к контролю (не обработанные); ИЭ,% – интенсэффективность, снижение среднего показателя числа яиц по отношению к контролю (не обработанные) по формулам, предложенным Непоклоновым А.А. и Талановым Г.А. [13]. По мере необходимости цифровые материалы опытов подвергали статистической обработке с использованием программы STATISTICA 6.0 [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Приготовленные механокомпозиции ивермектина и арабиногалактанов (АГ-1, АГ-2 и АГ-3) обладали повышенной водорастворимостью (табл. 1).

Увеличение растворимости должно было сказаться и на результатах биологических испытаний, т.к. общеизвестно, что раствори-

Таблица 1

Анализ водорастворимости композиций ивермектина и альбендазола
Analysis of ivermectin and albendazole water solubility

Образец	Растворимость	
	абсолютная, мг/л	увеличение, раз
Ивермектин (ИВЕР), исходная субстанция	12,6	-
Препарат 1 (ИВЕР : АГ-1=1 : 10)	135,3	10,7
Препарат 2 (ИВЕР : АГ-2=1 : 10)	147,9	11,7
Препарат 3 (ИВЕР : АГ-3=1 : 10)	146,5	11,6
АБЗ : ИВЕР : АГ-3=1 : 1 : 10	129,3	10,3
Альбендазол (АБЗ), исходная субстанция	1,0	-
АБЗ : ИВЕР : АГ-3=1 : 1 : 10	32,8	33,0

мость препарата существенно влияет на его биодоступность и другие химико-биологические характеристики.

Перед постановкой опытов было проведено обследование фекалий от 30 голов овец на зараженность кишечными гельминтами. В результате исследования были получены следующие результаты: нематодами животные заражены на 98 %, из них стронгилятами – 95,0% при ИО 1875,3 я/г. ф., трихоцефалами – 85,0 % при ИО 95,6 я/г. ф., нематодирами – 64,0% при ИО 139 я/г.ф., цестоды были представлены мониезиями, зараженность животных составила 26,6 % при ИО 651,5 я/г.ф. Данный уровень зараженности животных является высоким и может служить надежной основой при оценке паразитоцидной активности препаратов.

В результате постановки опыта по оценке эффективности образцов композиций

Таблица 2

Эффективность композиции ивермектина и арабиногалактана при кишечных нематодозах овец (Республика Алтай, Шебалинский район)
Effect of ivermectin and Arabinogalactan composition when sheep experiencing intestinal nematodosis (the Republic of Altai, Shebalinskiy region)

Показатели	Подотряд Strongylata			Род *Nematodirus*			Род *Trichocephalus*		
	АГ-1	АГ-2	АГ-3	АГ-1	АГ-2	АГ-3	АГ-1	АГ-2	АГ-3
Ивермектин 0,1 мг на 1 кг м.ж. + АГ									
ЭИ,%	40,0	60,0	40,0	0	0	0	0	20,0	0
ИО, я/г.ф.	41,1±31,0	49,4±22,0	22,8±18	0	0	0	0	1,9	0
ЭЭ,%	55,6	33,4	55,6	100,0	100,0	100,0	100,0	77,8	100,0
ИЭ,%	96,8	96,2	98,3	100,0	100,0	100,0	100,0	97,8	100,0
Ивермектин 0,05 мг на 1 кг м.ж. + АГ									
ЭИ,%	80,0	80,0	80,0	20,0	20,0	20,0	0	0	40,0
ИО, я/г.ф.	682,1 ±446,0	271,7 ±166,0	1098,0 ±517,0	2,2	3,1	1,9	0	0	2,5 ±1,6
ЭЭ,%	11,2	11,2	11,2	63,7	63,7	63,7	100,0	100,0	0
ИЭ,%	46,8	78,8	14,4	98,1	94,4	96,6	100,0	100,0	97,1
Ивермектин 0,025 мг на 1 кг м.ж. + АГ									
ЭИ,%	100,0	100,0	100,0	60,0	40,0	40,0	20,0	40,0	40,0
ИО, я/г.ф.	1077,0 ±583,0	427,1 ±211,0	1062,0 ±437,0	35,7 ±20,2	24,1 ±14.0	35,2 ±23,5	14,0 ±7.5	65,5± 23,8	23,7 ±14,4
ЭЭ,%	0	0	0	0	27,3	27,3	0	0	0
ИЭ,%	16,0	66,7	17,2	69,3	79,3	69,8	40,0	23,4	72,3
Ивермектин исходный 0,1 мг на 1 кг м.ж.									
ЭИ,%	60,0			40,0			20,0		
ИО, я/г.ф.	311,6±177			32,0±1,3			12,1±2,5		
ЭЭ,%	33,4			63,7			63,7		
ИЭ,%	75,8			72,5			89,6		
Контроль									
ЭИ,%	90,0			55,0			35,0		
ИО, я/г.ф.	1282,1±83,1			116,0±34,5			85,5±43,8		

ивермектина (табл. 2) с тремя партиями арабиногалактана (АГ-1, АГ-2 и АГ-3) при кишечных нематодозах не выявлено значимых различий в их гельминтоцидной активности. Паразитоцидная эффективность различных образцов ивермектина в дозе 0,1 мг на 1 кг массы животного колебалась в узких пределах. Так, показатели эффективности против гельминтов подотряда Strongylata составили: ЭЭ – 33,4–55,6%, ИЭ – 96,2–98,3%, родов *Nematodirus*: ЭЭ и ИЭ 100% и *Trichocephalus*: ЭЭ – 77,8–100,0%, ИЭ – 97,8–100,0%. Сходный характер паразитоцидной активности ивермектина с различными партиями АГ наблюдался и при дозировке препарата 0,05 и 0,025 мг на 1 кг массы животного. В целом трудно отдать предпочтение по эффективности какому-либо образцу в зависимости от использованных партий АГ.

В большей степени на эффективность механокомпозиций ивермектина повлияла величина его дозировки. Так, при дозе ивермектина 0,1 мг на 1 кг массы животного ЭЭ при нематодозах желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) находилась в пределах 33,4 – 100%, среднее значение уровня эффективности – 80,3±8,6%, ИЭ – 96,2 – 100%, среднее значение – 98,8±0,5%. При дозе 0,05 мг на 1 кг массы животного показатели составили: ЭЭ – 0 – 100%, среднее значение – 47,2±13,0%; ИЭ – 14,4 – 100%, среднее значение – 80,7±10,1%. При дозировке препарата 0,025 мг на 1 кг массы животного показатели составили соответственно: ЭЭ – 0 – 27,3%, среднее значение – 6,1±4,0%; ИЭ – 16,0 – 79,3%, среднее значение – 50,4±8,7%. Во всех выборках с понижением дозы препарата достоверно снижались значения показателей эффективности ($P < 0,01$).

Экстенсэффективность исходного ивермектина в дозе 0,1 мг на 1 кг массы животного при нематодозах ЖКТ находилась в пределах 33,4–63,7% при среднем значении уровня 53,6±10,1%, интенсэффективность 72,5–89,6% при среднем значении уровня 79,3±5,2%. В итоге эффективность композиции ивермектина в этой же дозировке оказалась существенно выше ($P< 0,01$). По результатам опыта наиболее приемлемой по эффективности можно считать механокомпозицию ивермектина с АГ в дозе 0,1 мг на 1 кг массы животного. В результате проведенных испытаний не выявлено существенной разницы в гельминтоцидной активности композиций ивермектина с АГ против различных групп нематод ЖКТ (подотряда Strongylata, родов *Nematodirus* и *Trichocephalus*).

Таким образом, проведенный опыт позволяет заключить, что паразитоцидная активность лабораторных образцов механокомпозиций ивермектина и различных по степени очистки партий АГ не имеет существенных различий, вследствие чего предполагается возможность использования в механокомпозициях паразитоцидов для животных неофицинального АГ, что, в свою очередь, позволит значительно снизить себестоимость препарата.

При контроле инвазионных заболеваний животных всегда приходится иметь дело с комплексом паразитических видов различной таксономической принадлежности. При этом на первый план выдвигаются требования по широте паразитоцидного спектра препаратов, которые в основном обеспечиваются использованием комплекса ДВ. В разработанной механокомпозиции применены два ДВ – ивермектин, обладающий выраженной нематодоцидной и инсектоакарицидной активностью, и альбендазол, характеризующейся высокой эффективностью против круглых и ленточных червей.

Во втором опыте (табл. 3) проведена оценка эффективности механокомпозиции ИВЕР+АБЗ+АГ в соотношении 1 : 1 : 10 при кишечных гельминтозах овец (подотряда Strongylata, родов *Nematodirus*, *Trichocephalus* и *Moniezia*).

Композиция с дозировкой по ивермектину 0,1 мг, альбендазолу – 5 мг на 1 кг массы животного показала 100%-ю эффективность против всех групп гельминтов.

Дозировка по ивермектину 0,2 мг и альбендазолу 5 мг на 1 кг массы животного оказалась достаточно эффективной против нематод (ЭЭ – 60–100%, ИЭ – 89,6–100%).

Таблица 3

Эффективность композиции ивермектина и альбендазола с арабиногалактаном при кишечных гельминтозах овец (Республика Алтай, Шебалинский район)
Effect of ivermectin and albendazole combined with Arabinogalactan composition when sheep experiencing intestinal helminthosis (the Republic of Altai, Shebalinskiy region)

Вариант	Показатели	Подотряд Strongylata	Род		
			Trichocephalus	*Nematodirus*	*Moniezia*
Ивермектин 0,1 мг + альбендазол 5 мг + АГ	ЭИ,%	0	0	0	0
	ИО я/г.ф.	0	0	0	0
	ЭЭ,%	100	100	100	100
	ИЭ,%	100	100	100	100
Ивермектин 0,2 мг + альбендазол 1 мг + АГ	ЭИ,%	10	0	10	20
	ИО я/г.ф.	2,0±0,6	0	1,0±0,6	4,6±1,2
	ЭЭ,%	75	100	60	0
	ИЭ,%	92,9	100	89,6	23,4
Ивермектин 0,2 мг + альбендазол 2 мг + АГ	ЭИ,%	0	0	0	0
	ИО я/г.ф.	0	0	0	0
	ЭЭ,%	100	100	100	100
	ИЭ,%	100	100	100	100
Ивермектин 0,2 мг + альбендазол 3 мг + АГ	ЭИ,%	0	0	0	0
	ИО я/г.ф.	0	0	0	0
	ЭЭ,%	100	100	100	100
	ИЭ,%	100	100	100	100
Контроль	ЭИ,%	40	15	25	10
	ИО, я/г.ф.	28,2±3,1	3,6±0,9	9,6±2,0	6,0±2,1

Дозировка по ивермектину 0,2 мг и альбендазолу 1,0 мг на 1 кг массы животного достаточно эффективна против нематод (ЭЭ – 60–100%, ИЭ – 89,6–100%), но неэффективна против мониезий.

Дозировки по ивермектину 0,2 мг и альбендазолу 2,0 и 3,0 мг на 1 кг массы животного показали 100%-ю эффективность как против нематод, так и цестод.

По результатам опыта можно заключить, что механокомпозиция ИВЕР+АБЗ+АГ с дозировкой по ивермектину 0,2 мг и альбендазолу 2,0 мг на 1 кг массы животного высокоэффективна против кишечных гельминтов овец и, вероятно, должна быть достаточно активной против паразитических членистоногих.

Проведенный опыт показывает возможность существенного (пятикратного) снижения дозировки АБЗ в композиции с АГ без потери гельминтоцидной эффективности.

ВЫВОДЫ

1. Паразитоцидная активность лабораторных образцов механокомпозиций ивермектина и различных по степени очистки партий АГ не имеет существенных различий.

2. Предполагается возможность использования в композициях паразитоцидов для животных неофицинального АГ, что, в свою очередь, позволит значительно снизить себестоимость препарата.

3. Эффективность механокомпозиции ивермектина с АГ в дозе 0,1 мг на 1 кг массы животного существенно превышает таковую исходного препарата.

4. Не выявлено существенных различий в гельминтоцидной активности композиций ивермектина с АГ против различных групп нематод ЖКТ (подотряда Strongylata, родов *Nematodirus* и *Trichocephalus*).

5. Механокомпозиция ИВЕР+АБЗ+АГ в соотношении 1 : 1 : 10 с дозировкой по ивермектину 0,2 мг и альбендазолу 2 мг на 1 кг массы животного высокоэффективна (100%) против кишечных гельминтов овец и предполагает возможность существенного (пятикратного) снижения дозировки АБЗ в композиции с АГ без потери гельминтоцидной эффективности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Марченко В.А., Ефремова Е.А., Василенко Ю.А.* Кишечные гельминтозы овец Центрального Алтая и эффективность применения противопаразитарных кормовых гранул при некоторых инвазиях // Рос. паразитол. журн. – 2010. – Вып. 2. – С. 37 – 42.
2. *Марченко В.А., Василенко Ю.А., Ефремова Е.А.* Эффективность комплексных паразитоцидных средств в овцеводстве Горного Алтая // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та, –2017. – № 10. – С. 105 – 113.
3. *Супрамолекулярные* комплексы антгельминтных бензимидазольных препаратов, получение и свойства / И.А. Архипов, С.С. Халиков, А.В. Душкин [и др.]. – М., 2017. – 90 с.
4. *Комиссионное* и производственное испытание супрамолекулярного комплекса триклабендазола трикафасцид при фасциолезе крупного рогатого скота / М.Б. Мусаев, М.С. Халиков, М.В. Миленина [и др.] // Рос. паразитол. журн. – 2018. – Т. 12, №1. – С. 76 – 80.
5. *Создание* антигельминтных препаратов повышенной эффективности на основе межмолекулярных комплексов действующих веществ с водорастворимыми полимерами, в том числе с полисахаридами / С.С. Халиков, Ю.С. Чистяченко, А.В. Душкин [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. – 2015. – Т. 23, №5. – С. 567 – 577.
6. *Медведева С.А., Александрова Г.П., Сайботалов М.Ю.* Арабиногалактан лиственницы сибирской – природный иммуномодулятор // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения: материалы 5-го Междунар. съезда. – СПб. – Петродворец, 2001. – С. 104 – 105.
7. *Медведева Е.Н., Бабкин В.А., Остроухова Л.А.* Арабиногалактан лиственницы – свойства и перспективы использования (обзор) // Химия раст. сырья. – 2003. – №1.- С. 27-37.
8. *Polysaccharide-oligoamine* based conjugates for gene delivery / T. Assam, H. Eliyahu, L. Shapira [et al.] //Journal Med. Chem. – 2002. – Vol. 45, N 9. – P. 1817 – 1824.
9. *Душкин А.В., Сунцова Л.П., Халиков С.С.* Механохимическая технология для повышения растворимости лекарственных веществ //Фундаментал. исслед. – 2013. – № 1, ч. 2. – С.448 – 455.
10. *Тенцова А.И., Добротворский А.Е.* Твёрдые дисперсные системы в фармации // Фармация. – 1981. – № 2. – С.65–69.
11. *Kalia A., Poddar M.* Solid Dispersions: an Approach towards Enhancing Dissolution Rate- a Review// Int. J. Pharm. Sci. – 2011. – Vol. 3, Is. 4. – P. 9–19.
12. *Котельников Г. А.* Гельминтологические исследования животных и окружающей среды. – М.: Колос, 1984. – 240 с.
13. *Непоклонов А.А., Таланов Г.А.* О методах учета эффективности применения инсектицидов для борьбы с подкожным оводом // Ветеринария. – 1966. – № 8. – С. 58 – 60.
14. *Снедекор Д. У.* Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 503 с.

REFERENCES

1. Marchenko V.A., Efremova E.A., Vasilenko Yu.A. *Rossiiskii parazitologicheskii zhurnal*, 2010, No. 2, pp. 37 – 42. (In Russ.)
2. Marchenko V.A., Vasilenko Yu.A., Efremova E.A. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta,* Barnaul, 2017, No. 10, pp. 105-113. (In Russ.)
3. Arkhipov I.A., Khalikov S.S., Dushkin A.V., Varlamova A.I., Musaev M.B. *Supramolekulyarnye kompleksy antgel'mintnykh benzimidazol'nykh preparatov, poluchenie i svoistva* (Supramolecular complexes of anthelminthic benzimidazole preparations, preparation and properties), Moscow, 2017, 90 p.
4. Musaev M.B., Khalikov M.S., Milenina M.V., Dzhamalova A.Z., Bersanova Kh.I., Iriskhanov I.V. *Rossiiskii parazitologicheskii zhurnal*, 2018, No. 1(12), pp. 76 – 80. (In Russ.)
5. Khalikov S.S., Chistyachenko Yu.S., Dushkin A.V., Meteleva E.S., Polyakov N.E., Arkhipov I.A., Varlamova A.I., Glamazdin I.I., Danilevskaya N.V. *Khimiya v interesakh ustoichivogo razvitiya,* 2015, No. 5(23), pp. 567-577. (In Russ.)

6. Medvedeva S.A., Aleksandrova G.P., Saibotalov M.Yu. *Aktual'nye problemy sozdaniya novykh lekarstvennykh preparatov prirodnogo proiskhozhdeniya* (Actual Problems of Creating New Medicines of Natural Origin), Proceeding of 5th International Congress, Saint Petersburg, 2001, pp. 104-105. (In Russ.)
7. Medvedeva E.N., Babkin V.A., Ostroukhova L.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya,* 2003, No. 1, pp. 27-37. (In Russ.)
8. Assam T., Eliyahu H., Shapira L., LinialM., Barenholz Y., Domb A.J. Polysaccharide-oligoamine based conjugates for gene delivery, *Journal Med. Chem.*, 2002, No. 9(45), pp. 1817-1824.
9. Dushkin A.V., Suntsova L.P., Khalikov S.S. *Fundamental'nye issledovaniya,* 2013, No. 1, part 2, pp. 448-455. (In Russ.)
10. Tentsova A.I., Dobrotvorskii A.E. *Farmatsiya,* 1981, No. 2, pp.65-69. (In Russ.)
11. Kalia A., Poddar M. Solid Dispersions: an Approach towards Enhancing Dissolution Rate – a Review, *Int J Pharm Pharm Sci*., 2011, Vol 3, Issue 4, pp.9-19.
12. Kotel'nikov G. A. *Gel'mintologicheskie issledovaniya zhivotnykh i okru-zhayushchei sredy* (Helminthological studies of animals and the environment. – Moscow: Kolos, 1984, 240 p.
13. Nepoklonov A.A., Talanov G.A. *Veterinariya*, Moscow, 1966, No. 8, pp. 58-60. (In Russ.)
14. Snedekor D. U. *Statisticheskie metody v primenenii k issledovaniyam v sel'skom khozyaistve i biologii* (Statistical methods applied to research in agriculture and biology), Moscow: Selkhozgiz, 1961, pp. 503.

УДК 636.3.082:546.47 DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-91-97

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА БАРАНОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РОМАНОВСКОЙ ПОРОДЫ НА АККУМУЛЯЦИЮ ЦИНКА В ШЕРСТИ ПОТОМСТВА

***Ключевые слова*: цинк, шерсть, романовская порода овец, влияние генотипа баранов**

[2]**Мингжун Лью,** доктор наук
[1]**Р.Т. Саурбаева,** аспирант
[2]**Венронг Ли,** доктор наук
[1]**О.И. Себежко**, кандидат биологических наук
[1]**В.А. Андреева,** аспирант
[1]**Т.В. Коновалова**, ст. преподаватель
[1]**О.С. Короткевич**, доктор биологических наук, профессор

[1]Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
[2]Синьцзянская академия наук животноводства, Урумчи, Китай
E-mail: vet-gen-dep@nsau.edu.ru

Реферат. ***Изложены результаты анализа аккумуляции тяжелого металла цинка в шерсти потомков, полученных от баранов-производителей романовской породы. Исследования проведены в Кузбассе в ОАО «Ваганово» на популяции овец романовской породы. Концентрация цинка в пробах шерсти сыновей была определена с использованием метода инверсионной вольтамперометрии на вольтамперометрическом анализаторе TALAB. В зоне разведения овец проанализированы материалы исследований Института почвоведения и агрохимии СО РАН по содержанию цинка в окружающей среде. Во всех пробах не выявлено превышения ПДК цинка. Исследование почвы, кормов, органов и тканей у сельскохозяйственных животных разных видов подтверждает то, что на территории Западной Сибири отсутствуют загрязнения тяжелыми металлами за пределами санитарно-гигиенических зон. Установлено влияние генотипа баранов-производителей на аккумуляцию цинка в шерсти потомства. В потомстве разных отцов выявлены различия по фенотипической изменчивости уровня цинка. Показано, что в шерсти сыновей некоторых отцов содержание цинка было в 1,6 раза выше (97,2 мг/кг), чем у потомков других производителей. Обнаружена группа полусибсов, которые отличались низкой наследственной предрасположенностью к аккумуляции цинка в шерсти. В связи с отсутствием сведений о концентрации цинка в шерсти животных романовской породы в условиях Сибири полученные данные можно предварительно принять в качестве физиологической нормы.***

THE IMPACT OF THE ROMANOV STUD RAMS' GENOTYPE ON THE ACCUMULATION OF ZINC IN THE WOOL

[2] **Mingjun Liu,** Doctor of Science
[1] **Saurbaeva R.T.,** PhD-student
[2] **Wenrong Li,** Doctor of Science
[1] **Sebezhko O.I.,** Candidate of Biology
[1] **Andreeva V.A.,** PhD-student
[1]**T.V. Konovalova**, Art. teacher
[1]**O.S. Korotkevich**, Doctor of Biological Sciences, Professor

[1]Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia
[2]Xinjiang Academy of Animal Sciences, Urumchi, China

Key words: zinc, wool, Romanov sheep, impact of the Romanov stud rams' genotype.

Abstract. The paper analyzes heavy zinc metal accumulation in the wool of descendants obtained from the Romanov stud rams. The experiment was conducted in the Kuzbass region at OAO "Vaganovo" on

the Romanov sheep populations. Zinc concentration in sons' wool samples was determined by means of applying inverse voltammetry method on TALAB voltammetric analyzer. In the zone of sheep breeding, the researchers used the materials of the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences for analyzing zinc concentration in the environment. They observed. there was no zinc excess in all the samples. The study of soil, fodder, organs and tissues of agricultural animals of different species confirms that in Western Siberia there is no heavy metal pollution outside the sanitary protection zones. The authors found out the impact of the Romanov stud rams' genotype on the accumulation of zinc in the wool of the offsprings. The differences in the phenotypic variability of zinc concentration were revealed in the offspring of different fathers. The article demonstrates that the zinc concentration of some fathers' sons' wool was 1.6 times higher (97.2 mg/kg) than that of descendants of other stud rams. A group of semi-sibs was found, which were characterized by low hereditary predisposition to zinc accumulation in wool. Due to the lack of data on zinc concentration in the wool of Romanov animals in Siberia, the obtained data can be applied as a physiological standard.

Цинк присутствует во всех органах, тканях, жидкостях и секретах организма. Более 95 % всего цинка содержится в клетках. Этот элемент сосредоточен в основном в коже, волосах и костной ткани. В биологических системах цинк фактически всегда находится в двухвалентном состоянии. Он участвует практически во всех стадиях роста клеток [1]. Особый интерес к цинку связан с открытием его роли в нуклеиновом обмене, процессах транскрипции, стабилизации нуклеиновых кислот, белков и особенно компонентов биологических мембран, а также в обмене витамина А. Он присутствует во всех 20 нуклеотидилтрансферазах, а его открытие в обратных транскриптазах позволило установить тесную взаимосвязь с процессами канцерогенеза. Этот элемент необходим для стабилизации структуры ДНК, РНК, рибосом, играет важную роль в процессе трансляции и незаменим на многих ключевых этапах экспрессии гена [1–3]. Цинк обнаружен в составе более 300 ферментов. Уникальность его заключается в том, что ни один элемент не входит в состав такого количества ферментов и не выполняет таких разнообразных физиологических функций. Цинк стабилизирует некоторые гормон-рецепторные комплексы, входит в состав гормона инсулина, участвующего в углеводном обмене, и необходим для нормального роста и развития, полового созревания, а в дальнейшем – для поддержания репродуктивной функции, а также для нормального кроветворения и заживления ран. Этот эссенциальный элемент играет важнейшую роль в процессах регенерации кожи, роста волос и ногтей, секреции сальных желез, способствует всасыванию витамина Е и поддержанию нормальной концентрации этого витамина в крови. Цинк укрепляет иммунную систему организма и обладает детоксицирующим действием – способствует удалению из организма двуокиси углерода [1, 2, 4]. Дефицит цинка может приводить к серьезным физиологическим нарушениям. При недостаточном содержании цинка в пищевом рационе с детского возраста отмечаются карликовость, задержка полового развития, поражение кожи, снижение обоняния и вкусовые извращения. При хроническом дефиците цинка возникает ряд кожных заболеваний. Избыток цинка в растениях возникает в зонах промышленного загрязнения почв, а также при неправильном применении цинксодержащих удобрений. Большинство видов растений обладают высокой толерантностью к его избытку в почвах. Однако при очень высоком содержании этого металла в почвах обычным симптомом цинкового токсикоза является хлороз молодых листьев. Токсичность цинка для животных и человека невелика, т.к. при избыточном поступлении он не аккумулируется, а выводится. Повышенные концентрации цинка являются токсичными для живых организмов. В литературе имеются отдельные сообщения о токсическом влиянии этого металла [3–5].

Всасывание цинка происходит в тонкой кишке. Панкреатическая секреция – основной источник эндогенного цинка. Количество цинка, секретируемого в кишку, изменяется в зависимости от его потребления. Считается,

что оптимальная интенсивность поступления цинка в организм – 10–15 мг/день [3].

О роли наследственных факторов в аккумуляции цинка и других тяжелых металлов в органах и тканях животных очень мало данных [6–8]. В настоящее время проводится комплексное изучение генофонда и фенофонда популяции овец романовской и других пород сельскохозяйственных животных Сибири [9–12].

В ходе этих исследований мы поставили цель определить влияние генотипа баранов-производителей романовской породы на аккумуляцию цинка в шерсти потомков.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены на популяции овец романовской породы, разводимой в Кузбассе. Взяты пробы шерсти от 30 баранчиков, которые являлись потомками трех баранов-производителей. Экспериментальные группы овец после отъема были помещены в отдельные боксы и обеспечены одинаковым кормлением и содержанием. В возрасте 10–11 месяцев баранчики были забиты. Перед забоем взяты образцы шерсти в области лопаток.

На территории разведения овец взяты пробы почвы и кормов. В лаборатории Института почвоведения и агрохимии СО РАН оценены содержание валовых и подвижных форм цинка в почве и его уровень в кормах, которые не превышали предельно допустимых концентраций (ПДК) [4, 5]. Исследования почвы, кормов, органов и тканей у сельскохозяйственных животных разных видов свидетельствуют о том, что на территории Западной Сибири за пределами санитарно-защитных зон отсутствуют загрязнения тяжелыми металлами.

Данные исследований обработаны по программе Microsoft Office Excel и Statistica 8. Критерий Шапиро-Уилка использован для оценки нормальности распределения цинка в шерсти.

Факториальная изменчивость вычислялась по критерию Краскела-Уоллиса [13] по формуле

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \cdot \sum_{i=1}^{C} \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1),$$

где C – количество градаций; n – количество проб i-й градации; $N = \Sigma_{ni}$ – общее количество вариант в трех градациях; R_i – сумма рангов в i-й градации.

В связи с ненормальностью распределения применяли формулу S. Hozo [14]:

$$\bar{x} \approx \frac{a+2m+b}{4} + \frac{a-2n+b}{4n};$$

$$\sigma^2 \approx \frac{1}{n-1}\left(a^2+m^2+b^2+\left(\frac{n-3}{2}\right)\frac{(a+m)^2+(m+b)^2}{4} - n\left(\frac{a+2m+b}{4}+\frac{a-2m+b}{4n}\right)^2\right),$$

где $\bar{x}$ средняя арифметическая ; σ^2 – варианса; n – величина выборки; a – минимальная величина признака; b – максимальная величина признака; m –медиана.

Рассчитали также межквартильный размах (IQR).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее нами было показано, что в популяции овец романовской породы не установлено влияния генотипа баранов-производителей на уровень содержания меди в шерсти их сыновей [15]. В связи с ненормальностью распределения при обработке данных был использован метод S. Hozo [14].

На той же выборке изучена наследственная обусловленность устойчивости-воспри-

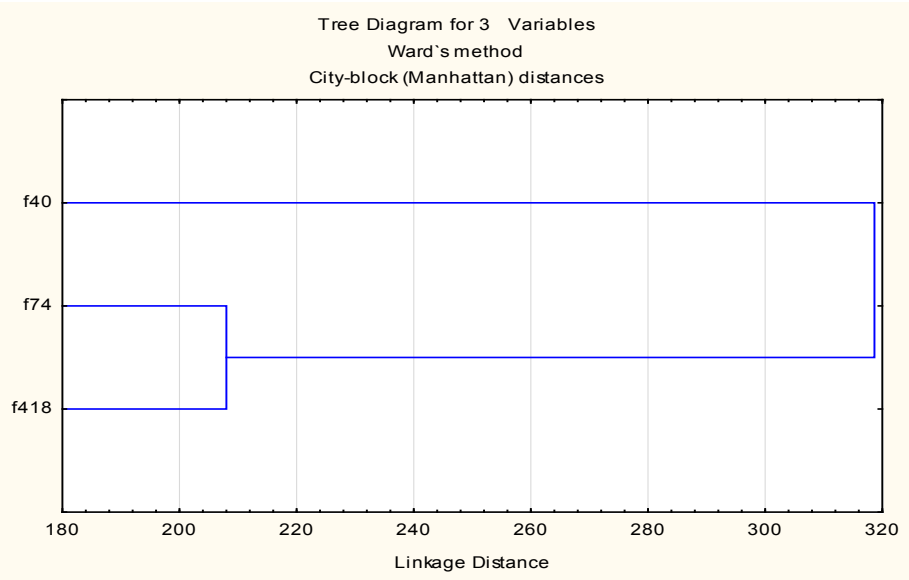
Влияние генотипа отцов на содержание цинка в шерсти сыновей романовской породы овец
The impact of fathers' genotype on the zinc concentration in the Romanov sheep's wool

Номер отца	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	σ	IQR	Me	lim	Отношение крайних вариант
74	97,2±11,2	35,5	8,42	84	54-162	1:3,0
418	75,6±4,0	12,6	23,7	77	55-94	1:1,7
40	60,0±6,9	21,9	32,3	60	26-94	1:3,6
Общее	84,8±6,8	25,0	27,2	75	26-162	1:6,2

имчивости к аккумуляции цинка в шерсти потомства некоторых отцов (таблица).

У потомков барана № 74 содержание цинка в шерсти было в 1,6 раза выше, чем у сыновей производителя № 40 (p>0,95). Наблюдалась тенденция (p=0,93) к более низкой концентрации цинка в волосе потомков, полученных от отца № 40 в сравнении с сыновьями производителя № 418. Между потомками производителей 74 и 418 не выявлено различий по уровню цинка в волосе. По концентрации цинка производители располагались в следующем порядке: 1,62 : 1,26 : 1. В потомстве разных отцов выявлены различия по фенотипической изменчивости уровня цинка. Наиболее консолидировано по уровню цинка было потомство производителя № 74. Полученные данные свидетельствует о влиянии наследственности на аккумуляцию цинка в шерсти овец.

На рисунке показано сходство между потомками разных баранов по содержанию цинка в шерсти. Видно, что потомки отцов № 418 и 74 имеют большее сходство в сравнении с баранчиками, полученными от производителя № 40.



Дендрограмма сходства содержания цинка в шерсти потомства разных производителей
Similarity in zinc concentration in the wool of offsprings produced by different stud rams

R. Puls [16] приводит данные о норме содержания цинка в шерсти овец. Однако он не указывает возраст, пол, породную принадлежность животных и страны. Поэтому эти данные можно использовать только как ориентировочные. В сравнении с указанными R. Puls показателями потомки производителя № 40 имели дефицит цинка – 60 мг/кг (норма <70 мг/кг). В потомстве барана-производителя № 74 было одно животное с «токсичным» уровнем цинка в шерсти.

В связи с отсутствием сведений о концентрации цинка в шерсти животных романовской породы в условиях Сибири полученные данные можно предварительно принять в качестве физиологической нормы.

В ряде работ было показано, что производные кожи по уровню химических элементов можно использовать в качестве показателей содержания тяжелых металлов в органах и тканях различных видов животных [17, 18].

В наших и других исследованиях была установлена наследственная обусловленность накопления тяжелых металлов в органах и тканях сельскохозяйственных животных [6, 19–21]. О роли наследственности в содержании, например, меди в печени говорят межпородные различия, выявленные E. Lutteldike [6]. В работе показаны межпородные различия по уровню меди. У овец романовской породы концентрация меди в печени

была в 1,5 раза ниже (89 мкг/г), чем у животных породы тексел.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что аккумуляция ряда тяжелых металлов в органах и тканях животных разных пород значительно отличалась. Таким образом, различия между породами и наши данные о дифференциации баранов-производителей по содержанию цинка в шерсти потомков указывают на определенную роль наследственных факторов в аккумуляции тяжелых металлов в органах и тканях животных.

2. Полученные данные о средней концентрации цинка в шерсти можно использовать в качестве нормативных интерьерных показателей для баранчиков романовской породы в условиях Западной Сибири.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зайко О.А., Короткевич О.С., Петухов В.Л.* Особенности аккумуляции макро- и микроэлементов в миокарде свиней скороспелой мясной породы // Главный зоотехник. – 2013. – № 6. – С. 35–40.
2. *Абдурахманов Г.М., Зайцев И.В.* Экологические особенности содержания микроэлементов в организме животных и человека. – М.: Наука, 2004. – 280 с.
3. *Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А.* Микроэлементозы человека. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
4. *Сысо А.И.* Тяжелые металлы в окружающей среде: масштабы и степень угрозы растениям, животным и человеку // Тяжелые металлы в окружающей среде. – Новосибирск: Новосиб. ГАУ, 2017. – Вып. 2. – С. 224–241.
5. *Ecological* and biochemical evaluation of elements contents in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia / A.I. Syso, V.A. Sokolov, V.L. Petukhov [et al.] // J. Pharm. Sci. And Res. – 2017. – Vol. 9(4). – P. 368–374.
6. *Lutteldike E.T., Young L.D.* Effect of sire and dam breed on copper status of fat lambs // J. Anim.Sci. – 1993. – Vol. 71. – P. 774–778.
7. *Cadmium* accumulation in soil, fodder, grain, organs and muscle tissue of cattle in West Siberia (Russia) / K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, V.L. Petukhov [et al.] // International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR). – 2016. – Vol.7, Is. 4. – P. 1758–1764.
8. *Cadmium* content variability in organs of West Siberian Hereford bull-calves / V.L. Petukhov, K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova [et al.] // Proceeding of Abstract 17th International Conference of Heavy Metals in the Environment. – Guiyang, China, 2014. – C. 74.
9. *Characterizing* physiological status in three breeds of bulls reared under ecological and climate conditions of the Altai region / L.V. Osadchuk, M.A. Kleschev, O.I. Sebezhko [et al.] // Iraqi Journal of Veterinary Sciences. – 2017. – Vol. 31, N 1. – P. 35–42.
10. *Corellations* of some biochemical and hematological parameters with polymorhhism in αS1-casein and β-lactoglobbulin genes in Romanov sheep breed / T.V. Konovalova, O.S. Sebezhko, L. Wenrong [et al.] // Proceedind International Symposium on Animal Science. 22nd – 23rd November 2018 (ISAG). 22 University of Belgrade. – Zenum, Belgrade, 2018. – P. 47.
11. *Accumulation* of heavy metals in the muscles of Zander from Novosibirsk water basin / I.S. Miller, V.L. Petukhov, O.S. Korotkevich [et al.] // Proceeding of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment. Rome, 2012 E3S Web of Conference 1, 11007(2013). - DOI:10.1051/e3sconf/20130111007.
12. *Influence* of anthropogenic pollution on interior parametrs, accumulation of heavy metals in organs and tissues, and the resistance to disorders in the yak population in the republic of Tuva / O.I. Sebezhko, V.L. Petukhov, R.B Chysyma [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9(9). – P. 1530–1535.
13. *Kruskal W.H., Wallis W.A.* Use of ranks in one-criterion variance analysis // Journal of American Statistical Association. – 1952. – Vol. 47, N 260. – P. 583–621.
14. *Hozo S.P., Djulbegovic B., Hozo I.* Estimation the mean and variance from the median, range and the size of a sample [Электрон. ресурс] // BMC Medical Research Methodology. – 2005. – Vol. 5(1). – P. 13.–

Режим доступа: https:// bmcmedresmethodol.biomedcentral com/track/pdf/10.1186/1471-2288-5-13. – Загл. с экрана.
15. *Саурбаева Р.Т., Андреева В.А., Пиотровская Д.В.* Содержание меди в шерсти потомков некоторых баранов-производителей романовской породы // Теория и практика современной аграрной науки: сб. II Национал. науч. конф. – Новосибирск: НГАУ, 2019. – С. 349–351.
16. *Puls R.* Mineral levels in animal health diagnostic data. – Canada: Trinity Western University Press, 1988. – P. 153.
17. *Analysis* of trace elements in the hair of farm animals by atomic emission spectrometry with Dc Arc excitation sources / A.R. Tsygankova, A.V. Kuptsov, K.N. Narozhnykh [et al.] // J. Pharm. Sci and Res. – 2017.– Vol. 9(5). – P. 601–605.
18. *Особенности* накопления и корреляции тяжелых металлов в чешуе судака Новосибирского водохранилища / И.С. Миллер, Т.В. Коновалова, О.С. Короткевич [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9. – С. 2469–2473.
19. *Iron* content in soil,water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia) / K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, Ju.I. Fedyaev [et al.] // Indian Journal of Ecology. – 2017. – Vol. 44(2). – P. 217–220.
20. *Copper* content in hair, bristle and feather in different species reared in Western Siberia / T.V. Konovalova, K.N. Narozhnykh, V.L. Petukhov [et al.] // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. – 2017. – T. 44, N 5. – P. 74.
21. *Direct* determination of cooper, lead and cadmium in the whole bovine blood using thick film modified graphite electrodes / T.V. Skiba, A.R. Tsygankova, N.S. Borisova [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9(6). – P. 958–964.

REFERENCES

1. Zajko O.A., Korotkevich O.S., Petuhov V.L. *Glavnyj zootekhnik,* 2013, No. 6, pp. 35-40. (In Russ.)
2. Abdurahmanov, G.M., Zajcev I.V. *Ekologicheskie osobennosti soderzhaniya mikroelementov v organizme zhivotnyh i cheloveka* (Ecological features of the content of trace elements in animals and humans*),* Moscow: Nauka, 2004, 280 p.
3. Avcyn A.P., ZHavoronkov A.A., Rish M.A. *Mikroelementozy cheloveka* (Human microelementoses), Moscow: Medicina, 1991, 496 p.
4. Syso A.I. *Tyazhelye metally v okruzhayushchej srede,* 2017, No. 2, pp. 224 -241. (In Russ.)
5. Syso A.I., Sokolov V.A., Petukhov V.L *J. Pharm. Sci. and Res,* 2017, No. 4(9), pp. 368-374.
6. Lutteldike E.T., Young L.D. *J. Anim.Sci,* 1993, No. 71, pp. 774-778.
7. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Petukhov V.L *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR),* 2016, Vol. 7, Issue 4, pp. 1758-1764.
8. Petukhov V.L., Narozhnykh K.N., Konovalova T.V. *Proceeding of Abstract 17th International Conference of Heavy Metals in the Environment,* Guiyang, China, 2014, 74 p.
9. Osadchuk L.V., Kleschev M.A., Sebezhko O.I. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences,* 2017, No. 1(31), pp. 35-42.
10. Konovalova T.V., Sebezhko O.S., Wenrong L. *Proceedind International Symposium on Animal Science,* 22nd-23rd November 2018 (ISAG), 22 University of Belgrade, Zenum, Belgrade, 47 p.
11. Miller I.S., Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Korotkova G.N., Konovalov I.S. *Proceeding of the 16th International Conference on Heavy Metals in the Environment,* Rome, 2012 E3S Web of Conference 1, 11007(2013), available at: DOI:10.1051/e3sconf/20130111007.
12. Sebezhko O.I. Petukhov V.L., Chysyma R.B., Kuzmina E.E., Shishin N.I., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., Osadchuk L.V., Narozhnykh K.N., Marenkov V.G. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research,* 2017, No. 9(9), pp.1530-1535.
13. Kruskal W.H., Wallis W.A *Journal of American Statistical Association*, 1952, No. 260(47), P. 583-621.
14. Hozo S.P., Djulbegovic B., Hozo I. *BMC Medical Research Methodology,* 2005, No. 1(5), 13 p., available at: https:// bmcmedresmethodol.biomedcentral com/track/pdf/10.1186/1471-2288-5-13.

15. Saurbaeva R.T., Andreeva V.A., Piotrovskaya D.V. *Sb. II Nacional'noj nauch. konf. Teoriya i praktika sovremennoj agrarnoj nauki,* 2019, pp. 349-351. (In Russ.)
16. Puls Robert *Mineral levels in animal health diagnostic data*, Canada: Trinity Western University Press, 1988,153 p.
17. Tsygankova A.R., Kuptsov A.V., Narozhnykh K.N. *J. Pharm. Sci and Res,* 2017, No. 5(9), pp. 601-605.
18. Miller I.S., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Petuhov V.L, Sebezhko O.I. *Fundamental'nye issledovaniya,* 2014, No. 9, pp. 2469-2473. (In Russ.)
19. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Fedyaev Ju. I. *Indian Journal of Ecology,* 2017, No. 2(44), pp. 217-220.
20. Konovalova T.V., Narozhnykh K.N., Petukhov V.L., Fedyaev Y.I. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology,* 2017, Ch. 44, 74 p., available at: http: //dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.03.304.
21. Skiba T.V., Tsygankova A.R., Borisova N.S. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, No. 6(9), pp. 958-964.

УДК 636.084.1: 087.8 DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-98-104

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА «ПРОПИОНОВЫЙ» НА ПРОДУКТИВНЫЕ КАЧЕСТВА И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Т.Н. Орлова, научный сотрудник

Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия

E-mail: orlova_tn_92@mail.ru

Ключевые слова: **птицеводство, сельскохозяйственная птица, цыплята-бройлеры, пробиотический препарат, пробиотик, пропионовокислые бактерии, мясная продуктивность, сохранность птицы, гематологические показатели**

Реферат. ***Приведены результаты по апробации в рационах цыплят-бройлеров некоторых дозировок пробиотического препарата «Пропионовый», разработанного сотрудниками лаборатории микробиологии отдела «Сибирский НИИ сыроделия» Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный Алтайский центр агробиотехнологий». Он включает в себя многоштаммовую культуру пропионовокислых бактерий вида Propionibacterium freudenreichii, взятых из Сибирской коллекции микроорганизмов. Научно-хозяйственный опыт проводился в условиях птицефабрики ООО «Кузбасский бройлер» Кемеровской области. Для опыта было сформировано четыре группы цыплят-бройлеров по 198 голов в каждой. Контрольная группа получала основной рацион без пробиотика. В опытных группах к основному рациону вместо кормового антибиотика добавляли разные дозировки препарата «Пропионовый». Цель опыта заключалась в изучении влияния препарата «Пропионовый» на зоотехнические и физиологические показатели цыплят-бройлеров. При проведении опыта учитывались следующие показатели: живая масса, абсолютный и среднесуточный прирост живой массы, сохранность птицы, затраты кормов на 1 кг прироста, морфологические и биохимические показатели крови в возрасте 28 и 39 дней. У цыплят опытных групп, получавших пробиотический препарат «Пропионовый», было отмечено увеличение живой массы на 0,49–1,94 %, абсолютного и среднесуточного прироста до 2,00 %. Сохранность цыплят, получавших пробиотик, была повышена на 1,00–2,02 % в сравнении с контрольной группой. Гематологические показатели крови у цыплят всех групп находились в пределах физиологической нормы, что свидетельствует о здоровом физиологическом состоянии птицы. В опытных группах было выявлено снижение концентрации глюкозы и холестерина в сыворотке крови. По результатам исследований выбрана оптимальная дозировка препарата «Пропионовый», оказывающая наибольший положительный эффект на продуктивные качества птицы и снижающая затраты кормов на 1 кг прироста на 0,05 кг.***

THE IMPACT OF PROBIOTIC "PROPIONOVYY" ON THE PRODUCTIVITY AND HEMATOLOGICAL FEATURES OF BROILERS

Orlova T.N., Research Fellow

Altai Research Centre of Agricultural Biotechnologies, Barnaul, Russia

Key words: poultry farming, poultry, broilers, probiotic specimen, probiotic, propionate bacteria, meat productivity, poultry liveability, hematological parameters

Abstract. *The paper demonstrates the results of applying some doses of probiotic specimen "Propionovyy" when feeding broilers. Propionovyy specimen was developed by the staff of the Laboratory of Microbiology of the department "Siberian Research Institute of Chemistry" of Federal Altai Center of Agricultural Biotechnologies. It includes multi strain propionate of Propionibacterium freudenreichii type taken from the Siberian collection of microorganisms. The scientific and economic experiment was conducted at the poultry farm of LLC Kuzbass Broiler in the Kemerovo region. The researchers arranged four groups of broiler chickens; each group contained 198 broilers. The control group received a basic diet without probiotics. In the experimental groups, different dosages of Propionovyy specimen were added to the main diet instead of feed antibiotic. The experiment explores the effect of "Propionovyy" specimen on livestock farming and physiological parameters of broiler chickens. The following indicators were considered: live weight, absolute and average daily gain of live weight, poultry liveability, feed costs per 1 kg of gain, morphological and biochemical indicators of blood at the age of 28 and 39 days. The researchers observed the chickens of experimental groups who received probiotic specimen "Propionovyy" and found out an increase in live weight by 0.49-1.94%, an absolute and average daily increase of up to 2.00%. The safety of the chickens receiving the probiotic was increased by 1.00-2.02% compared to the control group. Hematological parameters of blood in chickens of all groups varied within the limits of physiological standard that testifies to the healthy physiological condition of the poultry. The authors found out the decrease of glucose and cholesterol concentration in blood serum in the experimental groups. According to the research results the authors elaborated the appropriate and efficient dosage of "Propionovyy" specimen, rendering the greatest positive effect on productive qualities of poultry and reducing expenses of forages on 1 kg of growth on 0,05 kg.*

В настоящее время в экономически развитых странах отмечается тенденция к увеличению спроса и потребления экологически чистой продукции сельского хозяйства, в том числе животноводства и птицеводства, что направлено на поддержание и улучшение состояния здоровья населения.

Птицеводство является одной из лидирующих отраслей сельского хозяйства не только в России, но и во всём мире. В первую очередь, это объясняется спросом на недорогую и качественную пищевую продукцию [1, 2]. Среди мяса птицы, производимого птицеводческими предприятиями, первое место по объёмам занимает мясо цыплят-бройлеров, которые отличаются высокими темпами роста и крупными размерами. За непродолжительный период их выращивания, который составляет 38–42 дня, их живая масса с суточного возраста увеличивается в 50–55 раз и достигает 1,5–2,5 кг. Однако их рост значительно опережает развитие. Несформированные иммунная и ферментативная системы делают их высокочувствительными к бактерийным и вирусным агентам, а также к различным стрессам.

Сельхозпроизводители зачастую сталкиваются с проблемами сохранности молодняка сельскохозяйственной птицы, обусловленными различными заболеваниями желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Следует отметить, что болезни ЖКТ занимают второе место после вирусных и являются основной причиной гибели молодняка [3, 4].

Для поддержания высокой продуктивности и здоровья птицы чрезвычайно важно на-

личие баланса между нормальной и патогенной микрофлорой кишечника. Любое изменение в этом равновесии сопровождается функциональными нарушениями, приводящими к снижению продуктивности птицы [5, 6].

Под влиянием пробиотических препаратов, применяемых при кормлении цыплят-бройлеров, повышается колониальная резистентность кишечника и возрастает усвояемость веществ корма. В результате этого оказывается положительное влияние на весь организм [7, 8].

При разработке и оценке влияния на организм птицы новых лекарственных препаратов, биологических добавок и пробиотиков нельзя обойтись без исследования морфологических и биохимических показателей крови, так как кровь в организме выполняет множество функций, направленных на поддержание его жизнедеятельности [9, 10]. Она обеспечивает транспорт кислорода к клеткам и выделение углекислого газа из них, а также способствует терморегуляции организма и обеспечивает его неспецифическую резистентность. Изменение состава крови приводит к нарушению метаболических процессов [11].

Целью исследований являлось изучение влияния пробиотического препарата «Пропионовый» на продуктивные качества и гематологические показатели крови цыплят-бройлеров.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научно-хозяйственный опыт проводили в производственных условиях птицефабрики ООО «Кузбасский бройлер» Кемеровской области. Объектом исследования служили цыплята-бройлеры промышленного стада кросса Hubbard F-15 в возрасте 1–39 дней.

Пробиотический препарат «Пропионовый» был разработан сотрудниками лаборатории микробиологии молока и молочных продуктов отдела «Сибирский НИИ сыроделия» ФГБНУ ФАНЦА. Штаммы ПКБ, входящие в состав препарата, были взяты из Сибирской коллекции микроорганизмов (СКМ) СибНИИС. В качестве субстрата для культивирования, получения биомассы ПКБ была использована восстановленная сухая деминерализованная молочная сыворотка.

Для проведения опыта были сформированы 4 подопытные группы по 188 голов в каждой. Возраст цыплят при постановке на опыт составил 1 день. Группы содержались в условиях экспериментального птичника в клетках. Температура в помещении, система вентиляции и освещения, фронт кормления и поения полностью отвечали требованиям к содержанию кросса. Условия кормления и содержания подопытных цыплят были одинаковыми. Первая группа служила контролем и получала основной рацион (ОР) хозяйства, в состав которого был включен кормовой антибиотик. В опытных группах к основному рациону хозяйства вместо кормового антибиотика добавляли пробиотический препарат «Пропионовый». Птица 3-й опытной группы получала пробиотик в соответствии с возрастом начиная с 0,5 мл/гол. с постепенным повышением суточной дозы до 3 мл/гол. Во 2-й опытной группе дозировка пробиотического препарата была уменьшена на 30%, а в 4-й увеличена на 30% относительно 3-й опытной группы (табл. 1).

Таблица 1

Схема научно-хозяйственного опыта
Scheme of scientific and economic experiment

Возраст цыплят, дней	Доза пробиотика, мл/гол.		
	2-я опытная группа	3-я опытная группа	4-я опытная группа
5	0,35	0,5	0,65
6-10	0,5	0,7	0,9
11-20	0,8	1,2	1,6
21-30	1,4	2,0	2,6
31-39	2,1	3,0	3,9

При проведении опыта определяли сохранность поголовья, живую массу, абсолютный, среднесуточный прирост, а также гематологические показатели крови.

Зоотехнические показатели учитывали следующими методами: потребление кормов – путём ежедневного учёта расхода кормов по группе с последующим пересчётом на 1 кг прироста живой массы; сохранность цыплят-бройлеров – по количеству павшей птицы на день забоя; динамику роста живой массы тела – путём индивидуального еженедельного взвешивания до утреннего кормления 45 голов из каждой группы с последующим расчётом абсолютного и среднесуточного прироста.

Морфологические показатели определяли путём подсчёта эритроцитов и лейкоцитов в камере Горяева, гемоглобин – гемоглобинцианидным методом. Биохимические показатели в сыворотке крови определяли с помощью готовых наборов реактивов и автоматического анализатора BioChem SA.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием персонального компьютера и пакета анализа Microsoft Office Excel. Цельность и однородность выборки оценивали путём расчёта ошибки средней арифметической. Достоверность результатов определяли путём расчёта коэффициента Стьюдента. Результаты считали достоверными при P>0,95.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Живая масса в подопытных группах к концу опыта была на уровне 2177,00–2220,00 г, что соответствовало установленным для данного кросса нормам. Между группами наблюдалась тенденция к увеличению живой массы при повышении суточной дозировки препарата «Пропионовый». Наибольшей средней живой массой – 2220,00 г, что выше контроля на 1,94%, обладали цыплята 4-й опытной группы. Достоверные различия по живой массе между опытными группами и контрольной во все периоды исследования были получены также только в 4-й опытной группе (табл. 2).

Абсолютный и среднесуточный приросты в 4-й опытной группе также были выше контрольной группы в пределах 2,00%. Абсолютный прирост составил 2178,88, среднесуточный – 57,34 г.

Важным показателем при выращивании сельскохозяйственной птицы является сохранность поголовья. В наших исследованиях она была на уровне 96,46–98,48%. При этом наилучшая сохранность поголовья оказалась в 4-й опытной группе – выше контроля на 2,02%.

Исследование крови на морфологические показатели не выявило каких-либо отклонений от нормы. Была отмечена лишь тенденция к повышению количества эритроцитов и содержания гемоглобина в опытных группах в зависимости от суточной дачи препарата «Пропионовый».

Таблица 2

Живая масса цыплят-бройлеров, г
Body weight of broilers, g

Возраст цыплят, дней	Группа			
	1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
0	41,85±0,61	41,91±0,59	41,64±0,60	41,12±0,61
7	182,60±1,50	181,50±1,49	181,70±1,54	182,70±1,53
14	436,90±2,86	436,80±2,74	440,60±2,84	447,10±2,85*
21	860,70±5,71	866,20±5,71	871,60±5,25	876,50±5,51*
28	1397,60±7,30	1404,00±7,26	1418,90±7,27*	1419,30±7,19*
35	1952,60±9,44	1969,90±9,54	1978,00±9,30	1984,20±9,27*
39	2177,00±11,67	2188,00±11,63	2200,00±11,45	2220,00±11,56*
Разница с контролем,%		0,49	1,05	1,94

* P>0,95.

Наибольшее содержание красных кровяных клеток и гемоглобина было обнаружено у цыплят 4-й опытной группы. Кроме того, во всех группах отмечено возрастное повышение количества форменных элементов и гемоглобина в пределах физиологической нормы. Данные, полученные при подсчёте лейкоцитов в крови подопытных цыплят, показали, что у птицы опытных групп были установлены незначительные возрастные снижения концентрации лейкоцитов в отличие от цыплят контрольной группы, что свидетельствует о повышении резистентности организма птиц в опытных группах. Данные изменения находятся в пределах физиологической нормы и носят лишь характер тенденции (табл. 3).

Таблица 3

Морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров
Morphological and biochemical parameters of broilers' blood

Показатель	Возраст птицы, дней	Группа			
		1-я контрольная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
Эритроциты, 10^{12}/л	28	2,22±0,06	2,20±0,05	2,25±0,05	2,28±0,05
	39	2,26±0,04	2,28±0,04	2,32±0,06	2,37±0,06
Лейкоциты, 10^{9}/л	28	24,38±0,66	24,78±0,64	24,52±0,63	24,30±0,63
	39	24,66±0,70	24,54±0,67	24,28±0,66	24,12±0,76
Гемоглобин, г/л	28	74,80±1,07	73,60±1,21	77,20±0,86	78,20±1,28
	39	77,20±1,59	77,60±1,50	79,00±1,26	81,00±1,48
Общий белок, г/л	28	42,90±0,61	43,08±0,47	43,33±0,63	43,54±0,45
	39	53,02±0,69	53,54±0,66	53,70±0,76	53,90±0,68
Альбумины, г/л	28	18,21±0,35	18,30±0,21	18,41±0,25	18,58±0,27
	39	20,38±0,31	20,49±0,26	20,50±0,27	20,87±0,23
Глобулины, г/л	28	24,69±0,55	24,78±0,45	24,92±0,73	24,96±0,35
	39	32,64±0,70	33,05±0,65	33,20±0,85	33,03±0,47
Са, ммоль/л	28	2,47±0,04	2,50±0,05	2,57±0,03	2,64±0,04*
	39	3,79±0,06	3,82±0,05	3,83±0,04	3,86±0,04
Р, ммоль/л	28	2,04±0,06	2,06±0,07	2,11±0,06	2,13±0,05
	39	2,83±0,05	2,84±0,03	2,84±0,04	2,84±0,03
Глюкоза, ммоль/л	28	9,92±0,07	9,89±0,09	9,77±0,09*	9,44±0,10*
	39	10,40±0,05	10,27±0,07	10,18±0,10	10,10±0,07*
Холестерин, ммоль/л	28	1,89±0,03	1,89±0,03	1,86±0,03	1,79±0,02
	39	1,87±0,02	1,86±0,02	1,84±0,02	1,76±0,02*

Биохимические показатели крови цыплят также были в пределах физиологической нормы. Следует отметить, что у цыплят опытных групп содержание белка в сыворотке крови было несколько выше. К концу опыта у цыплят 4-й опытной группы, по сравнению с контролем, в сыворотке крови было отмечено увеличение количества общего белка на 1,66 %, альбуминов – на 2,40, глобулинов – на 1,19 %. Выявленные различия также не достоверны.

Было установлено снижение концетрации глюкозы и холестерина у цыплят опытных групп. Достоверные различия по данным показателям были получены только между контрольной и 4-й опытной группой.

Содержание фосфора у всех цыплят находилось приблизительно на одном уровне в пределах физиологической нормы. По концентрации кальция в крови были выявлены незначительные различия между группами, но также в пределах физиологической нормы.

Исходя из данных, полученных в результате анализа морфологических и биохимических показателей крови, можно сказать, что птица всех групп была клинически здорова, никаких воспалительных процессов и патологических процессов в организме выявлено не было. Однако следует отметить, что лучшие результаты показали цыплята 4-й опытной группы, в рацион которых включали пробиотический препарат «Пропионовый» в

максимальной дозировке – 3,9 мл на голову в сутки.

При оценке эффективности кормления сельскохозяйственной птицы важно знать затраты корма на 1 кг прироста живой массы. Данный показатель в подопытных группах был на уровне 1,69–1,74 кг. Наименьшие затраты корма (1,69 кг, что меньше контроля на 2,87 %) отмечены в 4-й опытной группе.

При расчёте экономической эффективности нами установлено, что наибольший экономический эффект (2833,23 руб. от 1000 гол.) наблюдается в 4-й опытной группе, где прибыль составила 560,98 руб. от опытного поголовья и 2,83 руб. в пересчёте на 1 голову.

ВЫВОДЫ

1. Включение пробиотического препарата «Пропионовый» в рацион опытных групп цыплят-бройлеров способствовало увеличению живой массы птицы в убойном возрасте на 0,49 % во 2-й опытной группе, на 1,05 – в 3-й и на 1,94 % – в 4-й (P>0,95).

2. Наибольшая сохранность птицы отмечалась в 4-й опытной группе и составила 98,48 %, что выше, чем в контроле, на 2,02 %.

3. Анализ крови цыплят-бройлеров подопытных групп в конце опыта свидетельствует о соответствии большинства показателей физиологическим нормам. При этом отмечается тенденция к увеличению ряда показателей в опытных группах, кроме таких показателей, как холестерин и глюкоза, содержание которых в опытных группах было снижено по сравнению с контрольной группой, причём в 4-й опытной группе были получены достоверные различия (P>0,95).

4. Наибольший экономический эффект был получен от цыплят 4-й опытной группы и составил 560,98 руб. от опытного поголовья и 2,83 руб. в пересчёте на 1 голову.

5. С целью повышения продуктивности и снижения затрат производства рекомендуем вводить в рацион цыплят-бройлеров пробиотический препарат «Пропионовый» начиная с 0,65 мл/гол. в сутки и постепенно повышая размер суточной дозы до 3,9 мл/гол.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Волкова И.* Пробиотики как альтернатива кормовым антибиотикам // Птицеводство. – 2014. – № 2. – С. 10–12.
2. *Кочиева И.В., Баева А.А., Ковалёва Ю.И.* Прием повышения качества функциональных продуктов питания из мяса бройлеров // Современная наука: теоретический и практический взгляд: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. – Челябинск, 2015. – С. 56–58.
3. *Шарипова А.Ф., Хазиев Д.Д.* Влияние пробиотической добавки «Ветоспорин-Актив» на эффективность выращивания цыплят-бройлеров // Уч. зап. Казан. гос. акад. вет. медицины им. Н.Э. Баумана. – 2015. – Т. 221, № 1. – С. 253–258.
4. *Asgar Sadeghi A., Shawrang P., Shakorzaden S.* Immune Response of Salmonella Challenenged Broiler Chickens Fed Diets Contsining Gallipro, a Bacillus subtilis Probiotic // Probiotics and Antimicrobial Proteins. – 2015. – Vol. 7 (3). – P. 24–30.
5. *Хаустов В.Н., Пилюкшина Е.В., Гамбург Д.Е.* Влияние некоторых пробиотиков на продуктивность цыплят-бройлеров // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст.: в 3 кн. / Алт. гос. аграр. ун-т. – 2017. – С. 204–206.
6. *Джамбулатова К.Д., Тайгузин Р.Ш.* Особенности морфологии железистого желудка цыплят-бройлеров при гипотрофии и коррекции пробиотиками Ветом 1.1 и Лактобифадол // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2015. – № 6 (56). – С. 113–1162.
7. *Зарытовский А.И., Болотов Н.А., Швец Н.А.* Использование биодобавок при выращивании молодняка кур // Птицеводство. – 2015. – № 2. – С. 45–47.
8. *Propionibacterium* spp. – source of propionic acid, vitamin B12 and other metabolites important for the industry / K. Piwowarek, E. Lipinska, Hac-Szymanczuk [at al.] // Applied Microbiology and Biotechnology. – 2018. – N 102. – P. 515–538.

9. *Кононенко С.И.* Повышение биологического потенциала птицы за счёт использования пробиотиков // Науч. журн. КубГАУ. – № 127 (03). – 2017. – С. 1–19.
10. *Червонова И.В., Абрамкова Н.В.* Сравнительная эффективность применения спорообразующих пробиотиков в технологии выращивания цыплят-бройлеров // Аграр. вестн. Верневолжья. – 2016. – № 3. – С. 90–94.
11. *Овчарова А.Н., Петраков Е.С.* Физиологические показатели и продуктивность цыплят-бройлеров при использовании пробиотического препарата на основе бацилл // Пробл. биологии продуктив. животных. – 2018. – № 1. – С. 94–101.

REFERENCES

1. Volkova I., *Pticevodstvo*, 2014, No. 2, pp. 10–12. (In Russ)
2. Kochieva I.V., Baeva A.A., Kovalyova Yu.I. Sovremennaya nauka: teoreticheskij i prakticheskij vzglyad (Modern science: theoretical and practical view), Collection of articles of the International scientific-practical conference, Chelyabinsk, 2015, pp. 56–58. (In Russ)
3. Sharipova A.F., Xaziev D.D., *Ucheny`e zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny` im. N.E`. Baume`na*, 2015, No. 1(221), pp. 253–258. (In Russ)
4. Asgar Sadeghi, A., Shawrang, P., Shakorzaden, S., Immune Response of Salmonella Challenenged Broiler Chickens Fed Diets Contsining Gallipro, a Bacillus subtilis Probiotic , *Probiotics and Antimicrobial Proteins*, 2015, No. 3 (7), pp. 24–30.
5. Xaustov V.N., Pilyukshina E.V., Gamburg D.E., *Agrarnaya nauka – sel`skomu xozyajstvu, sbornik statej v 3 knigax*, 2017, pp. 204–206. (In Russ)
6. Dzhambulatova K.D., Tajguzin R.Sh., *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, No. 6(56), pp. 113–116. (In Russ)
7. Zary`tovskij A.I., Bolotov N.A., Shvecz N.A., *Pticevodstvo*, 2015, No. 2, pp. 45–47. (In Russ)
8. Piwowarek, K., Lipinska, E., Hac-Szymanczuk at al. Propionibacterium spp. – source of propionic acid, vitamin B_{12} and other metabolites important for the industry, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2018, No. 102, pp. 515–538.
9. Kononenko S.I. *Nauch. zhurn. KubGAU*, 2017, No. 127(03), pp. 1–19. (In Russ)
10. Chervonova I.V., Abramkova N.V., *Agrarny`j vestnik Vernevolzh`ya*, 2016, No. 3, pp. 90–94. (In Russ)
11. Ovcharova A.N., Petrakov E.S. *Problemy` biologii produktivny`x zhivotny`x*, 2018, No. 1, pp. 94-101. (In Russ)

УДК 636.4: 612 DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-105-111

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СОДЕРЖАНИЯ НА ФИЗИЧЕСКОЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕМОНТНЫХ СВИНОК

И.Г. Рачков, доктор сельскохозяйственных наук
В.А. Погодаев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Л.В. Кононова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Л.М. Смирнова, научный сотрудник

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия
E-mail: pogodaev_1954@mail.ru

Ключевые слова: **свиноводство, технология выращивания, фермы, ремонтный молодняк, продуктивность, живая масса, репродуктивные органы**

Реферат. ***Целью работы являлось установление закономерностей физического и физиологического развития ремонтного молодняка свиней, выращиваемых при различных технологиях содержания. Опыт проводился в ООО «СВК» Красногвардейского (промышленная технология) и ООО «СХП “Свободный труд”» (традиционная технология) Новоселицкого районов Ставропольского края. Для проведения опыта по принципу аналогов отобрали двухпородных свинок (50% крупная белая (КБ) +50% ландрас (Л)) в возрасте одного месяца. В каждой группе было по 25 свинок. С целью изучения развития репродуктивных органов в возрасте 6 и 8 месяцев провели контрольный убой подопытных животных (по 3 головы из каждой группы). Живая масса 6-месячных свинок в ООО «СВК» составила в среднем 110 кг, в то время как в ООО «СХП “Свободный труд”» масса животных равнялась 67–70 кг. В 8-месячном возрасте масса животных в ООО «СХП “Свободный труд”» составила 103–110, а в ООО «СВК» – 145-150 кг. В возрасте 180 дней репродуктивные органы животных находятся на начальной стадии развития. В яичниках массой 3,1–3,5 г наблюдались только первичные фолликулы диаметром 0,1–0,3 см. Двухпородные гибриды, выращенные по интенсивной технологии, уступали свинкам с традиционной технологией выращивания по развитию органов репродукции. Масса матки у них была меньше на 9,1%, масса яичников – на 12,9, а длина рогов матки и яйцеводов меньше соответственно на 10,9 и 8,6%. У ремонтных свинок, выращенных по традиционной технологии, масса яичников составляла 9,2 г и в них имелись свежие желтые тела. При выращивании ремонтных свинок при промышленной технологии выбраковка свиноматок-первоопоросок составила 63,6%, в то время как у животных, выращенных по традиционной технологии, этот показатель был в пределах 26,6%.***

THE IMPACT OF ANIMAL MANAGEMENT TECHNOLOGIES ON THE PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL DEVELOPMENT OF REPLACEMENT GILTS

Rachkov I.G., Doctor of Agricultural Sc.,
Pogodaev V.A., Doctor of Agricultural Sc., Professor
Kononova L.V., Candidate of Agriculture, Associate professor
Smirnova L.M., Research Fellow

North-Caucasus Federal Research Agricultural Centre, Mikhailovsk, Russia

Key words: pig breeding, growing technology, farms, replacement young pigs, fertility, body weight, reproductive organs.

Abstract. *The paper find out the regularities of physical and physiological development of the replacement young pigs, bred at different housing technologies. The experiment was conducted in OOO "SVK" Krasnogvardeyskiy district (industrial technology) and "SHP Svobodny trud" (traditional technology) of Novoselytsya districts of Stavropol Territory. In order to conduct the experiment on the basis of analogues, the Company selected bipedal pigs (50% large white (CB) + 50% Landrace (L)) aged one month. Each group had 25 pigs. In order to study the development of reproductive organs at the age of 6 and 8 months, a control slaughter of experimental animals was carried out (3 pigs from each group). The live body weight of 6-month-old pigs in OOO "SVK" averaged 110 kg, while in OOO "SHP "Svobodnyy trud" the animals weight was 67-70 kg. At the age of 8 months, the weight of animals in "SHP "Svobodnyy trud" was 103-110 kg, and in OOO "SVK" - 145-150 kg. At the age of 180 days the animal reproductive organs were at the initial stage of development. Only primary follicles of 0.1-0.3 cm in diameter were observed in ovaries weighing 3.1-3.5 g. The bipedal hybrids grown on the intensive technology were inferior to the pigs with the traditional technology of breeding for the development of reproductive organs. They had a lower uterine weight by 9.1%, ovarian weight by 12.9%, and the length of uterine and ovarian horns by 10.9 and 8.6%, respectively. Repair pigs grown according to the traditional technology had ovaries weighing 9.2 g and had fresh yellow bodies. When growing guinea pigs under industrial technology, the rejection of first-pigs amounted to 63.6%, while in the case of animals grown under traditional technology, this indicator was within 26.6%.*

Наиболее динамично развивающейся отраслью российского животноводства в последние годы является свиноводство [1].

Согласно официальной статистике, по итогам 2017 г. поголовье свиней в РФ увеличилось до 23,3 млн голов, что на 6% превышает уровень предыдущего года и является максимальным показателем начиная с 1994 г. (24,9 млн гол.) [2].

Реализация национальных проектов в сельском хозяйстве стимулирует активность населения в направлении выращивания скороспелых видов животных и, прежде всего, свиней [3, 4]. Производством свинины занимаются не только крупные товаропроизводители, но также фермерские и личные подсобные хозяйства. Достижение результатов производства зависит от выбора технологии производства данного вида продукции [5, 6].

В 2018 г. на Ставрополье во всех категориях хозяйств содержалось 391,0 тыс. голов свиней, из них 279,6 тыс. (71,5%) в сельскохозяйственных организациях края. Первое место по численности свиней в этой категории хозяйств занимает Красногвардейский район, в котором содержится 85,4% поголовья (239,2 тыс. голов), в Новоалександровском – 4,7 (13,3 тыс. голов), Новоселицком – 3,3 (9,4 тыс. голов). В личных подсобных хозяйствах содержится 26,3% свиней, а в фермерских – только 2,1%.

На сегодняшний день в Ставропольском крае самыми крупными товаропроизводителями свинины являются: ООО «Гвардия» Красногвардейского района (содержит 225,7 тыс. голов свиней, производство свинины составило 51,0 тыс. т, или 87,7% от произведенной в крае); ООО «СВК» Красногвардейского района (13,4 тыс. голов, производство свинины 2,6 тыс. т); ООО «Свинина Ставрополья» Кочубеевского района (7,2 тыс. голов, производство свинины 1,0 тыс. т).

В настоящее время ситуация в свиноводстве как на Ставрополье, так и в целом по России складывается неоднозначная. В крае сохраняется высокая вероятность вспышки африканской чумы свиней, что привело к сокращению свиноводческих хозяйств. Так, на 1 января 2019 г. их осталось 20 из 173 в 2009 г. Единственный путь сохранения и дальнейшего развития свиноводства – это закрытый тип содержания животных на предприятиях с высокой степенью биологической защиты.

В настоящее время основным фактором, тормозящим дальнейшее развитие свиновод-

ства, наряду с ветеринарным благополучием является воспроизводство стада [7, 8].

Таким образом, изучение репродуктивных качеств ремонтного молодняка, содержащегося в разных технологических условиях, является актуальной задачей и одной из приоритетных в свиноводстве.

Цель работы – установление закономерностей физического и физиологического развития ремонтного молодняка свиней, выращиваемых при различных технологиях содержания.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыт проводили в ООО «СВК» Красногвардейского (промышленная технология) и ООО «СХП “Свободный труд”» (традиционная технология) Новоселицкого районов Ставропольского края. Для проведения опыта по принципу аналогов отобрали двухпородных свинок (50% КБ +50% Л) в возрасте одного месяца. В каждой группе было по 25 свинок.

Кормление и содержание животных соответствовало условиям, предусмотренным технологией данных хозяйств. Так в ООО «СВК» Красногвардейского района (промышленная технология) использовали корма предстартер, стартер, гроуер и финишер заводского производства. В ООО «СХП “Свободный труд”» Новоселицкого района (традиционная технология) поросятам скармливали комбикорм предстартер в первые 30 дней, а доращивание и выращивание ремонтных свинок осуществлялось на собственных кормах. В процессе опыта изучали энергию роста и показатели развития подопытных свинок.

С целью изучения развития репродуктивных органов в возрасте 6 и 8 месяцев провели контрольный убой подопытных животных (по 3 головы из каждой группы). Морфологические исследования матки и яичников проводились по общепринятым методикам [9].

Полученный экспериментальный материал был обработан биометрическим методом [10] с использованием пакета программ Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованиями установлено, что живая масса 6-месячных свинок в ООО «СВК» составила в среднем 110 кг, в то время как в ООО «СХП “Свободный труд”» масса животных равнялась 67–70 кг. В 8-месячном возрасте масса животных в ООО «СХП “Свободный труд”» составила 103–110 кг, а в ООО «СВК» эти показатели равнялись 145–150 кг (табл. 1).

Результаты контрольного убоя подопытных животных в 6-месячном возрасте свидетельствуют, что репродуктивные органы ремонтных свинок находятся на начальной стадии развития. Масса яичников была всего 3,1–3,5 г, а первичные фолликулы имели диаметр 0,1–0,3 см (табл. 2, рис. 1).

Таблица 1

Среднесуточный прирост и живая масса подопытных свинок при промышленной и традиционной технологии выращивания

Daily average gain and body weight if experimental pigs in traditional and industrial technologies of keeping

Возраст, мес	Промышленная технология		Традиционная технология	
	среднесуточный прирост, г	живая масса, кг	среднесуточный прирост, г	живая масса, кг
Подсос (0–1)	230	8,1	220	7,5
Доращивание (1–3)	430	34,3	390	31,2
Выращивание (3–6)	850	110,2	600	67,3
Выращивание (6–8)	750	150,4	650	103,1

Однако двухпородные гибриды (50% КБ+50% Л), выращенные по интенсивной технологии, уступали свинкам с традиционной технологией выращивания по развитию органов репродукции. Масса матки у них

Таблица 2

Показатели развития репродуктивных органов помесных свинок (50% КБ +50% Л) в 6-месячном возрасте
Parameters of reproductive organs development of mongrel pigs aged 6-months (50% KB +50% L)

Показатели	Промышленная технология	Традиционная технология
Живая масса свинок, кг	100,0	75,0
Масса матки, г	230,2±1,7	251,4±1,8
Длина рогов матки, см	64,0±0,34	71,0±0,3
Длина яйцеводов, см	20,7±0,1	22,5±0,1
Масса яичников, г	3,1±0,15	3,5±0,1
Число фолликулов, шт.	40,0±0,4	45,0±0,4
Размер фолликулов, см	0,1±0,07	0,3±0,08
Число жёлтых тел, шт.	–	–
Размер желтых тел, см	–	–

Промышленная технология

Традиционная технология

Рис. 1. Яичники ремонтных помесных свинок (50% КБ +50% Л) в возрасте 6 месяцев
Ovaries of replacing mongrel pigs aged 6 months (50% KB +50% L)

была меньше на 9,1%, масса яичников – на 12,9, а длина рогов матки и яйцеводов соответственно на 10,9 и 8,6%.

Убой 8-месячных свинок, выращенных по интенсивной технологии, показал наличие в яичниках массой 8,3 г третичных фолликулов, что свидетельствует о предовуляторном состоянии свинок (табл. 3, рис. 2).

У ремонтных свинок, выращенных по традиционной технологии, масса яичников составляла 9,2 г и в них имелись свежие желтые тела. Большая масса яичников связана с наличием в них желтых тел на разной стадии атрезии от предыдущей овуляции. Темно-вишневая окраска участков яичников указывает на место, где недавно произошла овуля-

Таблица 3

Показатели развития репродуктивных органов помесных свинок (50% КБ +50% Л) в 8-месячном возрасте
Parameters of reproductive organs development of mongrel pigs aged 8-months (50% KB +50% L)

Показатели	Промышленная технология	Традиционная технология
Живая масса животных, кг	145,0	110,0
Масса матки, г	380,00±1,40	415,00±1,20
Длина рогов матки, см	92,20±0,20	98,40±0,10
Длина яйцеводов, см	22,70±0,10	25,10±0,10
Масса яичников, г	8,30±0,12	9,20±0,15
Число фолликулов, шт.	13,30±0,20	19,10±0,30*
Размер фолликулов, см	0,90±0,06	0,80±0,06
Число жёлтых тел, шт.	-	12,00±0,50
Размер желтых тел, см	-	0,80±0,12

* P>0,95.

Промышленная технология

Традиционная технология

Рис. 2. Яичники помесных свинок (50% КБ +50% Л) в возрасте 8 месяцев
Ovaries of replacing mongrel pigs aged 8-months (50% KB +50% L)

ция фолликулов. По находящимся в яичниках остаточным желтым телам диаметром 0,6-0,7 см можно судить об установившейся половой цикличности.

Выращенные по различным технологиям ремонтные свинки после окончательной экстерьерной выбраковки были переведены в сектор осеменения. Плодотворно осемененные свинки были поставлены на соответствующий зоотехнический учет с дальнейшей возможностью изучения их воспроизводительной способности. Полученные результаты продуктивности свинок представлены в табл. 4.

Из полученных данных видно, что за 21 день (половой цикл) пришло в охоту 86,6%

Таблица 4

Воспроизводительные качества помесных свинок (50% КБ +50% Л) при различных технологиях выращивания
Reproductive parameters of mongrel pigs in different technologies of keeping (50% KB +50% L)

Показатели	Промышленная (интенсивная) технология	Традиционная технология
Масса животных, кг	145,0	110,0
Количество, гол.	11	15
Пришло в охоту за 21 день гол. %	 8 72,7	 13 86,6
Оплодотворяемость гол. %	 6 75,0	 12 92,3
Многоплодие, гол.	8,40±0,41	9,50±0,30
Крупноплодность, кг	1,40±0,06	1,41±0,12
Количество поросят при отъеме в 30 дней, гол.	7,20±0,33	8,80±0,21
Сохранность, %	85,7	92,6
Пришло в следующую охоту после отъема поросят гол. %	 4 66,6	 11 91,6
Выбраковано ремонтных свинок после первого опороса гол. %	 7 63,6	 4 26,6

животных, выращенных по традиционной технологии, в то время как при промышленной технологии этот показатель составил 72,7%.

Оплодотворяемость и многоплодие животных, выращенных по интенсивной технологии, составили 75,0% и 8,4 головы на опорос соответственно, в то время как у первоопоросок, выращенных по традиционной технологии, – 92,3 и 9,5. Кроме того, нужно отметить, что при интенсивной технологии выращивания из 11 ремонтных свинок до опороса дошли только 6 голов, или 54,5%, в то время как при традиционной технологии эти показатели составили 12 и 80,0%.

Выбраковка свиноматок, выращенных по интенсивной технологии, после первого опороса составила 63,6%, что на 37,0% больше, чем у животных, выращенных по традиционной технологии.

ВЫВОДЫ

1. Интенсивная технология выращивания ремонтных свинок отрицательно сказывается на развитии репродуктивных органов, и, как следствие, снижаются показатели прихода в охоту – 72,7%, оплодотворяемости – 75,0%, а многоплодие составляет 8,4 поросенка на опорос, что на 13,9 и 17,3%, 1,1 поросенка меньше, чем у животных, выращенных по традиционной технологии.

2. При выращивании ремонтных свинок при промышленной (интенсивной) технологии выбраковка свиноматок-первоопоросок составила 63,6%, в то время как у животных, выращенных по традиционной технологии, – 26,6%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Свиноводство* Ставропольского края: динамика, тенденции, перспективы / И.Г. Рачков, В.В. Семенов, Л.В. Кононова [и др.] // Свиноводство. – 2016. – № 6. – С. 42–44.
2. *Погодаев В.А., Рачков И.Г.* Влияние породы и генотипа на продуктивные качества хряков-производителей // Аграр. науч. журн. – 2018. – № 3. – С. 27–33.
3. *Погодаев В.А., Пешков А.Д., Шнахов А.М.* Воспроизводительные качества свиноматок СМ-1 при скрещивании с хряками породы ландрас французской и канадской селекции // Свиноводство. – 2010. – № 6. – С. 16–18.
4. *Рачков И.Г., Кононова Л.В.* Стимуляция репродуктивной функции хряков-производителей в летний период года // Зоотехния. – 2014. – № 3. – С. 25–27.
5. *Стрельцов В.А.* Воспроизводительные качества свиноматок в зависимости от способов выращивания // Производство экологически безопасной продукции растениеводства и животноводства: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2004. – С. 364–366.
6. *Показатели* естественной резистентности организма свиней при использовании биогенного стимулятора СТЭМБ / В.А. Погодаев, О.В. Пономарев, Е.А. Киц [и др.] // Вестн. ветеринарии. – 2003. – № 2 (26). – С. 21–25.
7. *Погодаев В., Панасенко В., Пономарев О.* Качество мяса свиней степного типа скороспелой породы (СМ-1) // Свиноводство. – 2002. – № 2. – С. 13–15.
8. *Продуктивность* свиноматок в зависимости от возраста при первом осеменении / Н.А. Шарапова, Г.С. Походня, Е.Г. Федорчук [и др.] // Прошлое, настоящие и будущее зоотехнической науки. Свиноводство: материалы междунар. науч.-практ. конф. к 75-летию ВИЖ. – Дубровицы, 2004. – Вып. 62., т. 2. – С. 212–214.
9. *Поливода А.М., Стробыкина Р.В., Любецкий М.Д.* Методики исследований по свиноводству. – Харьков, 1977. – 225 с.
10. *Плохинский Н.А.* Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. – 256 с.

REFERENCES

1. Rachkov I.G., Semenov V.V., Kononova L.V., Lozovoi V.I., Cherepanova N.F. *Svinovodstvo,* 2016, No. 6, pp. 42-44. (In Russ.)
2. Pogodaev V.A., Rachkov I.G. *Agrar. nauch. Zhurn,* 2018, No. 3, pp. 27-33. (In Russ.)
3. Pogodaev V.A., Peshkov A.D., Shnakhov A.M. *Svinovodstvo,* 2010, No. 6, pp. 16-18. (In Russ.)
4. Rachkov I.G., Kononova L.V. *Zootekhniya*, 2014, No. 3, pp. 25-27. (In Russ.)
5. Strel'tsov V.A. *Proizvodstvo ekologicheski bezopasnoi produktsii rastenievodstva i zhivotnovodstva*, (Manufacture of ecologically safe production of crops and livestock), Proceedings of the International Science and Prakt. Conf., Bryansk, 2004, pp. 364-366. (In Russ.)
6. Pogodaev V.A., Ponomarev O.V., Kits E.A., Pogodaev A.V. *Vestn. Veterinarii,* 2003, No. 2(26), pp. 21-25. (In Russ.)
7. Pogodaev V., Panasenko V., Ponomarev O. *Svinovodstvo,* 2002, No. 2, pp. 13-15. (In Russ.)
8. Sharapova N.A., Pokhodnya G.S., Fedorchuk E.G., Narizhnyi A.G. *Proshloe, nastoyashchie i budushchee zootekhnicheskoi nauki. Svinovodstvo,* (Past, present and future of animal science. Pig production), Proceedings of the International Science and Prakt. Conf. to the 75th anniversary of VIZ, Dubrovitsy, 2004, Issue 62, Vol. 2, pp. 212-214. (In Russ.)
9. Polivoda A.M., Strobykina R.V., Lyubetskii M.D. *Metodiki issledovanii po svinovodstvu* (Methods of research on pig breeding), Kharkiv, 1977, 225 p.
10. Plokhinskii N.A. *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov* (Guide to biometrics for livestock), Moscow: Kolos, 1969, 256 p.

УДК 619:612 DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-112-119

БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К АНТИБИОТИКАМ БАКТЕРИЙ РОДА *SALMONELLA*, ИЗОЛИРОВАННЫХ ИЗ ПРОДУКЦИИ ПТИЦЕВОДСТВА

[1]**М.А. Тимофеева**, аспирант
[1]**О.Н. Ларина**, аспирант
[2]**Н.А. Шкиль**, доктор ветеринарных наук, профессор

[1]Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
[2]Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирск, Россия
E-mail: ecspertiza78@mail.ru

Ключевые слова: **микроорганизмы рода *Salmonella*, антигенный профиль, антибиотики, антибиотикорезистентность, антимикробные препараты**

Реферат. ***Ведущие место в списке эмерджентных пищевых зоонозов занимают сальмонеллезы, связанные с продукцией, полученной от клинически здоровых животных, прошедшей ветеринарно-санитарную экспертизу и вторично контаминированной в процессе транспортировки, переработки и реализации. Повсеместное бессистемное использование антибиотиков в сельском хозяйстве способствует селекции резистентных клонов микроорганизмов. Высокая резистентность штаммов сальмонелл, изолированных от продукции птицеводства, представляет реальную опасность передачи их по пищевой цепи людям, а также закрепляется и передается по наследству последующим генерациям бактерий, расширяя географические ареалы в результате условий глобализации. Выделение микроорганизмов рода Salmonella из продукции птицеводства проводили по ГОСТ 31468–2012, антигенный профиль выделенных изолятов определяли согласно классификации Кауфмана-Уайта, чувствительность микроорганизмов к антибактериальным препаратам – по МУК 4.2.1890–04. При исследовании 503 образцов продукции птицеводства выделено 42 изолята микроорганизмов рода Salmonella, что составило 8,35% от числа исследованных проб. Изучение чувствительности к антимикробным препаратам показало, что 42% изолятов были резистентны к препаратам тетрациклинового ряда и только 5–16% к антибиотикам II поколения фторхинолонов (ципрофлоксацин, норфлоксацин) и III поколения цефалоспоринов (цефотаксим, цефокситин, цефтриаксон). Выявлено изменение чувствительности в сторону резистентности к цефепиму, ципрофлоксацину и амоксициллину у вторичных изолятов S. virhow. Изучение биологических свойств, частоты выделения и устойчивости к различным АМП микроорганизмов рода Salmonella является неотъемлемой частью разработки механизмов контроля формирования резистентности к антимикробным препаратам.***

BIOLOGICAL FEATURES AND RESPONSE OF SALMONELLA BACTERIA ISOLATED FROM POULTRY PRODUCTS TO ANTIBIOTICS

[1] **Timofeeva M.A.,** PhD-student
[1] **Larina O.N.,** PhD-student
[2] **Shkil N.A.,** Doctor of Veterinary Sc., Professor

[1]Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia,
[2]Siberian Federal Research Centre of Agricultural Biotechnologies RAS, Novosibirsk, Russia

Key words: Salmonella microorganisms, antigene profile, antibiotics, resistance to antibiotics, antimicrobial .

Abstract. *Salmonelloses, which are associated with products from clinically healthy animals that undergone veterinary and sanitary observations and examinations and are secondary-contaminated in the process, transportation, processing and marketing, are at the forefront of the list of emerging food zoonoses. The haphazard use of antibiotics in agriculture contributes to the selection of resistant clones of microorganisms. The high resistance of strains of salmonella isolated from poultry production poses a real risk of transmission through the food chain to humans, as well as being perpetuated and passed on to subsequent generations of bacteria, expanding geographical areas as a result of globalization. Separation of Salmonella microorganisms from poultry production was carried out in accordance with GOST 31468-2012, antigenic profile of isolated isolates was determined according to the classification of Kaufmann-White, sensitivity of microorganisms to antibacterial preparations - according to MUK 4.2.1890-04. In the study of 503 samples of poultry production 42 isolates of microorganisms of the genus Salmonella were isolated, which amounted to 8.35% of the number of samples studied. Sensitivity to antimicrobial agents showed that 42% of the isolates were resistant to tetracyclines and only 5-16% were resistant to antibiotics of the II generation of fluoroquinolones (ciprofloxacin, norfloxacin) and III generation of cephalosporins (cefotaxime, cefoxitin, ceftriaxone). The authors found out the change in resistance towards cephepium, ciprofloxacin and amoxicillin resistance in the secondary isolates of S. virhow. The study of biological properties, frequency of isolation and resistance to various AMF of Salmonella microorganisms is an integral part of the development of mechanisms for controlling the formation of resistance to antimicrobial agents.*

Сложившаяся система ведения интенсивного животноводства во всех странах мира предполагает использование антибиотиков в качестве средств профилактики и лечения бактериальных болезней [1]. Исследования показали, что микроорганизмы, выделенные из материала от различных видов животных, обладают множественной устойчивостью к антибиотикам [2–5].

В списке эмерджентных пищевых токсикоинфекций, регистрируемых во многих странах мира, ведущее место занимают сальмонеллёзы [6]. Наибольшую опасность как факторы передачи возбудителя инфекции играют продукты и сырьё животного происхождения, не подвергнутые термической обработке, и поэтому сальмонеллы являются причиной вспышек токсикоинфекций чаще, чем другие микроорганизмы [7].

Заболевание, вызываемое бактериями рода *Salmonella*, характеризуется разнообразием клинического проявления – от бессимптомного носительства до тяжелых септических форм, с преимущественным поражением органов пищеварения — и имеет большое эпизоотологическое, эпидемиологическое, экологическое и социально-экономическое значение, представляя серьезную потенциальную угрозу для здоровья людей [8].

При мониторинге эпизоотической ситуации по сальмонеллёзу птиц [9] установлено, что в 9 субъектах РФ наиболее значимыми в этиологической структуре являются серовары *S.enteritidis, S.typhimurium, S.gallinarum-pullorum, S. infantis*. При исследовании пищевых продуктов в ветеринарных лабораториях РФ выделено 726 штаммов 39 сероваров, в медицинских лабораториях – 939 штаммов 66 сероваров.

Полирезистентность к антибиотикам установлена у *S. typhimurium, S. virchow, S.enteritidis, S.infantis*. Резистентность S.enteritidis к беталактамным антибиотикам, цефалоспоринам, фторхинолонам колебалась от 20 до 30 %, а к аминогликозидам, тетрациклинам и левомицетину – от 50 до 65% [9].

Устойчивые штаммы микроорганизмов возникают при трансформации генома бактериальной клетки в результате стихийных мутаций. Последние не связаны с направленным

действием на ДНК бактерии антибактериальных препаратов, которые играют роль лишь селективных агентов [10]. Принцип механизма резистентности обусловлен блокировкой интеракции антибактериального препарата с его мишенью [11, 12].

Формирование и циркуляцию резистентных к антимикробным препаратам штаммов трудно прогнозировать, но во всех случаях по пищевой цепи с продуктами животного происхождения они попадают к человеку [13–15].

В результате взаимодействия антибактериальных препаратов с микроорганизмами чувствительные погибают, а устойчивые сохраняются, и феномен резистентности передается по наследству последующим генерациям бактерий [5, 10].

Возникающие эволюционные трансформации в этой инфекции (повторяющаяся смена ведущих сероваров, разная значимость источников и факторов передачи) обусловливают необходимость слежения за динамикой появления антибиотикорезистентных форм сальмонелл [9].

Цель исследований – изучить частоту изоляции микроорганизмов рода *Salmonella* из продукции птицеводства и их чувствительность к антибиотикам.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований была продукция птицеводства (яичный порошок, мясо цыпленка-бройлера, субпродукты и другие полуфабрикаты переработки птицы). Работа выполнена в ФГБУ Новосибирская МВЛ и СФНЦА РАН в 2018 г. Образцы отбирали в соответствии с требованиями ГОСТ 31904-2012, пробы к посеву на питательные среды готовили в соответствии с ГОСТ Р ИСО 6887-2-2013. Выделение культур микроорганизмов проводили согласно ГОСТ 31468-2012 путем посева на среды обогащения: Раппапорта-Вассилиадиса с соей (RVS-бульон) и Мюллер-Кауфман тетратионатный бульон (МКТ-бульон), и по методу Дригальского на висмут-сульфит агар (BCA) и ксилозо-лизин-дезоксихолатный агар (XLD).

Биохимические свойства изолятов изучали по наставлению ЭНТЕРОтест-16, а также экспресс-тест Singlepath®Salmonella. К бактериям рода сальмонелла относили грамотрицательные культуры, давшие устойчивый биохимический профиль 98% ЭНТЕРОтест-16 и образовавшие линии в тестовом и контрольном окне теста Singlepath®Salmonella, основанного на методе визуальной иммунохроматографии. Антигенный профиль бактерий рода *Salmonella* для определения серотипа внутри рода по классификации Кауфмана-Уайта проводили с набором сальмонеллёзных сывороток фирмы ПЕТСАЛ в РА (реакции агглютинации) на стекле. Изучение чувствительности выделенных изолятов к антибактериальным препаратам (АБП) проводили согласно методическим указаниям «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам» МУК 4.2.1890-04 с применением диско-диффузного метода на агаре Мюллера – Хинтона с дисками Oxoid.

При формировании профиля резистентности изолятов рода *Salmonella* были выбраны антибактериальные препараты (АБП) в соответствии с рекомендациями Европейского комитета по антимикробной чувствительности (EUCAST, в версии 7.1.2017 г., МУК 1890-04), в частности: цефалоспорины III и IV поколений, антибиотики тетрациклинового и пенициллинового рядов, группа карбапенемы бета-лактамы, II поколение фторхинолонов, группа гентамицина и хлорамфеникола.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы Microsoft Office Excel 2013.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С целью индикации микроорганизмов рода сальмонелла исследовано 503 образца продукции птицеводства, в т.ч. мясо птицы – 27, субпродукты куриные – 11, полуфабрикаты из мяса птицы – 465. При этом выделено 42 изолята бактерий рода сальмонелла, что

составило 8,35% от числа исследованных проб. При типизации изолированных микроорганизмов установлено, что к серовару *S. muenster* серогруппы Е отнесен 1, *S. virchow* серогруппы С – 2, *S. infantis* серогруппы С – 1, *S. moscow* серогруппы D – 1 и 32(84%) отнесены к серогруппам с неидентифицированными серотипами. Всего к серогруппе С отнесено 33 изолята (79,0%), Д – 6 (14,3 %), Е – 2(4,7 %), В – 1 (2,3%) (табл. 1).

При определении чувствительности бактерий рода *Salmonella* к антимикробным препаратам учитывали пограничные значения чувствительности и резистентности, основанные на измерении диаметра зоны ингибирования роста. Изоляты считали устойчивыми к хлорамфениколу, норфлоксацину, цефтриаксону, имипенему, амоксициллину и гентамицину при зоне подавления роста микроорганизмов менее 12–13 мм и чувствительными при образовании зоны задержки у норфлоксацина, имипенема и гентамицина более 15–17 мм и у амоксициллина клавуланата, цефокситина, хлорамфеникола, тетрациклина, цефотаксима, цефтриаксона, цефтазидима, ципрофлоксацина, цефепима более 18–21 мм.

Таблица 1

Серогрупповая принадлежность микроорганизмов рода сальмонелла, изолированных из продукции переработки птицы
Gray-group Salmonella microorganisms isolated from the products of poultry processing

Серогруппа	Виды продуктов	Количество изолятов
С	Яичный порошок, тушки бройлеров, фарш куриный механической обвалки, субпродукты птичьи	33
Е	Фарш из мяса индейки, рулет куриный	2
В	Фарш куриный механической обвалки	1
D	Яичный меланж, филе и крыло птицы	6

Определение чувствительности у 10 изолятов сальмонелл к АБП различных групп показало их низкую резистентность (5–11%) к цефалоспоринам III поколения (цефотаксим, цефокситин, цефтриаксон), II поколения фторхинолонов (ципрофлоксацин, норфлоксацин), а также к гентамицину, хлорамфениколу, амоксициллину – 5–16% и высокую к тетрациклину – 42% (рис. 1).

По одному изоляту серогруппы С *S. muenster* и серогруппы Е были чувствительны ко всем тестируемым АБП, три изолята серо-

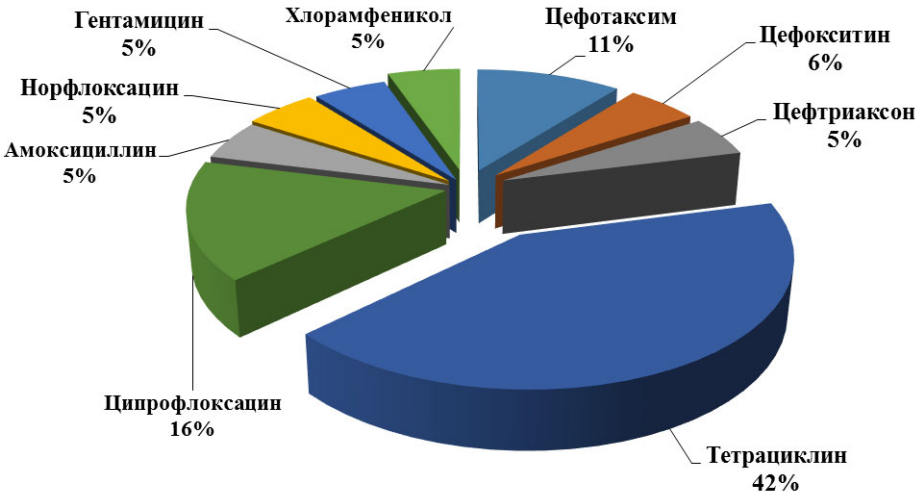


Рис. 1. Резистентность к антибиотикам бактерий рода *Salmonella,* выделенных из продукции переработки птицы
Resistance of Salmonella bacteria isolated from the products of poultry processing

группы С (один из них серотип *S.virchow*) и один серогруппы D серотип *S. moscow* были резистентны только к тетрациклину, два изолята серогруппы С серотипы *S. infantis* и *S. virchow* были чувствительны к трем АБП и один изолят группы D был чувствителен только к 50% испытанных АБП. Все изоляты сальмонелл были чувствительны только к трём антибиотикам (25%) (цефтазидиму, имипенему, цефепиму). Результаты изучения антибиотикочувствительности представлены в табл. 2.

Таблица 2

Чувствительность изолятов микроорганизмов рода *Salmonella* к антибиотикам
Resistance of Salmonella microorganisms isolates to antibiotics

Сальмонелла		Цефотаксим	Цефокситин	Цефтриаксон	Цефтазидим	Тетрациклин	Амоксициллин	Имипенем	Цефепим	Ципрофлоксацин	Норфлоксацин	Гентамицин	Хлорамфеникол
серовар	серогруппа												
Неопределен	C	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S. muenster	E	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
S.virchow	C	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+
S. infantis	C	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+
Не определен	D	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-
Не определен	C	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Не определен	D	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+
Не определен	C	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
S. moscow	D	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
S.virchow	C	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+

Примечание. Здесь и в табл. 3: «–» – резистентный; «+» – чувствительный; «+/–» – промежуточный.
Note. Here and in tab. 3: «–» –resistant; «+» – sensitive; «+/–» – intermediate.

У серотипа *S. virchow,* выделенного из образца субпродуктов мышечные желудки в зоне ингибирования роста вокруг дисков с цефотаксимом, цефтриаксона и амоксициллина были обнаружены единичные колонии (рис. 2). Эти колонии были пересеяны на дифференциально-диагностические среды: висмут-сульфит агар (BCA) и ксилозо-лизин-дезоксихолатный агар (XLD).

При просмотре характера роста вторичных изолятов *Salmonella virchow* отмечен рост шероховатых колоний с матовой поверхностью с неровными краями, в виде R-форм, дающих характерную окраску при росте на среде XLD, черный центр и слегка прозрачную зону красноватого цвета, а на среде BCA черные колонии без характерного металлического блеска.

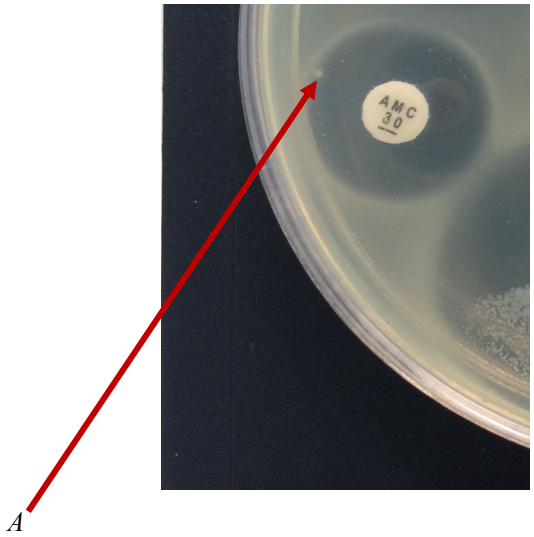


Рис. 2. Единичные колонии (*А*) в зоне ингибирования с дисками АБП

Single colonies (A) in the inhibition zone of with ABP disks

При исследовании чувствительности к АБП было установлено, что к имипенему, норфлоксацину, гентамицину и хлорамфениколу (33%) вторичные изоляты сохранили чувствительность; к цефотаксиму, цефтриаксону и тетрациклину (33%) – резистентность; первичные изоляты, имевшие чувствительность к цефокситину, перешли в промежуточное состояние, а также отмечена приобретенная устойчивость вторичных генераций изолятов к цефепиму, ципрофлок-

Таблица 3

Чувствительность вторичных изолятов *Salmonella virchow* к АБП
Resistance of Salmonella virchow secondary isolates to ABP

Антибиотик	Первичный изолят	Вторичный изолят с зоны ингибирования с диском		
		цефотаксима	цефтриаксона	амоксициллина
Цефотаксим	-	-	-	-
Цефокситин	+	+/-	+/-	+/-
Цефтриаксон	-	-	-	-
Цефтазидим	+	+	-	-
Тетрациклин	-	-	-	-
Амоксициллин	+	-	-	-
Имипенем	+	+	+	+
Цефепим	+	-	-	-
Ципрофлоксацин	+	-	-	+
Норфлоксацин	+	+	+	+
Гентамицин	+	+	+	+
Хлорамфеникол	+	+	+	+

сацину и амоксициллину. Вторичный изолят *Salmonella virchow* с зоны ингибирования с диском цефотаксима сохранил устойчивость к цефтазидиму, вторичный изолят с зоны ингибирования с диском цефтриаксона, амоксициллина приобрел устойчивость (табл. 3).

Наши исследования, показавшие высокую степень чувствительности микроорганизмов рода *Salmonella* к цефтазидиму, цефтриаксону, цефотаксиму, норфлоксацину и резистентность к препаратам тетрациклинового ряда согласуются с результатами исследований Г.С. Скитович, А.Н. Панина и Е.Н. Заикина [1–2, 5] в отношении микроорганизмов родов *Escherichia coli* и *Salmonella.*

ВЫВОДЫ

1. При микробиологическом исследовании 503 проб, отобранных от 14 видов продукции, полученной при переработке мяса птицы и яиц, выделено 42 изолята микроорганизмов рода *Salmonella*, что составляет 8,35% от числа исследованных проб и подтверждает высокую степень контаминации продукции птицеводства микроорганизмами рода *Salmonella*.

2. По биохимическим свойствам изолированные микроорганизмы отнесены к четырем серогруппам (B, C, D, E) и четырем сероварам (*S. muenster, S.virchow, S.infantis, S.moscow*) и 32 (84%) серовара оказались неидентифицированными.

3. Изучение чувствительности выделенных изолятов к АМП показало высокую резистентность (42%) изучаемых культур к широко применяемым в птицеводстве препаратам тетрациклинового ряда и чувствительность (84–95 %) ко II поколению фторхинолонов и III поколению цефалоспоринов.

4. Вторичный контакт серотипа *Salmonella virchow* с АБП показал, что 75% микроорганизмов сохранили чувствительность, а 25% существенно снизили чувствительность вплоть до формирования полирезистентности.

5. Выявленная измененная чувствительность изолята *Salmonella virchow* при росте на среде с антибиотиками и формирование более устойчивых клонов подтверждает высокую вероятность появления микроорганизмов с адаптивными свойствами среди популяции чувствительных бактерий, возникшей под действием АБП.

БИБЛИОГРАФИЧЕСИЙ СПИСОК

1. *Проблема* резистентности к антибиотикам возбудителей болезней, общих для человека и животных / А. Н. Панин, А. А. Комаров, А. В. Куликовский [и др.] // Ветеринария и зоотехния. – 2017. – № 5. – С. 18–24.

2. *Идентификация* и антибиотикорезистентность изолятов бактерий рода *Salmonella* / Г.С. Скитович, Н.Б. Шатрова, О.В. Прунтова [и др.] // Ветеринария сегодня. – 2018. – № 4. – С. 3–7.
3. *Климов А.А.* Повышение эффективности фторхинолонов в индустриальном животноводстве // Ветеринария. – 2003. – № 3. – С. 9–11.
4. *Потехин В. А., Русалеев В. С.* Мониторинг антибиотикорезистентности изолятов *Actinobacillus pleuropneumoniae*, выделенных в Российской Федерации в 2012 – 2014 г. // Ветеринария сегодня. – 2016. – № 1. – С. 24–26.
5. *Чувствительность* эшерихий, выделенных от птиц, к антимикробным препаратам / Е. Н. Заикина, В. Н. Скворцов, А. А. Присный // Ветеринария Кубани. – 2017. – № 2. – С. 24–27.
6. *Сагабиева Н. Н.* Эпизоотологический мониторинг сальмонеллеза крупного рогатого скота в Курской области: дис. … канд. ветер. наук. – Курск, 2004. – 135 с.
7. *Мусейбу М. А.* Обеззараживание мяса, искусственно обсемененного сальмонеллами и кишечной палочкой с помощью СВЧ-энергии микроволновых бытовых печей: дис. … канд. ветер. наук. – М., 1994. – 16 с.
8. *Салаутин В. В.* Патоморфология и дифференциальная диагностика сальмонеллеза птиц, вызванного различными серовариантами возбудителя: дис. … канд. ветер. наук. – Саратов, 2004. – 28 с.
9. *Витковская О. Н.* Анализ эпизоотической ситуации по сальмонеллезу на основании данных ветеринарной статистической отчетности. // Единый мир – единое здоровье: тез. докл. VII Междунар. ветер. конф. – Уфа: Апрель, 2017. – 2 с.
10. *Jacoby G. L., Archer G. L.* New mechanisms of bacterial resistance to antimicrobial agents // New England Journal of Medicine. – 1991. – Vol. 324, N. 9 (28 Feb.) – P. 601–612.
11. *Persisted* cells and tolerance to antimicrobials / I. Keren [et al.] // FEMS Microb. Let. –2004. – Vol. 230. – P. 13–18.
12. *Race J.L.* Biofilms, infection, and antimicrobial therapy. – Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2006. – 495 p.
13. *Борисенкова А.Н.* Контроль бактериальных болезней птиц // Животноводство России. – 2007. – № 5. – С. 18–24.
14. *Kondro W*. Canadian scientists urge government to develop antibiotic plan // The Lancet. – 2002. – Vol. 360. – 1230 p.
15. *Midtvedt T.* Penicillins, cephalosporins and tetracyclines / In Dukes, M.N.G. (ed.), Side Effects of Drugs Annual 9. –Amsterdam: Elsevier, 1985. – 230 p.

REFERENCES

1. Panin A.N., Komarov A.A., Kulikovskii A.V. *Veterinariya i zootekhniya*, 2017, No. 5, pp.18-24. (In Russ.)
2. Skitovich G.S., Shatrova N.B., Pruntova O.V. *Veterinariya segodnya*, 2018, No. 4, pp. 3-7. (In Russ.)
3. Klimov, A.A. *Veterinariya*, 2003, No. 3, pp. 9-11. (In Russ.)
4. Potekhin V.A., Rusaleev V. S. *Veterinariya segodnya*, 2016, No. 1, pp. 24-26. (In Russ.)
5. Zaikina E.N., Skvortsov V.N., Prisnyi A.A. *Veterinariya Kubani*, 2017, No. 2, pp. 24-27. (In Russ.)
6. Sagabieva, N.N. *Jepizootologicheskij monitoring sal'monelleza krupnogo rogatogo skota v Kurskoj oblasti* (Epizootological monitoring of cattle salmonellosis in the Kursk region), Extended abstract of candidate's thesis, Kursk, 2004, 135 p.
7. Musejbu, M. A. *Obezzarazhivanie mjasa, iskusstvenno obsemenennogo sal'monellami i kishechnoj palochkoj s pomoshh'ju SVCh jenergii mikrovolnovyh bytovyh pechej* (Disinfection of meat artificially seeded with salmonella and E. coli using microwave energy from microwave ovens), Extended abstract of candidate's thesis, Moscow, 1994, 16 p.
8. Salautin, V. V. *Patomorfologija i differencial'naja diagnostika sal'monelleza ptic, vyzvannogo razlichnymi serovariantami vozbuditelja* (Pathomorphology and differential diagnosis of avian salmonellosis caused by various serovariants of the pathogen), Extended abstract of candidate's thesis, Saratov, 2004, 28 p.
9. Vitkovskaya, O. N. *Edinyj mir - edinoe zdorov'e: Tezisy doklada* (Proceeding of the VII International Veterinary Congress), Abstract of Papers, April, 2017, Ufa. (In Russ.)

10. Jacoby, G. L.,Archer G. L. New mechanisms of bacterial resistance to antimicrobial agents, *New England Journal of Medicine*, 1991, No. 9(324), pp. 601-612.
11. Keren I. Persisted cells and tolerance to antimicrobials, *FEMS Microb. Lett,* 2004, Vol. 230, pp. 13-18.
12. Race J.L., Biofilms, infection, and antimicrobial therapy, Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2006, 495 p.
13. Borisenkova A.N. *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2007, No. 5, pp. 18-24. (In Russ.)
14. Kondro W. Canadian scientists urge government to develop antibiotic plan, *The Lancet,* 2002, Vol. 360, 1230 p.
15. Midtvedt, T. Penicillins, cephalosporins and tetracyclines, Shn Dukes, M.N.G. (ed.), Side Effects of Drugs Annual 9, Amsterdam: Elsevier, 1985, 230 p.

УДК 636.034 DOI:10.31677/2072-6724-2019-52-3-120-126

ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОБЛАСТЯХ УРАЛА

[1]**О.С. Чеченихина,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
[1]**Е.С. Казанцева,** кандидат сельскохозяйственных наук
[1]**Ю.А. Степанова,** соискатель
[2]**М.Н.Смирнов,** аспирант

[1]Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия
[2]Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, Курган, Россия
E-mail: olgachech@yandex.ru

***Ключевые слова*: коровы, продуктивное долголетие, черно-пестрая порода коров, экология, причины выбытия, возраст выбытия, молочная продуктивность, пожизненный удой**

Реферат. ***Экологическая обстановка в том или ином районе оказывает огромное влияние на рост и развитие всех живых организмов. Целью работы являлся сравнительный анализ продуктивного долголетия коров черно-пестрой породы в Курганской и Свердловской областях. Установлено, что выбытие коров в возрасте 1–2 лактаций на предприятиях Курганской области составляет 14,8%, в Свердловской области – на 20,3% больше. Удельный вес коров, выбывших в период с пятой по шестую лактации, в Курганской области превосходит данный показатель Свердловской области на 18,1%. Более распространёнными причинами выбытия коров в исследуемых экологических зонах являются заболевания ног (13,9 – 17,6% случаев). Среди часто встречающихся причин выбытия у животных в Курганской области также отмечены заболевания обмена веществ, невысокая молочная продуктивность, трудные роды и осложнения, яловость; в Свердловской области – болезни молочной железы, органов пищеварения, недостатки экстерьера. По причине инфекционных заболеваний животные в Курганской области выбывали в количестве 3,0%, а в Свердловской области не выбывали. Коровы, выращенные в Курганской области, с пожизненным удоем до 5 тыс. кг молока имели показатель годового надоя 2205,0 кг, что на 9,8% больше, чем у животных той же группы в Свердловской области. В остальных группах коров, сформированных по пожизненному удою молока, лидировали животные Свердловской области. Разница в данном случае находилась в пределах от 172,0 до 2821,0 кг молока в среднем за лактацию.***

PRODUCTIVE LONGEVITY OF BLACK-AND-WHITE COWS IN DIFFERENT ECOLOGICAL AREAS OF THE URAL ZONE.

[1] **Chechenikhina O.S.,** Candidate of Agriculture, Associate Professor
[1] **Kazantseva E.S.,** Candidate of Agriculture
[1] **Stepanova Iu.A.,**
[2] **Smirnov M.N.,** PhD-student

[1]Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia
[2]Kurgan State Agricultural Academy named after Maltseva T.S., Kurgan, Russia

Key words: cows, productive longevity, Black-and-White cows, ecology, the reasons of death, the age of death, milk productivity, lifelong milk yield.

Abstract. *The ecological situation in a particular area has a huge impact on the growth and development of all living organisms. The paper demonstrates a comparative analysis of the productive longevity of Black-and-White cows in the Kurgan and Sverdlovsk regions. It has been established that the yield of cows aged 1-2 lactations at the enterprises of the Kurgan region is 14.8%, and in the Sverdlovsk region - by 20.3% more. The share of cows died within the period from the fifth to the sixth lactation in the Kurgan region exceeds that parameter of the Sverdlovsk region by 18.1%. The most common causes of cow death in the ecological zones are leg diseases (13.9-17.6% of cases). Among the most common reasons for animals death in the Kurgan region are metabolic diseases, low milk productivity, difficult births and complications, osteoarthritis; in the Sverdlovsk region these reasons are seen as diseases of the breast, digestive organs, deficiencies of the exterior. As a result of infectious diseases, the animals in the Kurgan region were eliminated in the amount of 3.0%, and in the Sverdlovsk region they were not eliminated. Cows grown in the Kurgan region with lifelong milk yield of up to 5 thousand kg of milk had an annual milk yield of 2205.0 kg, which is 9.8% higher than in the same group of animals in the Sverdlovsk region. The difference in this case varied from 172.0 to 2821.0 kg of milk per lactation on average.*

Условия для агропромышленного комплекса Уральского федерального округа неодинаковы в его северной, средней и южной частях, что зависит не только от климатических условий и рельефа местности, но и от экологической обстановки [1, 2].

Установлено, что среди всех федеральных округов нашей страны наиболее негативная динамика экологических процессов в целом наблюдается в Уральском федеральном округе [3].

По сообщению общественной организации «Зеленый патруль», в экологическом рейтинге субъектов России в отношении экологического состояния самыми неблагоприятными показателями характеризуются Свердловская и Челябинская области – 84-е и 85-е места соответственно. На 74-м месте расположилась Курганская область, на 60-м – ХМАО, на 46-м – Ямал [4].

Уральский федеральный округ занимает вторую позицию по объему тех выбросов, которые загрязняют атмосферу посредством каких-либо стационарных источников, которые составляют здесь более 20% от общего количества загрязнителей экологической среды. Кроме того, УрФО занимает первое место в стране по количеству отходов и пятое место по объемам их образования [5, 6].

Как известно, экологическая обстановка в том или ином районе оказывает огромное влияние на рост и развитие всех живых организмов. Например, продолжительность жизни животных, в том числе сельскохозяйственных, находится в прямой зависимости от условий их выращивания и разведения [7–11].

Несмотря на то, что период продуктивного долголетия крупного рогатого скота имеет отчасти генетическую предрасположенность, все же он положительно коррелирует с уровнем кормления, технологией содержания, а также с условиями климата и экологической обстановкой в районе разведения [12–14].

В связи с вышеизложенным, актуальной является оценка влияния экологической ситуации в областях и районах зоны Урала на продолжительность жизни и уровень пожизненной продуктивности животных, которые выращиваются в данном регионе.

Цель исследований – сравнительный анализ показателей продуктивного долголетия коров черно-пестрой породы в разных экологических областях зоны Урала.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на базе сельскохозяйственных предприятий, занимающихся разведением коров наиболее распространенной в данном регионе черно-пестрой породы для производства молока и молочной продукции: СПК «Племзавод “Разлив”» Курганской области и СПК «Килачевский» Свердловской области. В исследованиях про-

анализированы данные по 14153 головам коров черно-пестрой породы разных возрастов.

Проведены оценка продолжительности периода жизни коров (в лактациях) и анализ основных показателей молочной продуктивности в среднем за одну лактацию в зависимости от пожизненной продуктивности коров и экологической зоны их разведения – Курганская и Свердловская области.

В Курганской области основные экологически опасные предприятия (ОАО «Синтез», ОАО «Химмаш», ОАО «Курганмашзавод», ОАО «Курганская ТЭЦ») расположены в 18–30 км от с. Падеринское Кетовского района (СПК «Племзавод “Разлив”»), где проводились исследования. Промышленным предприятием Свердловской области на территории района, где проводилась научная работа, является Ирбитский химфармзавод. Расстояние от завода до с. Килачевское Ирбитского района (СПК «Килачевский») составляет 46 км. Но ситуация в Свердловской области усугубляется тем, что количество предприятий, загрязняющих атмосферу, в разы больше по сравнению с Курганской областью. В число таких объектов входят: Рефтинская ГРЭС, Верхнетагильская ГРЭС, Серовская ГРЭС, ОАО «Святогор», ОАО «Высокогорский горно-обогатительный комбинат», АО «ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат», ОАО «Уральский асбестовый горно-обогатительный комбинат», АО НПК «Уралвагонзавод», ЗАО «Производственное объединение “Режникель”», филиал «Уральский алюминиевый завод» и др.

Группы коров в разных экологических зонах сформированы методом сбалансированных групп. При осуществлении научных исследований обработаны данные племенного и зоотехнического учетов предприятий (карточки племенных коров и данные информационно-управляющей системы «СЕЛЭКС»). Материалы исследований обработаны методами вариационной статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных научных исследований установлено (табл. 1), что в Курганской области выбытие коров в возрасте 1–2 лактаций составляет 14,8% от общего количества исследуемых животных, тогда как в Свердловской области данный показатель на 20,3% больше. Животных, выбывших в период с третьей по четвертую лактации, в Свердловской области также на 10,7% больше по сравнению с Курганской.

Таблица 1

Выбытие коров черно-пестрой породы по лактациям, %
Black-and-White cows’ death according to lactations, %

Возраст выбытия	Курганская область	Свердловская область
С 1-й по 2-ю лактацию	14,8	35,1
С 3-й по 4-ю лактацию	32,4	43,1
С 5-й по 6-ю лактацию	34,7	16,6
С 7-й лактации и старше	18,2	5,2

Удельный вес коров, выбывших в период с пятой по шестую лактации, в Курганской области превосходит данный показатель Свердловской области на 18,1%.

Аналогичная ситуация складывается с выбытием животных в возрасте седьмой лактации и старше, разница в данном случае составляет 13,0% в пользу Курганской области. В среднем же возраст выбытия коров из стада на предприятии Курганской области составляет 4,8, в Свердловской – 3,3 лактации.

При этом установлено (табл. 2), что наиболее распространёнными причинами выбытия коров из стада в Курганской и Свердловской областях являются заболевания ног (13,9 и 17,6% случаев соответственно).

Второй по значимости причиной в Курганской области оказались заболевания обмена веществ коров (11,4%), далее – малая молочная продуктивность (8,0%). Трудные роды и осложнения, а также яловость коров

Таблица 2

Причины выбытия коров черно-пестрой породы, %
The reasons of Black-and-White cows' death, %

Причины выбытия	Курганская область	Свердловская область
Болезни половых органов	4,0	7,2
Малая продуктивность	8,0	5,0
Прочие незаразные болезни	2,5	3,0
Болезни ног	13,9	17,6
Болезни вымени	6,8	15,8
Болезни обмена веществ	11,4	5,5
Прочее	5,9	4,8
Инвазионные болезни	1,7	5,5
Болезни пищеварения	3,2	9,3
Трудные роды и осложнения	6,8	4,8
Яловость	6,3	0,5
Недостатки экстерьера	1,3	8,4
Перикардит	0,4	0,7
Племпродажа	1,9	0,7
Инфекционные болезни	3,0	0,0
Болезни органов дыхания	0,9	3,8
Несчастные случаи, травмы вымени	3,4	3,1
Причина не выявлена	18,6	4,2

стали причинами выбраковки их из стада в Курганской области в 6,8 и 6,3 % случаев соответственно.

В Свердловской области болезни молочной железы стали причиной выбраковки коров в 15,8% случаев, что на 9,0% больше по сравнению с Курганской. По причине болезней органов пищеварения в Свердловской области выбыло 9,3% животных, из-за недостатков экстерьера – 8,4%. Данные показатели превышают их значения в Курганской области соответственно на 6,1 и 7,1% случаев. Кроме того, заболевания половых органов в Курганской и Свердловской областях стали причиной выбытия коров соответственно по областям в 4,0 и 7,2% случаев.

Следует отметить, что по причине инфекционных заболеваний в Курганской области выбывало 3,0% коров, а в Свердловской области таких случаев не установлено.

В целом в обеих исследуемых областях УрФО при увеличении возраста выбытия животных количество молока, полученного за весь период их жизни, возрастает (табл. 3), и это вполне закономерно.

Коровы, выращенные в Курганской области и имеющие пожизненный удой более 50 тыс. кг молока, выбывали из стада в воз-

Таблица 3

Пожизненный удой и возраст выбытия коров черно-пестрой породы
Lifelong milk yield and the age of Black-and-White cows' death

Группа коров	Пожизненный удой, кг	Возраст выбытия животных, лактации	
		Курганская область	Свердловская область
1	2	3	4
1	До 5000	1,4±0,2	1,1±0,1
2	От 5001 до 10000	2,1±0,1*	1,8±0,1
3	От 10001 до 15000	4,4±0,3***	2,5±0,1
4	От 15001 до 20000	3,2±0,1	3,2±0,2
5	От 20001 до 25000	4,1±0,1**	3,7±0,1
6	От 25001 до 30000	4,8±0,1***	4,2±0,1
7	От 30001 до 35000	5,3±0,1***	4,6±0,2

Окончание табл. 3

1	2	3	4
8	От 35001 до 40000	6,0±0,1***	5,0±0,2
9	От 40001 до 45000	6,5±0,2*	5,7±0,3
10	От 45001 до 50000	8,0±0,3***	6,0±0,3
11	Свыше 50000	9,4±0,4***	6,7±0,2

Примечание. Здесь и далее: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001.
Note. Here in after: * P <0.05; ** P <0.01; *** P <0.001.

расте 9,4 лактации. В Свердловской области возраст выбытия животных при аналогичном удое за период жизни составляет 6,7 лактации. Разница в данном случае достоверна при P < 0,001.

Анализ показывает, что коровы достигали пожизненного удоя в пределах от 10 до 15 тыс. кг молока в возрасте 4,4 лактации в Курганской области и в возрасте 2,5 лактаций – в Свердловской (разница достоверна при P < 0,001). Все оцениваемые животные с пожизненным удоем в пределах от 15 до 20 тыс. кг молока выбывали из стада в возрасте 3,2 лактации.

По количеству надоенного молока в среднем на одну лактацию коровы, выращенные в Курганской области, с пожизненным удоем до 5 тыс. кг имели показатель, равный 2205,0 кг, что больше на 216,0 кг (9,8%), чем у животных той же группы в Свердловской области (табл. 4).

Во всех остальных группах коров, сформированных по показателю пожизненного удоя молока, лидировали животные Свердловской области. Разница в данном случае находилась в пределах от 172,0 до 2821,0 кг (от 2,8 до 32,1%) молока в среднем за лактацию при P < 0,001. Причем данная разница в

Таблица 4

Удой коров черно-пестрой породы за различные периоды, кг
The milk yield of the Black-and-White cows in different periods, kg

Группа коров, пожизненный удой, кг	Курганская область		Свердловская область	
	пожизненный удой	удой в среднем за одну за лактацию	пожизненный удой	удой в среднем за одну за лактацию
1-я, до 5000	2637,0±276,2	2205,0±252,7	2156,0±46,9	1989,0±43,4
2-я, 5001-10000	8150,0±217,4*	4178,0±205,9	7695,0±34,8	4905,0±47,9***
3-я, 10001-15000	15554,0±138,9***	5156,0±244,9	12555,0±31,3	5772,0±54,5**
4-я, 15001-20000	17569,0±1929,1	6092,0±709,3	17509,0±29,6	6264,0±54,9
5-я, 20001-25000	22277,0±154,2	5661,0±112,2	22367,3±32,6	6750,0±58,9***
6-я группа, 25001-30000	27669,0±152,5	6108,0±184,4	27400,1±37,8	7173,0±62,6***
7-я, 30001-35000	32416,0±128,9	6311,0±122,0	32204,3±46,4	7611,0±73,5***
8-я, 35001-40000	37036,0±157,4	6405,0±135,6	37331,6±54,8	7938,0±79,4***
9-я, 40001-45000	42050,0±214,0	6693,0±169,7	44217,9±111,9***	8246,0±88,9***
10-я, 45001-50000	47016,0±196,9	6156,0±183,6	47347,0±91,8	8406,0±144,4***
11-я, свыше 50000	55702,0±814,7	5968,0±158,3	56494,5±378,6	8789,0±114,2***

показателях возрастает с увеличением удоя коров, полученного за весь период жизни.

ВЫВОДЫ

1. Уровень продуктивного долголетия и возраст выбраковки крупного рогатого скота зависит от экологической обстановки в зоне разведения животных. Выбытие коров черно-пестрой породы в возрасте 1–2 лактаций на предприятиях Курганской области составляет 14,8% от общего количества исследуемых животных, тогда как в Свердловской области данный показатель на 20,3% больше. Удельный вес коров, выбывших в период с пятой по шестую лактации, в Курганской области превосходит данный показатель Свердловской области на 18,1%.

2. Наиболее распространёнными причинами выбытия коров из стада в Курганской и Свердловской областях являются заболевания ног (13,9 и 17,6% случаев соответственно). Среди часто встречающихся причин выбытия у животных в Курганской области также отмечены заболевания обмена веществ, низкая молочная продуктивность, трудные роды и осложнения, яловость. Среди животных, содержащихся в Свердловской области, часто встречающимися причинами выбытия из стада стали: болезни молочной железы, болезни органов пищеварения, недостатки экстерьера. По причине инфекционных заболеваний животные в Курганской области выбывали в количестве 3,0%, а в Свердловской области таких случаев не выявлено.

3. Коровы, выращенные в Курганской области, с пожизненным удоем до 5 тыс. кг молока имели показатель надоя на одну лактацию 2205,0 кг, что на 9,8% больше, чем у животных той же группы в Свердловской области. Во всех остальных группах коров, сформированных по пожизненному удою молока, лидировали животные Свердловской области. Разница варьировала в пределах от 172,0 до 2821,0 кг (от 2,8 до 32,1%) молока в среднем за лактацию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Эколого-биологические* особенности крупного рогатого скота в условиях техногенеза / И.А. Шкуратова [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2015. – № 2. – С. 366–369.
2. *Лоретц О.Г., Донник И.М.* Реализация генетического потенциала животных в условиях техногенного загрязнения окружающей среды // Аграр. вестн. Урала. – 2014. – № 7 (125). – С. 44–46.
3. *Гутова М.О.* Оценка экологического благополучия рек Среднего Урала в зонах с повышенной техногенной нагрузкой // Эколого-биологические проблемы использования природных ресурсов в сельском хозяйстве: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. – Екатеринбург: Урал. изд-во, 2018. – С. 163–167.
4. *Национальный* экологический рейтинг. Осень 2108 года [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: www.greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga/ekologicheskiy-reyting-subektov-rf?tid=351 (дата обращения: 25.02.2019).
5. *Кононов В.М., Кононова Н.Д.* Оценка экологического состояния агроландшафтов степной зоны Южного Урала // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2018. – № 2 (70). – С. 8–11.
6. *Оценка* экологических рисков на объектах геологического наследия Урала / В.П. Петрищев [и др.] // Проблемы региональной экологии. – 2015. – № 4. – С. 135–139.
7. *Лоретц О.Г.* Влияние генетических и экологических факторов на продуктивное долголетие // Аграр. вестн. Урала. – 2014. – № 9 (127). – С. 34–37.
8. *Чеченихина О.С., Лоретц О.Г.* Показатели продуктивного долголетия коров черно-пестрой породы при привязном и беспривязном способах содержания // Вестн. АПК Ставрополья. – 2018. – № 3 (31). – С. 55–59.
9. *Баранов Р.Б.* Продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы в АО «Железнодорожник» Иркутской области // Молодой исследователь: вызовы и перспективы. – 2018. – С. 236–244.

10. *Продуктивное* долголетие коров черно-пестрой породы при различных способах содержания и технологиях доения / Е.В. Тяпугин [и др.] // Владимирский земледелец. – 2016. – № 4 (78). – С. 45–46.
11. *Взаимосвязь* паратипических признаков с продуктивным долголетием коров черно-пестрой породы / А.И. Любимов [и др.] // Вестн. Ижев. гос. с.-х. акад. – 2017. – № 4 (53). – С. 42–49.
12. *Любимов А.И., Воробьева С.Л., Чукавин А.С.* Взаимосвязь физиологических признаков с продуктивным долголетием коров черно-пестрой породы при различных способах содержания // Уч. зап. Казан. гос. акад. вет. медицины им. Н.Э. Баумана. – 2017. – Т. 232, № 4. – С. 99–105.
13. *Бычкова В.А., Русских Т.А.* Продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства / Ижев. гос. с.-х. акад. – Ижевск, 2018. – С. 12–15.
14. *Казанцева Е.С.* Продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы // Молочнохозяйств. вестн. – 2018. – № 2 (30). – С. 36–43.

REFERENCES

1. Shkuratova I.A., Donnik I.M., Isaeva A.G., Krivonogova A.S. *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*, 2015, No. 2, pp. 366-369 (In Russ.)
2. Loretts O.G., Donnik I.M. *Agrarnyi vestnik Urala,* 2014, No. 7(125), pp. 44-46. (In Russ.)
3. Gutova M.O. *Ekologo-biologicheskie problemy ispol'zovaniya prirodnykh resursov v sel'skom khozyaistve* (Ecological and biological problems of use of natural resources in agriculture) Proceeding of the IV International Science and Practical Conference Ekaterinburg, 07-08 June 2018: OOO Ural'skoe izdatel'stvo, 2018. pp. 163-167. (In Russ.)
4. Available at: http://www.greenpatrol.ru/ru/stranica-dlya-obshchego-reytinga/ekologicheskiy-reyting-subektov-rf?tid=351 (February 25, 2019)
5. Kononov V.M., Kononova N.D *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta,* 2018, No. 2(70), pp. 8-11. (In Russ.)
6. Petrishchev V.P., Chibilev A.A., Kadebskaya O.I., Aminov P.G., Udachin V.N., Mityusheva T.P., Noreika S.Yu., Ryakhov R.V. *Problemy regional'noi ekologii*, 2015, No. 4, pp. 135-139. (In Russ.)
7. Loretts O.G *Agrarnyi vestnik Urala,* 2014. No. 9(127), pp. 34-37. (In Russ.)
8. Chechenikhina O.S., Loretts O.G *Vestnik APK Stavropol'ya*, 2018, No. 3(31), pp. 55-59. (In Russ.)
9. Baranov R.B. *Molodoi issledovatel'': vyzovy i perspektivy* (Young researcher: challenges and prospects), 2018, pp. 236-244. (In Russ.)
10. Tyapugin E.A., Serebrova I.S., Abramova N.I., Burgomistrova O.N., Nikiforov V.E., Safaralieva S.F. *Vladimirskii zemledelets*, 2016. No. 4(78), pp. 45-46. (In Russ.)
11. Lyubimov A.I., Chukavin A.S., Vorob''eva S.L., Yudin V.M. *Vestnik Izhevskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2017, No. 4(53), pp. 42-49. (In Russ.)
12. Lyubimov A.I., Vorob'eva S.L., Chukavin A.S, *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Baumana*, 2017, No. 4(232), pp. 99-105. (In Russ.)
13. Bychkova V.A., Russkikh T.A, Innovatsionnye tekhnologii dlya realizatsii programmy nauchno-tekhnicheskogo razvitiya sel''skogo khozyaistva (Innovative technologies for the implementation of programs for scientific and technological development of agriculture) Izhevsk, 13-16 February 2018 Izhevsk state agricultural Academy, Izhevsk: Izhevskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, 2018, pp. 12-15. (In Russ.)
14. Kazantseva E.S *Molochnokhozyaistvennyi vestnik*, 2018, No. 2(30), pp. 36-43. (In Russ.)

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Требования к статьям, предоставляемым для опубликования в журнале «Вестник НГАУ»

1. Статьи, предоставляемые в редакцию журнала, должны содержать статистически обработанные результаты научных исследований, имеющих теоретическое и практическое значение для аграрной науки и практики.
2. Публикация обязательно должна быть подписана всеми ее авторами, а также научным руководителем.
3. Размер статей должен быть не менее 10 и не более 15 страниц (в обзорных статьях 20-25 страниц).
4. Авторы предоставляют (одновременно):

– два экземпляра статьи в печатном виде без рукописных вставок на одной стороне листа формата А4;
– текст печатается шрифтом Times New Roman, кегль 14, интервал строк 1,5. В названии файла указываются фамилия, имя, отчество автора, полное название статьи;
– электронный вариант – на CD, DVD-дисках в формате DOC, RTF (диск с материалами должен быть маркирован: название материала, автор, дата);
– фото, иллюстрации;
– реферат (на русском и английском языках), УДК;
– сведения об авторах (анкета): ФИО, должность, ученое звание, степень, место работы; телефоны: рабочий, мобильный, домашний адрес; e-mail;
– таблицы, графики и рисунки предоставляются в формате Word, Excel с возможностью редактирования.

5. Порядок оформления статьи: УДК; название статьи (полужирными прописными буквами не более 70 знаков); инициалы и фамилия автора (авторов), ученая степень и звание; полное название научного учреждения, в котором проведены исследования; e-mail; 5–10 ключевых слов; аннотация на русском и английском языке (1 500 – 2 000 знаков); текст статьи; библиографический список; название статьи, ключевые слова, анкета автора.
6. Примерный план статьи, предоставляемой для опубликования:

– вводная часть (2 500 – 3 000 знаков): постановка проблемы, цель исследования;
– объекты и методы исследований (условия, методы исследования, описание объекта, место и дата проведения исследования);
– результаты исследования (и их обсуждение);
– выводы;
– библиографический список и его транслитерация.

7. Библиографический список (не менее 10 и не более 15 источников; для обзорных статей – не менее 30) оформляется в порядке цитирования с указанием в тексте ссылки с номером в квадратных скобках по ГОСТ Р 7.0.5–2008. Литература дается на тех языках, на которых она издана.
8. Если рукопись оформлена не в соответствии с данными требованиями, то она возвращается автору для доработки. Датой сдачи статьи считается день получения редакцией ее окончательного варианта.
9. Все рукописи перед публикацией в журнале проходят проверку кураторами разделов, по результатам которой редколлегия принимает решение о целесообразности их публикации в журнале. В случае отказа в публикации редакция отправляет автору мотивированное обоснование отказа.