

ISSN 2072-6724

MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION

SCIENTIFIC JOURNAL OF NOVOSIBIRSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY



№ 3(48)/2018

NOVOSIBIRSK 2018

ВЕСТНИК

Новосибирского
государственного
аграрного
университета

Научный журнал

№ 3 (48)

июль – сентябрь 2018

Учредитель:
ФГБОУ ВО
«Новосибирский
государственный
аграрный университет»

Выходит ежеквартально
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, Новосибирск,
ул. Добролюбова, 160, 1-й этаж,
журнал «Вестник Новосибирского
государственного аграрного
университета»
Телефоны: 8 (383) 264-23-62;
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, гл. редактор (Новосибирск, Россия)

Ноздрин Г.А. – д-р вет. наук, проф., зам. главного редактора, 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:

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

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)

Гамзиков Г.П. – д-р биол. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник СФНЦ 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)

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 СФНЦ РАН (Новосибирск, Россия)

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

Кочетов А.В. – д-р биол. наук, чл.-корр. РАН, зам. директора по научной работе ФИЦ ИЦиГ СО РАН (Новосибирск, Россия)

Магер С.Н. – д-р биол. наук, проф., директор СибНИПТИЖ СФНЦ 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)

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

Родионова О.А. – д-р экон. наук, проф., рук. сектора межотраслевых связей и воспроизводства ФГБНУ ВНИИОПТУСХ (Москва, Россия)

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

Стадник А.Т. – д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой менеджмента ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Тю Л.В. – д-р экон. наук, проф. зам. руководителя по научной работе СибНИИЭСХ СФНЦ 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.*

Подписано в печать 22 сентября 2018 г.

Формат 60 × 84 1/8. Объем 14,6 уч.-изд. л. Бумага офсетная.

Гарнитура «Times New Roman». Заказ № 2109.

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

SCIENTIFIC JOURNAL

of Novosibirsk

State

Agrarian

University

Scientific journal

No. 3(48)

July - September 2018

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

Journal
is published quarterly
The journal is founded
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.,
SCIENTIFIC JOURNAL
of Novosibirsk State Agrarian University
Tel: 8 (383) 264-23-62;
Fax: 8 (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, Chairman of the Editorial Board, Editor-in-Chief (Novosibirsk, Russia)

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

Rudoy E.V. – Dr. of Economic Sc., Professor, Vice Chief Editor, Vice-Rector of Scientific Affairs (Novosibirsk, Russia)

Editorial Board:

Bulashev A.K. – Doctor of Veterinary Sc., Professor at the Chair of Biotechnology and Microbiology at Seifulin Kazakh Agrotechnical University (Astana, 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 FSBSI State Research and Production Center for Fisheries (Barnaul, Russia)

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

Gamzikov G.P. – Dr. of Biological Sc., Academician of Russian Academy of Science, Leading Research Fellow at Siberian Federal Research Centre of Agriculture and Biotechnologies (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 Science, Leading Research Fellow at Research Institute of Cytology and Genetics (Novosibirsk, Russia)

Donchenko A.S. – Dr. of Veterinary Sc., Academician of Russian Academy of Science, the Scientific Head of Siberian Federal Research Centre of Agriculture and Biotechnologies (Novosibirsk, Russia)

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

Zhuchayev 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 Science, the Head of Siberian Federal Research Centre of Agriculture and Biotechnologies (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 Russian Academy of Sciences, Vice-Head on Scientific Affairs at Siberian Federal Research Centre of Agriculture and Biotechnologies (Novosibirsk, Russia)

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

Meissner R. – Dr. technical Sc., Professor 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)

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

Petukhov V.L. – Doctor of Biological Sciences, Professor, the Head of the Chair of Veterinary Genetics and Biotechnology 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)

Rodionova O.A. – Dr. of Economic Sc., Professor, Head of Department for Inter-industrial relations and reproduction at Russian Research Institute of Production, Labour and Management in Agriculture (Moscow, Russia)

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

Stadnik A.T. – Doctor of Economic Sc., Professor, the Head of the Chair of Management at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Tiu L.V. – Dr. of Economic Sc., Professor, Vice-Head on Scientific Affairs at Siberian Research Institute of Agricultural Economics (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.*

Passed for printing on 22 September 2018.

Size is 60 × 84¹/₈. Volume contains 14,6 publ. sheets. Offset paper is used.

Typeface “Times” is used. Order no. 2109.

Printed in “Zolotoy Kolos” Publ. of Novosibirsk State Agrarian University
160 Dobrolyubova Str., office 106, 630039 Novosibirsk. Tel.: (383) 267-09-10
E-mail: vestnik.nsau@mail.ru

АГРОНОМИЯ

<i>Гусейнова Б. М., Даудова Т. И.</i> Влияние сортовых особенностей и природных факторов зон выращивания абрикосов на биохимический комплекс их плодов.....	7
<i>Зарицкий А.В., Ковалева В.В.</i> Потенциальная и фактическая продуктивность новых гибридов черной смородины селекции Дальневосточного ГАУ	17
<i>Киселев А.С., Поползухина Н.А., Поползухин П.В., Паршуткин Ю.Ю., Гайдар А.А.</i> Воздействие инокуляции на формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов гороха посевного и его урожайность в условиях южной лесостепи Западной Сибири	23
<i>Сорокин И.Б., Гааг А.В., Чудинова Ю.В., Сиротина Е.А.</i> Проблемы повышения плодородия кислых почв Томской области.....	31
<i>Юшкевич Л.В., Кем А.А.</i> Влияние прикатывания почвы на урожайность зерновых культур в лесостепи Западной Сибири	38

БИОЛОГИЯ

<i>Ашмарина Л.Ф., Ермохина А.И., Галактионова Т.А.</i> Структура комплекса микромицетов семян кормовых культур в условиях лесостепи Западной Сибири.....	44
<i>Двуреченский В.Г., Соколов Д.А., Середина В. П.</i> Качественная оценка почв техногенных ландшафтов Горловского антрацитового месторождения	53
<i>Потоцкая И.В., Шаманин В.П., Пожерукова В.Е., Гультяева Е.И., Моргунов А.И.</i> Исходный материал с геномом <i>Ae. tauschii</i> для селекции на расонеспецифическую устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине	62
<i>Сурин Н.А., Ляхова Н.Е., Герасимов С.А., Липшин А.Г.</i> Селекционная оценка и отбор генотипов ячменя восточно-сибирской селекции.....	70

ВЕТЕРИНАРИЯ и ЗООТЕХНИЯ

<i>Бурмистров В.А., Шкиль Н.Н., Шкиль С.П.</i> Морфологические и физические параметры наночастиц серебра препарата арговит.....	78
<i>Гуляева Л.Ю., Улитко В.Е., Ерисанова О.Е., Пыхтина Л.А., Лифанова С.П.</i> Аминокислотный состав яиц кур как показатель ассимиляционных процессов в их организме при использовании в рационе антиоксидантного препарата	86
<i>Рафикова Э.Р., Ноздрин Г.А., Леляк А.А.</i> Корреляционные связи между уровнем дозы ветома 21.77 и массой, а также некоторыми гематологическими показателями бройлеров	92
<i>Тишков М. Ю., Михайлов В.И., Шмакова О. Н.</i> Паразитарные болезни маралов и диких копытных мараловодческих и охотничьих хозяйств в некоторых регионах Российской Федерации.....	103
<i>Чеченихина О.С., Лиходеевская О.Е.</i> Факторы, влияющие на уровень молочной продуктивности коров при доении в доильных залах	108

AGRONOMY

Guseinova B.M., Daudova T.I. Impact of variety features and environmental factors of zones where apricots are grown on biochemical complex of apricots.....	7
Zaritskiy A.V., Kovaleva V.V. Prospective and real productivity of black currant new hybrids selected in the Far-Eastern Agrarian University	17
Kiselev A.S., Popolzukhina N.A., Popolzukhin P.V., Parshutkin Iu.Iu., Gaidar A.A. Influence of inoculation on photosynthesis and symbiotic parameters of pea and its crop yield in the conditions of the southern forest steppe of Western Siberia	23
Sorokin I.B., Gaag A.V., Chudinova Iu.V., Sirotina E.A. Problems of sour soil fertility increasing in Tomsk region	31
Iushkevich L.V., Kem A.A. Impact of soil press work on crop yield in the forest steppe of Western Siberia	38

BIOLOGY

Ashmarina L.F., Ermokhina A.I., Galaktionova T.A. Structure of micromycete complex of feed crops in the forest steppe of Western Siberia.....	44
Dvurechenskiy V.G., Sokolov D.A., Seredina V.P. Qualitative assessment of soils in technogenic landscapes of Gorkovskiy anthracitous deposit	53
Pototskaia I.V., Shamanin V.P., Pozherukova V.E., Gultiaeva E.I., Morgunov A.I. Starting material with <i>Ae. Tauschii</i> genome for selection to race non-specific resistance to brown rust and stem rust.....	62
Surin N.A., Liakhova N.E., Gerasimov S.A., Lipshin A.G. Selection and assessment of barley genotypes of Eastern-Siberian selection	70

VETERINARY SCIENCE AND LIVESTOCK FARMING

Burmistrov V.A., Shkil N.N., Shkil S.P. Morphological and physical parameters of Argovit silver nanoparticles.....	78
Guliaeva L.Iu., Ulitko V.E., Erisanova O.E., Pykhtina L.A., Lifanova S.P. Aminoacid composition of eggs as a criterion of assimilation processes in hens bodies when applying antioxidant specimen	86
Rafikova E.R., Nozdrin G.A., Leliak A.A. Correlations among Vetom 21.77 doses, mass and some hematological parameters of broilers.....	92
Tishkov M. Iu., Mikhailov V.I., Shmakova O. N. Parasitic diseases of deer and the wild hoofed mammals at some hunting farms of Russia.....	103
Chechenikhina O.S., Likhodeevskaia O.E. Factors influencing dairy productivity when milking barns	108

АГРОНОМИЯ

УДК 631.8:634.2

DOI:10.31677/2072-6724-2018-48-3-7-16

**ВЛИЯНИЕ СОРТОВЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ ЗОН
ВЫРАЩИВАНИЯ АБРИКОСОВ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ИХ ПЛОДОВ**

¹Б. М. Гусейнова, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

²Т. И. Даудова, старший научный сотрудник

¹Дагестанский государственный университет
народного хозяйства, Махачкала, Россия

²Прикаспийский институт биологических ресурсов
ДНЦ РАН, Махачкала, Россия
E-mail: batuch@yandex.ru

Ключевые слова: плоды абрикоса, сортовые особенности, биохимический состав, почвенно-климатические факторы, высотный градиент

Реферат. Впервые представлены результаты исследования биохимических комплексов плодов абрикоса (*Prunus armeniaca* L.) различных сортов (Дженгутаевский, Краснощекий, Хонобах и Шалах), произрастающих в уникальных почвенно-климатических условиях Дагестана – на равнине, а также в плодовых зонах, расположенных в предгорье и в горной речной долине. Элементный состав абрикосов изучен методами пламенной и атомно-абсорбционной фотометрии. Содержание титруемых кислот, сахаров, пектиновых веществ и витамина С определяли титрометрически, фенольных соединений и витамина Р – колориметрически. Решалась задача выявления ценных в пищевом плане сортов, а также проводился поиск оптимальных экологических ниш на территории Дагестана, где изучаемые сорта абрикоса могут максимально проявить свои биологические возможности. Такие исследования важны как для эффективного использования ресурсного потенциала плодовых зон, расположенных на различных высотах над уровнем моря, так и для производства новой продукции из абрикосов с высокими показателями пищевой ценности. Выявленные сортовые различия биохимических комплексов изученных плодов позволяют объективно оценивать их пищевые достоинства. В плодах сорта Шалах определено наибольшее количество пектиновых веществ – 0,84 %, витамина С – 15,7 мг%, фенольных веществ – 137,1 мг% и витамина Р – 72,5 мг% и всех характерных для абрикоса макро- и микроэлементов, за исключением меди. Сорт Хонобах отличался высоким количеством сахаров и меди, а Дженгутаевский – титруемых кислот. По концентрации магния и йода лидировали сорта Шалах и Краснощекий – соответственно 63,4 и 57,0; 1,2 и 1,1 мкг%. Также определено, что природные условия горной долины способствуют усиленному накоплению в абрикосах титруемых кислот, витаминов С и Р, фенольных и пектиновых веществ, микроэлементов – цинка, меди и железа. Адаптация всех исследованных сортов к почвенно-климатическим факторам равнины дала возможность концентрировать в плодах больше сахара, калия, кальция, магния, натрия и йода. Результаты исследования биохимического состава абрикосов позволяют рекомендовать производить новые насаждения этой садовой культуры с учетом высотного градиента места выращи-

вания. Полученные сведения о питательной ценности абрикосов сортов Джэнгутаевский, Краснощекий, Хонобах и Шалах могут быть применены для разработки рецептур новых пищевых продуктов функционального назначения.

IMPACT OF VARIETY FEATURES AND ENVIRONMENTAL FACTORS OF ZONES WHERE APRICOTS ARE GROWN ON BIOCHEMICAL COMPLEX OF APRICOTS

¹ Guseinova B.M., Dr. of Agricultural Sc., Professor

² Daudova T.I., Senior Research Fellow

¹Dagestan State University of Economics, Makhachkala, Russia

²Trans-Caspian Institute of Biological Resources DNC RAS, Makhachkala, Russia

Key words: apricots, variety features, biochemical composition, soil and climate factors, altitudinal gradient.

Abstract. *The article explores biochemical complexes of apricots (*Prunus armeniaca* L.) of different varieties (Dzhengutaevskiy, Krasnoshchekiy, Khonabah and Shalah), which grow in the unique soil and climatic conditions of the Republic of Dagestan on the plain, and in the fruit zones located in the foothills and in the mountainous river valley. The researchers investigated the components of apricots by means of flame and atomic absorption photometry. The composition of titratable acids, sugars, pectin substances and vitamin C was determined colorimetrically by titrimetric, phenolic compounds and vitamin P. The paper identifies varieties valuable for consumption and appropriate environmental zones in Dagestan, where the apricot varieties can reveal their biological properties most. Such studies are important and relevant both for effective use of resource capacities in fruit zones located at different heights above sea level, and for production of new apricot products with high nutritional values. The revealed varietal differences in the biochemical complexes of the studied fruits allow to assess their nutritional values. The authors observed the highest number of pectin substances in Shalah fruits – 0.84%, vitamin C – 15.7 mg%, phenolic substances – 137.1 mg% and vitamin P – 72.5 mg% and all macro- and microelements typical for apricot, except copper. Honabach variety had a high amount of sugar and copper, and Gengutsu – titratable acids. The highest concentration of magnesium and iodine was observed in Shalah and Krasnoshchekiy varieties respectively 63,4-57,0 and 1,2-1,1 mkg%. The authors outline that environmental conditions of the mountain valley contribute to the increased accumulation of titrated acids, vitamins C and P, phenolic and pectin substances and zinc, copper and Fe in apricots. Adaptation of all studied varieties to soil and climatic factors of the plain increased concentration of sugar, potassium, calcium, magnesium, sodium and iodine in fruits. The results of experiment on biochemical composition of apricots allow us to recommend producing of new crop plantings taking into consideration the altitude gradient of the growing place. The data obtained on nutritional value of apricot varieties Dzhengutaevskiy, Krasnoshchekiy, Khonabah and Shalah varieties can be applied for developing formulations for new functional food products.*

Здоровье и продолжительность жизни человека в основном определяются рационом питания. Согласно анализу, проведенному с помощью DALY's (disability adjusted life years), было установлено, что в Европе причиной более 50% болезней является недостаточное потребление фруктов и овощей, а также малоподвижный образ жизни [1]. Кроме главных нутриентов (белки, жиры и углеводы),

для нормальной жизнедеятельности человека необходимо наличие биологически активных соединений, антиоксидантов, веществ, обладающих протекторными свойствами, регулирующих функции организма и снижающих риск возникновения ряда заболеваний. Растительная пища служит основным и самым доступным источником этих соединений для человека. Проблема производства расте-

ний с высоким содержанием биологически активных веществ (БАВ) актуальна во всем мире и связана с их недостатком в рационе у населения многих стран.

Оценка и отбор растений с богатым биохимическим комплексом, а также изучение их биологической и пищевой ценности необходимы для создания пищевых продуктов, обогащенных дефицитными макро- и микронутриентами [2]. Поскольку качество продукта зависит от генотипа, климатических условий региона и агротехнических приемов, изучение и выявление особенностей накопления БАВ в плодах садовых культур становится актуальной задачей исследований, которые определяют дальнейшее направление введения адаптивного садоводства и развития технологии получения продуктов высокой пищевой ценности. Поэтому для успешного внедрения в жизнь инновационных технологий получения качественной импортозамещающей плодовой продукции важны эколого-биохимические исследования, выявляющие закономерности формирования богатых биохимических комплексов в плодах садовых культур под влиянием факторов среды.

Данная проблема не может решаться, как считают отечественные и зарубежные ученые, без изучения реакции плодов, определяемой по изменчивости биохимических показателей, на совокупность воздействия на них экологических факторов – структуры и состава почвы под деревьями, погодных условий, высоты расположения мест культивирования над уровнем моря и др. [3–5]. В научной литературе имеются сведения о химическом составе плодов абрикоса различных сортов и влиянии на него экологических факторов места произрастания [6–9]. Однако данных сравнительного анализа нутриентного состава абрикосов сортов Дженгутаевский, Краснощекий, Хонобах и Шалах, культивируемых в Дагестане на различных высотах над уровнем моря, мы не обнаружили.

Известно, что важными климатическими факторами, оказывающими большое влияние на физиологические процессы, происходящие в растениях, являются сумма активных

температур (САТ) и количество осадков, выпадающее за вегетационный период. Почва, благодаря своим уникальным свойствам, обладает способностью обеспечивать растения питательными веществами. Известно, что на образование и качество плодов влияют химические компоненты почвы – минеральные вещества и гумус, а также гранулометрический состав, обуславливающий все её физико-механические свойства [4, 10].

Для достижения высоких показателей качества плодового сырья необходимо учитывать влияние высотного градиента территории произрастания, потому что по мере увеличения высоты над уровнем моря происходит закономерное снижение суммы активных температур, а также увеличение годового количества осадков и гидротермического коэффициента (ГТК).

Дагестан располагает большим количеством площадей, пригодных для культивирования плодовых и ягодных культур. Они расположены в трех микроклиматических зонах: равнинной, предгорной и горной, различающихся по почвенно-климатическим условиям. Поэтому республика нуждается в решении задачи рационального использования агроклиматических ресурсов.

Большое народно-хозяйственное значение для Дагестана имеет абрикос (*Prunus armeniaca* L.) – одна из самых популярных плодовых культур в целом ряде стран мира [11, 12]. Плоды абрикоса по питательному индексу мякоти стоят на первом месте среди косточковых культур [6]. Они содержат широкий спектр пищевых веществ (сахара, кислоты) и лечебно-профилактических БАВ (витамины, полифенолы, пектин). Согласно породному районированию, под абрикос в Дагестане отведено около 4 тыс. га, что составляет 14% от общей площади, занимаемой садами [13]. В садоводческих хозяйствах и коллекционных участках Дагестанской опытной станции селекции плодовых культур имеется более 60 сортов абрикоса. Широко распространены в Дагестане сорта Дженгутаевский, Краснощекий, особую популярность у потребителей из-за высоких вкусовых свойств

плодов завоевали аборигенный сорт Хонобах и интродуцированный Шалах.

Цель нашей работы – изучение особенностей формирования биохимического комплекса в плодах абрикоса в зависимости от сортовой принадлежности и почвенно-климатических факторов зон выращивания, расположенных на различных высотах над уровнем моря; выявление перспективных сортов абрикоса и плодовых зон на территории Дагестана с оптимальными природными условиями, способствующими выращиванию абрикосов, обладающих большим запасом макро- и микронутриентов, что важно при разработке технологических основ производства продуктов питания функционального назначения.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2014–2016 гг. Объектами исследования являлись плоды абрикоса (*Prunus armeniaca* L.) сортов Дженгутаевский, Краснощекий, Хонобах и Шалах, в которых определяли биохимический состав. Опытные участки в садах расположены в различных плодовых зонах Дагестана:

– в равнинной (Дербентский район) на высоте 18 м над уровнем моря. Почва под изучаемыми культурами светло-каштановая, суглинистая, содержание гумуса в слое 0–10 см составляет 3,5–5,0%, а в слое 20–30 см – 2,2–3,1%. Почвенно-поглощающий комплекс насыщен Са и Mg с содержанием до 22 и 7–9 мг-экв/100 г почвы соответственно. Почва хорошо обеспечена калием – 6 мг/100 г почвы, средне – подвижным фосфором и азотом. Количество Na варьирует в пределах 0,07–0,63 мг-экв/100 г почвы [14]. Климат умеренно жаркий, САТ – 3900–4000 °С, средняя температура воздуха самого теплого месяца 24,8 °С, среднегодовое количество осадков 342–360 мм;

– в предгорной (Буйнакский район) на высоте 475 м над уровнем моря. Почва каштановая, тяжелосуглинистая, в перегнойно-аккумулятивном горизонте которой содержится от

3 до 6% гумуса. Сумма поглощенных оснований – 20–30 мг-экв/100 г почвы, в минеральном составе преобладают Са (16–19 мг-экв) и Mg (4–6 мг-экв), содержание обменного Na 0,02–0,04, а калия – 40–60 мг-экв/100 г почвы [14]. Климат умеренно-континентальный с заметным проявлением высотной поясности, САТ – 3500–3600 °С, средний показатель температуры воздуха самого теплого месяца 22,7 °С, среднегодовое количество осадков 350–380 мм;

– в горно-долинной зоне (Гергебильский район) на высоте 1142 м над уровнем моря. Почва участков каштановая, аллювиально-луговая, среднесуглинистая, имеет слоистое строение, карбонатная, отличается достаточным плодородием. Гумуса в ней содержится 1,5–3,2%. Валовое количество азота достигает 0,12–0,18%, фосфора – 0,10–0,18, калия – 1,2–1,5% [14]. Особенности климатического режима являются высокая температура летнего периода (июльская 18–20 °С) и низкие зимние температуры (январская –4... –6 °С). САТ в среднем составляет 3000–3200 °С. За год выпадает 400–420 мм осадков.

Сбор плодов абрикоса осуществляли по достижении ими съемной зрелости. На опытных садовых участках, расположенных на различных высотах над уровнем моря, проводились идентичные агротехнические мероприятия в одни и те же сроки. Определение показателей биохимического состава плодов, с целью обеспечения достоверности полученных экспериментальных данных, проводили четырехкратно.

Качественный состав и количественное содержание биоконпонентов в опытных образцах абрикосов оценивали по следующим показателям: массовая концентрация сахаров – ГОСТ 8756.13–87, титруемых кислот – ГОСТ 25555–0–82, содержание витамина С (аскорбиновая кислота) – ГОСТ 24556–89, пектиновых веществ – ГОСТ 29059–91, фенольных соединений и витамина Р (рутин) – колориметрическим методом с использованием прибора ФЭК-56М (Россия). Содержание кальция, фосфора, магния, железа, цинка и токсичных элементов кадмия и свинца

определяли атомно-абсорбционным методом с использованием прибора HITACHI-208 (Япония), натрия и калия – методом спектрометрии на пламенном фотометре FLANPO-4 (Германия). Концентрацию йода определяли потенциометрически с применением йодселективного электрода.

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли с помощью пакета программ SPSS 12.0 для ОС Windows. Достоверность полученных отличий определяли с использованием t-критерия Стьюдента. Статистически значимыми различия считали при $P \leq 0,05$. Экспериментальные данные представлены в виде среднего значения ($\bar{X}$) и стандартной ошибки среднего значения ($\pm SE$).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ химического состава абрикосов показали, что в плодах, выращенных в различных почвенно-климатических условиях, формируется неидентичное количество биологических компонентов, характеризующих пищевую ценность, лечебно-профилактические и вкусовые достоинства плодов

(табл. 1, 2). Содержание сахаров в абрикосах из равнинной плодовой зоны составляло 8,2 (Дженгутаевский) – 11,5 г/100 см³ (Хонобах). С повышением высоты места произрастания над уровнем моря количество сахаров в плодах уменьшалось. Однако различия показателей сахаронакопления были незначительными – в пределах 0,8 (Шалах) – 1,9 г/100 см³ (Хонобах). На наш взгляд, одной из причин невысокой, по сравнению с урожаем с равнины, концентрации сахаров в плодах из горнодолинной зоны является большее выпадение осадков в Гергебильском районе. Это привело к росту свободной влаги в плодах и разбавлению клеточного сока, содержащего сахара.

Концентрация титруемых кислот, играющих важную роль в обменных процессах и служащих исходным материалом для синтеза многих биологических компонентов, в исследованных абрикосах варьировала от 1,19 (Хонобах) до 1,54% (Дженгутаевский). Эти показатели в среднем согласуются с экспериментальными данными (0,3–1,2%), приведенными в работе [6]. В абрикосах из горного Дагестана оказалось больше титруемых кислот, чем в опытных образцах из равнинной

Таблица 1

Влияние почвенно-климатических условий зон плодового хозяйства на синтез биологических компонентов в плодах абрикосов различных сортов. ($\bar{X} \pm SE$, Республика Дагестан, (2014–2016 гг.)
Impact of soil and climate conditions in the zones of fruit gardening on synthesis of biological components in apricots of different varieties. (2014-2016)

Сорт	Массовая концентрация					
	сахара, г/100см ³	титруемые кислоты, %	пектиновые вещества, %	фенольные вещества, мг%	витамин Р, мг%	витамин С, мг%
<i>Дербентский район (равнина)</i>						
Краснощекий	7,70±0,12	1,33±0,03	0,72±0,02	83,30±1,62	42,40±0,80	9,20±0,23
Хонобах	11,50±0,11	1,19±0,02	0,61±0,01	67,20±1,31	37,90±1,82	12,50±0,25
Шалах	9,50±0,18	1,37±0,02	0,84±0,02	137,10±2,60	72,50±2,13	15,70±0,32
Дженгутаевский	8,20±0,17	1,54±0,03	0,54±0,03	124,50±2,42	51,10±2,04	7,90±0,19
<i>Буйнакский район (предгорье)</i>						
Краснощекий	7,30±0,10	1,39±0,03	0,77±0,03	86,50±0,81	44,80±2,13	9,90±0,18
Хонобах	10,40±0,21	1,26±0,02	0,68±0,01	69,60±1,33	39,50±1,31	13,40±0,21
Шалах	9,00±0,24	1,44±0,04	0,90±0,02	149,10±4,20	75,10±2,32	16,50±0,15
Дженгутаевский	7,70±0,07	1,59±0,02	0,59±0,02	128,20±2,51	54,00±1,52	9,10±0,17
<i>Гергебильский район (горная долина)</i>						
Краснощекий	6,40±0,09	1,45±0,01	0,81±0,03	88,20±2,50	46,30±0,82	11,60±0,23
Хонобах	9,60±0,10	1,30±0,03	0,74±0,03	72,90±2,03	41,70±1,14	14,80±0,19
Шалах	8,70±0,16	1,50±0,03	0,98±0,02	159,90±3,15	76,90±1,41	17,90±0,26
Дженгутаевский	7,30±0,13	1,68±0,02	0,67±0,01	132,70±3,42	56,60±1,52	9,90±0,16

и предгорной зон плодородства. Это, на наш взгляд, объясняется различием САТ, атмосферного давления, влажности воздуха и влагоемкости почв на участках под растениями. Известно, что в зеленых плодах при низких температурах (10–15°C) ночью происходит синтез органических кислот, а при высоких температурах (30–37°C) образуются сахара. В местности, где САТ высокая (на равнине), дыхательные процессы у растений протекают энергичнее, при этом усиливается расход титруемых кислот, а в плодах из горных районов в период созревания часто определяется даже избыточная кислотность [10].

В абрикосах содержатся пектиновые вещества – нутриенты, играющие важную роль в профилактике различных заболеваний. Содержание их в суточном рационе человека должно составлять 5–6 г. Они обладают желобразующими и протекторными свойствами, способствуют выведению из организма радионуклидов и канцерогенов. Как видно из табл. 1, значительное количество пектиновых веществ выявлено в плодах сортов Шалах – 0,84 и Краснощекий – 0,72 %, что превышает соответственно на 0,13 и 0,14 % концентрацию пектинов, показанную Д.Р. Созаевой и др. [7]. Больше всего пектинов определено в абрикосах, выращенных в горно-долинной зоне, где содержание этих веществ варьировало от 0,67 (Дженгутаевский) до 0,98 % (Шалах). По количеству пектинов абрикосы не уступают плодам айвы и яблони, которые считаются пектиносодержащим сырьем [6]. Сравнение наших данных с результатами Z.I. Kertesz [9] показало, что большинство из изученных сортов абрикоса, культивируемых в Дагестане, не уступало выращиваемым в США по содержанию пектиновых веществ в плодах (у американских сортов оно составляет в среднем 0,87 %).

Пищевая ценность абрикосов в значительной степени обуславливается наличием витамина С (аскорбиновой кислоты) – сильного антиоксиданта. Учитывая тот факт, что С-витаминную недостаточность ощущает 50 % населения России, интересно было определить, какие из исследованных абрикосов

могут быть лучшими поставщиками витамина С. Известно, что многие сорта абрикоса по его содержанию превосходят такие культуры, как черешня, слива, яблоня и груша [6]. Абрикосы сорта Шалах (15,7 мг%) оказались наиболее богатыми витамином С по сравнению с плодами других изученных сортов (см. табл. 1). Сравнительный анализ полученных результатов с литературными данными показал, что количество витамина С, выявленное в опытных образцах, сопоставимо с данными других исследователей: 7,6–12,7 0 [6] и 7,3–9,8 мг% [8]. При определении концентрации витамина С в абрикосах в зависимости от высотной поясности была отмечена такая же тенденция, как для пектиновых веществ и титруемых кислот – с ростом высоты места произрастания усиливались реакции его синтеза. В абрикосах из предгорной и горно-долинной зоны витамина С накопилось больше, чем в плодах с равнины.

Рутин (витамин Р) является синергистом аскорбиновой кислоты. Это объясняется его способностью снижать редокс-потенциал витамина С и блокировать ионы тяжелых металлов, катализирующие окисление аскорбиновой кислоты с образованием прочных хелатных соединений, а также косвенным участием витамина С в накоплении рутина [15]. Как видно из табл. 1, наивысшая концентрация витамина Р была обнаружена в плодах сорта Шалах: 72,5 (равнина) – 73,9 мг% (горная долина). Увеличение его содержания в абрикосах с ростом высотного градиента места произрастания было незначительным: 3,8 (Хонобах) – 5,5 мг% (Дженгутаевский).

О ценности плодов можно судить по накоплению фенольных веществ, обладающих противовоспалительными, антиаллергическими, антивирусными и противоканцерогенными свойствами. Наиболее обеспеченными этими веществами оказались абрикосы сорта Шалах (137,1 мг%). С повышением высоты места выращивания абрикосов над уровнем моря количество фенолов в плодах всех исследованных сортов увеличивалось в пределах от 5,8 (Краснощекий) до 16,6 % (Шалах)

по сравнению с их содержанием в абрикосах равнинной зоны.

Помимо углеводов, фенолов, кислот и витаминов С и Р в абрикосах сортов Дженгутаевский, Краснощекий, Хонобах и Шалах определены качественный состав и количественное содержание макро- и микроэлементов (см. табл. 2). Концентрация минеральных веществ в растениях зависит

от многих факторов, но основными являются генетический и почвенно-климатический. Генетический регулирует потребности в определенных элементах отдельных групп растений, а экологический становится ведущим, когда почва, на которой они произрастают, обогащена доступными формами минералов.

Таблица 2

Элементный состав плодов абрикоса, выращенных в различных зонах плодоводства.
(2014–2016 гг.), мг% на сырую массу
Element composition of apricots grown in different horticultural zones
(2014-2016), mg% on wet weight

Сорт	Макроэлементы				Микроэлементы, мкг% на сырой вес			
	K	Na	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	I(i)
<i>Дербентский район (равнина)</i>								
Краснощекий	350,0±6,3	38,2±0,7	29,3±0,5	57,0±1,1	535,1±9,7	108,2±2,1	67,4±1,3	1,10±0,03
Хонобах	280,1±2,8	31,0±0,3	35,2±1,0	51,9±1,0	378,6±7,5	112,3±1,1	42,0±1,6	0,70±0,02
Шалах	372,5±7,5	52,9±1,0	43,8±0,4	63,4±0,6	629,8±11,4	98,7±1,8	68,2±1,3	1,20±0,02
Дженгутаевский	258,9±5,1	44,7±1,7	31,0±0,9	42,7±0,8	501,5±13,4	121,3±3,4	53,3±1,0	0,90±0,03
<i>Буйнакский район (предгорье)</i>								
Краснощекий	340,3±7,4	35,6±1,0	27,6±0,5	54,3±1,7	542,2±12,7	113,6±3,2	69,7±0,6	0,90±0,03
Хонобах	266,2±5,9	29,3±1,1	33,4±0,6	46,7±1,4	388,4±9,3	116,0±4,5	45,1±0,9	0,80±0,02
Шалах	352,8±5,7	48,5±1,9	41,2±0,4	60,9±1,8	643,9±11,5	102,6±2,9	72,5±1,9	1,00±0,02
Дженгутаевский	250,0±2,9	43,1±0,8	29,5±0,5	40,1±0,8	516,2±12,8	127,1±3,1	54,5±1,8	0,70±0,01
<i>Гергебильский район (горная долина)</i>								
Краснощекий	331,3±7,3	33,2±0,3	25,8±1,0	52,7±1,0	563,1±13,2	117,0±3,7	71,9±0,8	0,70±0,02
Хонобах	247,8±7,7	27,1±0,8	32,0±0,6	43,5±0,4	399,7±5,4	122,2±4,0	47,8±0,7	0,60±0,03
Шалах	340,7±6,4	46,0±1,3	39,3±1,2	58,2±1,2	658,9±8,3	109,3±2,3	75,3±0,9	0,90±0,02
Дженгутаевский	239,2±3,6	41,2±0,9	26,6±1,1	37,6±0,9	539,7±15,7	134,0±1,9	59,0±1,1	0,50±0,01

Как видно из табл. 2, исследованные абрикосы отличались друг от друга способностью накапливать эти биогенные вещества. Во всех опытных образцах были идентифицированы калий, кальций, натрий и магний – важные показатели питательной ценности. Калий и натрий активно влияют на процессы водно-солевого обмена, перенос к клеткам тканей аминокислот и углеводов. Кальций участвует в осуществлении процессов нервной возбудимости, мышечного сокращения, свертывания крови, в формировании костной ткани [16]. Плоды всех исследованных сортов абрикоса оказались богаты калием (258,9–372,5 мг%) и кальцием (29,3–43,8 мг%). Продукты растительного происхождения, как известно, содержат много магния и часто обеспечивают $2/3$

поступления его с пищей. Магний – кофактор ряда важнейших ферментов углеводно-фосфорного и энергетического обмена. По количеству этого макроэлемента лидировали сорта Шалах и Краснощекий. Железо и цинк, присутствовавшие в плодах всех исследованных сортов, способны образовывать комплексы с соответствующими группами веществ (лигандами). Они выполняют функции специфических катализаторов важнейших процессов метаболизма [16]. Наибольшее количество железа обнаружено в абрикосах сорта Шалах (629,8 мкг%). Далее следовал сорт Краснощекий (535,1 мкг%), а за ним – Дженгутаевский (501,5 мкг%). У сорта Шалах отмечено также наибольшее количество цинка (68,2 мкг%). В среднем во всех ис-

следованных сортах абрикоса концентрация макро- и микроэлементов оказалась выше (за исключением содержания калия в сортах Хонобах и Дженгутаевский), чем количества, указанные в таблицах химического состава плодов [8].

Содержание всех идентифицированных макро- и микроэлементов в исследованных абрикосах различалось в зависимости от того, в каких почвенно-климатических условиях они выращиваются. Концентрация обнаруженных минеральных веществ, за исключением железа, цинка и меди, была самой высокой в плодах всех сортов абрикоса, собранных на равнине. Этот факт объясняется тем, что почвы под культурами в этой зоне более богаты калием, кальцием, натрием и магнием по сравнению с почвами предгорной и горно-долинной зоны, но менее обеспечены микроэлементами. Зависимость содержания обнаруженных минеральных соединений в абрикосах от количества этих минеральных элементов в почвах предгорной и горно-долинной местности также четко прослеживалась.

В плодах сортов Шалах и Краснощекий йода было больше, чем в Дженгутаевском и Хонобахе (соответственно 1,2 и 1,1 мкг%). Известно, что йод, участвующий в образовании тироксина, является важным регулятором некоторых процессов обмена веществ. Потребность взрослого человека в йоде составляет 0,1–0,2 мг/сут [16]. Данные о количестве йода в абрикосах, культивируемых в Дагестане, особенно важны, поскольку в республике отмечается дефицит этого элемента в воде и почве. Исследования показали, что природные условия равнинной зоны способствуют наиболее эффективному накоплению йода в абрикосах.

Температурный режим и среднегодовое количество осадков, обусловленные увеличением высоты мест произрастания абрикосовых деревьев, не так явно, как почвы, повлияли на процесс накопления макро- и микроэлементов в плодах.

Оценка безопасности абрикосов показала, что независимо от принадлежности к определенному сорту содержание в них токсичных

элементов – свинца и кадмия не превышало ПДК, утвержденные Техническим регламентом Таможенного союза о безопасности пищевой продукции (ТР ТС 021/2011).

ВЫВОДЫ

1. Определена сортовая специфичность и необходимость экологического сортоизучения с целью выделения наиболее перспективных сортов абрикоса для возделывания. Сорт Шалах хорошо адаптировался в природных условиях Дагестана, а лучшими питательными свойствами, судя по биохимическому составу плодов, обладают сорта Краснощекий и Хонобах. Почвенно-климатические факторы равнинной зоны Дагестана способствуют значительному накоплению в абрикосах сахаров и жизненно важных минеральных веществ – калия, кальция, магния, натрия и йода, а природные условия горных долин усиливают синтез в плодах титруемых кислот, витаминов С и Р, фенольных и пектиновых соединений, а также поступление в абрикосы микроэлементов – цинка, меди и железа.

2. Выявленные особенности биохимического состава абрикосов сортов Дженгутаевский, Краснощекий, Хонобах и Шалах, выращиваемых в Дагестане, позволяют рекомендовать осуществлять новые посадки абрикосовых деревьев в плодовых зонах с учетом влияния почвенно-климатических факторов, в том числе высотного градиента. По сумме показателей биохимического состава плодов установлено, что оптимальные природные условия в Дагестане для культивирования абрикоса с плодами высоко качества имеются на территории горных долин.

3. Полученные сведения о нутриентном составе плодов абрикоса сортов Дженгутаевский, Краснощекий, Хонобах и Шалах могут быть использованы при разработке рецептур пищевых продуктов, предназначенных для восполнения в рационе питания дефицита витаминов, фенолов, пектинов и минеральных веществ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *GBD 2015 DALYs and HALE Collaborators*. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 315 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE), 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015 // *Lancet*. – 2016. – Vol. 388, N. 10053. – P. 1603–1658.
2. *The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide* / M. H. Carlsen, B. L. Halvorsen, K. Holte [et al.] // *Nutrition Journal*. – 2010. – Vol. 9, N.3. – P. 1–11.
3. *Ширизова А.А., Агеева Н.М., Гугучкина Т.И.* Химический состав виноградных вин в зависимости от места произрастания винограда // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. – 2015. – № 32 (2). – С. 115–122.
4. *Гусейнова Б.М.* Особенности формирования аминокислотного и минерального комплекса в плодах дикоросов в экологических условиях Дагестана // *Изв. Самар. науч. центра РАН*. – 2015. – Т. 17 (5). – С. 111–115.
5. *Hasanuzzaman M., Nahar K., Fujita M.* Extreme temperature responses, oxidative stress and antioxidant defense in plants // *Abiotic stress – plant response and applications in agriculture*. K. Vahadati, C. Leslie (eds.). – INTECH, 2013.
6. *Чалая Л.Д., Причко Т.Г.* Качество плодов различных сортов абрикоса // *Садоводство и виноградарство*. – 2013. – № 3. – С. 26–30.
7. *Содержание пектинов в различных видах плодовых культур и их физико-химические свойства* / Д. Р. Созаева, А.С. Джабоева, Л.Г. Шаова, О.К. Цагоева // *Вестн. ВГУИТ*. – 2016. – № 2. – С. 170–174.
8. *Holland B., Unwin I.D., Buss D.H.* Fruit and nuts. The first supplement to McCance and Widdowsons. The Composition of Foods, RSC. – Nottingham, Lond., 1992.
9. *Kertesz Z.I.* The pectic substances. – NY, 1951.
10. *Абрамов Ш.А., Власова О.К., Магомедова Е.С.* Биохимические и технологические основы качества винограда. – Махачкала: ДНЦ РАН, 2004. – С. 61–62.
11. *Genetic diversity and differentiation of grafted and seed propagated apricot (Prunus armeniaca L.) in the Maghreb region* / H. Bourguiba, J.M. Audergon, L. Krichen [et al.] // *Sci. Hort.* – 2012. – N. 142. – P. 7–13.
12. *Genetic diversity analysis based on ISSR, RAPD and SSR among Turkish Apricot Germplasms in Iran Caucasian ecogeographical group* / K. U. Yilmaz, S. Paydas-Kargi, Y. Dogan, S. Kafkas // *Scientia Horticulturae Press*. – 2012. – P.138–143.
13. *Плодоводство Дагестана: современное состояние и перспективы развития* / Т. Б. Алибеков, А. М. Аджиев, Н. М. Загиров, Б. В. Батталов, Г. Ш. Гаджиев, Б. Р. Джабаев, Ш. Г. Батырханов. – Махачкала: ДГСХА, 2013. – С. 132–148.
14. *Почвы Дагестана. Экологические аспекты их рационального использования* / М.А. Баламирзоев, Э. М.-Р. Мирзоев, А.М. Аджиев, К.Г. Муфараджев. – Махачкала: Дагестан. кн. изд-во, 2008. – 336 с.
15. *Kalt W., Kushad M.M.* The role of oxidative stress and anti-oxidants in plant and human health: introduction to the colloquium // *Hort. Science*. – 2000. – Vol. 35, N. 40. – P. 203–209.
16. *Микронутриенты в питании здорового и больного человека* / В. А. Тутельян, В. Б. Спиричев, Б. П. Суханов, В. А. Кудашева. – М.: Колос, 2002. – 424 с.

REFERENCES

1. *GBD 2015 DALYs and HALE Collaborators*. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 315 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE), 1990–

- 2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015, *Lancet*, 2016, No. 10053 (388), pp. 1603–1658.
2. Carlsen M.H., Halvorsen B.L., Holte K., *Nutrition Journal*, 2010, No. 3 (9), pp. 1–11.
 3. Shirshova A.A., Ageeva N.M., Guguchkina T.I. *Plodovodstvo i vinogradarstvo yuga Rossii*, 2015, No. 32 (2), pp. 115–122. (in Russ.)
 4. Guseynova B.M. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2015, No. 5 (17), pp. 111–115. (in Russ.)
 5. Hasanuzzaman M., Nahar K., Fujita M., Vahadati K., Leslie C., Extreme temperature responses, oxidative stress and antioxidant defense in plants, *Abiotic stress – plant response and applications in agriculture*, INTECH, 2013.
 6. Chalaya L.D., Prichko T.G. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*, 2013, No.3, pp. 26–30. (in Russ.)
 7. Sozayeva D.R., Dzhabyeva A.S., Shaova L.G., Tsagoyeva O.K. *Vestnik voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologij*, 2016, No. 2, pp.170–174. (in Russ.)
 8. *Holland B., Unwin I.D., Buss D.H.*, Fruit and nuts. The first supplement to McCance and Widdowsons. The Composition of Foods, RSC. – Nottingham, Lond., 1992.
 9. Kertesz Z.I., The pectic substances, NY, 1951.
 10. Abramov Sh.A., Vlasova O.K., Magomedova E.S. *Biohimicheskie i tekhnologicheskie osnovy kachestva vinograda* (Biochemical and technological bases of quality of grapes), Makhachkala: DNC RAN, 2004, pp. 61–62. (in Russ.)
 11. Bourguiba H., Audergon J.M., Krichen L., *Sci. Hort.*, 2012, No. 142, pp. 7–13.
 12. Yilmaz K.U., Paydas-Kargi S., Dogan Y., Kafkas S., Genetic diversity analysis based on ISSR, RAPD and SSR among Turkish Apricot Germplasms in Iran Caucasian ecogeographical group, *Scientia Horticulturae Press*, 2012, pp. 138–143.
 13. Alibekov T.B., Adzhiyev A.M., Zagirov N.M., Battalov B.V., Gadzhiyev G.Sh., Dzhabayev B.R., Batyrkhanov of Sh.G. *Plodovodstvo Dagestana: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya* (Fruit growing of Dagestan: current state and prospects of development), Makhachkala: DGSKHA, 2013, pp.132–148 (in Russ.)
 14. Balamirzoyev M.A., Mirzoyev E.H. M-R., Adzhiyev A.M., Mufaradzhev K.G. *Pochvy Dagestana. EHkologicheskie aspekty ih racional'nogo ispol'zovaniya* (Soils of Dagestan. Ecological aspects of their rational use), Makhachkala: GU «Dagestanskoe knizhnoe izdatel'stvo», 2008, 336 p. (in Russ.)
 15. Kalt W., Kushad M.M., *Hort. Science*, 2000, No. 40 (35), pp. 203–209.
 16. Tutelyan V.A., Spirichev V.B., Sukhanov B.P., Kudasheva V.A. *Mikronutrienty v pitanii zdorovogo i bol'nogo cheloveka* (Micronutrients in food of the healthy and sick person), Moscow: Ear, 2002, 424 p. (in Russ.)

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ И ФАКТИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ НОВЫХ ГИБРИДОВ ЧЕРНОЙ СМОРОДИНЫ СЕЛЕКЦИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ГАУ

А. В. Зарицкий, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

В. В. Ковалева, магистрант

Дальневосточный государственный аграрный
университет,

Благовещенск, Россия

E-mail: zaritskii_al@mail.ru

Ключевые слова: смородина черная, сорта, гибриды, компоненты продуктивности, потенциальная продуктивность, фактическая продуктивность, узлы плодоношения

Реферат. Урожайность черной смородины является одним из важнейших хозяйственных показателей сорта. Она определяется множеством факторов, среди которых значительное место занимают морфологические особенности куста: число основных ветвей, длина побегов, количество кистей, количество ягод в кисти, масса ягод. В статье показаны различия в фактической и потенциальной продуктивности новых гибридов черной смородины селекции Дальневосточного государственного аграрного университета. Материалом для исследования послужили два гибрида, выделенные по результатам многолетних исследований в селекционном саду. Сорт Новосел был выбран в качестве контроля, так как имеет более высокие вкусовые качества ягод и продуктивность, чем районированный сорт Амурский консервный. Исследования проводили по программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, разработанной во Всероссийском научно-исследовательском институте селекции плодовых культур в 1999 г. Потенциальная продуктивность новых гибридов черной смородины значительно выше, чем у контрольного сорта Новосел. Новые сортообразцы черной смородины имеют гораздо большую длину плодоносящих побегов и большее число узлов с плодоношением. Однако фактическая урожайность незначительно различается с контролем. Различия в фактической и потенциальной продуктивности во многом определяются внешними факторами, что говорит о необходимости разработки сортовой агротехники, позволяющей снизить потери урожая. Среди причин, приводящих к снижению фактической продуктивности черной смородины, значительное место занимают высокие температуры в период созревания ягод. Один из изучаемых гибридов (9–26) является перспективным для садоводства Амурской области, так как имеет более крупные ягоды, чем у районированных сортов.

PROSPECTIVE AND REAL PRODUCTIVITY OF BLACK CURRANT NEW HYBRIDS SELECTED IN THE FAR-EASTERN AGRARIAN UNIVERSITY

Zaritskiy A.V., Candidate of Agriculture, Associate Professor

Kovaleva V.V., MSc-student

Far-Eastern State Agrarian University,
Blagoveshchensk, Russia

Key words: black currant, varieties, hybrids, productivity components, prospective productivity, real productivity, bearing nodes.

Abstract. The yield of black currant is one of the most important economic indicators of the variety. It is determined by many factors; one of them is morphological features of a bush: the number of

main branches, length of shoots, the number of tassels (bunches), the number of berries in the bunch and the mass of berries. The article explores differences in the real and prospective productivity of new black currant hybrids in the selection of Far-Eastern State Agrarian University. The researchers investigated two hybrids, identified by the results of many years research in the selection garden. Novosel variety was chosen as a control one as it has higher taste properties of berries and productivity than other zoned variety Amurskiy konservnyy. The research was carried out in accordance with the program and methods of variety study of fruit, berry and nut crops, developed in Russian Research Institute of Fruit Crops Selection in 1999. Prospective productivity of new hybrids of black currant is much higher than that of the control variety Novosel. New varieties of black currant have longer fruit-bearing shoots and greater number of bearing nodes. Otherwise, the real yield does not differ significantly from the control one. The differences in real and prospective productivity are mainly determined by external factors. This indicates the necessity to develop varietal agricultural machinery that reduces crop losses. The article highlights the reasons that result in decrease in the real productivity of black currant. They are high temperatures in the ripening period. One of the studied hybrids (9-26) is promising for horticulture in Amur region, as it has bigger berries than that of zoned varieties.

Смородина черная – высокоурожайная культура, которая пользуется в Амурской области очень высокой популярностью. Традиционно отмечается высокий спрос как на свежую ягоду, так и на посадочный материал в любительском секторе садоводства. До 1991 г. эта культура имела ведущее промышленное значение в Амурской области, под насаждения было отведено более 80% от площади посадок всех плодовых и ягодных культур. В основном плантации закладывались сортом Приморский чемпион и лишь в 2003 г. его сменил более урожайный и устойчивый к мучнистой росе сорт Амурский консервный [1]. Вместе с тем вкусовые качества ягод Амурского консервного не удовлетворяли население, он годился лишь для технической переработки [2], тогда как нужны были сорта столового назначения, отличающиеся более крупными ягодами. С 2003 по 2017 г. в Дальневосточном ГАУ было выведено три новых сорта, которые были переданы на государственное сортоиспытание: Новосел, Хвойный аромат, Малютка. Эти сорта по ряду показателей превосходили Амурский консервный, но они также не удовлетворяют всех требований рядового потребителя. Поэтому селекционная работа была продолжена и выделено еще несколько гибридов, которые в будущем могут занять достойное место в сорimente ягодных культур Амурской области.

Одной из приоритетных задач в селекции смородины черной является создание высокопродуктивных сортов, способных обеспечить стабильную урожайность в нестабильных условиях выращивания [3]. Урожайность является одним из важнейших хозяйственных показателей ценности сорта. Она в конечном итоге показывает степень соответствия сорта почвенно-климатическим условиям, его устойчивость к наиболее распространенным болезням и вредителям, способность переносить действие экстремально складывающихся (нетипичных) условий среды.

Вместе с тем продуктивность – это комплексный показатель, состоящий из множества морфологических признаков сорта. У смородины черной к ее основным морфоструктурным компонентам относятся: число плодоносящих побегов, длина междоузлий, число плодоносящих узлов на побеге, число ягод в кисти, масса ягоды. Каждый из этих признаков по-разному влияет на величину и качество урожая [4], при этом количество плодоносящих побегов, число почек на побеге и другие показатели имеют свой собственный предел у каждого сорта [3].

Таким образом, продуктивность сорта черной смородины зависит от множества факторов, среди которых значительное место занимают морфологические особенности самих сортов. Изучение компонентов продук-

тивности черной смородины позволяет определить потенциальную урожайность сорта. В селекционном отборе это является важным по той причине, что не всегда простое сравнение с контролем дает возможность оценить все возможности нового сорта (гибрида).

Ранее нами уже оценивались факторы, оказывающие влияние на продуктивность черной смородины [4]. Наибольшую роль из них играет отношение сортов и гибридов к внешним условиям. При этом исследования показали слабое влияние морфологических особенностей (многокистности, длины кисти, массы ягод), так как амурские сорта почти не отличаются по данным показателям друг от друга.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

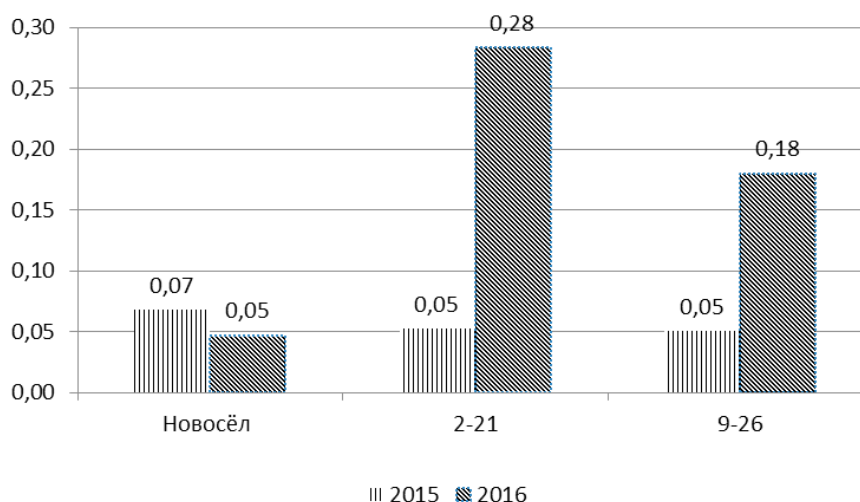
По состоянию на 2017 г. в Дальневосточном ГАУ на первичном сортоизучении находились два перспективных гибрида – 2–21 и 9–26. Гибриды были выделены по результатам многолетних исследований (2006–2013 гг.) среди сеянцев от свободного опыления сорта Малютка. В качестве контроля взят сорт Новосел как имеющий более высокие вку-

совые качества ягод и продуктивность, чем единственный районированный в Амурской области сорт Амурский консервный. К 2017 г. он прошел испытание на отличимость, однородность, стабильность. В настоящее время ожидается выдача патента на данный сорт. Новые перспективные сортообразцы должны были быть оценены в сравнении с наиболее качественным и перспективным сортом. В этой связи опытные насаждения были заложены в 2014 г. в расчете на внесение сорта Новосел в государственный реестр.

Исследования проводили по программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [5]. Статистическая обработка результатов проводилась по методике Б. А. Доспехова [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В течение последующих двух лет после закладки насаждений урожайность гибридов по годам в целом была незначительна (рисунк). В 2016 г. оба испытываемых гибрида превосходили контроль, при этом наибольшей продуктивностью отличался гибрид 2–21.



Продуктивность гибридов черной смородины на первичном сортоизучении в сравнении с сортом Новосел
Productivity of black currants hybrids in the primary study of varieties in comparison with Novosel variety

В 2017 г. изучаемые гибриды нарастили свою продуктивность (табл. 1). По урожайности гибриды 9–26 и 2–21 практически не отличаются от контроля, существенных различий выявлено не было ($НСР_{05}=1,36$ т/га). Гибрид

2–21 имел более низкую продуктивность. Однако полученные нами данные все же позволяют говорить о перспективности гибрида 9–26, так как он является более крупноплодным по сравнению с контрольным сортом.

Таблица 1

Оценка урожайности гибридов черной смородины (2017 г.)
Assessment of black currant hybrids yield (2017)

Сорт, гибрид	Продуктивность, кг с куста (по повторениям)			Урожайность, т/га (по повторениям)			
	1	2	3	1	2	3	в среднем
Новосёл (контроль)	0,4	0,4	0,1	1,33	1,33	0,33	0,99
2–21	0,3	0,2	0,1	0,99	0,66	0,33	0,66
9–26	0,4	0,5	0,1	1,33	1,66	0,33	1,10

Несмотря на отсутствие существенных различий между исследуемыми гибридами и контрольным сортом по фактической урожайности, представляют интерес данные учета отдельных компонентов продуктивности у изучаемых сортообразцов (табл. 2).

Новые гибриды черной смородины имеют гораздо большую длину плодоносящих побегов и большее число узлов с плодоношением, чем Новосел. Наибольшее среднее число ягод в кисти было отмечено у гибрида 2–21, этот же гибрид отличался и наибольшим урожаем

в расчете на один узел плодоношения. Однако фактическая урожайность с куста у него ниже, чем у других. Здесь, скорее всего, оказывают влияние число плодоносящих побегов на куст и количество почек на 30 см побега. Оба показателя выше у гибрида 9–26, а длина междоузлий у него меньше.

В целом потенциальная продуктивность этого сортообразца выше, чем у контрольного, и складывается она из большего числа ветвей в кусту и более компактного размещения кистей на плодоносящих побегах.

Таблица 2

Компоненты продуктивности гибридов (2017 г.)
Components of hybrids productivity (2017)

Показатель	Сорт, гибрид		
	Новосёл (контроль)	2–21	9–26
Количество плодоносящих побегов, шт.	4,33±0,27	6,00±0,47	8,00±2,16
Количество узлов с плодоношением, шт.	29,67±6,43	38,67±7,78	41,67±11,94
Количество кистей в узле, шт.	1,00	1,00	1,00
Количество ягод в кисти, шт.	5,37±0,32	6,55±1,41	4,40±1,36
Урожай ягод с учетной ветви, г	18,37	71,13	46,13
Урожай ягод в расчете на один узел плодоношения, г	0,62	1,84	1,12
Длина междоузлий, см	2,00±0,00	2,67±0,27	1,50±0,27
Количество почек на 30 см побега	14,00±2,05	13,67±0,72	25,67±7,00
Число плодоносящих ветвей на куст	42,33±1,52	39,00±3,27	62,00±8,81

В исследованиях И. В. Казакова и др. [7] отмечено формирование урожая черной смородины на однолетней и двухлетней древесине, а число плодоносящих стеблей варьировало в пределах 14–22 штук на куст. Н. К. Гусева [8] в своих исследованиях также указывает до

24 стеблей на один куст. Сортообразцы селекции Дальневосточного ГАУ имеют гораздо более низкие показатели по данному признаку. Самое большое количество основных побегов в год, предшествующий плодоношению, – 14 штук было отмечено у гибрида 9–26 (табл. 3).

Таблица 3

Параметры роста и развития кустов (осень 2016 г.)
Parameters of bush growth (autumn 2016)

Сорт, гибрид	Высота куста, см	Диаметр куста, см		Отношение высоты куста к диаметру	Количество основных побегов на куст, шт.	Особенности куста
		в ряду	в междурядье			
Новосёл	83	80	87	0,99	10	Прямостоячий
2–21	80	100	110	0,76	12	Раскидистый
9–26	85	120	120	0,71	14	Полураскидистый

Потенциальная продуктивность новых гибридов намного выше, чем у сорта Новосел. Однако фактическая урожайность у них находится на одном уровне. В 2017 г. она не превысила 0,3 кг с куста (табл. 4).

О.А. Тихонова [9] указывает, что масса ягоды является определяющей в продуктивности растений. В наших исследованиях при

достаточно значимых различиях в массе ягод между новыми гибридами и контрольным сортом урожайность у них остается одинаковой. Тем не менее различия в потенциальной продуктивности указывают на правильность этого вывода. Самый крупноплодный гибрид 9–26 имеет и самую высокую потенциальную продуктивность.

Таблица 4

Потенциальная и фактическая продуктивность сортообразцов селекции Дальневосточного ГАУ (2017 г.)
Prospective and real productivity of varieties of Far-Eastern State Agrarian University selection (2017)

Сорт, гибрид	Количество основных побегов на куст, шт.	Количество узлов с плодоношением, шт.	Количество ягод в кисти, шт.	Средняя масса одной ягоды, г	Урожайность, кг с куста	
					потенциальная	фактическая
Новосёл	10	29	5	0,8	1,16	0,3
2–21	12	38	6	0,9	2,46	0,2
9–26	14	41	4	1,7	3,90	0,3

Определяющими факторами в формировании урожая черной смородины в наших исследованиях стали погодные условия в течение вегетационного периода и особенно во вторую декаду июля 2017 г., когда были отмечены экстремально высокие температуры (до 33–38°C в течение 10 дней), вызвавшие осыпание ягод. Здесь также следует отметить, что при нормальных условиях осыпаемость ягод у изученных гибридов и контрольного сорта отсутствует, но в экстремальных условиях сильнее осыпался наиболее крупноплодный гибрид – 9–26. Остальные показатели (прирост и окраска листьев) у изучаемых гибридов и контрольного сорта оставались в норме, что говорит о их высокой приспособленности к условиям.

По имеющимся данным за предыдущие годы, при отборе в селекционном саду эти гибриды имели продуктивность от 0,5 до 1,6 кг с куста [10]. Причем продуктивность гибрида 2–21 была намного выше за счет отсутствия осыпаемости ягод. Это вполне согласуется с данными, представленными в табл. 2, где показано, что у гибрида 2–21 самая высокая продуктивность в расчете на один узел плодоношения.

В 2017 г. гибрид 9–26 сильнее всех пострадал от повреждающего действия высоких температур, что отрицательно сказалось на его фактической продуктивности. Ягоды этого гибрида спекались на ветвях и в большом количестве осыпались на землю. Ягоды

же сорта Новосел и гибрида 2–21, даже при наличии повреждений, с наступлением благоприятных условий восстанавливали свою черную окраску, сморщенность кожицы исчезала, и они осыпались в меньшей степени. В целом степень прикрепления ягод у гибрида 2–21 намного выше контрольного сорта и гибрида 9–26, созревает же он несколько позже. К тому же морфологические особенности гибрида 2–21 позволяют ему предохранять ягод от повреждающего действия солнечных лучей. Гибрид имеет раскидистую форму куста, и ягоды располагаются под пологом листьев.

ВЫВОДЫ

1. У новых гибридов черной смородины селекции Дальневосточного ГАУ потенциальная продуктивность значительно превосходит контрольный сорт Новосел. Различия в фактической и потенциальной продуктивности во многом определяются внешними факторами, что говорит о необходимости разработки сортовой агротехники, позволяющей снизить потери урожая.

2. Новый гибрид черной смородины 9–26 представляет значительный интерес для садоводства Амурской области, так как имеет более крупные ягоды, чем у контрольного сорта Новосел и районированного сорта Амурский консервный.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глинщикова Ф.И. Формирование сортимента плодово-ягодных культур амурских садов – Благовещенск: ДальГАУ, 2004–102 с.
2. Зарицкий А.В., Саяпина А.Г. Перспективы селекции черной смородины в условиях Амурской области // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: матер VI междун. форума (10–17 июня). Ч.2. – Благовещенск-Харбин-Хэйхэ, 2013. – С. 204–209.
3. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова. – Орел, 1995. – 499 с.
4. Зарицкий А.В., Саяпина А.Г. Факторы формирования урожая черной смородины в условиях Амурской области // Вестн. МичГАУ. – Мичуринск, 2014. – № 1. – С. 13–19.
5. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова. – Орел, 1999. – 608 с.
6. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
7. Казаков И.В., Сазонов Ф.Ф., Подгаецкий М.А. Компоненты продуктивности смородины чёрной и наследование их в потомстве // Садоводство и виноградарство. – 2010. – № 3. – С. 39–43.
8. Гусева Н.К. Основные компоненты продуктивности смородины черной и особенности наследования их в потомстве // Современное садоводство. – 2015. – № 3. – С. 5–9.
9. Тихонова О.А. Характеристика отдельных компонентов продуктивности в условиях Северо-запада России // Современные сорта и технологии для интенсивных садов: материалы науч. практ. конф. – Орел, 2013. – С. 241–244.
10. Князев С.Д., Николаева А.В., Андрианова А.Ю. Создание сортов смородины чёрной с долговременной устойчивостью к мучнистой росе // Российская сельскохозяйственная наука: докл. рос. акад. с-х наук. – 2009. – № 4. – С. 20–22.

REFERENCES

1. Glinshchikova F. I. *Formirovanie sortimenta plodovo-yagodnyh kul'tur amurskih sadov* (Formation of assortment of Fruit and berry cultures of Amur gardens), Blagoveshchensk, Dal'GAU, 2004, 102 p.
2. Zarickij A. V., Sayapina A. G. *Ohrana i racional'noe ispol'zovanie lesnyh resursov* (Protection and rational use of forest resources), Proceeding of the VI International forum, ch. 2, (10–17 July), 2013, Blagoveshchensk, Harbin, Hehheh, 2013, pp. 204–209 (In Russ.)
3. *Programma i metodika selekcii plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur* (Program and methods of breeding of fruit, berry and nuciferous cultures), Orel, 1995, 499 p.
4. Zarickij A. V., Sayapina A. G. *Vestn. MichGAU*, 2014, No 1, pp.13–19. (In Russ.)
5. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhop-lodnyh kul'tur* (Program and methods of studying varieties of fruit, berry and nuciferous cultures), Orel, 1999, 608 p.
6. Dospekhov, B. A. *Metodika polevogo opyta* (Methodology of field experience), Moscow, Kolos, 1979, 416 p.
7. Kazakov I. V., Sazonov F. F., Podgaeckij M. A. *Sadovodstvo i vinogradarstvo*, 2010, No 3, pp. 39–43. (In Russ.)
8. Guseva N. K. *Sovremennoe sadovodstvo*, 2015, No 3, pp. 5–9. (In Russ.)
9. Tihonova O. A. *Sovremennye sorta i tekhnologii dlya intensivnyh sadov* (Modern varieties and technologies for intensive gardens), Proceeding of scientific. pract. conf., Orel, 2013, pp. 241–244. (In Russ.)
10. Knyazev S. D., Nikolaeva A. V., Andrianova A. YU. *Rossiyskaya sel'skohozyajstvennaya nauka*, dokl. ross. akad. s-h nauk., 2009, No 4, pp. 20–22. (In Russ.)

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИНОКУЛЯЦИИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО И СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТОВ ГОРОХА ПОСЕВНОГО И ЕГО УРОЖАЙНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

¹А.С. Киселев, аспирант

¹Н.А. Поползухина, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

²П.В. Поползухин, кандидат сельскохозяйственных наук

²Ю.Ю. Паршуткин, научный сотрудник

²А.А. Гайдар, кандидат сельскохозяйственных наук

¹Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, Омск, Россия

²Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

E-mail: lexscofield2517@gmail.com

Ключевые слова: инокуляция, биопрепарат, симбиотический аппарат, фотосинтетическая эффективность, урожайность, горох посевной, сорт

Реферат. *Выявлено влияние инокуляции биопрепаратами на формирование фотосинтетического аппарата, клубенькообразующую способность и урожайность зерна гороха посевного. Установлены наиболее отзывчивые на обработку сорта и эффективные препараты, а также способ их использования. Материалом для исследований послужили два сорта гороха посевного Омский 9 и Омский 18 и два биопрепарата (ризоторфин и гуминатрин). Исследования осуществлялись на опытных полях Омского аграрного научно-го центра в течение 2016–2017 гг. по следующим вариантам: контроль (без инокуляции), инокуляция ризоторфином, инокуляция гуминатрином и совместная обработка. Годы исследований характеризовались различными метеорологическими условиями. Опыты и расчеты экспериментальных данных проводились по общепринятым методикам. Отмечено положительное влияние инокуляции на увеличение таких показателей, как индекс листовой поверхности и фотосинтетический потенциал. Активный симбиотический потенциал, количество и масса клубеньков ризосферы гороха посевного имели максимальные значения при обработке биопрепаратом гуминатрин и при совместной инокуляции семян ризоторфином и гуминатрином. Выявлена высокозначимая положительная связь между фотосинтетическим и активным симбиотическим потенциалом. Инокуляция в годы исследований оказывала различное влияние на урожайность сортов гороха посевного. Результаты дисперсионного анализа показали, что на урожайность сортов наибольшее влияние оказали условия лет выращивания – 34,4 %, доля вклада инокуляции составила 25,0, генотипа – 17,3 %. Сорт Омский 18 характеризовался наибольшими показателями фотосинтетической и симбиотической активности. Обработка семян гуминатрином, а также совместная инокуляция ризоторфином и гуминатрином наиболее эффективны при выращивании растений гороха посевного в условиях южной лесостепи Западной Сибири.*

INFLUENCE OF INOCULATION ON PHOTOSYNTHESIS AND SYMBIOTIC PARAMETERS OF PEA AND ITS CROP YIELD IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN FOREST STEPPE OF WESTERN SIBERIA

¹ Kiselev A.S., PhD-student

¹ Popolzukhina N.A., Dr. of Agricultural Sc., Professor

²Popolzukhin P.V., Candidate of Agriculture²Parshutkin Iu.Iu., Research Fellow²Gaidar A.A., Candidate of Agriculture¹Omsk State Agrarian University named after P.I. Stolypin, Omsk, Russia²Omsk Agricultural Research Centre, Omsk, Russia

Key words: inoculation, biospecimen, symbiotic parameters, photosynthesis effect, crop yield, pea, variety.

Abstract. The paper highlights the effect of inoculation by means of biological specimens on formation of photosynthetic parameters, nodule-forming capacities and yield of pea grain. The authors reveal the varieties which mostly respond to the tillage, effective specimens and methods of their application. The researchers explored two varieties of pea as Omskiy 9 and Omskiy 18 and two biological specimens (risotorphine and ruminatine). The study was conducted in the experimental fields of Omsk agricultural research center in 2016-2017 in the following variants: control (without inoculation), inoculation by means of risotorphine, inoculation by ruminatine and combined tillage. The researchers observed different meteorological conditions during the research. The experiments and calculations of the experimental data were carried out by means of general methodics. The positive effect of inoculation on increasing of such parameters as leaf surface index and photosynthetic potential is observed. Active symbiotic potential, number and weight of nodules rhizosphere of pea had a maximum value when being treated by biospecimen ruminatine and combined inoculation of seeds by risotorphine and ruminatine. The authors highlight significant positive relationship between photosynthetic and active symbiotic potential. Inoculation influenced the yield of pea varieties in a different way in the years of research. The results of variance analysis showed that conditions of experiment influenced the yield of varieties – 34.4 %, the proportion of inoculation effect was 25.0 % and genotype – 17,3 %. Omsk 18 variety was characterized by the highest rates of photosynthetic and symbiotic activity. Seed treatment with ruminatine and combined inoculation with risotorphine and ruminatine have impact when growing pea in the conditions of southern forest-steppe of Western Siberia.

В историческом аспекте биологическая фиксация азота воздуха при формировании и развитии естественных растительных культур сыграла ключевую роль, хотя в полевом растениеводстве ее значение еще невелико. Получение высоких урожаев достигается за счет использования больших норм минеральных азотных удобрений, вред которых уже давно доказан и известен каждому. Альтернативой минеральному может быть азот биологический [1–4].

В настоящее время проблема «биологического азота» является не новой, но по-прежнему актуальной. Концепция устойчивого развития и экологизация производства подталкивают научное сообщество к поиску альтернативных путей решения проблемы получения высококачественной сельскохозяйственной продукции.

Во-первых, биоазотфиксация может стать решением проблемы растительного белка. Получение растительного белка лимитируется количеством доступного культурам минерального азота, а представители бобовых и зернобобовых дают сверхлимитированный белок. Во-вторых, полученная продукция культур, способных к биоазотфиксации, имеет высокие кормовые и пищевые показатели, безопасна для человека и животных. В-третьих, применение биологической азотфиксации атмосферного воздуха способствует ослаблению антропологического «давления» на окружающую среду. В-четвертых, симбиотическая фиксация азота воздуха обеспечивает главное условие энергосберегающих технологий в растениеводстве – экономию ископаемой энергии на единицу продукции и снижение ее себестоимости. В-пятых, посе-

вы бобовых и зернобобовых культур, активно фиксирующих азот воздуха, способствуют решению проблемы сохранения и даже расширенного воспроизводства естественного плодородия почвы [5,6].

Один из способов решения проблемы биологического азота в прямом смысле «витают в воздухе». Имеется не одно поколение биологических препаратов, в основу которых входят штаммы клубеньковых бактерий, способных фиксировать атмосферный азот; много экспериментальных подтверждений о пользе препаратов на основе ассоциативных диазотрофов [7–9]. Но данный подход недостаточно распространен в полевом растениеводстве, хоть и доказана экономическая и экологическая составляющая предложенного метода.

Цель исследования – изучение действия биологических препаратов на рост и развитие, формирование урожайности сельскохозяйственных культур, выявление наиболее эффективных препаратов и способов инокуляции семян, отзывчивых на обработку сортов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в течение 2016–2017 гг. Полевые опыты были заложены на полях отдела семеноводства ФГБНУ «Омский аграрный центр», лабораторные анализы проводили в лабораториях ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» и ФГБОУ ВО Омский ГАУ.

В качестве объектов исследований были использованы два сорта гороха посевного – Омский 9 и Омский 18, биопрепараты ризоторфин и гуминатрин.

Полевые опыты были заложены на делянках площадью 5 м², повторность опыта пятикратная, предшественник – вторая культура после пара. Норма высева – 1,2 млн всхожих зерен на 1 га. Варианты опыта: семена гороха без инокуляции; обработка семян ризоторфином; обработка семян гуминатрином; совместная обработка семян обо-

ими препаратами. Агротехника – общепринятая для зоны южной лесостепи Западной Сибири. Обработка семенного материала проводилась в день посева. Расход рабочего раствора составляет 10 л на 1 т семян. Для приготовления рабочего раствора 2 л препарата добавляется в 8 л воды. При комплексной обработке в соответствующих вариантах проводилось смешивание препаратов в соотношении 1:1.

Расчет симбиотической активности проводили по методике Г.С. Посыпанова (1983), показателей интенсивности фотосинтеза – по методике А.А. Ничипоровича (1969). Учет урожайности зерна осуществляли сплошным обмолотом делянок с приведением к базисной влажности и 100 %-й чистоте, статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась по методике Б.П. Доспехова (метод дисперсионного анализа) [10].

Гидротермические условия в годы исследований, по данным Омской гидрометеорологической службы, имели существенные различия. По сравнению со среднемноголетними данными 2016 г. характеризовался избыточным увлажнением и умеренным теплообеспечением, 2017 г. – недостаточным увлажнением.

Почва опытного участка представлена лугово-черноземной почвой с пахотным горизонтом 22 см, содержанием гумуса 6,4 %, суммой поглощенных оснований 31 мг-экв/100 г, $pH_{\text{сол}} - 6,7$ (по данным лаборатории агрохимии ФГНБУ «Омский аграрный центр»).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Весеннее исследование опытного участка показало, что запасы продуктивной влаги и содержание основных элементов питания были на постоянном уровне. По шкале увлажнения Ильина пахотный слой почвы в годы исследований соответствовал градации умеренно-влажная. Обеспеченность верхнего 40-сантиметрового слоя почвы нитратным азотом перед посевом, в соответствии с градацией

А. Е. Кочергина, была средней. Обеспеченность пахотного слоя почвы перед посевом подвижным фосфором была высокой, а обменным калием – очень высокой (по Чирикову).

Анализ полученных данных показал, что использованные в ходе эксперимента биопрепараты имеют различное влияние на сорта гороха посевного. Индекс листовой поверхно-

сти (ИЛП) – один из показателей, характеризующих эффективность фотосинтезирующей системы растений. Он отражает отношение суммарной листовой поверхности к площади почвы, занимаемой данным фитоценозом [11]. Инокуляция семян способствовала увеличению ИЛП у рассматриваемых сортов (табл. 1).

Таблица 1

**Показатели фотосинтетической активности при инокуляции семян гороха посевного
(в среднем за 2016–2017 гг.)**

Photosynthetic effect during inoculation of pea seeds (on average in 2016–2017)

Показатель		Омский 9				Омский 18			
		К	Р	Г	Р+Г	К	Р	Г	Р+Г
Фаза бутонизации	ИЛП	0,93	0,96	1,11	1,06	1,00	1,12	1,25	1,12
	ФП	126,2	133,3	162,5	150,3	137,6	150,6	161,8	150,5
Фаза цветения	ИЛП	1,15	1,18	1,34	1,29	1,25	1,41	1,53	1,37
	ФП	183,7	180,7	214,1	206,8	205,7	223,4	251,5	226,4
Фаза плодообразования	ИЛП	1,12	0,99	1,31	1,24	1,22	1,33	1,57	1,61
	ФП	212,9	187,0	235,7	222,1	223,0	246,5	296,5	302,3

Примечание. ИЛП – индекс листовой поверхности, м²/м²; ФП – фотосинтетический потенциал, тыс.м²/га·сут; К – контроль; Р – ризоторфин; Г – гуминатрин.

Notes. LAI - leaf area index, m²/m²; FP - photosynthetic potential, thous.m²/ha·day; C – control; R – risotrophine; R – ruminatine.

Многие исследователи отмечают, что пик ИЛП приходится на фазу цветения [12]. Наш опыт подтверждает данное наблюдение. Но стоит обратить внимание, что у сорта Омский 18 в фазу плодообразования в вариантах инокуляции гуминатрином и при совместной обработке препаратами значения ИЛП оказались выше, чем в фазу цветения. Прежде всего это связано с генотипом самого сорта, так как для него характерна более продолжительная сохранность нижнего яруса листьев и вовлечение их в фотосинтетическую деятельность растений.

Наибольшая площадь листовой поверхности, приходящаяся на 1 м² посевов, в 2016 г. отмечена в вариантах с обработкой гуминатрином, как в фазу бутонизации, так и в фазу цветения. Метеорологические условия 2017 г. обусловили повышение данного показателя у сорта Омский 9 при обработке гуминатрином, а у сорта Омский 18 – при совместной обработке в те же периоды.

Фотосинтетический потенциал характеризует фотосинтетическую мощность посева, т.е. продолжительность функционирования площади листьев. Расчет данных свидетель-

ствует о положительном влиянии биопрепаратов на фотосинтетический потенциал. Однако у сорта Омский 9 при обработке ризоторфином величина этого показателя несколько снизилась. Инокуляция семян обоих сортов гуминатрином способствовала повышению изучаемого показателя. Наибольшая величина ФП была отмечена у сорта гороха Омский 18 при обработке как ризоторфином, так и гуминатрином, положительный эффект имела и обработка семян обоими препаратами одновременно. В оба года исследований максимальные значения фотосинтетического потенциала отмечались в фазу плодообразования. В данный период наблюдалось выпадение большого количества осадков (отклонение от нормы составило 163%), что способствовало активному нарастанию листовой поверхности и было подтверждено высокозначимой положительной корреляционной зависимостью ($r = +0,78$).

При оценке клубенькообразующей способности растений гороха, которая определяет эффективность функционирования симбиотического аппарата, обычно используют

такие показатели, как число клубеньков и их масса. Ряд исследователей отмечают, что пик образования клубеньков приходится на фазу цветения [13,14]. Данные табл. 2 подтверждают данное наблюдение. Инокуляция семян

обоих сортов способствовала увеличению как количества клубеньков, так и их массы у растений гороха посевного.

Особенно эффективным оказалось действие биопрепарата гуминатрин и совместной

Таблица 2

**Показатели симбиотической интенсивности при инокуляции семян гороха посевного
(в среднем за 2016–2017 гг.)**
Parameters of symbiotic intensity during inoculation of pea seeds (on average in 2016–2017)

Показатель		Омский 9				Омский 18			
		К	Р	Г	Р+Г	К	Р	Г	Р+Г
Фаза бутонизации	к.к.	2,9	3,0	3,6	3,6	3,2	3,5	4,1	3,7
	м.к.	11,7	11,6	14,4	14,5	18,2	20,8	24,4	22,8
	АСП	163,1	164,6	217,8	216,7	262,9	301,4	330,0	327,9
Фаза цветения	к.к.	3,9	4,0	5,2	4,9	4,0	4,5	4,9	5,0
	м.к.	17,7	17,3	20,9	22,1	25,5	28,8	31,5	31,4
	АСП	290,6	276,4	351,6	372,7	424,3	467,0	521,4	521,4

Примечание. к.к. – количество клубеньков, млн шт/га; м.к. – масса клубеньков, кг/га; АСП – активный симбиотический потенциал, кг·сут/га; К – контроль; Р – ризоторфин; Г – гуминатрин.

Notes. n.n. – the number of nodules, mln. un./ha; m.n. – mass of nodules, kg/ha; ASP – active symbiotic potential, kg·day/ha; C – control; R – risotrophine; R – ruminatine.

обработки обоими препаратами. Сорт Омский 18 отличался наиболее развитым симбиотическим аппаратом, о чем можно судить, прежде всего, по массе клубеньков. В 2017 г. количество клубеньков по сравнению с предыдущим годом значительно возросло: в фазу цветения, в пик образования клубеньков, значения были выше в 1,7–2,0 раза. Данная ситуация сложилась ввиду более комфортных климатических условий. Крупность клубеньков на протяжении двух лет сохранялась на одном уровне (с разницей менее 1 мг).

При расчете активного симбиотического потенциала учитывается масса клубеньков и время их функционирования. Этот показатель является неким аналогом фотосинтетического потенциала. Если один отражает фотосинтетическую эффективность, то другой – симбиотическую активность. Отличительной чертой АСП является то, что в учет берутся лишь физиологически активные клубеньки, т.е. с наличием белка леггемоглобина. Наибольшая величина АСП отмечалась в фазы бутонизации и цветения. Инокуляция рассматриваемых сортов способствовала повышению АСП, причем у сорта Омский 9 увеличение показателя отмечалось

при обработке гуминатрином и совместном использовании ризоторфина и гуминатрина, а у сорта Омский 18 – во всех вариантах опыта. Следует отметить, что наибольшая величина АСП имела место при одновременной инокуляции семян обоими препаратами. Сорт Омский 18 характеризовался наиболее высокими значениями показателя.

По данным ряда исследователей, процессы симбиотической азотфиксации и ассимиляции солнечной энергии взаимообусловлены [15]. Данные нашего исследования стали еще одним подтверждением этого (рис. 1).

Расчет коэффициентов корреляции показал высокосignificantную положительную зависимость этих показателей ($r = +0,72$). Связь между ними объясняется тем, что клубенькам для нормального функционирования требуются продукты ассимиляции CO_2 , а растению, в свою очередь, – доступные соединения азота, образуемые клубеньковыми бактериями.

Отмечено, что в 2017 г. фотосинтетический и симбиотический потенциалы растений гороха имели большие значения по сравнению с 2016 г., который характеризовался избыточным увлажнением.

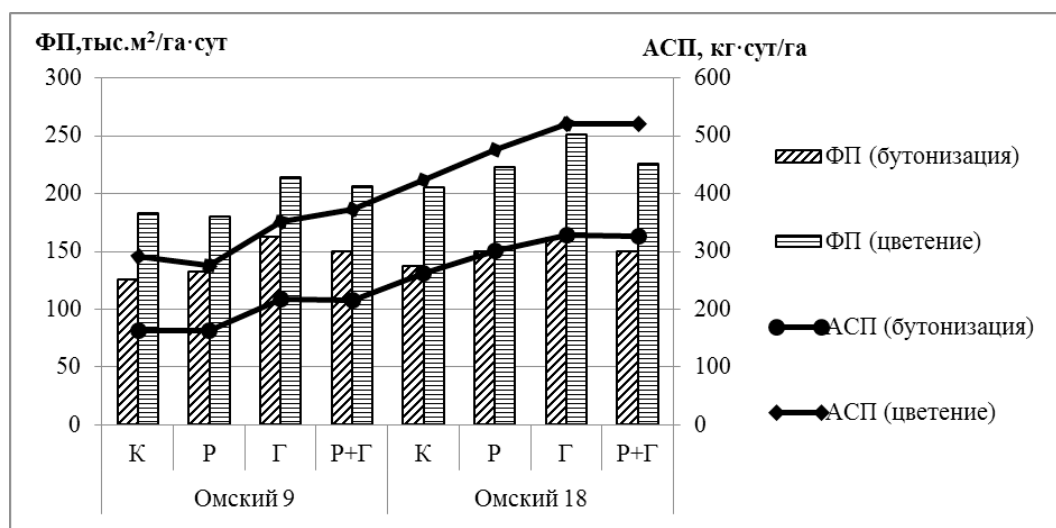


Рис. 1. Показатели фотосинтетической и симбиотической активности при инокуляции семян гороха посевного (в среднем за 2016–2017 гг.)

Indicators of photosynthetic and symbiotic effect during inoculation of pea seeds (on average in 2016-2017)

Анализ урожайности зерна показал, что инокуляция семян в контрастных условиях оказывала неоднозначное действие на сорта гороха посевного (табл. 3).

В 2016 г. обработка препаратами обоих сортов приводила к некоторому снижению урожайности обоих сортов, для сорта Омский 9 оно было достоверным. Лишь при иноку-

Таблица 3

Влияние инокуляции семян на урожайность зерна гороха посевного, т/га
Influence of seeds inoculation on pea yield, t/ha

Сорт	Год	Контроль	Инокуляция			± к контролю		
			Р	Г	Р+Г	Р	Г	Р+Г
Омский 9	2016	3,28	2,71	2,97	3,23	-0,56	-0,31	-0,05
	2017	2,31	2,63	2,71	3,02	0,32	0,40	0,71
	Среднее	2,80	2,67	2,84	3,13	-0,13	0,04	0,33
Омский 18	2016	3,18	3,02	2,97	3,45	-0,16	-0,20	0,28
	2017	2,55	3,10	2,81	2,86	0,55	0,26	0,31
	Среднее	2,87	3,06	2,89	3,16	0,20	0,02	0,29

НСР_{0,5}: 2016 г. – 0,26; 2017 г. – 0,29.

ляции сорта Омский 18 обоими препаратами было выявлено достоверное повышение урожайности – на 0,28 т/га. В 2017 г. обработка сорта Омский 9 ризоторфином способствовала достоверному увеличению урожайности – на 0,32 т/га, гуминатрином – на 0,40, совместная обработка – на 0,71 т/га. Для сорта Омский 18 более эффективным оказался ризоторфин, прибавка к контролю составила 0,55 т/га. Достоверная прибавка – 0,31 т/га была отмечена и при совместной инокуляции этого сорта обоими препаратами. В среднем

за два года исследований достоверное увеличение урожайности при инокуляции обоих сортов было установлено в варианте «ризоторфин+гуминатрин».

Дисперсионный анализ данных трехфакторного опыта показал, что на урожайность сортов гороха посевного наибольшее влияние оказывали условия разных лет выращивания (фактор В) – 31,4%, доля вклада инокуляции (фактор С) составляла 25,0, генотипа (фактор А) – 17,3, взаимодействия факторов – от 0,2 до 11,6% (рис. 2).

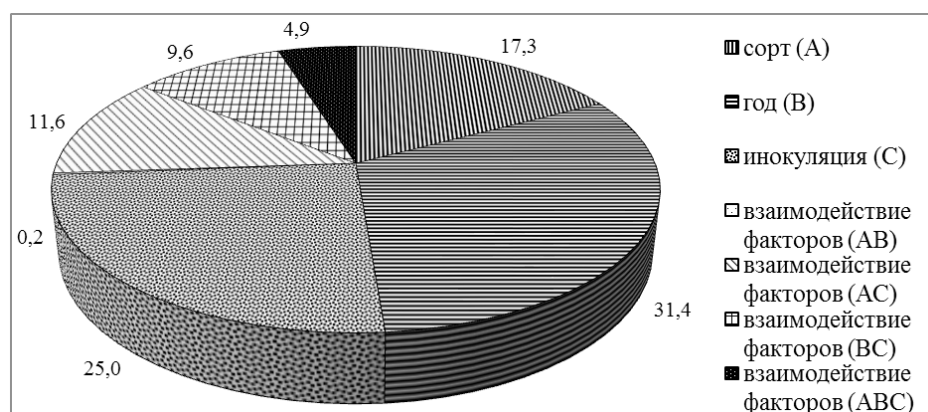


Рис.2. Доля влияния факторов на урожайность гороха посевного, % (среднее за 2016–2017 гг.)
Effect of factors on the productivity of pea seed, % (on average in 2016–2017)

ВЫВОДЫ

1. Развитие фотосинтетического и симбиотического аппаратов, формирование урожайности зерна гороха посевного определялось как агроэкологическими условиями, так и генотипом сортов, а также препаратами и способом их использования.

2. Инокуляция семян биопрепаратами способствовала увеличению показателей фотосинтеза и клубенькообразующей способности, наибольшая эффективность была отмечена

на при использовании гуминатрина, как в отдельности, так и совместно с ризоторфином. Сорт Омский 18 характеризовался большей величиной изучаемых показателей.

3. Достоверное увеличение урожайности зерна изучаемых сортов в среднем за годы исследований было отмечено при совместной инокуляции ризоторфином и гуминатрином. Доля вклада в изменчивость урожайности условий выращивания составила 31,4 %, инокуляции – 25,0, генотипа – 17,3, различного рода взаимодействия факторов – 0,2 до 11,6 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Посыпанов Г.С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка: монография – М.: ИНФРА-М, 2015. – 251 с.
2. Посыпанов Г.С., Джамро Г.Х., Кобозева Т.П. Интенсивность фотосинтеза у сои и фасоли в зависимости от величины симбиотического аппарата // Изв. ТСХА. – 1986. – № 5. – С. 19–24.
3. Тихонович И.А. Значение биологической фиксации азота для современной биологии и практики сельскохозяйственного производства // Аграр. наука. – 1993. – № 3. – С. 29–31.
4. Персикова Т.Ф. Продуктивность бобовых культур при локальном внесении удобрений: монография. – Горки, 2002. – 326 с.
5. Умаров М.М. Современное состояние и перспективы исследований микробной азотфиксации // Перспективы развития почвенной биологии. – М., 2001. – С. 47–56.
6. Емцев В.Т., Чумаков М.И. Об эффективности азотфиксирующего ассоциативного симбиоза у небобовых растений // Почвоведение. – 1990. – № 11. – С. 116–126.
7. Шабаетов В.П. Бактерии могут заменить минеральные удобрения // Химия и жизнь – XXI век [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: www.hij.ru. – (Дата обращения 19.12.2017).
8. Аужанова А.Д., Поползухина Н.А. Действие биопрепарата на основе ассоциативных азотфиксаторов на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы // Сб. науч. тр. Ставропол. НИИЖК. – 2013. – Т. 3, вып. 6. – С. 28–33.

9. *Эффективность* микробных препаратов корневых diaзотрофов при возделывании зерновых культур в условиях Алтайского Приобья/ В.С. Курсакова, Л.А. Новикова, О.О. Кузнецов [и др.] // Вестн. Алт. ГАУ. – 2013. – № 10 (108). – С. 5–7.
10. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М., 1979. – 416 с.
11. *Кадермас И.Г.* Формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов растений и их вклад в повышение продуктивности агроценозов гороха посевного (*Pisum sativum* L.): дис. ... канд. биол. наук – Омск, 2014. – 141 с.
12. *Фотосинтетическая* активность, клубенькообразующая способность и урожайность гороха посевного в условиях южной лесостепи Западной Сибири / И.Г. Кадермас, Н.А. Поползухина, А.М. Асанов [и др.] // Ом. науч. вестн. – 2013. – № 1. – С. 193–196.
13. *Озякова Е.Н.* Урожайность и особенности формирования симбиотического аппарата у сортообразцов зернобобовых культур в южной лесостепи Западной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 2009. – 182 с.
14. *Сравнительное* изучение сортов гороха посевного на способность к азотфиксации в условиях Сибирского Прииртышья / Е.Н. Озякова, Н.А. Поползухина, А.М. Асанов [и др.] // Вестн. Бурят. ГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2008. – № 2. – С. 59–64.
15. *Романов В.И.* Взаимосвязь процессов азотфиксации и фотосинтеза в бобовом растении // Биологическая фиксация молекулярного азота. – Киев: Наук. думка, 1985. – С. 147–154.

REFERENCES

1. Posypanov G.S. *Biologicheskij azot. Problemy ehkologii i rastitel'nogo belka* (Biological nitrogen. The problem phenomena and vegetable protein), Moscow, 2015, 251 p.
2. Posypanov G.S., Dzhamro G.H., Kobozeva T.P., *Izv. TSKHA*, 1986, No 5. pp. 19–24. (In Russ.)
3. Tihonovich I.A., *Agrar. Nauka*, 1993, No 3, pp. 29–31. (In Russ.)
4. Persikova T.F. *Produktivnost» bobovykh kul'tur pri lokal'nom vnesenii udobrenij* (The productivity of legumes in local development), Gorki, 2002, 326 p.
5. Umarov M.M. *Perspektivy razvitiya pochvennoj biologii* (Prospects for the development of soil biology), Moscow, 2001, pp. 47–56.
6. Emcev V.T., Chumakov M.I. *Pochvovedenie*, 1990, No 11, pp. 116–126. (In Russ.)
7. Shabaev V.P. *Bakterii mogut zamenit» mineral'nye udobreniya*, Himiya i zhizn» – XXI vek, available at: www.hij.ru, (December 19.2017).
8. Auzhanova A.D., Popolzuхина N.A. *Sb. nauch. tr. Stavropol*, 2013, Issue 6(3), pp. 28–33. (In Russ.)
9. Kursakova V.S., Novikova L.A., Kuznecov O.O., Polyakov D.I. *Vestn. Alt. GAU*, 2013, No 10 (108), pp. 5–7. (In Russ.)
10. *Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta* (The method of field experience), Moscow, 1979, 416 p.
11. *Kadermas I.G. Formirovanie fotosinteticheskogo i simbioticheskogo apparatov rastenij i ih vklad v povyshenie produktivnosti agrocnov gorosa posevnogo (Pisum sativum L.)* (Formation of photosynthetic and symbiotic apparatuses of plants and their contribution to increase of productivity of agrocnoses of peas (*Pisum sativum* L.)), Omsk, 2014, 141 p.
12. *Kadermas I.G., Popolzuхина N.A., Asanov A.M., Omel'yanyuk L.V. Om. nauch. vestn.*, 2013, No 1, pp. 193–196. (In Russ.)
13. *Ozyakova E.N. Urozhajnost» i osobennosti formirovaniya simbioticheskogo apparata u sortoobrazcov zernobobovykh kul'tur v yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri* (Yield and features of the formation of the symbiotic apparatus in the varieties of leguminous plants in the southern forest-steppe of Western Siberia), Omsk, 2009, 182 p.
14. *Ozyakova E.N., Popolzuхина N.A., Asanov A.M., Omel'yanyuk L.V., Chuyanov G.I. Vestn. Buryat. GSKHA im. V.R. Filippova*, 2008, No 2, pp. 59–64. (In Russ.)
15. *Romanov V.I. Biologicheskaya fiksaciya molekulyarnogo azota* (Biological fixation of molecular nitrogen), Kiev, 1985, pp. 147–154.

**ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ КИСЛЫХ ПОЧВ
ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**¹**И.Б. Сорокин**, доктор сельскохозяйственных наук¹**А.В. Гааг**, кандидат экономических наук, доцент¹**Ю.В. Чудинова**, доктор биологических наук, доцент²**Е.А. Сиротина**, ведущий агрохимик¹Томский сельскохозяйственный институт, Томск,
Россия² ФГБУ Станция агрохимической службы Томская, Томск, Россия
E-mail sastom@mail.ru**Ключевые слова:** кислотность почв, известкование, известняковая мука, кальций, магний, агрохимическое обследование

Реферат. *Представлены результаты анализа многолетних данных агроэкологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, проводимого Томской государственной агрохимической службой, и научных опытов для разработки мер, повышающих эффективность использования кислых пахотных земель. В Томской области 83 % пахотных земель являются кислыми и степень их кислотности ежегодно увеличивается – каждые 10 лет средневзвешенная рН снижается на 0,1–0,2 единицы, а также увеличивается площадь кислых почв. Имеется острая необходимость известкования данных почв для повышения эффективности сельскохозяйственного производства в Томской области. По расчетам, известняковой муки требуется 3,248 млн т. В области имеются свои большие месторождения известняка, например Каменское (61 млн т), расположенное в 50 км от г. Томска, где возможна добыча ценного мелиоранта, существенно поднимающего эффективность сельскохозяйственного производства. Для успешного развития сельскохозяйственного производства Томской области необходимы разработка и принятие долгосрочной целевой программы «Известкование кислых почв на территории Томской области», предусматривающей компенсацию сельхозтоваропроизводителям части затрат на известкование; проектно-сметное и техническое обеспечение работ; местное производство известняковых мелиорантов. Выполнение программы известкования кислых почв позволит увеличить ежегодное производство продукции растениеводства в Томской области на 54,9–129,2 тыс. т зерновых единиц, что приведет к увеличению ежегодного дохода на 494,1–1162,8 млн руб. (в ценах 2017 г.), а также обеспечит дальнейшее увеличение продуктивности земель сельскохозяйственного назначения с повышением эффективности удобрений, качества продукции и рентабельности производства.*

PROBLEMS OF SOUR SOIL FERTILITY INCREASING IN TOMSK REGION¹ Sorokin I.B., Dr. of Agricultural Sc.¹ Gaag A.V., Candidate of Economics, Associate Professor¹ Chudinova Iu.V., Dr. of Biological Sc., Associate Professor² Sirotina E.A., Leading Agricultural Chemist¹ Tomsk Agricultural Institute, Tomsk, Russia² Station of Agrochemical Service Tomskaya, Tomsk, Russia

Key words: soil acidity, chalking, chalky flour, calcium, magnesium, agrochemical inspection.

Abstract. The paper reveals the experimental results of long-term agroecological monitoring of agricultural land, conducted by Tomsk state agrochemical service, and experiments on designing the measures to improve efficiency of acidic arable land. In Tomsk region, 83% of arable land is acidic and the degree of acidity increases annually. Every 10 years weighted average pH is reduced on 0.1-0.2 units; the area of acidic soils increases. There is an urgent need for liming these soils in order to improve efficiency of agricultural production in Tomsk region. According to the calculations, the region requires 3,248 million tons of chalky flour. The region has its own large deposits of limestone, for example Kamenskoe (61 million tons), located 50 km from Tomsk, where it is possible to produce valuable meliorant, increasing efficiency of agricultural production. The authors make case, that for successful development of agricultural production in Tomsk region, it is necessary to design and implement long-term target program "Chalking of acid soils in Tomsk region", which assumes compensation for agricultural producers for the part of the cost of liming; design and technical support of works; local production of limestone meliorants. Implementation of the acidic soil liming program will increase annual crop production in Tomsk region on 54.9 - 129.2 thousand tons of grain units, therefore it will increase annual income on 494.1 - 1162.8 million rubles (in 2017 prices), as well as ensure further increase in agricultural land fertility with high fertilizer efficiency, product quality and profitability.

Кислотность почв, обусловленная присутствием в ней катионов алюминия, марганца, железа и водорода, оказывает влияние на подвижность и доступность большинства элементов питания растений, почвенные биохимические и микробиологические процессы.

Многолетними исследованиями и практическим опытом возделывания растений установлены следующие отрицательные для растениеводства свойства кислых почв:

- снижение эффективности минеральных удобрений в 1,5–2 раза;
- разрушение структуры почвы;
- переход Al^{+3} , Fe^{+3} в токсичную для растений форму;
- ухудшение питания фосфором, кальцием и магнием;
- увеличение поступления в растения тяжелых металлов и радионуклидов;
- потери азота и других элементов питания из пахотного горизонта;
- подавление почвенных микро- и макроорганизмов;
- снижение устойчивости сельскохозяйственных культур к заболеваниям и другим неблагоприятным условиям среды, гибель посевов озимых культур и многолетних трав при перезимовке. Все вышеперечисленное вызывает снижение урожая и его качества [1–7].

Известкование кислых почв нормализует реакцию почв, а также оказывает комплексное воздействие на свойства почв. Кальций и магний принадлежат к числу элементов, необходимых для жизни растений [8, 9]. Но содержащиеся в известковых удобрениях часто воспринимаются не как источник питания растений, а как средство снижения кислотности почв. Тем не менее наблюдается вынос кальция и магния с урожаем, а также их вымывание из корнеобитаемого слоя почвы в результате обильных дождей при промывном типе водного режима, характерном для территории Томской области. Известно, что с урожаями злаковых культур ежегодно отчуждается 20–40 кг СаО, гороха, льна – 40–60, кукурузы и картофеля – 60–120, клевера, люцерны – 120–250, а капусты – 300–500 кг.

Продолжительность действия известковых удобрений зависит от дозы их внесения, химического и гранулометрического состава применяемых мелиорантов, количества осадков, гранулометрического состава почв, а также продолжительности покрытия почв растительностью. Часто непродуктивные потери кальция и магния в почве превышают полезный вынос, поэтому для устойчивого и экологически безопасного развития сельского хозяйства необходимо управлять динамикой

почвенной кислотности [10,11]. Известкование увеличивает емкость почвенного поглощающего комплекса.

Скорость взаимодействия известковых удобрений с почвой и продолжительность их действия в сильной степени зависят от химических свойств извести и ее гранулометрического состава. С увеличением диаметра известковых частиц взаимодействие их с почвой замедляется. Поэтому для того чтобы уровень реакции почвы поддерживался относительно постоянным в течение продолжительного времени, известковые материалы должны содержать широкий спектр частиц различного размера. Изменение почвенной реакции в большей мере зависит от дозы внесения извести и буферных свойств почвы, которые определяются содержанием органических и минеральных коллоидов. На песчаных почвах, чтобы снизить кислую реакцию среды, требуется значительно меньше извести, чем на глинистых. На темпы подкисления произвесткованных почв оказывает влияние и химический состав известковых удобрений. Также на сохранение плодородия влияет положительный баланс почвенного органического вещества, достигаемый путем биологизации земледелия [12–14].

Известкование кислых почв, наряду с общей биологизацией земледелия, – неизбежный шаг на пути дальнейшего повышения урожайности и эффективности сельскохозяйственного производства в Томской области, как в интенсивном, так и в органическом земледелии. По опыту других регионов [10, 15, 16] уже с первого года после известкования урожайность сельскохозяйственных культур увеличивается на 17–40 %. Эффект от известкования длится в течение 8–10 лет. Также повышаются эффективность удобрений, качество сельскохозяйственной продукции и экологическое состояние агроландшафтов.

Цель исследований: анализ данных агроэкологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, проводимого Томской государственной агрохимической

службой, и научных опытов для разработки мер, повышающих эффективность использования кислых пахотных земель в Томской области.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объекты исследований – почвенный покров пахотных земель Томской области, известняковая мука, овес, данные многолетних агрохимических обследований.

Лабораторные испытания проведены по следующим стандартам: ГОСТ 26483–85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение pH по методу ЦИНАО; ГОСТ 28268–89 Почвы. Методы определения влажности; ГОСТ Р 54650–2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова; ГОСТ 26951–86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом; ГОСТ 26489–85 Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО; ГОСТ 26213–91 Почвы. Определение органического вещества.

Расчеты доз известковых удобрений проводились согласно Методическим указаниям по определению потребности сельского хозяйства в известковых материалах и распределению их фондов с учетом баланса кальция в почвах (М., 1987).

Многолетний полевой опыт с внесением извести в разных дозах заложен в 2016 г. на серой оподзоленной почве, которая характеризуется сильнокислой реакцией среды ($\text{pH}_{\text{сол.}}$ 4,4–4,5), слабой гумусированностью (2,6%), содержание нитратного азота высокое (28,3 мг/кг почвы), подвижного фосфора – высокое (171 мг/кг), обменного калия – низкое (52 мг/кг).

Статистическая обработка результатов проведена с помощью программы Snedecor.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным агроэкологических обследований, проведенных Томской агрохимической службой, площадь кислых почв и сте-

пень кислотности пахотных почв ежегодно увеличивается (каждые 10 лет pH снижается на 0,1–0,2 единицы). В табл. 1 представле-

ны результаты обследований, проведенных в последние годы, в сравнении с предыдущим туром.

Таблица 1

Динамика средневзвешенного показателя $pH_{\text{сол}}$ по турам агроэкологического обследования в районах Томской области

Dynamics of weighted average pH on the routes of agroecological experiment in districts of Tomsk region

Район	1995–2005 гг.	2010–2016 гг.
Асиновский	5,1	5,0
Томский	5,1	4,9
Чаинский	4,5	4,4

На 2017 г. в пахотных землях Томской области более 83 % кислых почв и потребность в известковых удобрениях для единовременной нормализации реакции почвенной среды составляет 3248074,9 т (табл. 2). По предварительным расчетам, требуются затраты от 145–193 млн руб. ежегодно для известкования до 5–10 % от площади кислых почв (23–47 тыс. га ежегодно).

В первую очередь в программу известкования должны быть включены пахотные почвы более кислые и обладающие более высоким потенциальным плодородием по другим агрохимическим показателям. Это позволит на первых этапах выполнения программы известкования получить наибольшую отдачу

в виде повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

В полевом опыте внесение извести в полной дозе 7,2 т/га способствовало существенному снижению степени кислотности – на 0,4 ($HCP_{05} = 0,1$) и гидролитической кислотности – на 0,67 мг-экв/100 г почвы ($HCP_{05} = 0,12$).

При полной дозе извести выявлено существенное увеличение суммы обменных оснований – на 2,4 мг-экв/100 г почвы ($HCP_{05} = 1,4$) и степени насыщенности почвы основаниями – на 5,6 % ($HCP_{05} = 1,7$). Дозы внесения 3,6 и 1,8 т/га существенно не повлияли на снижение гидролитической кислотности и увеличение суммы обменных оснований.

Таблица 2

Анализ кислотности пахотных почв по районам Томской области (данные агрохимической службы на 2017 г.)
Analysis of arable soils acidity in the districts of Tomsk region (agrochemical service data in 2017)

Район	Площадь, га	Сильнокислые $pH_{\text{сол}} \leq 4,5$		Среднекислые $pH_{\text{сол}} 4,6–5,0$		Слабокислые $pH_{\text{сол}} 5,1–5,5$		Ближние к нейтральным $pH_{\text{сол}} 5,6–7,0$		Средне взвешенное, $pH_{\text{сол}}$	Потребность в известняковой муке, т
		га	%	га	%	га	%	га	%		
Александровский	620	-	-	-	-	620	100	-	-	5,3	3720,0
Асиновский	46989	3822	8,1	19033	40,5	20292	43,2	3842	8,2	5,0	298925,0
Бакчарский	54536	16004	29	27047	50	9214	17	2271	4	4,8	402172,5
Верхнекетский	1200	1164	97	36	3	-	-	-	-	4,1	10746,0
Зырянский	58135	120	0,2	8975	15,4	42176	72,6	6864	11,9	5,2	321449,0
Каргасокский	2500	2435	96,8	65	3,2	-	-	-	-	4,0	22402,5
Кожевниковский	71268	-	-	1934	2,7	24198	34	45136	63,3	5,7	145660,0
Колпашевский	13551	7599	56	5062	37,4	794	5,9	96	0,7	4,0	111120,0
Кривошеинский	36790	4220	11,5	13672	37,2	13185	35,8	5713	15,5	5,0	219630,0
Молчановский	21131	7660	37	7632	36	3478	16	2361	11	4,7	147048,0
Первомайский	38070	2249	6	15623	41	15311	40	4887	13	5,0	202627,5
Парабельский	8397	6596	78,4	1633	19,6	84	1	84	1	4,2	72115,5
Тегульдетский	4591	3948	86	416	9	148	3	79	2	4,4	39540,0
Чаинский	35303	27677	78	6178	18	1089	3	359	1	4,4	301962,0
Шегарский	59077	3015	5	19396	33	26393	45	10273	17	5,2	180381,4
Томский	117363	25230	22	47332	40	31086	26	13715	12	4,9	768576,0
По Томской области	568901	111739	19,6	174034	30,6	187448	32,9	70606	16,9	5,0	3248074,9

Внесение извести оказало положительное влияние на элементы структуры урожая овса и количество растений на 1 м². Существенные превышения по всем показателям структуры урожая (высоте растений, длине метелки, количеству колосков и зерен, массы 1000 семян) получены при дозах внесения извести 7,2 и 3,6 т/га.

При крайнем недостатке извести оправданно применение половинных доз. Дозы

внесения известняковой муки 3,63 и 1,8 т/га обеспечили прибавку урожая 4,7 ц/га (15,4%) и 2,3 ц/га (7,5%) (табл. 3). Существенная прибавка урожайности овса – 9,3 ц/га ($НСР_{05}=4,8$) получена при полной дозе внесения извести – 7,2 т/га.

Повышение урожайности овса от 7,5 до 30,5% дало возможность получить дополнительно доход с 1 га на сумму 2300–9300 руб.

Таблица 3

Урожайность овса в полевом опыте 2017 г.
Oat yield in the field experiment in 2017

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю		Сбор солом, т/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%		т/га	%
Контроль	30,5	-	-	2,63	-	-
Известняковая мука 7,2 т/га	39,8	9,3	30,5	3,35	0,72	27,4
Известняковая мука 3,6 т/га	35,2	4,7	15,4	2,95	0,32	12,2
Известняковая мука 1,8 т/га	32,8	2,3	7,5	3,18	0,55	20,9
$НСР_{05}$		4,8			0,29	

По сбору соломы выявлено существенное повышение относительно контроля по всем вариантам с внесением извести – на 0,72; 0,32 и 0,55 т/га соответственно по дозам извести 7,2; 3,6 и 1,8 т/га.

Основная проблема известкования в Томской области – отсутствие местного производства молотого известняка. Использование привозного известняка ведет к его удорожанию в 3 раза [17]. В то же время в Томской области имеются свои большие месторождения известняка, например Каменское (61 млн т), расположенное в 50 км от г. Томска, где возможно производство не только щебня, но и ценного мелиоранта, существенно поднимающего эффективность сельскохозяйственного производства.

На кислых почвах невозможно получить высокий урожай хорошего качества большинства сельскохозяйственных культур. Даже на среднекислых почвах эффективность удобрений снижается в 2–3 раза, а на сильнокислых почвах растениеводство, как правило, нерентабельно. Окупаемость затрат на известкование – 2–4 года, поэтому здесь необходима государственная поддержка. Назрела острая необходимость в государственной программе известкования кислых почв в Российской

Федерации [18]. Для успешного развития сельскохозяйственного производства в Томской области также необходима разработка и принятие долгосрочной целевой программы «Известкование кислых почв на территории Томской области», предусматривающей компенсацию сельхозтоваропроизводителям части затрат на известкование; проектно-сметное и техническое обеспечение работ; местное производство известняковых мелиорантов.

Выполнение программы известкования кислых почв позволит увеличить ежегодное производство продукции растениеводства в Томской области на 54,9–129,2 тыс. т зерновых единиц, или на 494,1–1162,8 млн руб. (в ценах 2017 г.), а также обеспечить дальнейшее увеличение продуктивности земель сельскохозяйственного назначения с повышением эффективности удобрений, качества продукции и рентабельности производства.

ВЫВОДЫ

1. Площадь кислых почв в Томской области достигает 83% от общей площади, при этом степень кислотности пахотных почв ежегодно увеличивается – каждые 10 лет

средневзвешенная рН снижается на 0,1–0,2 единицы.

2. Потребность в известняковой муке для единовременной нормализации реакции почвенной среды составляет 3248074,9 т.

3. Дозы внесения известняковой муки 3,63 и 1,8 т/га обеспечили прибавку урожайности овса 4,7 ц/га (15,4%) и 2,3 ц/га (7,5%). Существенная прибавка урожайности овса – 9,3 ц/га (НСР₀₅=4,8) получена при полной дозе внесения извести – 7,2 т/га.

4. Для успешного развития сельскохозяйственного производства в Томской области необходимы разработка и принятие долго-

срочной целевой программы «Известкование кислых почв на территории Томской области», предусматривающей: компенсацию сельхозтоваропроизводителям части затрат на известкование; проектно-сметное и техническое обеспечение работ; местное производство известняковых мелиорантов.

5. Выполнение программы известкования кислых почв позволит увеличить ежегодное производство продукции растениеводства в Томской области на 54,9–129,2 тыс. т зерновых единиц, или на 494,1–1162,8 млн руб. (в ценах 2017 г.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Экологическая роль известкования кислых почв в Республике Татарстан [в условиях искусственного загрязнения почв тяжелыми металлами]* / С.Ш. Нуриев, А.А. Лукманов, А.И. Ахмятов [и др.] // *Агрохим. вестн.* – 2010. – № 1. – С. 2–4.
2. *Прогнозирование развития рынков критических технологий в отрасли растениеводства до 2030 г.* / Е.В. Рудой, М.С. Петухова, Р.Р. Галеев [и др.] // *Достижения науки и техники АПК.* – 2018. – № 4. – С. 5–9.
3. *Состояние кислотности почв Республики Татарстан* / П.А. Чекмарев, А.А. Лукманов, С.Ш. Нуриев [и др.] // *Достижения науки и техники АПК.* – 2013. – № 12. – С. 8–11.
4. *Просянкин В.И., Просянникова О.И.* Агроэкологические условия плодородия пахотных почв на юго-востоке Западной Сибири // *Вестн. Рос. акад. естеств. наук. Зап.-Сиб. отд.* – 2015. – № 17. – С. 91–99.
5. *Громов Н.Б., Соловьев В.М.* Состояние и динамика плодородия пахотных почв Ярославской области // *Агрохим. вестн.* – 2012. – № 6. – С. 2–4.
6. *Котченко С.Г., Абрамов Н.В.* Мониторинг состояния плодородия почв Тюменской области // *Мир инноваций.* – 2015. – № 1–4. – С. 100–106.
7. *Бутырин М.В., Штанцова В.В.* Динамика основных показателей плодородия почв Тюменской области // *Земледелие.* – 2017. – № 4. – С. 9–14.
8. *Котченко С.Г., Воронин А.Я.* Динамика плодородия почв Тюменской области // *Достижения науки и техники АПК.* – 2016. – Т. 30, № 7. – С. 41–43.
9. *Якушев В.П., Осипов А.И.* Химическая мелиорация почв – вчера, сегодня, завтра // *Изв. Санкт-Петербург. гос. аграрн. ун-та.* – 2013. – № 30. – С. 68–72.
10. *Лукманов А.А., Миннуллин Р.М.* Известкование кислых почв в Республике Татарстан местными известковыми удобрениями // *Агрохим. вестн.* – 2017. – Т. 5, № 5. – С. 37–41.
11. *Лукин С.В.* Динамика кислотности и проведение химической мелиорации пахотных почв в Белгородской области // *Агрохим. вестн.* – 2016. – Т. 6, № 6. – С. 2–6.
12. *Лукин С.В.* Биологизация земледелия в Белгородской области: итоги и перспективы // *Достижения науки и техники АПК.* – 2016. – Т. 30, № 7. – С. 20–23.
13. *Лукманов А.А., Гайров Р.Р., Каримова Л.З.* Биологизация земледелия – дешевый источник повышения плодородия почв // *Агрохим. вестн.* – 2015. – Т. 2, № 2. – С. 6–9.
14. *Лукин С.В.* Экономическая эффективность биологизации земледелия Белгородской области // *АПК: экономика, управление.* – 2015. – № 7. – С. 63–68.

15. Корнейко Н.И., Поддубный А.С. Программа известкования кислых почв в Белгородской области // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 17–19.
16. Чекмарев П.А., Лукин С.В. Итоги реализации программы биологизации земледелия в Белгородской области // Земледелие. – 2014. – № 8. – С. 3–6.
17. Титова Э.В., Сорокин И.Б. Агрохимические ресурсы природного происхождения Томской области // Проблемы изучения и использования торфяных ресурсов Сибири: материалы Третьей междунар. науч.-практ. конф. – 2015. – С. 226–239.
18. Чекмарев П.А., Купреев Е.М., Ермаков А.А. К проблеме кислотности почв Нечерноземной зоны Российской Федерации // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – № 7. – С. 14–19.

REFERENCES

1. Nuriev S. Sh., Lukmanov A. A., Ahmijatov A. I. *Agrohimich. vestn.*, 2010, No 1, pp. 2–4. (In Russ.)
2. Rudoj E. V., Petuhova M. S., Galeev R. R. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018, No 4(32), pp. 5–9. (In Russ.)
3. Chekmarev P. A., Lukmanov A. A., Nuriev S. Sh. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2013, No 12, pp. 8–11. (In Russ.)
4. Prosjannikov V. I., Prosjannikova O. I. *Vestn. Ros. akad. estestv. nauk. Zap. – Sib. otd.*, 2015, No 17, pp. 91–99. (In Russ.)
5. Gromov N. B., Solov'ev V. M. *Agrohimich. vestn.*, 2012, No 6, pp. 2–4. (In Russ.)
6. Kotchenko S. G., Abramov N. V. *Mir innovacij*, 2015, No 1–4, pp. 100–106. (In Russ.)
7. Butyrin M. V., Shtancova V. V. *Zemledelie*, 2017, No 4, pp. 9–14. (In Russ.)
8. Kotchenko S. G., Voronin A. Ja. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2016, No 7 (30), pp. 41–43. (In Russ.)
9. Jakushev V. P., Osipov A. I. *Izv. Sankt-Peterburg. gos. agrarn. un-ta*, 2013, No. 30, pp. 68–72. (In Russ.)
10. Lukmanov A. A., Minnullin R. M. *Agrohimich. vestn.*, 2017, No 5 (5), pp. 37–41. (In Russ.)
11. Lukin S. V. *Agrohimich. vestn.*, 2016, No 6 (6), pp. 2–6. (In Russ.)
12. Lukin S. V. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2016, No 7 (30), pp. 20–23. (In Russ.)
13. Lukmanov A. A., Gajrov R. R., Karimova L. Z. *Agrohimich. vestn.*, 2015, No 2 (2), pp. 6–9. (In Russ.)
14. Lukin S. V. *APK: jekonomika, upravlenie*, 2015, No 7, pp. 63–68. (In Russ.)
15. Kornejko N. I., Poddubnyj A. S. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2012, No 12, pp. 17–19. (In Russ.)
16. Chekmarev P. A., Lukin S. V. *Zemledelie*, 2014, No 8, pp. 3–6. (In Russ.)
17. Titova Je. V., Sorokin I. B. *Problemy izuchenija i ispol'zovanija torfjanyh resursov Sibiri* (Problems of studying and using peat resources in Siberia), Proceeding of the III International Scientific and Practical Conference, 2015, pp. 226–239. (In Russ.)
18. Chekmarev P. A., Kupreev E. M., Ermakov A. A. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, No 7, 2017, pp. 14–19. (In Russ.)

ВЛИЯНИЕ ПРИКАТЫВАНИЯ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л. В. Юшкевич, доктор сельскохозяйственных наук

А. А. Кем, кандидат технических наук

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

E-mail: 55asc@bk.com

Ключевые слова: плотность, прикатывание почвы, сеялки, посевные агрегаты, каток, зерновые культуры, урожайность

Реферат. Прикатывание почвы после посева снижает общую пористость, повышает теплопроводность и прогревание верхнего слоя, что усиливает контакт семян с почвой, ускоряет водопотребление, набухание и прорастание всходов культурных растений. В настоящее время большинство сеялок, в том числе и посевные комплексы, прикатывают почву катками различных модификаций одновременно с посевом. После посева зерновых культур верхний (0–10 см) слой почвы имеет недостаточное уплотнение (менее 1,00–1,05 г/см³) и повышенную некапиллярную пористость (более 50 %), что приводит к потерям влаги из верхнего слоя. Выявлено, что прикатывание способствует повышению комковатости верхнего слоя в среднем на 5,8 % и снижает эродруемость поверхности поля на 14,4 % при слабой податливости почвы к дефляции (менее 50 г). Результаты проведенных исследований по эффективности дополнительного прикатывания после посева СКП-2,1 в зяблевых вариантах обработки парового поля до глубины 20–22 см показали, что всхожесть семян повышалась на 11,3 %, а прибавка зерна составила 0,09–0,15 т/га, или 4,2–7,2 %. На минимальных обработках пара (до глубины 10–12 см) дополнительное прикатывание почвы было недостаточно эффективным. На черноземных почвах лесостепи Западной Сибири прикатывание почвы после посева СКП-2,1 обеспечивает на зяблевых обработках прибавку урожая зерна озимой ржи и твердой пшеницы до 0,14–0,23 т/га (6,1–11,0 %). Дополнительное прикатывание после посева комплексами СКП-2,1 и John Deere-1820 со стрельчатыми сошниками на зяблевых фонах повышает урожайность зерна на второй пшенице после пара с 2,52 до 2,74 т/га, или на 8,7 %.

IMPACT OF SOIL PRESS WORK ON CROP YIELD IN THE FOREST STEPPE OF WESTERN SIBERIA

Iushkevich L.V., Dr. of Agricultural Sc.

Kem A.A., Candidate of Technical Sc.

Omsk Agricultural Research Centre, Omsk, Russia

Key words: density, soil presswork, sowing machines, seeders, roll, crops, crop yield.

Abstract. Soil compaction after sowing reduces overall porosity, increases thermal conductivity and heating of the upper layer, which increases the contact of seeds with the soil, accelerates water consumption, swelling and germination of seedlings of crops. Currently, the most part of drills, including seeding systems, press the soil by the rolls of different modifications simultaneously with sowing. After sowing crops, the upper (0–10 cm) soil layer has insufficient compaction (less than 1.00–1.05 g/cm³) and increased non-capillary porosity (more than 50%), which leads to moisture losses from the upper layer. The researchers found out that rolling-up contributes to increasing of the top layer clumpiness on 5.8% on average and reduces erodability of the field surface on 14.4% with weak soil

response to deflation (less than 50 g). The experimental results on effectiveness of additional press-rolling after sowing SKP-2.1 on the fall variants of the steam field treatment to a depth of 20-22 cm showed that seed germination was increased on 11.3%, and grain increase was 0.09-0.15 t/ha or 4.2-7.2%. On minimal steam treatment, (depth of 10-12 cm) additional soil press rolling was not sufficiently effective. On the black-earth soils of the forest-steppe of Western Siberia, press-rolling of the soil after sowing SKP-2.1 contributes to additional grain yield of winter rye and durum wheat to 0.14-0.23 t/ha (6.1-11.0 %). Additional rolling after sowing by SKP-2.1 and John Deere 1820 with pointed tines for autumn backgrounds increases grain yield in the second wheat after steam from 2.52 to 2.74 t/ha, or 8.7%.

Исходя из особенностей агроклиматических условий южной лесостепи Западной Сибири, для получения высокого и устойчивого урожая зерновых культур необходимы агротехнологии и технические средства для накопления и сохранения влаги в почве, создания оптимальной плотности её сложения в пределах 1,1–1,2 г/см, высокой ветроустойчивости и минимальной гребнистости при мульчировании поверхности поля [1, 2].

Известно, что на гидротермический режим в верхних слоях почвы влияет уплотнение ее катком. Установлено, что прикатывание способствует повышению температуры и влажности почвы в верхнем 10-сантиметровом слое. Так, с повышением температуры воздуха температура почвы становится выше на прикатанных участках поля, чем на неприкатанных. Уплотненная почва после прикатывания снижает испарение влаги из более глубоких слоев, что способствует повышению влагозапасов в начале вегетации зерновых культур. Прикатывание способствует более высокой концентрации кислорода. В целом агроприём сокращает период «посев – всходы», повышает полевую всхожесть семян, равномерность всходов [3].

В сельскохозяйственной практике прикатывание почвы используется в основном двух видов: сплошное прикатывание, выполняемое, как правило, однооперационными агрегатами до или после посева; рядковое, или полосное, прикатывание катками, установленными непосредственно на сеялке за сошниками. Эффективность прикатывания почвы после посева, особенно в почвенно-климатических зонах с недостаточным увлажнением, доказана практикой зонального земледелия [4–7].

В настоящее время большинство сеялок, в том числе СЗС-2,1, СКП-2,1, посевные комплексы, прикатывают почву катками различных модификаций одновременно с посевом. Например, распространенная комбинированная сеялка СКП-2,1 «Омичка» выполняет за один проход, как правило, 4 технологические операции и проводит прикатывание почвы кольчатощповыми катками с вычёсыванием сорняков.

В зерносеющих районах региона значительная площадь засеивается современными посевными комплексами различных модификаций. Большая часть из них (до 60–70%) представлена посевными комплексами со стрельчатыми сошниками и прикатывающими устройствами обрезающего типа (John Deere, Morris, Salford, Флексикойл и др.).

После посева зерновых культур данными агрегатами верхний (0–10 см) слой почвы имеет недостаточное уплотнение (менее 1,00–1,05 г/см³) и повышенную некапиллярную пористость (более 50%), что приводит к потерям влаги из верхнего слоя.

Цель исследований – установить влияние послепосевого прикатывания почвы на урожайность зерновых культур в лесостепи Западной Сибири.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования технологического процесса дополнительного прикатывания катком ЗКШ-6А после посева зерновых культур СКП-2,1 проведены в лесостепи Омской области в опытах лаборатории агротехнологий ФГБНУ СибНИИСХ в 2011–2015 гг. Почва – лугово-черноземная с содержанием гумуса до 7%. Сорта яровой пшеницы Омская 36, озимой

ржи – Сибирь, твердой пшеницы – Омский колос высевают 15–25 мая с нормой посева по паре 5,0 млн, второй культурой – 4,5 млн. Для определения эффективности дополнительных технологических операций после посева яровой пшеницы Омская 36 посевным комплексом с сошниками культиваторного типа (прикатывание, боронование, азотные удобрения) был заложен трёхфакторный опыт в ФГУП «Боевое» Искитимского района. Посев проводился в оптимальные агротехнические сроки. В течение вегетационного периода проводилась гербицидная обработка посевов. Уборка – однофазная с оставлением соломы на поле. Количество осадков за вегетацию составило 180–217 мм при температуре 16,6–16,9°C и ГТК 0,88–1,07, что близко к норме.

Обработка результатов экспериментов и расчёт статистических показателей выполнялись с использованием статистических пакетов на ОС Windows.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При выполнении агроприема между посевом и прикатыванием почвы должен быть минимальный разрыв по времени. Проведение прикатывания на пересохшей почве не дости-

гает результата, усиливаются потери влаги, разрушается структура в верхнем слое.

Применение катка при посеве СКП-2,1 является заключительной операцией и обеспечивает достаточно устойчивое уплотнение верхнего (0–10 см) слоя почвы. Кольчатый каток с рифлёной поверхностью производит давление до 2,4–4,2 кг на 1 см захвата. Прикатывание почвы при влажности верхнего слоя до 25–28 % обеспечивает наибольшую эффективность агроприема. Наблюдения показали, что прикатывание у серийной сеялки СКП-2,1 не всегда обеспечивает оптимальное уплотнение верхнего слоя почвы. Дополнительное прикатывание после посева СКП-2,1 повышает урожайность зерна озимой ржи и твердой пшеницы на чернозёмных почвах лесостепи Западной Сибири [8, 9].

Применение прикатывания после посева СКП-2,1 «Омичка» оптимизирует уплотнение верхнего слоя почвы на зяблевых обработках (отвальной, плоскорезной) и повышает урожайность озимой ржи и твердой пшеницы на 0,14–0,23 т/га, или 6,1–11,0 %, что необходимо учитывать в практике земледелия. При плотности почвы на «нулевой» обработке до 1,08–1,15 г/см³ в слое 0–30 см прикатывание после посева СКП-2,1 обеспечивает прибавку урожайности зерна 0,06–0,11 т/га, или 5,7 % (табл. 1).

Таблица 1

Влияние прикатывания почвы после посева зерновых культур сеялкой СКП-2,1 на урожайность (т/га) в лесостепи Омской области
Effect of soil press rolling after sowing crops by SKP-2.1 seeder on the yield (t / ha) in the forest-steppe of Omsk region

Вариант (фактор В)		Обработка почвы (фактор А)			Средняя (фактор В), НСР ₀₅ =0,10 т/га
		отвальная	плоскорезная	нулевая	
Озимая рожь					
Посев СКП-2,1		2,77	2,74	2,68	2,73
Прикатывание после посева ЗККШ-6А		2,92	2,91	2,74	2,85
Прибавка от прикатывания	т/га	0,15	0,17	0,06	0,12
	%	5,4	6,2	2,2	4,4
Твердая пшеница					
Посев СКП-2,1		2,29	2,09	1,94	2,11
Прикатывание после посева ЗККШ-6А		2,43	2,32	2,05	2,27
Прибавка от прикатывания	т/га	0,14	0,23	0,11	0,16
	%	6,1	11,0	5,7	7,6
НСР ₀₅ по фактору А – 0,07 т/га; НСР ₀₅ (для частных средних) – 0,14–0,17 т/га					

Аналогичные исследования были проведены при посеве яровой пшеницы посевным агрегатом СКП-2,1 «Омичка» по паровому предшественнику [10].

Полученные данные показали, что прикатывание почвы способствовало повышению комковатости верхнего слоя в среднем на 5,8% и снижало эродируемость поверхности поля на 14,4% при слабой податливости почвы к дефляции (менее 50 г). Установлено, что эффективность прикатывания после посева СКП-2,1 проявлялась только в зяблевых вариантах обработки парового поля до глубины 20–22 см при прибавке урожайности

зерна в среднем 0,09–0,15 т/га, или 4,2–7,2%. Густота полных всходов культуры от применения прикатывания повышалась в изучаемых вариантах в среднем на 11,3%.

На минимальных обработках пара (до глубины 10–12 см) при оптимальном уплотнении верхнего слоя прикатывание почвы после посева СКП-2,1 было недостаточно эффективным.

Результаты трёхфакторного опыта по определению эффективности технологических операций после посева посевными комплексами с сошниками культиваторного типа (прикатывание, боронование, внесение азотных удобрений) представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние агроприёмов на урожайность зерна (т/га) яровой пшеницы при посеве различными комплексами в лесостепи Омской области
Influence of farming practices on grain yield (t / ha) of spring wheat at sowing by different machines in the forest-steppe of Omsk region

Варианты послепосевных операций (фактор А)	Посевные агрегаты (фактор С)				Среднее по фактору А
	К-701 + 6 СКП-2,1		John Deere-8420, John Deere-1820		
	контроль без удобрений (фактор В)	N ₃₀ (фактор В)	контроль без удобрений (фактор В)	N ₃₀ (фактор В)	
Контроль (без обработки)	2,25	2,55	2,43	2,87	2,52
Послепосевное прикатывание ЗККШ-6А	2,31	3,05	2,48	3,12	2,74
Боронование БЗСС-1,0	2,24	2,79	2,29	2,97	2,57
Прикатывание + боронование	2,55	2,83	2,50	3,12	2,75
Среднее по фактору В	2,34	2,81	2,43	3,02	
Среднее по фактору С	2,57		2,73		
НСР ₀₅ (фактор А) – 0,20 т/га					
НСР ₀₅ (фактор В) – 0,14 т/га					
НСР ₀₅ (фактор С) – 0,14 т/га					

Установлено, что прикатывание почвы после посева посевными комплексами СКП-2,1 и John Deere-1820 со стрельчатыми сошниками оптимизирует уплотнение верхнего слоя и повышает урожайность в среднем с 2,52 до 2,74 т/га, или на 8,7%. Послепосевное боронование и сочетание агроприема с прикатыванием обеспечило равноценный результат. Посев яровой пшеницы посевными комплексами John Deere-1820 относительно СКП-2,1 повышает урожайность в среднем с 2,57 до

2,73 т/га (на 6,2%), применение азотных удобрений – на 0,53 т/га, или 22,2%.

ВЫВОДЫ

1. Прикатывание на черноземных почвах лесостепи Западной Сибири в зяблевых вариантах обработки парового поля при посеве зерновых культур СКП-2,1 обеспечивает прибавку урожайности зерна 0,09–0,15 т/га, или 4,2–7,2%. На зяблевых (отвальных и плоскорезных обработках) прибавка зерна состави-

ла: на озимой ржи – 0,15–0,17 т/га (5,4–6,2 %), твердой пшенице – 0,14–0,23 т/га (6,1–11,0 %), на пшенице по пару – 0,09–0,15 т/га.

2. При минимальной обработке пара формируется оптимальное уплотнение верхнего слоя, и прикатывание почвы после посева СКП-2,1 было недостаточно эффективным.

3. Проведение прикатывания после посева комплексами СКП-2,1 и John Deere-1820 со стрельчатыми сошниками на зяблевых фонах повышает урожайность зерна на второй пшенице после пара с 2,52 до 2,74 т/га, или на 8,7 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Слесарев В. Н. Агрофизические основы совершенствования основной обработки чернозёмов Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Омск, 1984. – 32 с.
2. Юшкевич Л. В. Ресурсосберегающая система обработки и плодородие черноземных почв при интенсификации возделывания зерновых культур в южной лесостепи Западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Омск, 2001. – 490 с.
3. Олексенко Ю. Ф. Прикатывание почвы повышает урожай // Земледелие. – 1996. – № 6. – С. 59–60.
4. Дояренко А. Г. Факторы жизни растений. – М.: Колос, 1966. – 276 с.
5. Иодко Л. И. Весенняя агротехника зерновых культур в лесостепи Новосибирской области. – Новосибирск, 2003. – 56 с.
6. Юшкевич Л. В., Кем А. А. Оценка эффективности посевных комплексов в засушливых агроландшафтах Западной Сибири // Вестн. Алт. ГАУ. – 2013. – № 4 (102). – С. 84–88.
7. Сапрыкин В. С. Влияние прикатывания на продуктивность проса Кормовое 29 // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1987. – № 2. – С. 21–25.
8. Комаров С. Г. Совершенствование элементов технологии возделывания озимой ржи по чистому пару в южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 2007. – 16 с.
9. Нагибин А. Г. Совершенствование технологии возделывания твердой пшеницы после озимой ржи в южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 2005. – 16 с.
10. Храмцов И. Ф., Юшкевич Л. В. Ресурсы парового поля в лесостепи Западной Сибири: монография. – Омск: Омскбланкиздат, 2013. – 184 с.

REFERENCES

1. Slesarev V. N. *Agrofizicheskie osnovy» sovershenstvovaniya osnovnoj obrabotki chernozyomov Zapadnoj Sibiri* (Agrophysical basis for improving the basic processing of chernozems in Western Siberia), avtoref. dis. ... d-ra s.-x. nauk, Omsk, 1984, 32 p.
2. Yushkevich L. V. *Resursosberegayushhaya sistema obrabotki i plodorodie chernozemny`x pochv pri intensifikacii vozdel`vaniya zernovy`x kul`tur v yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri* (Resource-saving processing system and fertility of chernozem soils with intensification of excitation of cereal crops in the southern forest-steppe of Western Siberia), dis. ... d-ra s.-x. nauk, Omsk, 2001, 490 p.
3. Oleksenko Yu. F. *Zemledelie*, 1996, No 6, pp. 59–60. (In Russ.)
4. Doyarenko A. G. *Factory» zhizni rastenij* (Factors of plant life), Moscow, Kolos, 1966, 276 p.
5. Iodko L. I. *Vesennyaya agrotexnika zernovy`x kul`tur v lesostepi Novosibirskoj oblasti* (Spring agrotechnics of grain growers in the forest-steppe of Novosibirsk region), Novosibirsk, 2003, 56 p.
6. Yushkevich, L. V., Kem A. A. *Vestn. Alt. GAU*, 2013, No. 4 (102), pp. 84–88. (In Russ.)

7. Sapry`kin V. S. *Sib. vestn. s.-x. nauki*, 1987, No 2, pp. 21–25. (In Russ.)
8. Komarov S. G. *Sovershenstvovanie e`lementov texnologii vozdel`ya-niya ozimoy rzhi po chistomu paru v yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri* (Perfection of the elements of winter rye farming technologies for a clean pair in the southern forest-steppe of Western Siberia), avto-ref. dis. ... kand. s.-x. nauk, Omsk, 2007, 16 p.
9. Nagibin A. G. *Sovershenstvovanie texnologii vozdel`vaniya tverdoj pshenicy posle ozimoy rzhi v yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri* (Improvement of the technology of hard wheat recovery after winter rye in the southern forest-steppe of Western Siberia), avtoref. dis. ... kand. s.-x. nauk, Omsk, 2005, 16 p.
10. Xramczov I. F., Yushkevich L. V. *Resursy» parovogo polya v lesostepi Zapadnoj Sibiri* (The resource of the steam field in the forest-steppe of Western Siberia), Omsk, Omskblankizdat, 2013, 184 p.

БИОЛОГИЯ

УДК 632.4: 633.3

DOI:10.31677/2072-6724-2018-48-3-44-52

СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА МИКРОМИЦЕТОВ СЕМЯН КОРМОВЫХ КУЛЬТУР
В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л. Ф. Ашмарина, доктор сельскохозяйственных наук

А. И. Ермохина, научный сотрудник

Т. А. Галактионова, научный сотрудник

Сибирский научно-исследовательский институт
кормов СФНЦА РАН

E-mail: alf8@yandex.ru

Ключевые слова: кормовые культуры, соя, рапс, люпин, нут, клевер луговой, зараженность, семена, альтернариоз, фузариоз, антракноз, кладоспориоз, инфицирование, семенные инфекции

Реферат. Представлены результаты изучения в 2015–2017 гг. структуры комплекса микромицетов на семенах кормовых культур в условиях лесостепи Западной Сибири. Была проведена фитозэкспертиза более 50 партий семян различных сортов сои (*Glycine hispida*), нута (*Cicer arietinum*), ярового рапса (*Brassica napus*), клевера лугового (*Trifolium pratense*), люпина (*Lupinus polyphyllus*). Установлено преобладание в составе комплекса семенных инфекций на изучаемых культурах темноцветных гифомицетов из рода *Alternaria* (в среднем – 15,8–52,3 %) и *Cladosporium* (5,7–38,0 %), в меньшей степени были распространены грибы рода *Fusarium* и плесневые грибы. Среди выделившихся грибов присутствовали в меньшем числе представители родов *Pythium*, *Botrytis*, *Verticillium*, *Rhizoctonia*, *Curvularia*, *Peronospora*, *Stemphylium*, *Ascochyta*, *Trichotecium*, *Corynespora*. Выявлены особенности структуры комплекса микромицетов на семенах люпина. Семенной материал, в отличие от других культур, был в сильной степени инфицирован *Colletotrichum lupini* (Bondar) Nirenberg, Feiler & Hagedorn (от 37,5 до 62,5 %, в зависимости от сорта), что приводило к сильному поражению растений в течение вегетации (индекс развития болезни – от 30 до 100 %). Представленность грибов рода *Fusarium* на семенах всех культур колебалась от 2,6 до 15,4 % и была схожей; преобладающими видами были *F. oxysporum*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*, *F. solani*, *F. solani* var. *argillaceum*, *F. sambucinum*, *F. sambucinum* var. *minus*, *F. gibbosum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichiella* var. *roae*. Установлено, что плесневые грибы (виды рода *Penicillium*, *Aspergillus* и др.) в большей степени выделялись из семенных партий в более увлажненном 2015 г. по сравнению с более засушливыми 2016 и 2017 гг. В большей степени они были представлены на семенах рапса (20,2 %) и нута (15,8 %). Результаты фитозэкспертизы свидетельствуют о том, что проблема зараженности семян кормовых культур возбудителями болезней, а также сапрофитной микофлорой, вызывающей снижение кормовых качеств и всхожести семян, стоит в условиях лесостепи Западной Сибири достаточно остро. Высокий уровень инфицированности семян свидетельствует о необходимости тщательного соблюдения режимов хранения и проведения предпосевной обработки семян химическими или биологическими препаратами.

STRUCTURE OF MICROMYCETE COMPLEX OF FEED CROPS IN THE FOREST STEPPE OF WESTERN SIBERIA

Ashmarina L.F., Dr. Of Agricultural Sc.

Ermokhina A.I., Research Fellow

Galaktionova T.A., Research Fellow

Siberian Research Centre of Fodders SFRCA RAS

Key words: feed crops, soya, rape, lupine, chick-pea, red clover, infection rate, seeds, Alternaria blight, Fusarium blight, anthracnose, black mold, infection, seed infections.

Abstract. *The article highlights the experimental results on the structure of micromycete complex of feed crops seeds in the forest-steppe of Western Siberia. The researchers investigated more than 50 sets of seeds of different soya varieties (*Glycine hispida*), chick-pea (*Cicer arietinum*), spring rape (*Brassica napus*), red clover (*Trifolium pratense*) and lupine (*Lupinus polyphyllus*). The authors observed that micromycete complex contains a lot of seed infections in the mafic hyphomycetes of the genus *Alternaria* (average of 15.8–52.3 %) and *Cladosporium* (5.7–38.0 %), less common were *Fusarium* fungi and fungi. The distinguished fungi contained smaller number of *Pythium*, *Botrytis*, *Verticillium*, *Rhizoctonia*, *Curvularia*, *Peronospora*, *Stemphylium*, *Ascochyta*, *Trichotecium* and *Corynespora*. The article reveals the features of the structure of micromycetes complex on the lupine seeds. The seed material was strongly infected by *Colletotrichum lupini* (Bondar) Nirenberg, Feiler & Hagedorn (from 37.5 to 62.5%, depends on the variety), which strongly damaged the crops during the growing season (the disease development index varied from 30 to 100 %). The concentration of *Fusarium* fungi on the seeds of all crops varied from 2.6 to 15.4%; the authors observed the dominating species as *F. oxysporum*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*, *F. solani*, *F. solani* var. *argillaceum*, *F. sambucinum*, *F. sambucinum* var. *minus*, *F. gibbosum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichiella* var. *poae*. The authors found out that fungi (species of *Penicillium*, *Aspergillus*, etc.) is more extracted from the seeds in humid years like 2015, compared with more droughty years like 2016 and 2017. They were mostly observed in the rape seeds (20.2%) and chick-pea (15.8 %). The results of the phytoexpertise show that the problem of contamination of fodder crops by pathogens and the saprophytic mycoflora leads to bad quality of forage crops and seed germination. This problem is very urgent and relevant in the conditions of forest-steppe of Western Siberia. The high level of seed infection indicates the necessity to strong following the procedure of storage and pre-treatment of seeds with chemical or biological agents.*

В последние годы в связи со сложными условиями в сельскохозяйственном производстве, приводящими к нарушению технологии возделывания культур, и изменением климатических условий в Западной Сибири резко нарастает распространенность и вредоносность целого ряда болезней на сельскохозяйственных культурах [1]. Значительный ущерб кормовым культурам наносят заболевания, поражающие растения в течение вегетации и приводящие не только к потерям урожая, но и снижающие качество корма [2]. Из-за сильного поражения болезнями в настоящее время

кормовые культуры сами стали накопителями многих инфекций, и получение здорового семенного материала в настоящее время очень актуально. Зараженные семена служат источником сохранения, возобновления и передачи инфекций, снижающих посевные качества семян – энергию прорастания, всхожесть, силу роста, вызывая гибель проростков, и усиливают напряженность фитосанитарной ситуации в агроценозах [3–5]. Семенные инфекции являются особо вредоносными, так как способны длительное время сохраняться в семенах и имеют вследствие этого повышенную

устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды [6–7]. Известно, что с семенами передается свыше 60% возбудителей болезней сельскохозяйственных культур. Формирование комплекса микромицетов на них зависит от различных факторов: растения-хозяина, погодных условий вегетационного периода, устойчивости сорта и др. Как показали проведенные ранее исследования, состав и соотношение патогенов на семенах различных культур может очень сильно колебаться по годам [8–9]. Поэтому изучение структуры патогенного комплекса на семенах кормовых культур необходимо для эффективного и рационального подбора препаратов для предпосевного протравливания.

В связи с этим целью нашей работы было изучение структуры микромицетов семян различных кормовых культур в условиях лесостепи Западной Сибири.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа проводилась в лабораторных условиях Сибирского НИИ кормов СФНЦА РАН. Объектом исследований служил комплекс микромицетов на семенах различных сортов кормовых культур из селекционных питомников: соя (*Glycine hispida*), нут (*Cicer arietinum*), яровой рапс (*Brassica napus*), клевер луговой (*Trifolium pratense*), люпин (*Lupinus polyphyllus*). Всего проанализировано более 50 партий семян.

Годы исследований (2015–2017 гг.) отличались по гидрометеорологическим условиям, что определило значительные отличия в структуре микромицетов и зараженности семян патогенными и плесневыми грибами, качестве семян в период созревания, уборки и хранения.

Вегетационный период 2015 г. (ГТК 1,0) характеризовался повышенной температурой (на 2,3 °С) и осадками (188% от нормы) в мае, засухой в июне (осадков выпало 69% от среднесуточной нормы), июль и первая декада августа были влажными (183 и 118% от нормы) с температурным режимом, близ-

ким к норме. Во второй и третьей декадах августа сохранялась теплая погода с температурой, превышающей среднесуточную на 1,2 °С, и повышенной влажностью (118% от нормы).

Вегетационный период 2016 г. (ГТК 0,8) был прохладным в первой и второй декадах мая, жарким в июне (на 2,8 °С выше нормы) и с недостаточным увлажнением (81,3% от нормы), в июле и августе с близкой к норме температурой, но с неравномерным выпадением осадков (июль – 122, август – 19,7% от нормы). В период уборки в первую и вторую декады сентября температура превышала среднюю многолетнюю на 4,2 °С с минимальными осадками.

Гидротермические условия вегетационного периода 2017 г. значительно отличались от среднесуточных. Они характеризовались повышенными температурами мая и июня – в среднем на 2,3 °С и близкими к норме температурами июля. Август характеризовался жаркой сухой погодой, что позволило своевременно убрать урожай.

Для проведения анализа семена кормовых культур раскладывали в чашки Петри на агаризованную среду Чапека с добавлением в среду стерильного стрептомицина в дозе 100 мг/л для купирования бактерий и ограничения развития быстрорастущих почвенных грибов [10–12]. Инкубирование чашек проводилось в термостате при температуре 23–24 °С. Просмотр выросших грибных колоний проводили под микроскопом на 7–10–14-е сутки. Идентификацию грибов осуществляли с использованием соответствующих определителей [13–15].

Математическую обработку результатов исследований проводили по прикладному пакету Snedecor.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных исследований выявлен разнообразный комплекс микромицетов на семенах кормовых культур. Установлено, что по частоте встречаемости

преобладающими фитопатогенными грибами в среднем за 2015–2017 гг. были виды родов *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium*. Данные, приведенные в таблице, свидетельствуют, что микофлора семян представлена в основном темноцветными гиомицетами из родов *Alternaria* и *Cladosporium*, которые являются факультативными паразитами и при благоприятных гидротермических условиях вегетационного периода вызывают на растениях кормовых культур различные заболевания, поражая растения и генеративные органы и значительно снижая продуктивность [6, 15–17]. Наряду с этим до-

вольно часто выявлялись возбудители плесневения семян – виды родов *Penicillium*, *Aspergillus* и др.

Среди выделившихся грибов присутствовали в меньшем числе представители родов *Pythium*, *Botrytis*, *Verticillium*, *Rhizoctonia*, *Curvularia*, *Peronospora*, *Stemphylium*, *Ascochyta*, *Trichotecium*, *Corynespora*. На семенах всех кормовых культур преобладали виды родов *Alternaria* (в среднем – 15,8–52,3%), *Cladosporium* (5,7–38,0%), *Fusarium* (3,6–15,4%).

Структура комплекса микромицетов на семенах **люпина** имела свои отличия (см. таблицу, рисунок). Семенной материал был

Структура комплекса микромицетов на семенах кормовых культур в среднем за 2015–2017 гг.,
% от общего числа выделенных грибов

Structure of micromycete complex of feed crop, average in 2015-2017
%, of the total number of separated fungi

Микромицеты	Люпин	Соя	Нут	Рапс	Клевер
<i>Alternaria</i>	15,8	45,4	23,9	34,4	52,3
<i>Cladosporium</i>	5,7	38,0	16,7	13,8	36,4
<i>Colletotrichum</i>	41,6	-	-	-	-
<i>Fusarium</i>	7,1	7,3	15,4	6,4	3,6
<i>Penicillium</i>	7,4	3,5	15,8	20,2	-
<i>Mucor</i>	10,0	-	17,5	-	-
<i>Aspergillus</i>	5,8	1,9	1,9	1,9	-
<i>Peronospora</i>	-	2,4	-	-	-
<i>Gloeosporium</i>	-	-	-	-	2,7
Другие	7,4	1,4	10,7	23,2	5,0

в сильной степени инфицирован фитопатогенном *Colletotrichum lupini* (Bondar) Nirenberg, Feiler & Hagedorn (от 37,5 до 62,5% в зависимости от сорта) и грибами рода *Alternaria* (от 10,0 до 52,5%).

Порог зараженности семян люпина возбудителем антракноза составляет не более 0,001–0,01%, превышение которого может привести к существенным потерям урожая [18]. Так, в 2017 г. в связи с высокой инфи-



Колонии грибов на семенах нута и люпина в чашках Петри
Colonies of fungi on the chick-pea seeds and lupine in Petri dishes

цированностью семян возбудителями антракноза на растениях люпина в течение вегетации наблюдалось высокое развитие болезни (от 30 до 100%).

Представленность грибов родов *Fusarium* и *Cladosporium* на семенах люпина была меньше (от 2,5 до 20,0 и от 3,3 до 20,0% соответственно), однако они выделялись из всех проанализированных образцов. Среди видов рода *Fusarium* доминировали *F. oxysporum* Schlecht. Snyd. et Hans, *F. oxysporum* Schlecht. emend. Snyd. et Hans. var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai, *F. sambucinum* Fuck, *F. gibbosum* App. et Wr. emend. Bilai, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. solani* (Mart.) App. et Wr.

Заспоренность семян люпина плесневыми грибами родов *Penicillium* и *Aspergillus* была невысокой и колебалась от 2,5 до 15,0%, составляя в среднем 7,4 и 5,8% соответственно.

Фитопатологический анализ семян **рапса ярового** показал, что семена были заражены комплексом фитопатогенов, среди биоразнообразия которого доминировали представители рода *Alternaria* (в среднем 34,4%), *Cladosporium* (13,8%) и *Penicillium* (свыше 20%). Темноцветные фитопатогенные грибы *Alternaria*, *Cladosporium* при проникновении в семена могут поражать все их части, локализуясь в виде мицелия и спор на поверхности и внутри семени (чаще всего поражается оболочка семени, реже зародыш), вызывая нарушение физиологических процессов и изменение их анатомо-морфологической структуры [15]. Особенно вредоносно заражение семян рапса видами рода *Alternaria*, которое может приводить к поражению проростков. Это проявляется в виде некрозов семядольных листьев и поражения корневой системы молодого растения, что приводит к снижению продуктивности.

Установлено, что заспорение семенного материала ярового рапса плесневыми грибами отличалось по годам и составило в среднем 20,2%. Так, в более увлажненном 2015 г. уровень распространения видов рода *Penicillium* на семенах был в 2,3 раза выше по сравнению с более засушливыми 2016 и 2017 гг., что свя-

зано с физиологическим состоянием семян в период уборки.

Уровень распространения видов рода *Fusarium* на семенах рапса был невысоким и достигал в среднем 6,4%. Основными источниками фузариозной инфекции служат почва и пораженные растительные остатки, где патогены сохраняются в виде хламидоспор и склероциев длительное время (до 10–11 лет) [5]. Однако наличие возбудителей на семенах является дополнительным источником инфекции. Установлено, что наиболее распространенными видами на семенах были следующие виды: *F. oxysporum*, *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. sambucinum*, *F. gibbosum*, *F. sporotrichiella* var. *poae* (Peck.) Wr. Bilai. *F. oxysporum* var. *orthoceras*, что совпадает с результатами проведенных ранее исследований [19].

В структуре комплекса микромицетов на семенах сои также преобладали темноцветные гифомицеты из родов *Alternaria* и *Cladosporium*. Их зараженность была выше порога вредоносности (ЭПВ 10%) и составляла в среднем соответственно 45,4 и 38,0%. Согласно определителю Ф.И. Ганнибала [20], большая часть выделенных видов рода *Alternaria* принадлежит к *A. alternata* (Fr.) Keissler, меньшая – к виду *A. tenuissima* (Kunze ex Nees et T. Nees: Fries).

Подтверждено, что уровень зараженности семян колеблется в зависимости от сортовых особенностей и погодных условий [9]. Выявлена связь развития грибов рода *Alternaria* с погодными условиями вегетационных периодов. Так, в 2016 и 2017 гг. заражение семян сои фитопатогенами составило от 30 до 55%, что связано с жаркими засушливыми условиями вегетационных периодов этих лет, поскольку эти грибы лучше развиваются при повышенных температурах (от 18 °С до 26 °С, максимальная – 30–32 °С) [20]. В увлажненном 2015 г. уровень инфицирования этими патогенами был ниже (до 20%).

Виды рода *Fusarium*, вызывающие корневую гниль всходов, были представлены в меньшей степени – в среднем 7,3%, что превышает порог вредоносности (5%). Среди

выделенных грибов, как и в предыдущие годы, доминировали *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. sambucinum*, *F. gibbosum*, *F. solani* (Mart.) App. et Wr. var. *argillaceum* (Fr.) Bilai), *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. heterosporium* Nees и др. [9].

Частота встречаемости плесневых грибов была невысокой и колебалась в среднем от 1,9 до 3,5 %.

Фитопатологический анализ семян нута показал значительную заспоренность грибами рода *Alternaria* (в среднем 23,9%) и *Cladosporium* (16,2%) (см. таблицу, рисунок). Инфицирование семян нута видами рода *Fusarium* немного превышало порог вредоносности (ЭПВ 15 %), однако в полевых условиях наблюдалось эпифитотийное развитие фузариозного увядания, особенно в сухих жарких условиях 2017 г. (индекс развития болезни колебался по сортам от 30 до 95 %). Это подтверждает факт передачи возбудителей фузариоза наряду с семенным материалом и через почву [21].

Семена сои были заспорены в меньшей степени видами рода *Aspergillus* (в среднем 1,9%) и в большей степени представителями рода *Penicillium* (до 15,8%). Полученные результаты также свидетельствуют о необходимости предпосевной обработки семян.

Структура комплекса микромицетов на клевере луговом была схожа с представленностью их на сое. Преобладающими фитопатогенами, передающимися с семенами, были виды *Alternaria* (в среднем 52,3%) и *Cladosporium* (36,4%).

Виды рода *Fusarium* занимали меньшую долю (3,6%), однако их наличие на семенах представляет значительную угрозу заражения на ранних фазах онтогенеза в первый год и в период отрастания во второй год жизни клевера. При поражении проростков последние погибают до выхода на поверхность почвы, поражение в более поздние сроки приводит к увяданию растений. Определение видового состава показало, что преобладающими видами были *F. oxysporum*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*, *F. solani*, *F. solani* var. *argillaceum*, *F. sambucinum*, *F. sambucinum* var. *minus*, *F. gibbosum*, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F.*

sporotrichiella var. *poae* Bilai var. *poae* (Peck.) Wr. Bilai.

На семенах клевера лугового отмечено присутствие возбудителя антракноза *Gloeosporium caulivorum* Kirchn. – до 2,7%. В незначительном количестве встречались возбудители пятнистостей родов *Stemphylium* и *Ascochyta*. Заспоренность семян плесневыми грибами составляла в среднем 5,0%.

Таким образом, изучение структуры комплекса микромицетов на семенах кормовых культур показало, что большинство партий семенного материала заражены патогенами выше порога вредоносности, что связано, с одной стороны, с высокой инфицированностью почвы и передачей возбудителей в течение вегетации, с другой – с неблагоприятными погодными условиями. Результаты фитоэкспертизы свидетельствуют о том, что проблема зараженности семян кормовых культур возбудителями болезней, а также сапрофитной микрофлорой, вызывающей снижение кормовых качеств и всхожести семян, стоит в условиях лесостепи Западной Сибири достаточно остро. Это требует обязательной фитоэкспертизы семян перед посевом и применения на основе ее результатов эффективных протравителей с целью получения здоровых и полноценных всходов растений кормовых культур.

ВЫВОДЫ

1. Структура комплекса микромицетов на семенах кормовых культур представлена достаточно разнообразно. Преобладающими фитопатогенами были темноцветные гифомицеты из рода *Alternaria* (в среднем 15,8–52,3%) и *Cladosporium* (5,7–38,0%). Представленность грибов рода *Fusarium* на семенах всех изученных культур колебалась от 2,6 до 15,4% и была схожей, преобладающими видами были *F. oxysporum*, *F. oxysporum* var. *orthoceras*, *F. solani*, *F. solani* var. *argillaceum*, *F. sambucinum*, *F. sambucinum* var. *minus*, *F. gibbosum*, *F. avenaceum*, *F. sporotrichiella* var. *poae*. Среди выделившихся грибов также присутствовали в мень-

шем числе представители родов *Pythium*, *Botrytis*, *Verticillium*, *Rhizoctonia*, *Curvularia*, *Peronospora*, *Stemphylium*, *Ascochyta*, *Trichotecium*, *Corynespora*.

2. На семенах люпина доминировал *Colletotrichum lupine* (от 37,5 до 62,5 % в зависимости от сорта), что приводило к сильно-му поражению растений в течение вегетации (индекс развития болезни 30–100 %).

3. Установлено, что плесневые грибы в большей степени выделялись из семенных

партий в более увлажненном 2015 г. по сравнению с более засушливыми 2016 и 2017 гг. В большей степени они были представлены на семенах рапса (20,2 %) и нута (15,8 %).

4. Высокий уровень инфицированности семян свидетельствует о необходимости фитоэкспертизы семян и проведения на ее основе предпосевной обработки семян химическими или биологическими препаратами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вредные организмы кормовых культур в Западной Сибири и меры борьбы с ними: науч.-метод. пособие* / СибНИИ кормов СФНЦА РАН. – Новосибирск, 2017. – 64 с.
2. Разгуляева Н.В., Костенко Н.Ю., Пуца Н.М. Основные болезни кормовых культур центрального региона России // Проблемы микологии и фитопатологии в XXI веке: материалы междунар. науч. конф. / Нац. акад. микологии, БГС, Дизайн-студия «Дозор». – СПб.: Копи-Р Групп, 2013. – С. 123–126.
3. Матвиенко Е.В. Пораженность семян зернового и сахарного сорго грибами рода *Alternaria* и *Fusarium* в лесостепи Самарской области // Молодой ученый. – 2016. – № 1. – С. 271–273.
4. Пивень В.Т., Сердюк О.А., Горлов С.Л. Вредоносность грибов рода *Alternaria* на яровой горчице сарептской // Науч.-техн. бюл. / ВНИИМК. – 2008. – Вып. 1 (138): Масличные культуры. – С. 75–78.
5. Ашмарина Л.Ф., Коробейников А.С., Коняева Н.М. Фузариозное увядание нута в лесостепи Западной Сибири // Вестн. НГАУ. – 2015. – № 3 (36). – С. 7–13.
6. Матвиенко Е.В. Степень пораженности семян сортовых культур грибами родов *Fusarium* и *Alternaria* в лесостепи Самарской области // Современная микология в России: материалы 3-го Съезда микологов России. – М.: Нац. акад. микологии, 2012. – Т. 3. – С. 295–296.
7. Атлас болезней кормовых культур в Западной Сибири / Л.Ф. Ашмарина, И.М. Горобей, Н.М. Коняева, З.В. Агаркова. – Новосибирск, 2010. – 173 с.
8. Ашмарина Л.Ф., Коняева Н.М., Агаркова З.В. Вредные организмы кормовых культур и меры борьбы с ними в Западной Сибири: науч.-метод. пособие / СибНИИ кормов СФНЦА РАН. – Новосибирск, 2017. – 43 с.
9. Коняева Н.М., Ашмарина Л.Ф., Коробейников А.С. Зараженность семян сои фитопатогенными грибами в условиях ее адаптации в лесостепи Западной Сибири // Вестн. НГАУ. – 2016. – № 1. – С. 22–28.
10. Наумова Н.А. Анализ семян на грибную и бактериальную инфекцию. – Л.: Колос, 1970. – 206 с.
11. Литвинов М.А. Методы изучения почвенных микроскопических грибов. – Л.: Наука, 1969. – 121 с.
12. Методы экспериментальной микологии / под ред. В.И. Билай. – Киев: Наук. думка, 1973. – 239 с.
13. Пидопличко Н.М. Грибная флора грубых кормов. – Киев, 1953. – 487 с.
14. Билай В.И. Фузариоз. – Киев: Наук. думка, 1977. – 444 с.

15. Ганнибал Ф. Б., Гасич Е. Л. Возбудители альтернариоза растений семейства крестоцветные в России: видовой состав, география и экология // Микология и фитопатология. – 2009. – Т. 43, вып. 5. – С. 447–456.
16. Ганнибал Ф. Б., Орина А. С., Левитин М. М. Альтерналиозы сельскохозяйственных культур на территории России // Защита и карантин растений. – 2010. – № 2. – С. 31–32.
17. Ганнибал Ф. Б. Виды рода *Alternaria*, обнаруженные в России и на некоторых соседних территориях // Микология и фитопатология. – 2015. – № 49 (6). – С. 374–385.
18. Котова В. В., Кунгурцева О. В. Антракноз сельскохозяйственных растений // Приложение к журналу «Вестник защиты растений» № 11. – СПб.: ВИЗР, 2014. – С. 132.
19. Ашмарина Л. Ф., Коняева Н. М., Горобей И. М. Болезни рапса ярового и устойчивость сортов в условиях Западной Сибири // Кормопроизводство. – 2008. – № 5. – С. 9–11.
20. Ганнибал Ф. Б. Мелкоспоровые виды рода *Alternaria* на злаках // Микология и фитопатология – 2004. – Т. 38, вып. 3. – С. 19–28.
21. Ашмарина Л. Ф., Коробейников А. С., Коняева Н. М. Фузариозное увядание нута в лесостепи Западной Сибири // Вестн. НГАУ. – 2015. – № 3 (36). – С. 7–13.

REFERENCES

1. *Vrednye organizmy kormovykh kul'tur v Zapadnoi Sibiri i меры бор'бы s nimi* (Harmful organisms of fodder crops in Western Siberia and measures to combat them), Novosibirsk, 2017, 64 p.
2. Razgulyaeva N.V., Kostenko N. Yu., Putsa N.M. *Problemy mikologii i fitopatologii v XXI veke* (The problems of mycology and phytopathology in the XXI century), Proceedings of the International. Sci. Conf., St. Petersburg, 2–4 October, 2013, St. Petersburg: Kopi-R Grupp, 2013, pp. 123–126. (In Russ.)
3. Matvienko E. V., *Molodoi uchenyi*, 2016, No. 1, pp. 271–273. (In Russ.)
4. Piven V.T., Serdyuk O.A., S.L. Gorlov, *Nauch. – tekhn. byul. VNIIMK*, 2008, No. 1 (138), pp. 75–78. (In Russ.)
5. Ashmarina L.F., Korobeinikov A.S., Konyaeva N.M., *Vestn. NGAU*, 2015, No. 3 (36), pp. 7–13. (In Russ.)
6. Matvienko E. V. *Sovremennaya mikologiya v Rossii* (Modern mycology in Russia, Proceeding of the 3rd Congress of Mycologists of Russia), Moscow: Natsional'naya akademiya mikologii, 2012, Vol. 3, pp. 295–296. (In Russ.)
7. Ashmarina L. F., Gorobei I. M., Konyaeva N. M., Agarkova Z. V. *Atlas boleznei kormovykh kul'tur v Zapadnoi Sibiri* (Atlas of diseases of fodder crops in Western Siberia), Novosibirsk, 2010, 173 p.
8. Ashmarina L. F., Konyaeva N. M., Agarkova Z. V. *Vrednye organizmy kormovykh kul'tur i меры бор'бы s nimi v Zapadnoi Sibiri* (Harmful organisms of fodder crops and measures to combat them in Western Siberia), Novosibirsk, 2017, 43 p.
9. Konyaeva N.M., Ashmarina L.F., Korobeinikov A.S., *Vestn. NGAU*, 2016, No. 1 (38), pp. 22–28. (In Russ.)
10. Naumova N.A. *Analiz semyan na gribnyu i bakterial'nuyu infektsiyu* (Analysis of seeds for fungus and bacterial infection), Leningrad: Kolos, 1970, 206 p.
11. Litvinov M.A. *Metody izucheniya pochvennykh mikroskopicheskikh gribov* (Methods for studying soil microscopic fungi), Leningrad: Nauka, 1969, 121 p.
12. *Metody eksperimental'noi mikologii* (Methods of experimental mycology), Kiev: Nauk. dumka, 1973, 239 p.
13. Pidoplichko N.M. *Gribnaya flora grubykh kormov* (Mushroom flora of roughage), Kiev, 1953, 487 p.

14. Bilai V.I. *Fuzarii* (Fusarium), Kiev: Nauk. dumka, 1977, 444 p.
15. Gannibal F.B., Gasich E.L., *Mikologiya i fitopatologiya*, 2009, No. 5 (43), pp. 447–456. (In Russ.)
16. Gannibal F.B., Orina A.S., Levitin M.M., *Zashchita i karantin rastenii*, 2010, No. 5, pp. 30–32. (In Russ.)
17. Gannibal F.B., *Mikologiya i fitopatologiya*, 2015, No. 49 (6), pp. 374–385. (In Russ.)
18. Kotova V.V., Kungurtseva O.V. *Vestnik zashchity rastenii. Prilozhenie*, 2014, No. 11, 132 p. (In Russ.)
19. Ashmarina L.F., Konyaeva N.M., Gorobei I.M., *Kormoproizvodstvo*, 2008, No. 5, pp. 9–11. (In Russ.)
20. Gannibal F.B., *Mikologiya i fitopatologiya*, 2004, No. 3 (38), pp. 19–28. (In Russ.)
21. Ashmarina L.F., Korobeinikov A.S., Konyaeva N.M., *Vestn. NGAU*, 2015, No. 3 (36), pp. 7–13. (In Russ.)

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ГОРЛОВСКОГО АНТРАЦИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

^{1,3}В.Г. Двуреченский, кандидат биологических наук

¹Д.А. Соколов, кандидат биологических наук

²В. П. Середина, доктор биологических наук

¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН,
Новосибирск, Россия

²Национальный исследовательский Томский
государственный университет, Томск, Россия

³Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(Сибстрин), Новосибирск, Россия

E-mail: dvu-vadim@mail.ru

Ключевые слова: эмбриоземы, техногенный ландшафт, морфология почв, балл бонитета, индекс специфичности почв, плотность

Реферат. Проведены морфологические исследования почв, формирующихся на внешних 30-летних отвалах вскрышных и вмещающих пород Горловского угольного разреза, и фоновых черноземов выщелоченных. Выявлено, что в составе почвенного покрова присутствуют инициальные, органоаккумулятивные и дерновые типы эмбриоземов. Сравнительная морфологическая характеристика почв указывает на резкие различия между черноземами и почвами техногенных ландшафтов. Тем не менее полученные результаты свидетельствуют о том, что по мере развития почвообразовательных процессов содержание педогенного органического вещества в исследуемых почвах приближается к таковому в черноземах. Дана качественная оценка почв. Рассчитаны индексы специфичности, которые выявили значительные различия во вкладе в общее варьирование различных свойств почв. Показано, что наиболее плодородными являются эмбриоземы, формирующиеся на рыхлых осадочных отложениях. Установлено, что уровень качественной ценности в каменистых почвах определяется содержанием физической глины; в почвах, сформированных на рыхлых породах, – содержанием гумуса. Экосистема не находится в метастабильном, климаксом состоянии, а динамически развивается, находясь на стадии образования эмбриоземов дерновых, соответственно почвенно-экологическое состояние отвалов считается удовлетворительным, так как по истечении 31 года с момента начальной фазы техногенеза в составе почвенного покрова не сформировались эмбриоземы самой генетически развитой гумусово-аккумулятивной стадии развития экосистемы. В последующем в составе почвенного покрова ожидается образование гумусово-аккумулятивных эмбриоземов, а также, возможно, сухостепных почв на техногенном элювии и неогенных глинах.

QUALITATIVE ASSESSMENT OF SOILS IN TECHNOGENIC LANDSCAPES OF GORLOVSKIY ANTHRACITOUS DEPOSIT

^{1,3}Dvurechenskiy V.G., Candidate of Biology

¹Sokolov D.A., Candidate of Biology

²Seredina V.P., Dr. of Biological Sc.

¹Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry SD RAS, Novosibirsk, Russia

²National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

³Novosibirsk State Architectural and Building University, Novosibirsk, Russia

Key words: embryosimes, technogenic landscape, soil morphology, index of bonitete, index of soil specific features, density

Abstract. The paper highlights the results of Morphological studies of soils formed on the outer 30-year dumps of overburden and host rocks of the Gorlovskiy deposit and leached chernozem soil. The authors found out that soil covering contains initial, organic accumulative and sod types of embryosimes. Comparative morphological characteristics of soils indicates differences between chernozems and technogenic landscape soils. The results show that soil formation increases concentration of pedogenic organic matter in the soils which is almost equal to that in the black soil. The paper represents qualitative assessment of the soils. The authors calculate the index of specific features which reveals significant differences in the contribution to total variation of different soil properties. The article shows that embryosimes formed on loose sediments are the most fertile. It is established that the level of quality value in rocky soils is determined by concentration of physical clay; in the soils formed on loose rocks it is explained by humus concentration.. The ecosystem is not in a meta-stable climax state; it is developing dynamically, being at the stage of forming sod embryosimes. Therefore, the soil and environmental condition of tailings is satisfactory, as the embryosimes have not been formed after 31 years later the initial phase of technogenesis started. Humus accumulating embryosimes are expected to be formed in the soil covering as well as dry steppe soils on technogenic eluvium and neogenic clays.

В Российской Федерации темпы добычи полезных ископаемых, в том числе и угля, увеличиваются с каждым годом, соответственно возрастают некоторые проблемы, связанные с влиянием образующихся техногенных ландшафтов на компоненты природной среды на окружающих и удаленных территориях. В этом плане Новосибирская область не является исключением. На ее территории успешно разрабатывается Горловский бассейн антрацита. Ценность антрацита, по сравнению с другими видами углей, определяется его уникальными физико-химическими свойствами, связанными с особыми геологическими условиями углеобразования. Активная разработка месторождения влечет за собой ряд экологических проблем. Первая связана с интенсивным ростом площадей техногенных объектов и отчуждением под

них естественных высокопродуктивных земель [1]. Вторая определяется свойствами складированных в отвалы отходов, отличающихся исключительной в ряду других углевещающих пород спецификой [2], которая проявляется в низкой скорости посттехногенного восстановления нарушенными территориями почвенно-экологических функций [3].

Определение почвенно-экологического состояния техногенных ландшафтов лесостепной зоны Западной Сибири проводилось и ранее [4, 5], в основном в Кемеровской области. Изучались морфологические, физические и физико-химические свойства эмбриоземов. В Новосибирской области техногенные экосистемы недостаточно изучены [6]. Также известно, что каждый ландшафт, каждый объект имеет свой набор экологических

функций, параметров и свойств, а сравнение ландшафтов техногенных с естественными необходимо для оценки степени нарушения и возможного восстановления экосистемы во времени.

По данным сайта АО «Сибирский антрацит», к 2019 г. планируется увеличение ежегодного объема добычи антрацита до 9,5 млн т, что неминуемо повлечет за собой отчуждение под размещение отходов нескольких тысяч гектаров прилегающих высокопродуктивных земель. Антрацит Горловского угольного бассейна сегодня добывается карьерным способом, что является следствием специфических условий залегания и формирования угольных пластов. Поэтому опыт восстановления нарушенных земель угольных месторождений Украины, где антрацит добывается преимущественно шахтным способом, в Новосибирской области неприменим. Технологии рекультивации, используемые сегодня в Кузбассе, также требуют серьезной переработки и адаптации, поскольку каменноугольные и антрацитовые месторождения существенно отличаются по химизму, минералогическому и петрографическому составу вскрышных и углевмещающих пород. В этом ключе особую важность приобретают исследования качественного состояния поверхности техногенного ландшафта в связи с процессами формирования почвенного покрова.

Цель работы – изучение состояния и качественная оценка почв, сформированных на поверхности отвалов Горловского антрацитового месторождения.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объекта исследования были взяты фоновые черноземы выщелоченные и молодые почвы – эмбриоземы, формирующиеся на отвалах Горловского антрацитового месторождения, расположенного в лесостепной зоне на правом берегу р. Оби в Искитимском районе Новосибирской области, примерно в 100 км к юго-западу от

Новосибирска. Разработчик месторождения – «Сибирский Антрацит».

В работе использовались морфологические методы исследования, непосредственно в полевых условиях. При описании почв применялась классификация почв техногенных ландшафтов, приведенная В.М. Курачевым, В.А. Андрохановым [7].

Используемая в работе профильно-генетическая классификация почв техногенных ландшафтов основана на типодиагностических характеристиках слоев – горизонтов почв, формирующихся в посттехногенную стадию, т.е. на морфологических профильных особенностях. Исследование морфологических свойств молодых почв по внешним признакам позволяет выявить историю их формирования, или, другим словом, генезис.

Для того чтобы качественно оценить состояние исследуемых техногенных почв, необходимо рассчитать баллы бонитета, которые отражают меру определенного соответствия свойств почв по отношению к зональным фоновым почвам:

$$B_{эм} = B_{з.п.} \cdot i_{сп} \quad (1)$$

где $B_{эм}$ – балл бонитета почвы (эмбриоземов);
 $B_{з.п.}$ – балл бонитета фоновой почвы;
 $i_{сп}$ – индекс специфичности определяемых свойств эмбриоземов.

Так как зональными (фоновыми) почвами в зоне лесостепи являются выщелоченные черноземы, у которых балл бонитета приближается к 100 единицам, то $B_{з.п.}$ было решено принять за 100 [8].

Индекс специфичности любой почвы можно рассчитать по основным почвенным показателям (состояние гумуса, количество физической глины и т.п.), значения которых определяют индивидуальные характеристики субстрата, либо стимулирующие, либо лимитирующие восстановление почвы и её экологических функций. На отвалах угольных разрезов определяющее влияние на процессы формирования почв оказывают рельеф, содержание гумуса и физической глины, а также плотность сложения субстрата [9]. Значения данного индекса в числовом выражении характеризуют

некоторую степень отклонения почвенного показателя от предполагаемого контрольного значения в фоновой почве. Чем сильнее рассматриваемый показатель отличается от эталонного варианта, тем меньше будет $i_{\text{сп}}$.

Так, субстратный индекс специфичности по количеству содержания физической глины можно определить по следующей формуле:

$$i_{\text{сп. ф. гл.}} = \frac{C_{\text{ф. гл. эм}}}{C_{\text{ф. гл. чер}}}, \quad (2)$$

где $i_{\text{сп. ф. гл.}}$ – индекс специфичности количества физической глины;

$C_{\text{ф. гл. эм}}$ и $C_{\text{ф. гл. чер}}$ – количество физической глины соответственно в эмбриоземах и черноземах.

Если количество физической глины в исследуемом эмбриоземе выше, чем в фоновой почве, то числитель и знаменатель должны поменяться местами. В связи с этим при расчетах индекса специфичности (касаемо плотности) в знаменатель формулы ставится плотность исследуемого эмбриозема, а в числитель – плотность зональной почв.

$$i_{\text{сп. п}} = \frac{pb_{\text{чер}}}{pb_{\text{эм}}}, \quad (3)$$

где $i_{\text{сп. п}}$ – индекс специфичности (по плотности сложения);

$pb_{\text{чер}}$ и $pb_{\text{эм}}$ – плотность сложения соответственно черноземов и эмбриоземов.

Используя этот же подход, можно рассчитать индекс специфичности по содержанию гумуса:

$$i_{\text{сп. гум}} = \frac{C_{\text{гум. эм}}}{C_{\text{гум. чер}}}, \quad (4)$$

где $i_{\text{сп. гум}}$ – индекс специфичности (по содержанию гумуса);

$C_{\text{гум. эм}}$ и $C_{\text{гум. чер}}$ – содержание гумуса соответственно в эмбриоземах и черноземах.

Индекс специфичности по рельефу в расчетах использоваться не может, так как на всех исследуемых отвалах горных пород ранее была проведена планировка (горно-технический этап рекультивации), в результате чего поверхность участков стала практически горизонтальной.

Объединенная формула расчета индекса специфичности будет выглядеть как сумма средних значений индексов специфичности субстрата по содержанию физической глины, органического углерода педогенного происхождения и плотности:

$$I_{\text{сп}} = \frac{i_{\text{сп. ф. гл.}} + i_{\text{сп. п}} + i_{\text{сп. гум}}}{3}, \quad (5)$$

где $I_{\text{сп}}$ – средний по определяемым значениям индекс специфичности.

Подобным образом можно рассчитать индекс специфичности для части профилей почв (горизонта, слоя). В данном исследовании сравнивались параметры из верхнего 20-сантиметрового слоя. Таким образом, полученные данные (количественные значения) позволили определить как меру соответствия некоторых свойств молодых почв – эмбриоземов – свойствам фоновых черноземов, так и рассчитать средний балл применительно к каждой конкретной почве.

Методической основой данного исследования послужили методы определения химических и физических свойств почв, общепринятые в почвоведении [10,11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследуемые 31-летние отвалы состоят из техногенного элювия осадочных плотных пород. Субстрат отвала представлен смесью сильно метаморфизированных песчаников, алевролитов и аргиллитов. На таких, не совсем благоприятных для быстрого развития почв, породах формируются инициальные, а также органоаккумулятивные и очень редко дерновые эмбриоземы. Отличительной особенностью формирующихся почв является очень высокая каменистость (более 70%) и переуплотненность, когда плотность сложения превышает 2 г/см³ [12]. На поверхности отвалов встречаются небольшой площади участки, на поверхность которых были отсыпаны рыхлые осадочные породы, представленные мелпалеогеновыми глинами. Именно на таких участках в почвенном покрове определяются эмбриоземы дерновые.

Таким образом, в посттехногенную фазу развития внешних транспортных отвалов Горловского угольного месторождения в результате самозаращения и естественного восстановления ландшафта определяется особый специфический почвенный покров, в составе которого преобладают следующие типы молодых почв – эмбриоземов: инициальные, органоаккумулятивные и дерновые.

Инициальные эмбриоземы – это такой тип почв, морфологической особенностью которого служит отсутствие (либо примитивность) профиля. Данная особенность обусловлена несколькими причинами: во-первых, изменением одного или нескольких факторов почвообразования; во-вторых, неблагоприятными почвообразовательными условиями; в-третьих, лимитирующими факторами: крутые склоновые и инсолируемые поверхности, высокая каменистость субстрата и т.д., что определяет очень медленное преобразование исходного субстрата отвала вследствие слабого развития или отсутствия биоценозов на его поверхности.

Органоаккумулятивные эмбриоземы – это такой тип почв, в которых профиль еще не совсем дифференцирован, тем не менее на поверхности определяется типодиагностический горизонт, представляющий собой слои подстилки с разной степенью разложения. Органоаккумулятивная стадия является следующей, идущей непосредственно за инициальной стадией развития почв техногенных экосистем.

Эмбриоземы дерновые относятся к биологически развитым молодым почвам техногенных ландшафтов. Профиль дифференцирован – в его составе помимо подстилки определяется дернина.

Сравнив морфологические свойства эмбриоземов техногенных экосистем между собой, следует отметить: 1) слаборазвитый почвенный профиль; 2) во всех типах (кроме эмбриоземов дерновых на мелпалеогеновых глинах) в профиле содержится большое количество каменистой породы, в петрографическом составе которой преобладают аргиллиты, алевролиты, песчаники и антрацит; 3) от-

мечается содержание небольшого количества мелкозема, представленного среднесуглинистыми частицами; в эмбриоземах дерновых, формирующихся на глинах, верхняя часть профиля тяжелосуглинистая, нижняя – легкосуглинистая; 4) эмбриоземы (кроме дерновых на глинах, в которых отмечаются коричневые тона) имеют примерно схожие темно-серые тона окраски, объясняющиеся большим содержанием частиц антрацита в профиле, тем не менее в эмбриоземе дерновом на техногенном илювии присутствуют бурые оттенки, так как в данном типе происходит накопление органического вещества; 5) во всех профилях, за исключением эмбриоземов дерновых, отмечается низкая влажность, что свидетельствует об иссушении почвы под действием инсоляции. Солнечные лучи притягиваются благодаря незамкнутому фитоценозу и темным оттенкам поверхности почвы. Как следствие, происходит нарушение водно-воздушного режима, при котором становится затруднительным функционирование почвенной биоты, а значит и преобразование органического вещества.

Сравнение морфологических особенностей эмбриоземов и черноземов выщелоченных показало следующие особенности: 1) черноземы выщелоченные имеют развитый почвенный профиль с выраженным гумусовым горизонтом (от 20 см); 2) мелкозем черноземов выщелоченных – тяжелосуглинистый; 3) в черноземах выщелоченных присутствуют карбонаты, которых в эмбриоземах нет, зато в почвах техногенных экосистем имеется большое количество частиц антрацита; 4) черноземы выщелоченные более дифференцированы по цвету профиля; 5) в черноземах выщелоченных глубина «захвата» корнями растений достигает 60 см; в эмбриоземах корней растений может не быть совсем.

Принято полагать, что скорость почвообразовательных процессов в техногенных экосистемах, как и мозаичность почвенного покрова, напрямую зависит от эдафических условий в слоях почвы, в которых обитают корни растений; свойства корнеобитаемого слоя в основном определяются особенностями

ми «построения» ландшафта на его горно-техническом этапе [13].

По мере развития почвообразовательных процессов в эмбриоземах происходит также изменение следующих показателей: содержание углерода, гранулометрический состав, плотность сложения.

Проведенные исследования показали, что содержание тонкодисперсных фракций в эмбриоземах увеличивается с глубиной (таблица), тем не менее значения данного показателя остаются в лимитирующих пределах, т.е. в одних и тех же границах градиентов. Таким образом, выявлено, что по содержанию физической глины почвы на участках с отсыпанными плотными породами относятся по гранулометрическому составу к песку связному. В почвах, формирующихся на рыхлых породах, определяется тяжелосуглинистый состав в верхнем слое и легкосуглинистый в слое от 3 до 20 см.

Индекс специфичности вычислялся исходя из того, что в фоновом черноземе содержание фракции размером менее 0,01 мм составляет около 55%. Поэтому $i_{\text{сп. ф. гл}}$ для сильнокаменистых почв увеличивается с глубиной: в эмбриоземах инициальных – от 0,17 до 0,18, в эмбриоземах органоаккумулятивных – от 0,12 до 0,19, в эмбриоземах дерновых – от 0,10 до 0,22. Максимальные индексы свойственны эмбриоземам дерновым, формирующимся на глинах (от 0,79 до 0,89).

Плотность сложения почв – следующая особенность эдафических условий исследуе-

мых нарушенных ландшафтов, представляющих собой отвалы антрацитового разреза. Эта особенность связана с тем, что формирование отвалов происходит с помощью различного рода техники. В формировании тела отвала участвуют автомобили, экскаваторы и другие технические средства, осуществляющие перемещение пород и отсыпку. На различных этапах формирования тела отвала определенный вид техники выполняет отведенные ему функции, тем самым оказывая на отвал определенное воздействие. В силу этого процессы почвообразования начинают осуществляться на поверхности с характерной пространственной неоднородностью как по составу пород, так и по степени их уплотненности. Исследования показали, что в почвах техногенных ландшафтов плотность сложения более высокая, чем в почвах естественных ландшафтов. Максимальное значение плотности сложения (2,3 г/см³) отмечено в эмбриоземах инициальных, минимальное – в эмбриоземах дерновых (1,3–1,8 г/см³).

Рассчитанные коэффициенты специфичности показали, что плотность эмбриоземов снижается в эволюционном ряду от инициальных до дерновых, приближаясь по значениям к плотности черноземов. Минимальные значения $i_{\text{сп}}$ верхней части профиля отмечены в инициальных эмбриоземах (0,51), максимальные – в эмбриоземах дерновых (0,85).

Важнейшим показателем, определяющим качество почв, считается высокая пространственная изменчивость почвообразова-

Свойства эмбриоземов, определяющие их специфичность по отношению к фоновым черноземам
Features of embryosimes defining their specific properties in relation to chernozem soil

Почва	Глубина, см	Физ. глина, %	Плотность, г/см ³	Гумус, %	$i_{\text{сп. ф. гл}}$	$i_{\text{сп. п}}$	$i_{\text{сп. гум}}$	$I_{\text{ср}}$	$i_{\text{сп}}$	$B_{\text{эм}}$
Инициальный эмбриозем	0–10	9,3	2,2	2,9	0,17	0,51	0,24	0,31	0,29	29
	10–20	9,8	2,3	1,7	0,18	0,48	0,14	0,27		
Органоаккумулятивный эмбриозем	0–10	6,5	1,9	2,9	0,12	0,58	0,24	0,31	0,32	32
	10–20	10,5	2,1	2,9	0,19	0,52	0,24	0,32		
Дерновый эмбриозем (техногенный элювий)	0–3	5,3	1,3	2,2	0,10	0,85	0,18	0,37	0,32	32
	3–10	8,9	2,1	4,4	0,16	0,52	0,36	0,35		
	10–20	11,8	2,1	1,2	0,22	0,52	0,10	0,28		
Дерновый эмбриозем (глины)	0–3	43,2	1,3	3,5	0,79	0,85	0,29	0,64	0,56	56
	3–12	65,0	1,6	1,7	0,85	0,69	0,14	0,56		
	12–20	62,0	1,8	1,2	0,89	0,61	0,10	0,53		
Чернозем выщелоченный	0–20	55,0	1,1	10,0	1	1	1	1	1	100

тельных процессов, протекающих на отвалах каменноугольных разрезов, по содержанию органического вещества. Во-первых, это объясняется наличием антрацита в слагающих тело отвала породах, во-вторых, особенностями возобновления естественной растительности. Считается, что содержание гумуса в образцах, содержащих каменный уголь, при помощи методов мокрого сжигания оценить нельзя [14] по причине того, что при проведении анализа в навеске почвы вместе с гумусом окисляются также частицы угля. Однако антрацитовые угли являются устойчивыми к такому окислению, поэтому их влияние на величины содержания гумуса в данном исследовании не учитывалось.

В верхних горизонтах исследуемых эмбриоземов количество гумуса составило 2,9% как в инициальном, так и в органоаккумулятивном, и 2,2% – в дерновом. В эмбриоземах дерновых, формирующихся на рыхлых породах, было отмечено максимальное содержание гумуса (3,5%). Рассчитывая индекс специфичности по количеству гумуса, за основу принимали их содержание в фоновых черноземах выщелоченных, составляющее около 10%. Итоговые результаты свидетельствуют о том, что при генезисе процессов почвообразования количество педогенного органического вещества в почвах техногенных ландшафтов Горловского антрацитового месторождения вплотную приближается к таковому в фоновых черноземах (см. таблицу).

Качественная оценка почвенного состояния техногенного ландшафта сводится к количественной оценке тех режимов и свойств, которые определяют направленность и скорость протекания процессов почвообразования. Рассчитываемые индексы специфичности указывают на значительные различия во вкладе в общее варьирование различных свойств почв. Оценивая значимость определяемых параметров для среднего индекса специфичности, следует заметить, что в молодых почвах, формирующихся на плотных породах, главным условием в расчете индекса специфичности является наличие физической глины. Для таких почв индекс $i_{\text{сп. ф. гл}}$ минимален среди других

индексов. В почвах, формирующихся на рыхлых осадочных отложениях, лимитирующим условием генезиса процессов почвообразования является содержание гумуса. Значения $i_{\text{сп. гум}}$ для них минимальны. Учитывая современные представления о скорости гумусонакопления в черноземах [15], можно утверждать, что на данном исследуемом объекте не хватает времени на реализацию литогенного потенциала гумусонакопления.

Расчеты баллов бонитета почв показали, что наиболее плодородными являются формирующиеся на мелпалеогеновых глинах эмбриоземы дерновые, балл бонитета которых равен 56. По плодородию данный тип эмбриоземов соответствуют дерново-подзолистым глееватым и аллювиально-луговым почвам.

ВЫВОДЫ

1. В почвенном покрове внешних отвалов Горловского месторождения антрацита морфологически определяются эмбриоземы инициальные, органоаккумулятивные и дерновые, которые резко отличаются от фоновых черноземов выщелоченных.

2. Главными морфологическими особенностями эмбриоземов являются слаборазвитый почвенный профиль, высокая каменистость, наличие частиц антрацита.

3. Почвенно-экологическое состояние отвалов считается удовлетворительным, так как по истечении 31 года с момента начальной фазы техногенеза в составе почвенного покрова формируются эмбриоземы дерновые, тем не менее гумусово-аккумулятивных эмбриоземов нет из-за слабого поступления и преобразования органического вещества.

4. В эволюционном ряду почв на участках плотных пород значения средних индексов специфичности практически не меняются (от 0,29 до 0,32). В дерновых эмбриоземах, сформированных на глинах, они максимальны и достигают 0,56 (при 1,00 у черноземов выщелоченных).

5. Эмбриоземы на участках, отсыпанных каменистыми плотными породами, имеют оценку 31 ± 2 балла, что по свойствам плодородности

ставит данные почвы в один ряд с различными типами почв, развивающихся в горных условиях, а также подзолами и солодами.

6. Факторами, определяющими низкое качество техногенных почв Горловского месторождения, являются: дефицит содержания физиче-

ской глины для участков плотных осадочных пород и низкое содержание гумуса для участков, отсыпанных мелпалеогеновыми глинами.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-04-00836.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Окорокова Т.Л., Соколов Д.А.* Качественная оценка состояния почв отвалов Горловского антрацитового месторождения // Почва – ресурс экологической и продовольственной безопасности: материалы Всерос. науч. конф. III Ковалевские молодежные чтения (Новосибирск, 26–30 сент. 2016 г.). – Новосибирск, 2016. – С. 300–308.
2. *Угольная база России. Т. II: Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири* (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирский бассейны; месторождения Алтайского края и Республики Алтай). – М.: Геоинформцентр, 2003. – 604 с.
3. *Бонитировочный* подход к оценке почвенно-экологического состояния техногенных ландшафтов Сибири (на примере отвалов антрацитовых, каменно- и буроугольных месторождений) / И.Н. Госсен, С.П. Кулижский, Е.Б. Данилова, Д.А. Соколов // Вестн. НГАУ. – 2016. – № 2 (39). – С. 71–81.
4. *Трефилова О.В., Гродницкая И.Д., Ефимов Д.Ю.* Динамика эколого-функциональных параметров реплантоземов на отвалах угольных разрезов Центральной Сибири // Почвоведение. – 2014. – № 1. – С. 109–119.
5. *Двуреченский В.Г., Середина В.П.* Почвенно-экологическое состояние и пути восстановления техногенных экосистем лесостепного пояса Кузнецкой котловины // Безопасность жизнедеятельности. – 2017. – № 12. – С. 47–52.
6. *Зиновик К.В., Двуреченский В.Г., Середина В.П.* Физико-химические свойства эмбриоземов отвалов Горловского угольного месторождения // Почва – ресурс экологической и продовольственной безопасности: материалы Всерос. науч. конф. III Ковалевские молодежные чтения. – Новосибирск, 2016. – С. 225–230.
7. *Курачев В.М., Андроханов В.А.* Классификация почв техногенных ландшафтов // Сиб. экол. журн. – 2002. – № 3. – С. 255–261.
8. *Щербинин В.И.* Принципы бонитировки почв Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1985. – 118 с.
9. *Андроханов В.А., Курачев В.М.* Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.
10. *Агрохимические методы исследования почв* / отв. ред. А.В. Соколов, Д.Л. Аскинази. – М., 1965. – 436 с.
11. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв и грунтов. – М.: Высш. шк., 1973. – 400 с.
12. *Морфогенетическая диагностика процессов почвообразования на отвалах каменноугольных разрезов Сибири* / Д.А. Соколов, В.А. Андроханов, С.П. Кулижский, Е.А. Доможакова, С.В. Лойко // Почвоведение. – 2015. – № 1. – С. 106–117.
13. *Природно-техногенные комплексы Кузбасса: свойства и режимы функционирования* / И.С. Семина, И.П. Беланов, А.М. Шипилова, В.А. Андроханов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 396 с.
14. *Соколов Д.А., Кулижский С.П., Беланов И.П.* Методы определения содержания гумуса в углесодержащих почвах техногенных ландшафтов и их сравнительная оценка // Природно-

техногенные комплексы: современное состояние и перспективы восстановления: материалы междунар. науч. конф. – Новосибирск, 2016. – С. 229–237.

15. Лисецкий Ф. Н. Воспроизводство почв в степных экосистемах разного возраста // Сиб. экол. журн. – 2012. – № 6. – С. 819–829.

REFERENCES

1. Okorokova T. L., Sokolov D. A. *Pochva – resurs jekologicheskoy i prodovol'stvennoj bezopasnosti* (Soil is a resource of ecological and food security), Proceeding of the III Youth Conference on soil science, September 26–30, 2016, Novosibirsk, 2016, pp. 300–308. (In Russ.)
2. *Ugol'naja baza Rossii. Tom II. Ugol'nye bassejny i mestorozhdenija Zapadnoj Sibiri (Kuzneckij, Gorlovskij, Zapadno-Sibirskij bassejny; mestorozhdenija Altajskogo kraja i Respubliki Altaj)* (Coal base of Russia. Volume II. Coal pools and deposits of Western Siberia (Kuznetsky, Gorlovsky, West Siberian basins, deposits of the Altai Territory and the Altai Republic), Moscow: Geoinformcentr, 2003, 604 p.
3. Gossen I. N., Kulizhskij S. P., Danilova E. B., Sokolov D. A. *Vestnik NGAU*, 2016, No. 2 (39), pp. 71–81. (In Russ.)
4. Trefilova O. V., Grodnickaja I. D., Efimov D. Ju. *Pochvovedenie*, 2014, No. 1, pp. 109–119. (In Russ.)
5. Dvurechenskij V. G., Seredina V. P. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*, 2017, No. 12, pp. 47–52. (In Russ.)
6. Zinovik K. V., Dvurechenskij V. G., Seredina V. P. *Pochva – resurs jekologicheskoy i prodovol'stvennoj bezopasnosti*. (Soil is a resource of ecological and food security), Proceeding of the III Youth Conference on soil science, September 26–30, 2016, Novosibirsk, 2016, pp. 225–230. (In Russ.)
7. Kurachev V. M., Androhanov V. A. *Sibirskij jekologicheskij zhurnal*, 2002, No. 3, pp. 255–261. (In Russ.)
8. Shherbinin V. I. *Principy bonitirovki pochv Zapadnoj Sibiri* (Principles of boning of soils in Western Siberia), Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-nie, 1985, 118 p.
9. Androhanov V. A., Kurachev V. M. *Pochvenno-jekologicheskoe sostojanie tehnogennyh landshaftov: dinamika i ocenka* (Soil-ecological state of technogenic landscapes: dynamics and evaluation), Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2010, 224 p.
10. *Agrohimicheskie metody issledovanija pochv* (Agrochemical methods of soil investigation) Moscow, 1965, 436 p.
11. Vadjunina A. F., Korchagina Z. A. *Metody issledovanija fizicheskikh svojstv pochv i gruntov* (Methods for studying the physical properties of soils and soils), Moscow: Vyssh. shk., 1973. 400 p.
12. Sokolov D. A., Androhanov V. A., Kulizhskij S. P., Gurkova E. A. *Pochvovedenie*, 2015, No. 1, pp. 106–117. (In Russ.)
13. Semina I. S., Belanov I. P., Shipilova A. M., Androhanov V. A. *Prirodno-tehnogennye komplekсы Kuzbassa: svojstva i rezhimy funkcionirovanija* (Natural and technogenic complexes of Kuzbass: properties and modes of functioning), Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2013, 396 p.
14. Sokolov D. A., Kulizhskij S. P., Belanov I. P. *Prirodno-tehnogennye komplekсы: sovremennoe sostojanie i perspektivy vosstanovlenija* (Natural-technogenic complexes: the current state and prospects for recovery), Proceeding of the International Scientific Conference, 2016, pp. 229–237. (In Russ.)
15. Liseckij F. N. *Sibirskij jekologicheskij zhurnal*, 2012, No. 6, pp. 819–829. (In Russ.)

**ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ С ГЕНОМOM *AE. TAUSCHII*
ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ НА РАСОНЕСПЕЦИФИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ
К БУРОЙ И СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЕ**

¹**И.В. Потоцкая**, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

¹**В.П. Шаманин**, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

¹**В.Е. Пожерукова**, кандидат биологических наук

²**Е.И. Гультияева**, кандидат биологических наук, доцент

³**А.И. Моргунов**, кандидат сельскохозяйственных наук

Ключевые слова: мягкая пшеница, синтетическая линия, бурая и стеблевая ржавчина, площадь под кривой развития болезни, расонеспецифическая устойчивость, гены устойчивости

¹Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, Омск, Россия

²Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург, Россия

³Представительство CIMMYT в Турции, Анкара, Турция

E-mail: iv.pototskaya@omgau.org

Реферат. *Расширение генетического разнообразия пшеницы составляет основу для повышения устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды и увеличения урожайности сортов, которое может быть достигнуто за счет привлечения в гибридизацию генетических ресурсов близкородственных видов и родов. Проведена оценка основных критериев расонеспецифической устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине синтетических линий с геном *Ae. tauschii* на опытном поле Омского ГАУ в 2016–2017 гг. Изучена ювенильная устойчивость синтетических линий при инокуляции проростков 4 изолятами возбудителя *Rustinia triticensis*, выделенными из популяций бурой ржавчины, собранных на посевах пшеницы в Ленинградской, Тамбовской, Челябинской областях и Краснодарском крае. Выделены синтетические линии, которые рекомендуются в качестве исходного материала для селекции на расонеспецифическую устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине: № 5 Langdon / Ku-2096, № 9 Ukr-Od 952.92 / *Ae. sq.* (1031), № 14 Langdon / Ku –2075, № 19 Ukr-Od 1530.94 / *Ae. sq.* (1027), № 21 Langdon / Ku –20–9, № 22 Langdon / Ig 48042, № 24 Aisberg / *Ae. sq.* (511), № 29 Langdon / IG 126387, № 42 UKR-Od 1530.94 / *Ae. sq.* (310) и № 52 Langdon / Ku-2100. Проведена идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине и генотипирование изучаемых синтетических линий по SNP-маркерам, ассоциированных с геном устойчивости к стеблевой ржавчине *Sr2*. Выделены синтетические линии: № 19 UKR-Od 1530.94 / *Ae. sq.* (1027), несущая комбинацию генов устойчивости *Lr34 + Lr39* (*Lr41*), характеризующаяся высоким уровнем устойчивости во взрослой стадии развития растений в условиях Омской и Ленинградской областей, и № 24 Aisberg / *Ae. sq.* (511) с геном возрастной устойчивости к стеблевой ржавчине *Sr2*, характеризующаяся умеренной восприимчивостью к популяции стеблевой ржавчины в условиях Западной Сибири.*

**STARTING MATERIAL WITH *AE. TAUSCHII* GENOME FOR SELECTION TO RACE
NON-SPECIFIC RESISTANCE TO BROWN RUST AND STEM RUST**

¹ Pototskaia I.V., Candidate of Agriculture, Associate Professor

¹ Shamanin V.P., Dr. of Agricultural Sc., Professor

¹ Pozherukova V.E., Candidate of Biology

² Gultiaeva E.I., Candidate of Biology, Associate Professor

³ Morgunov A.I., Candidate of Agriculture

¹ Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russia

² Russian Research Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

³ Branch of CIMMYT in Turkey, Ankara, Turkey

Key words: spring wheat, synthetic line, brown rust and stem rust, area under the curve of disease progress, race non-specific resistance, resistant genes.

Abstract. *The paper highlights that genetic diversity of wheat is the basis for higher resistance of plants to bad environmental conditions and higher crop yield, which can be achieved by including genetic resources similar to species and varieties in the hybridization. The authors estimate the basic criteria of race non-specific resistance to leaf and stem rust of synthetic lines which contain Ae. Tauschii genome. The Research was conducted at the experimental field of Omsk State Agrarian University in 2016-2017. The paper explores juvenile resistance of synthetic lines during inoculation of seedlings by 4 isolates of Puccinia triticina pathogens isolated from brown rust populations collected on wheat crops in Leningrad, Tambov, Chelyabinsk regions and the Krasnodar Territory. The authors shift the synthetic lines, which are recommended as initial material for selection on race non-specific resistance to leaf and stem rust: No. 5 Langdon / Ku-2096, No. 9 Ukr-Od 952.92 / Ae. sq.(1031), №14 Langdon / Ku -2075, №19 Ukr-Od 1530.94 / Ae. sq.(1027), No. 21 Langdon / Ku-20-9, No. 22 Langdon / Ig 48042, No. 24 Aisberg / Ae. sq.(511), No. 29 Langdon / IG 126387, No. 42 UKR-Od 1530.94 / Ae. sq.(310) and No. 52 Langdon / Ku-2100. The authors identify gene resistance to brown rust and conducted genotyping of the synthetic lines by SNP-markers associated with resistant gene to stem rust Sr2. The researchers outline synthetic lines №19 UKR-Od 1530.94 / Ae. sq.(1027) which carries a combination of resistant genes Lr34 + Lr39 (Lr41), characterized by high resistance in the later stage of development in Omsk and Leningrad regions; and №24 Aisberg / Ae. sq.(511) with age resistant gene to stem rust Sr2, characterized by moderate resistance to stem rust populations in the conditions of Western Siberia.*

Общая тенденция к потеплению климата, высокая степень изменчивости и миграционной способности патогенов и, как следствие, участвовавшие в последние годы эпифитотии болезней представляют серьезную угрозу дальнейшего роста валового производства зерна пшеницы и повышения стабильности урожая по годам. Бурая и стеблевая ржавчина являются наиболее вредоносными заболеваниями, вызывающими снижение урожайности и качества зерна восприимчивых сортов яровой пшеницы, возделываемых на территории Западной Сибири [1].

Повышение генетической устойчивости зернового агроценоза к патогенам может достигаться посредством частой сортосмены, а также возделывания в регионах и хозяйствах сортов с разным уровнем устойчивости к болезням и разным расам. Эти приемы призваны опережать эволюцию патогенов и пре-

дотвращать появление новых вирулентных рас [2].

Для сдерживания формообразовательного процесса и миграционной активности патогенов необходимо привлечение в селекционные программы источников устойчивости диких сородичей пшеницы [3].

Большинство эффективных генов устойчивости было привнесено в геном мягкой пшеницы от видов *Aegilops* L. Геном D рода *Aegilops* L. послужил источником ценных для селекционной практики генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине: Lr21 (Lr40), Lr22a, Lr32, Lr39 (Lr41), Lr42, Sr33, Sr45, Sr46 [4].

Линии синтетической гексаплоидной пшеницы, полученные в CIMMYT путем скрещивания озимых сортов твердой пшеницы (*Triticum durum*; 2n=28, AABB) из Украины и Румынии с образцами *Ae. tauschii* Coss. (2n=14, DD, синоним *Ae. squarrosa*) из

района Каспийского бассейна и линии синтетической пшеницы селекции университета Киото (Япония), полученные скрещиванием сорта твердой пшеницы Langdon (США) с формами эгилопса различных эколого-географических групп, представляют собой значительный генетический резерв для создания ценного исходного материала в селекции на устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине [5].

К настоящему моменту расонеспецифическая (горизонтальная, частичная, длительная, slow rusting resistance) устойчивость, характеризующаяся восприимчивым типом реакции и низкими значениями ПКРБ, рассматривается как альтернатива расоспецифической устойчивости и является сдерживающим фактором для эпифитотийного развития ржавчинных болезней [6].

Частичная устойчивость сортов пшеницы к ржавчинным болезням обусловлена, как правило, присутствием в генотипе одного-двух олигогенов и нескольких малых генов устойчивости или их комбинацией [7]. Пирамидирование генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине позволяет расширить генетическую основу устойчивости сортов пшеницы и обеспечить их более продолжительную защиту [8].

Цель исследований – оценка основных критериев расонеспецифической устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине у синтетических линий с геномом *Aegilops tauschii* и отбор исходного материала для селекции на иммунитет в условиях Западной Сибири.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На опытном поле Омского ГАУ в 2016 г. изучено 126 линий синтетической гексаплоидной пшеницы. Посев проводили вручную, на ярусах шириной 1 м, каждая линия высевалась по 1 рядку, через каждые 5 номеров поочередно размещались стандарт № 1 (среднеранний сорт Памяти Азиева) и стандарт № 2 (среднепоздний сорт Серебристая). В 2017 г. изучали 57 синтетических линий

ярового типа развития. Площадь делянки – 1,4 м², норма высева по 25 г семян на делянку. Повторность четырехкратная, размещение делянок в опыте рендомизированное. Через каждые 10 номеров поочередно размещался стандарт № 1 (среднеранний сорт Памяти Азиева) и стандарт № 2 (среднепоздний сорт Серебристая). Посев проведен селекционной сеялкой ССФК-7. Ширина междурядий – 15 см.

В течение вегетации растений проводились фенологические наблюдения, иммунологическая оценка (в динамике, не менее 4–5 учетов) поражения растений бурой и стеблевой ржавчиной по международной шкале СИММУТ [9]. В результате полевой оценки синтетические линии с разными типами устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине были условно разделены на три основные группы: линии с высокой устойчивостью (тип инфекции – R, интенсивность поражения – 0–5%), умеренной устойчивостью (MR, 10–25%) и восприимчивые (S, 30–50%).

Расчет площади под кривой развития болезни (мучнистой росы, бурой и стеблевой ржавчины) – ПКРБ – проводили по методу Джонсона и Вилкинсона в изложении Л.П. Сочаловой и И.Е. Лихенко [10]. В качестве контроля восприимчивости к бурой ржавчине использовали стандарт Серебристая, в качестве контроля восприимчивости к стеблевой ржавчине – стандарт Памяти Азиева. В лаборатории LGC Genomics (Великобритания) проведено генотипирование изучаемых синтетических линий по 45 селекционно-значимым SNP-маркерам, в том числе ассоциированным с геном устойчивости к стеблевой ржавчине *Sr2*.

Идентификация генов устойчивости и оценка ювенильной устойчивости к бурой ржавчине синтетических линий проведена в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений». Для изучения ювенильной устойчивости по 3 зерна каждой линии сеяли в почву, 10–12-дневные проростки инокулировали суспензией 4 изолятов возбудителя *Puccinia triticina*, выделенных из популяций бурой ржавчины, собран-

ных на посевах пшеницы в Ленинградской, Тамбовской, Челябинской областях и Краснодарском крае. Учет типа реакции на заражение проводили на 8-й день после инокуляции по шкале Майнса и Джексона [11]. Достоверность различий от стандартного сорта рассчитывали по методике, изложенной Б. А. Доспеховым [12], с использованием программы Microsoft Excel.

В 2016 г. в июне–июле отмечена умеренно теплая дождливая погода, благоприятная для развития ржавчинных болезней, в связи с чем наблюдался более высокий уровень поражения посевов пшеницы бурой и стеблевой ржавчиной. В 2017 г. отмечена характерная для южной лесостепной зоны Западной Сибири раннелетняя засуха в июне, поэтому бурая и стеблевая ржавчина начала проявляться только в первой декаде августа – слишком поздно, чтобы сильно поразить посевы пшеницы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полевая оценка устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине, проведенная в 2016–2017 гг., показала значительную вариабельность синтетических линий пшеницы по уровню устойчивости к ржавчинным болезням.

В 2016 г. из 126 синтетических линий пшеницы 15 % имели высокую устойчивость к бурой ржавчине и 35 % линий – к стеблевой

ржавчине. В 2017 г. из 57 линий синтетиков ярового типа к группе умеренно устойчивых к бурой ржавчине (MR, степень поражения менее 10–25 %) были отнесены 19 (33,3 %) линий. Доля линий-синтетиков, устойчивых к стеблевой ржавчине (R, степень поражения менее 5–10 %) составила 10,5 % (6 линий), а доля умеренно устойчивых – 52,6 % (30 линий).

Сорта с признаками частичной устойчивости характеризуются восприимчивой реакцией к возбудителю болезни и замедленной динамикой развития инфекции в течение вегетационного периода (низкими значениями ПКРБ). Показатель ПКРБ является надежным критерием определения расонеспецифического типа устойчивости к ржавчинным болезням [13].

По интенсивности поражения и значению ПКРБ синтетические линии пшеницы были разделены на 6 групп (рис. 1, 2). Для селекционной практики представляет интерес селекционный материал, имеющий ПКРБ меньше 20 %.

В годы исследований из 57 синтетических линий 27 % имели ПКРБ меньше 20 % от ПКРБ контроля (стандарт Серебристая) по бурой ржавчине и 53,6 % – по стеблевой ржавчине в сравнении с восприимчивым стандартом Памяти Азиева.

Остальные линии, имеющие ПКРБ более 20 % от ПКРБ контроля, характеризуются более высокой степенью поражения, обусловленной, по-видимому, присутствием частично

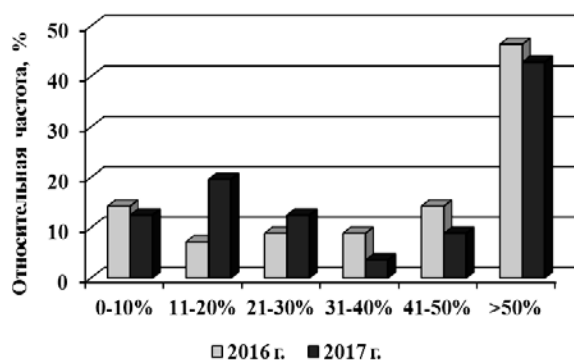


Рис. 1. Распределение синтетических линий по значению ПКРБ по бурой ржавчине
Distribution of synthetic lines according to PKRB index on the brown rust

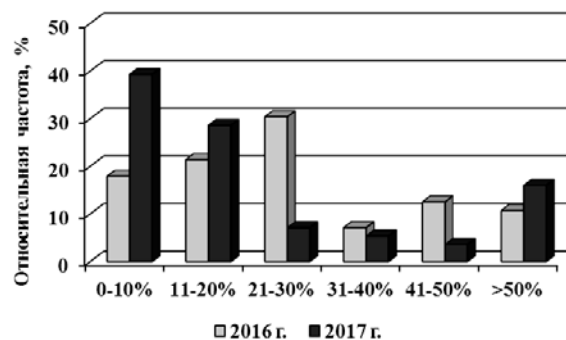


Рис. 2. Распределение синтетических линий по значению ПКРБ по стеблевой ржавчине
Distribution of synthetic lines according to PKRB index on the stem rust

эффективных или неэффективных олигогенов и одного-двух малых генов устойчивости.

Выделены синтетические линии, характеризующиеся расонеспецифической устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчине (табл. 1).

Линии № 5 Langdon / Ku-2096, № 14 Langdon / Ku –2075 и № 52 Langdon / Ku-2100

имели низкий уровень ПКРБ (6,6–14,1 %) по бурой и стеблевой ржавчине. У остальных линий наблюдалось варьирование ПКРБ к разным видам ржавчины, но не более 35 %.

Поскольку большинство малых генов не экспрессируются на стадии проростков, такой тип устойчивости может быть постулиро-

Таблица 1

Полевая оценка синтетических линий с расонеспецифическим типом устойчивости к ржавчинным болезням (в среднем за 2016–2017 гг.)

Field assessment of synthetic lines with race non-specific resistance to rust diseases (on average in 2016–2017)

Но- мер ли- нии	Сорт, линия	Бурая ржавчина			Стеблевая ржавчина		
		степень по- ражения, %	ПКРБ		степень пораже- ния, %	ПКРБ	
			условные единицы	% от контроля		условные единицы	% от кон- троля
	Серебристая, контроль по бурой ржавчине	70	1057	100	55	–	–
	Памяти Азиева, контроль по стебле- вой ржавчине	60	–	–	60	569	100
5	Langdon/Ku-2096	8,75	103	9,6	17,5	59	9,9
9	Ukr-Od 952.92/ <i>Ae. sq.</i> (1031)	10,0	137	13,8	22,5	149	25,9
14	Langdon/Ku-2075	13,75	96	8,4	12,5	39	6,6
19	Ukr-Od 1530.94/ <i>Ae. sq.</i> (1027)	6,25	56	6,4	31,25	133	23,0
21	Langdon/Ku-20–9	22,5	248	22,3	26,25	54	9,1
22	Langdon/IG 48042	23,75	384	32,3	11,25	44	7,5
24	Aisberg / <i>Ae. sq.</i> (511)	18,75	344	29,1	5,0	18	3,3
29	Langdon/IG 126387	18,75	309	27,7	27,5	111	18,6
42	UKR-Od 1530.94 / <i>Ae. sq.</i> (310)	11,25	176	16,9	36,25	198	34,4
52	Langdon/Ku-2100	8,75	99	9,4	23,75	83	14,1
	НСП _{0,05}	5,81			5,72		

ван в результате ювенильной оценки селекционного материала.

Оценка ювенильной устойчивости синтетических линий пшеницы (табл. 2) показала восприимчивый тип ко всем четырем изолятам возбудителя бурой ржавчины либо варьирование типа реакции в зависимости от используемого изолята. Оценка полевой устойчивости к западно-сибирской популяции бурой ржавчины выявила в основном промежуточный тип устойчивости у большинства представленных линий, за исключением линии № 9 Ukr-Od 952.92/ *Ae. sq.* (1031), показавшей умеренную восприимчивость к патогену (10MS).

По результатам полевого обследования генотипов, несущих ген *Lr34*, имеющий плеiotропный эффект (=Sr57//Yr18/Pm38), Е.С. Сколотневой с коллегами [14]

установлено, что данный ген является неэффективным в условиях Западной Сибири. Пирамидирование же малоэффективных генов устойчивости обеспечивает устойчивость растений во взрослой стадии развития.

В наших исследованиях линия № 19 UKR-Od 1530.94 / *Ae. sq.* (1027), несущая комбинацию генов устойчивости *Lr34 + Lr39 (Lr41)*, имела более высокий уровень устойчивости как в условиях Омской (10MR), так и в условиях Ленинградской области (R).

Ген возрастной устойчивости к стеблевой ржавчине *Sr2*, эффективный также против вирулентной расы *Ug99*, имеет рецессивный характер наследования и идентифицирован с помощью SNP-маркера *Sr2_ger9_3p* из представленных линий у синтетической линии № 24 Aisberg / *Ae. sq.* (511). Уровень устойчивости носителей данного гена зави-

Таблица 2

Оценка ювенильной и полевой устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине линий гексаплоидной синтетической пшеницы (2017 г.)

Assessment of juvenile and field resistance to brown and stem rust of hexaploid synthetic wheat (in 2017)

Но- мер ли- нии	Сорт, линия	Иденти- фициро- ванные гены	Поражение бурой ржавчиной			Поражение стеблевой ржавчиной, %, и тип реакции
			полевая оценка, %, и тип реакции	юве- нильная оценка, баллов*	полевая оценка, %, и тип реакции	
			Омск	СПб-Пушкин	Омск	
	Памяти Азиева, среднеранний стандарт	–	50S	3–4	70S	40S
	Серебристая, среднепоздний стандарт	<i>Lr10</i>	55S	3–4	50–70S	40S
5	Langdon / Ku-2096	<i>Lr39</i>	5M	0–3	1–5S	5MR
9	Ukr-Od 952.92/ <i>Ae.sq.</i> (1031)	<i>Lr39</i>	10MS	3–4	30–50S	10MS
14	Langdon / Ku-2075	<i>Lr39</i>	5M	1–3	R	5M
19	UKR-Od 1530.94 / <i>Ae.sq.</i> (1027)	<i>Lr34 + Lr39</i>	10MR	0–3	R	15MR
21	Langdon / Ku-20–9	<i>Lr39</i>	15M	3–4	1–5S	5R
22	Langdon/IG 48042	<i>Lr39</i>	5M	3–4	5–10S	5R
24	Aisberg / <i>Ae.sq.</i> (511)	<i>Lr39, Sr2</i>	5M	0–3	5–10MR	10MS
29	Langdon/IG 126387	<i>Lr39</i>	5M	3–4	5–10S	5M
42	UKR-Od 1530.94 / <i>Ae.sq.</i> (310)	<i>Lr10 + Lr39</i>	20M	0–4	1–5MR	5MS
52	Langdon / Ku-2100	<i>Lr39</i>	5M	0–3	1–5S	10MR
HCP _{0,05}		4,09				3,74

* Варьирование типа реакции при инокуляции 4 тест-клонами *P. triticina*.

сит от генетического окружения и влияния внешней среды [15], поэтому в полевых условиях данная линия характеризовалась как умеренно восприимчивая к стеблевой ржавчине (10MS). У выделенных синтетических линий присутствуют, вероятно, и другие гены устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине, для идентификации которых требуются дополнительные исследования.

Из представленных 10 синтетических линий пшеницы 6 принадлежат к группе синтетических гексаплоидов селекции университета Киото: № 21 Langdon / Ku –20–9, № 22 Langdon / Ig 48042, характеризующиеся высокой устойчивостью к стеблевой ржавчине (5R), № 5 Langdon / Ku-2096, а также № 14 Langdon / Ku –2075, № 29 Langdon/IG 126387 и № 52 Langdon / Ku-2100, характеризующиеся умеренной устойчивостью к данному патогену (5–10 MR).

ВЫВОДЫ

1. Доля линий синтетической гексаплоидной пшеницы, характеризующихся низкими значениями ПКРБ (<20%), по бурой ржавчине составила 27%, по стеблевой ржавчине – 53,6%.

2. Выделены синтетические линии, которые рекомендуются в качестве исходного

материала для селекции на расонеспецифическую устойчивость к бурой и стеблевой ржавчине: № 5 Langdon / Ku-2096, № 9 Ukr-Od 952.92/ *Ae. sq.* (1031), № 14 Langdon / Ku –2075, № 19 Ukr-Od 1530.94/ *Ae. sq.* (1027), № 21 Langdon / Ku –20–9, № 22 Langdon / Ig 48042, № 24 Aisberg / *Ae. sq.* (511), № 29 Langdon / IG 126387, № 42 UKR-Od 1530.94 / *Ae. sq.* (310) и № 52 Langdon / Ku-2100.

3. Восприимчивость выделенных синтетических линий к большинству изолятов возбудителя бурой ржавчины (3–4 балла) подтверждает расонеспецифический тип устойчивости к данному патогену.

4. Выделены синтетические линии: № 19 UKR-Od 1530.94 / *Ae. sq.* (1027), несущая комбинацию генов устойчивости *Lr34 + Lr39* (*Lr41*), характеризующаяся высоким уровнем устойчивости во взрослой стадии развития растений в условиях Омской и Ленинградской областях, и № 24 Aisberg / *Ae. sq.* (511) с геном возрастной устойчивости к стеблевой ржавчине *Sr2*, характеризующаяся умеренной восприимчивостью к популяции стеблевой ржавчины в условиях Западной Сибири.

Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16–16–10005).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Genetic diversity of spring wheat from Kazakhstan and Russia for resistance to stem rust Ug99 / V. Shamanin, E. Salina, R. Wanyera [et al.] // *Euphytica*. – 2016. – Vol. 12. – P. 287–296. – DOI 10.1007/s10681-016-1769-0.
2. Гультяева Е. И., Садовая А. С. Селекция мягкой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине в России // *Защита и карантин растений*. – 2014. – № 10. – С. 24–26.
3. Valkoun J., Dostal J., Kucerova D. Triticum x Aegilops hybrids through embryo culture // In: Bajaj YPS (ed) *Biotechnology in agriculture and forestry*. – Berlin: Springer, 1990. – P. 152–166.
4. Мартынов С. П., Добротворская Т. В., Митрофанова О. П. Генеалогический анализ распространения генетического материала эгилопсов (*Aegilops* L.) в сортах мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // *Генетика*. – 2015. – Т. 51 (9). – С. 1000–1008. – DOI: 10.7868/S0016675815090076.
5. Оценка линий синтетической пшеницы (*Triticum durum/Aegilops tauschii*) по вегетационному периоду и устойчивости к болезням / В. П. Шаманин, И. В. Потоцкая, С. С. Шепелев [и др.] // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2017. – № 21 (3). – С. 347–353.
6. Johnson R. Durable resistance: definition, genetic control and attainment in plant breeding // *Phytopathol.* – 1981. – Vol. 71. – P. 567–568.
7. Сюков В. В., Тырышкин Л. Г., Захаров В. Г. Доноры полевой устойчивости яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) к листовой бурой ржавчине (*Puccinia recondita* rob. ex desm.) // *Изв. Самар. науч. центра РАН*. – 2014. – Т. 16, № 5 (3). – С. 1166–1172.
8. Шаманин В. П., Потоцкая И. В., Клевакина М. В. Оценка сибирской коллекции яровой мягкой пшеницы на устойчивость к стеблевой ржавчине в условиях южной лесостепи Западной Сибири // *Вестн. КазГАУ*. – 2016. – № 2 (11). – С. 55–59.
9. Койшыбаев М., Шаманин В. П., Моргунов А. И. Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням: метод. указания. – Анкара: ФАО-СЕК, 2014. – 58 с.
10. Сочалова Л. П., Лихенко И. Е. Генетическая устойчивость сортов яровой пшеницы к облигатно-аэрогенным заболеваниям в условиях лесостепи Приобья. – Новосибирск, 2011. – 28 с.
11. Mains E. B., Jackson H. S. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat; *Puccinia triticina* Erikss // *Phytopathology*. – 1926. – Vol. 16. – P. 89–120.
12. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1985. – 321 с.
13. Зеленева Ю. В., Плахотник В. В., Судникова В. П. Методические подходы к определению расонеспецифической устойчивости к возбудителю *Puccinia graminis* Pers. f. sp. Triticis Erikss. et Henn. // *Вопросы современной науки и практики. Ун-т им. В. И. Вернадского*. – 2017. – № 2 (64). – С. 9–15.
14. Методические подходы к идентификации эффективных генов, определяющих устойчивость пшеницы к комплексу грибных заболеваний / Е. С. Сколотнева, И. Н. Леонова, Е. Ю. Букатич [и др.] // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2017. – № 21 (7). – С. 862–869. – DOI 10.18699/VJ17.307.15.
15. Stem and leaf rust resistance in wild relatives of wheat with D genome (*Aegilops* spp.) / V. K. Vikas, M. Sivasamy, J. Kumar [et al.] // *Genet Resour Crop Evol.* – 2014. – Vol. 61. – P. 861–874. – DOI 10.1007/s10722-014-0085-6.

REFERENCES

1. Shamanin V., Salina E., Wanyera R., Zelenskiy Yu., Morgounov A., *Euphytica*, 2016, Vol. 12, pp. 287–296., DOI 10.1007/s10681-016-1769-0.

2. Gul'tjaeva E.I., Sadovaja A. S., *Zashhita i karantin rastenij*, 2014, No. 10, pp. 24–26. (In Russ.)
3. Valkoun J., Dostal J., Kucerova D., In: Bajaj YPS (ed) *Biotechnology in agriculture and forestry*, Berlin, *Springer*, 1990, pp. 152–166.
4. Martynov, S.P., Dobrotvorskaja T. V., Mitrofanova O. P., *Genetika*, 2015, No. 51 (9), pp. 1000–1008., DOI: 10.7868/S0016675815090076. (In Russ.)
5. Shamanin V. P., Potockaja I. V., Shepelev S. S. Pozherukova V. E., Truschenko A. Yu., Chursin A. S., Morgounov A. I., *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2017, No. 21 (3), pp. 347–353. (In Russ.)
6. Johnson R., *Phytopathol.*, 1981, Vol. 71, pp. 567–568.
7. Sjukov V. V., Tyryshkin L. G., Zaharov V. G., *Izv. Samar. nauch. centra RAN*, 2014, Vol. 16., No. 5 (3), pp. 1166–1172. (In Russ.)
8. Shamanin V. P., Potockaja I. V., Klevakina M. V., *Vestn. KazGAU*, 2016, No. 2 (11), pp. 55–59. (In Russ.)
9. Kojsybaev M., Shamanin V. P., Morgunov A. I. *Skrining pshenicy na ustojchivost» k osnovnym boleznyam: metod. ukazaniya* (Wheat screening for resistance to main diseases: methodical guidance), Ankara: FAO-SEK, 2014, 58 p.
10. Sochalova L. P., Lihenko I. E. *Geneticheskaja ustojchivost» sortov jarovoj pshenicy k obligatno-ajerogennym zabolevanijam v uslovijah lesostepi Priob'ja* (The genetic resistance of the spring wheat varieties to obligate the airborne diseases in the forest-steppe conditions of Priobya), Novosibirsk, 2011, 28 p.
11. Mains E. B., Jackson H. S., *Phytopathology*, 1926, Vol. 16, pp. 89–120.
12. Dospheov B. A. *Metodika polevogo opyta: (S osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij)* (Methods of field experience: the basics of statistical processing of the research results), Moscow, Kolos, 1985, 321 p.
13. Zeleneva Ju. V., Plahotnik V. V., Sudnikova V. P. *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Un-t im. V.I. Vernadskogo*, 2017, No. 2 (64), pp. 9–15. (In Russ.)
14. Skolotneva E. S., Leonova I. N., Bukatich E. Ju., E. A. Salina, *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2017, No. 21 (7), pp. 862–869., DOI 10.18699/VJ17.307.15. (In Russ.)
15. Vikas V. K., Sivasamy M., Kumar J., Jayaprakash P., Kumar S., Parimalan R., Kumar A., Srinivasan K., Radhamani J., Jacob S. R., Yadav M., Rani J., Bisht I. S., Bhandari D. C., Archak S., Tyagi R. K., Bansal K. C., *Genet Resour Crop Evol.*, 2014, Vol. 61, pp. 861–874., DOI 10.1007/s10722-014-0085-6.

СЕЛЕКЦИОННАЯ ОЦЕНКА И ОТБОР ГЕНОТИПОВ ЯЧМЕНЯ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Н. А. Сурин, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, академик РАН

Н. Е. Ляхова, старший научный сотрудник,
заслуженный агроном РФ

С. А. Герасимов, кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник

А. Г. Липшин, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник

**Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
обособленное подразделение ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр
“Красноярский научный центр СО РАН”, Красноярск, Россия**

E-mail: krasniish@yandex.ru

Ключевые слова: ячмень, полевой опыт, селекция, генотип, отбор, адаптивность, стабильность

Реферат. *Исследования проведены в селекционном севообороте Красноярского НИИСХ, расположенного в Красноярской лесостепи Восточно-Сибирского региона, в 2013–2016 гг. Агрометеорологические условия вегетационных периодов в годы исследования были контрастными: 2013 и 2014 гг. – избыточно влажные (ГТК – 2,20 и 2,11); 2015 г. – недостаточно влагообеспеченный (1,21); 2016 г. – влагообеспеченный (1,59). Выявлены образцы, представляющие практический интерес: с повышенным валовым содержанием белка – Абалак, Э-88–5893 и Т-66–3194 (5,00–5,10 ц/га); числом зерен в главном колосе (19,1–22,4) – Кедр, Буян, Оленек, Т-66–3194, У-49–3795, У-27–3593, У-30–3624 и Ф-68–4721; массой 1000 зерен (47,5–49,6 г) – Кедр, Биом и Ц-29–5047; урожайностью – Абалак, Э-88–5893, Т-66–3194, У-49–3795, Ф-68–4721 (достоверная прибавка к стандарту 3,3–5,6 ц/га, или 8,5–14,5 %); экологической стабильностью (St^2) – Э-88–5893, Т-66–3194, У-27–3593 и У-30–3624; стрессоустойчивостью (22,8–27,8 ц/га) – Биом, Красноярский 80, Буян, Э-88–5893, Т-66–3194, У-27–3593, У-30–3624, Ц-29–5047; общей адаптивной способностью – Абалак (4,05), Э-88–5863 (3,63) и Т-66–3194 (4,33); специфической адаптивной способностью – Кедр, Вулкан, Абалак, Оленек, У-49–3795 и Ф-68–4721; стабильностью генотипа (Sg_i) – Э-88–5893, Т-66–3194, У-27–3593, У-30–3624; отзывчивостью на улучшение условий возделывания (b_i) – Кедр (1,14), Оленек (1,38), Абалак (1,10), У-49–3795 (1,09) и Ф-68–4721 (1,09); селекционной ценностью генотипа (СЦГ_i) – Вулкан (23,20), Оленек (20,30), Абалак (22,11), Э-88–5893 (21,84), Т-66–3194 (22,21), У-27–3593 (20,00), У-49–3795 (21,10) и Ф-68–4721 (20,90), что подтверждает их повышенные адаптивные свойства в экстремальных условиях Восточной Сибири. По итогам комплексной оценки хозяйственно-ценных признаков были выделены две перспективные линии: Э-88–5893 (Емеля) и Т-66–3194 (Такмак).*

SELECTION AND ASSESSMENT OF BARLEY GENOTYPES OF EASTERN-SIBERIAN SELECTION

Surin N.A., Dr. Of Agricultural Sc., Professor, Academician of RAS

Liakhova N.E., Senior Research Fellow, Merit Agriscientist of Russia

Gerasimov S.A., Candidate of Agriculture, Leading Research Fellow

Lipshin A.G., Candidate of Agriculture, Research Fellow

Krasnoyarsk Research Agricultural Institute- autonomous branch of Federal Research Centre “Krasnoyarsk Research Centre SD RAS”, Krasnoyarsk, Russia

Key words: barley, field experiment, selection, genotype, adaptivity, stability (resistance).

Abstract. The research was conducted in selection crop rotation of Krasnoyarsk Research Agricultural Institute in Krasnoyarsk forest-steppe zone of East Siberian region in 2013-2016. The authors observed strongly opposite Agrometeorological conditions in the vegetation periods of research periods: 2013 and 2014 were rather humid where hydrothermal index was 2.20 and 2.11; 2015 was characterized by insufficient humidity (1,21); humidity in 2016 was equal to 1,59. The paper highlights the specimens that are of practical significance. Abalak, E-88-5893 and T-66-3194 contain higher amount of gross protein (5,00-5,10 t/ha); Kedr, Buyan, Olenek, T-66-3194, U-49-3795, U-27-3593, U-30-3624 and F-68-4721 contain higher number of grains in the main spike (19,1-22,4); Kedr, BIOM and TS-29-5047 are significant for their mass of 1000 grains (47,5-49,6); higher crop yield capacity was observed in Abalak, E-88-5893, T-66-3194, U-49-3795, F-68-4721 (significant increase to the standard 3.3 to 5.6 C/ha, or 8.5 to 14.5%); environmental stability (St2) was typical for E-88-5893, T-66-3194, U-27-3593 and U-30-3624; response to better cultivating conditions was observed in Kedr (1.14), Olenek (1.38), Abalak (1.10), U-49-3795 (1.09) and F-68-4721 (1.09); General adaptive ability is typical for – Abalak (4,05), E-88-5863 (3,63) and T-66-3194 (4,33); specific adaptive capacity was observed in significant Kedr, Vulkan, Abalak, Olenek, U-49-3795 and F-68-4721; genotype stability (Sgi) – E-88-5893, T-66-3194, U-27-3593, U-30-3624; selection value of the genotype (SGI) is typical for Vulkan (23,20), Olenek (20,30), Abalak (22,11), E-88-5893 (21,84), T-66-3194 (22,21), U-27-3593 (20,00), U-49-3795 (21,10) and F-68-4721 (20,90), which confirms their higher adaptive properties in extreme conditions of Eastern Siberia. The researchers outline efficient lines: E-88-5893 (Emelya) and T-66-3194 (Takmak).

Восточная Сибирь характеризуется наличием контрастных почвенно-климатических зон. Среди зерновых культур здесь важное место занимает ячмень [1]. При создании новых сортов этой культуры для получения высоких и устойчивых урожаев в различных почвенно-климатических зонах региона необходимо оптимизировать селекционный процесс, использовать комплекс показателей для оценки и отбора высокопродуктивных и экологически устойчивых генотипов [2].

В конце 1970 г. нами была разработана программа повышения адаптивности новых сортов ячменя с помощью селекции. Суть ее заключалась в объединении в одном генотипе плазмы широко распространенных в разные годы сортов, таких как Винер, Красноуфимский 95, Омский 13709, Донецкий 650 и Целинный 5 [3]. Привлечение указанных сортов позволило создать серию «базовых линий» с повышенной адаптацией. Предварительная оценка отдельных линий по паровому и зерновому предшественникам в различных зонах края и на почвах с повышенной кислотностью

позволила сузить количество линий, выделить наиболее перспективные по адаптивным свойствам и использовать их как основу в скрещиваниях с высокопродуктивными сортами отечественной и зарубежной селекции. К числу таких адаптивных линий относятся У-101–1112 (Винер×Красноуфимский 95) × (Винер×Донецкий 650) и У-20–706 (Винер×Омский 13709) × (Винер×Донецкий 650), сформировавшие высокую прибавку урожая в 2008–2010 гг. по сравнению со стандартным сортом Красноярский 80 при посеве на кислых почвах и по непаровым предшественникам.

В процессе селекции нами впервые использована комплексная оценка сортов и селекционных линий в конкурсном сортоиспытании по отдельным элементам продуктивности, урожайности и степени её варьирования, стрессоустойчивости, экологической стабильности и пластичности, относительной стабильности генотипов, общей и специфической адаптивной способности, селекционной ценности генотипов. Такая оценка генотипов

в процессе селекции обуславливает необходимость теоретических исследований и использования их в практической работе [4, 5].

Цель исследования – провести комплексную оценку и на этой основе выделить перспективный селекционный материал ячменя в экстремальных условиях Восточной Сибири.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов исследований были использованы районированные в разные годы в крае сорта ярового ячменя селекции института: Красноярский 80 (1986 г.), Кедр (1988 г.), Соболек (1996 г.), Вулкан (2002 г.), Бахус (2003 г.), Буян (2012 г.), Абалак (2013 г.), Оленек (2014 г.), раннеспелый сорт Биом (2007 г.); сорт Ача (1997 г.) селекции СибНИИРС, г. Новосибирск, а также селекционные линии двурядного ячменя, созданные в Красноярском НИИСХ по программе адаптивной селекции: Т-66–3194, У-49–3795, У-27–3593, У-30–3624, Ф-68–4721, Ц-29–5047.

Исследования проводили в селекционном севообороте Красноярского НИИСХ, расположенном в Красноярской лесостепи Восточно-Сибирского региона, в 2013–2016 гг. Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным маломощным со следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса (по Тюрину) – 3,00–9,00%, N-NO₃ (ионометрический экспресс-метод) – 9,0–53,7 мг/кг почвы, P₂O₅ (по Мачигину) – 4,0–6,08 мг/100 г почвы, K₂O (по Мачигину) – 19,0–24,9 мг/100 г почвы, реакция почвенного раствора – нейтральная (рН 6,2). Предшественник – чистый пар.

Агрометеорологические условия вегетационных периодов в годы исследования были контрастными: 2013 и 2014 гг. – избыточно влажные (ГТК – 2,20 и 2,11); 2015 г. – недостаточно влагообеспеченный (1,21); 2016 г. – влагообеспеченный (1,59).

Полевые наблюдения и лабораторные анализы проводили в соответствии с обще-

принятой методикой [6]. Повторность четырехкратная. Метод сравнения – парный. Сроки посева – оптимальные для культуры (22–25 мая). Нормы высева – 5,5 млн всхожих зерен на 1 га. Учетная площадь делянки конкурсного сортоиспытания (КСИ) – 40,0 м², предварительного сортоиспытания (ПСИ) – 10,0 м². Посев осуществляли селекционными сеялками ССФК-7М и СКС-6–10. Опытные делянки убирали по мере их созревания комбайном «Сампо-500». Лабораторные анализы растений по отдельным элементам структуры урожая проводили с закрепленных на делянках первого и третьего повторений учетных площадок площадью 0,30 м² каждая. Общее число учетных площадок каждого номера ячменя – 6. Адаптивную способность и экологическую стабильность сортообразцов оценивали по А. В. Кильчевскому и Л. В. Хотылевой (St² – экологическая стабильность; OAC_i – общая адаптивная способность генотипа; SAC_i – специфическая адаптивная способность; Sg_i – относительная стабильность генотипа, CIG_i – селекционная ценность генотипа) [7]. Варьирование признака (Cv,%) определяли по Б. А. Доспехову [8], коэффициент регрессии генотипа на среду (b_j) – по S. A. Eberhart и W. A. Russel [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования проведены в селекционных питомниках на последних этапах селекционного процесса.

В питомнике конкурсного сортоиспытания в 2013–2016 гг. было изучено 156 селекционных номеров, включая районированные сорта. По вегетационному периоду селекционные линии существенно не отличались между собой, за исключением скороспелых сортов Вулкан и Соболек, которые за годы испытаний созрели за 73 дня (табл. 1). По содержанию белка все образцы нами отнесены к низкобелковым – 10,20–12,24%. Тем не менее по валовому содержанию белка с единицы площади достоверную прибавку показали сорт Абалак, селекционные линии Э-88–5893

Таблица 1

Характеристика сортов и селекционных линий в КСИ (среднее за 2013–2016 гг.)
Characteristics of varieties and selection lines in Krasnoyarsk Research Institute (average in 2013-2016)

Образец	Происхождение	Разновидность	Вегетационный период, дней	Урожайность, ц/га	Содержание белка, %	Валовой сбор белка, ц/га	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, баллов	Поражение пыльной головней, %
Ача стандарт	(Парагон×Кристина) × (Джет×Обской) × (Новосибирский 1×Винер)	nut	76	38,7	11,16	4,30	62,4	9,0	0,02
К-80	С-80×Una	nut	78	38,6	11,97	4,60	70,8	8,9	0,01
Кедр	Винер×Birgitta	nut	78	34,8	12,24	4,20	72,2	8,8	0,01
Вулкан	(Дина×Риск) ×Н. bulbosum	nut	73	39,1	12,02	4,70	62,1	8,9	0,05
Бахус	(Винер×Донецкий 650) × (Винер×Красноуфимский 95)	nut	75	37,4	12,14	4,50	69,0	9,0	0,06
Биом	Темп×Мамлюк	nut	75	39,0	11,72	4,60	62,1	9,0	0,00
Буян	Кедр×Jo 1345	nut	79	38,0	11,08	4,20	76,6	8,8	0,01
Абалак	(К-80×Drop) ×Ca 46925	nut	75	44,1	11,65	5,10	69,1	8,9	0,03
Оленек	У-101–1112×Ача	nut	78	40,6	11,34	4,60	72,3	9,0	0,00
Соболек	ГЦ-739× (А-1305×Т-63) ×Баджей	rik	73	32,6	10,74	3,60	73,4	8,7	0,00
Э-88–5893	И.о. Luther×Бархатный	rik	75	43,6	11,75	5,10	68,0	9,0	0,00
Т-66–3194	Приазовский 9×У-20–706	nut	79	44,3	11,24	5,00	70,0	9,0	0,09
У-49–3795	Ача×Жайлау	nut	78	42,3	10,20	4,30	65,0	8,9	0,01
У-27–3593	У-20–706×Асем	nut	76	40,0	10,41	4,20	67,1	9,0	0,03
У-30–3624	Оскар×У-20–706	nut	78	38,0	11,11	4,20	65,3	9,0	0,00
Ф-68–4721	Оленек×Челябинский 99	nut	78	42,0	11,30	4,70	70,5	8,6	0,00
Ц-29–5047	Оскар×У-20–706	nut	74	39,2	12,14	4,80	66,5	8,6	0,00
НСР ₀₅			2,0	2,90	0,87	0,59	4,40	0,4	

и Т-66–3194 (5,00–5,10 ц/га). По устойчивости к полеганию в годы исследований все сорта и линии характеризовались повышенной устойчивостью (8,6–9,0 баллов). Пыльной головней изучаемые сорта и линии ячменя были поражены ниже экономического порога вредоносности – 0,5 % [10].

Формирование урожайности связано с развитием элементов продуктивности. В наших исследованиях сорт Биом и селекционные линии Э-88–5893, У-27–3593, Ц-29–5047 сформировали большее количество всходов (433–449 шт/м²) в сравнении со стандартом Ача (410 шт/м²).

Адаптивная линия У-30–3624 имела самое высокое число всходов (468 шт/м²). Повышенное число всходов имеет значение с точки зрения формирования оптимальной густоты продуктивного стеблестоя.

У адаптивной линии У-30–3624 отмечено и достоверно более высокое число растений перед уборкой (456 шт/м²), однако этот показатель не оказал положительного влияния на ее урожайность, что, по нашему мнению, связано с невысокой массой 1000 зерен (38,8 г).

Максимальную продуктивную кустистость сформировал скороспелый двурядный сорт Вулкан (1,70 шт.). Остальные линии сформировали 1,1–1,6 продуктивных стебля на одно растение, что на 0,10–0,60 ниже стандартного сорта.

Продуктивный стеблестой определяется числом продуктивных стеблей или колосьев на 1 м². По данному показателю все сорта и селекционные линии находились на уровне стандарта Ача, что подтверждает его способность формировать продуктивный стеблестой и сохранять его перед уборкой.

По числу зерен в главном колосе (19,1–22,4) выделились двурядные сорта и линии: Кедр, Буян, Оленек, Т-66–3194, У-49–3795, У-27–3593, У-30–3624 и Ф-68–4721. Перечисленные образцы превышали по данному показателю стандарт на 2,0–5,3 зерна в колосе.

Высокой массой 1000 зерен (47,5–49,6 г) в годы исследований характеризовались двурядные сорта Кедр, Биом и адаптивная линия Ц-29–5047.

По нашему мнению, выделенные по урожайности сорта и селекционные линии наиболее эффективно используют биоклиматические ресурсы региона, что связано с наибольшей адаптацией к местным условиям выращивания [11].

Достоверность оценки селекционного материала по урожайности проведена нами дополнительно с указанием параметров адаптивной способности и экологической стабильности.

Комплексная оценка изучаемых сортов и селекционных линий позволила в региональных условиях выделить по урожайности наиболее ценный селекционный материал ячменя. Подтверждением этого является высокая средняя урожайность геноти-

пов и ее стабильность по годам. Средняя урожайность в контрастных условиях характеризует компенсаторную способность сорта. Чем урожайнее сорт, тем более высокой устойчивостью к различным факторам среды он характеризуется. За четыре года испытания максимальную урожайность сформировали районированный сорт Абалак и селекционные линии Э-88–5893, Т-66–3194, У-49–3795, Ф-68–4721 с достоверной прибавкой к стандарту 3,3–5,6 ц/га, или 8,5–14,5 % (см. табл. 1). Варьирование урожайности по годам (C_v %) менялось от среднего до сильного – 21,7–39,9 % (табл. 2). Средним варьированием характеризовались районированные сорта Красноярский 80, Биом, Буян, Абалак, линия Э-88–5893 и все

Таблица 2

Показатели адаптивной способности по урожайности сортов ячменя в КСИ (среднее 2013–2016 гг.)
Indices of adaptive capacities of barley crop yields in Krasnoyarsk Research Institute (average in 2013–2016)

Образец	$C_v, \%$	St^2	Стрессоустойчивость $y_{\max} - y_{\min}$	OAC_i	CAC_i	Sg_i	b_i	$СЦГ_i$
Ача (стандарт)	31,0	0,903	29,4	-1,28	11,94	30,80	1,02	19,36
К-80	29,0	0,916	26,3	-1,43	11,00	28,50	0,93	19,35
Кедр	38,9	0,848	32,0	-5,20	13,41	38,50	1,14	17,40
Вулкан	31,9	0,898	30,2	-0,90	12,30	31,40	1,06	23,20
Бахус	31,2	0,902	28,5	-2,65	11,50	30,70	0,99	18,66
Биом	26,8	0,928	25,6	-1,00	10,27	26,30	0,88	19,48
Буян	29,7	0,911	26,9	-2,05	11,28	29,70	0,94	19,00
Абалак	29,5	0,913	31,7	4,05	12,86	29,20	1,10	22,11
Оленек	39,9	0,840	39,6	0,63	16,12	39,70	1,38	20,30
Соболек	35,6	0,873	28,4	-6,90	11,40	35,00	1,26	16,30
Э-88–5893	21,7	0,953	22,8	3,63	9,26	21,20	0,77	21,84
Т-66–3194	25,9	0,932	27,8	4,33	11,33	25,60	0,97	22,21
У-49–3795	30,5	0,907	31,1	2,33	12,78	30,20	1,09	21,10
У-27–3593	24,7	0,939	23,7	0,00	9,68	24,20	0,83	20,00
У-30–3624	25,8	0,933	23,4	-1,97	9,62	25,30	0,82	19,00
Ф-68–4721	30,4	0,908	31,2	2,00	12,62	30,00	1,09	20,90
Ц-29–5047	29,4	0,913	26,3	-0,83	11,38	29,00	0,94	19,58

селекционные номера, созданные с участием адаптивных линий.

По показателю экологической стабильности St^2 , который характеризует относительную стабильность урожайности генотипа, выделены линии Э-88–5893, Т-66–3194, У-27–3593 и У-30–3624.

Одним из показателей при оценке генотипов является их способность формировать

относительно стабильную урожайность в неблагоприятных условиях внешней среды [12]. Сравнительно высокие показатели по стрессоустойчивости (22,8–27,8 ц/га) выявлены у сортов Биом, Красноярский 80, Буян, селекционной линии Э-88–5893, адаптивных образцов Т-66–3194, У-27–3593, У-30–3624, Ц-29–5047.

При оценке селекционного материала учитывалась адаптивная способность. Общая

адаптивная способность генотипа (OAC_i) характеризует среднюю величину признака в различных условиях среды и позволяет выделить сорта, обеспечивающие максимальный средний урожай во всей совокупности сред [13]. По общей адаптивной способности нами выделены сорт Абалак – 4,05, линии Э-88–5893–3,63 и Т-66–3194–4,33.

Показатель специфической адаптивной способности (SAC_i) отражает величину отклонения урожайности от общей адаптивной способности в конкретной среде [14]. Нами установлено, что наибольшей величиной специфической адаптивной способности характеризовались сорта Кедр, Вулкан, Абалак, Оленек, селекционные линии У-49–3795 и Ф-68–4721.

Стабильность генотипа (Sg_i) показывает способность сорта (генотипа) поддерживать определенный фенотип в различных условиях среды [15]. По этому показателю выделены селекционные линии Э-88–5893, Т-66–3194, У-27–3593, У-30–3624.

При оценке селекционного материала принималась во внимание и его экологическая пластичность (b_i). Под экологической стабильностью понимают способность генотипа поддерживать определенный фенотип в различных условиях среды под влиянием регуляторных механизмов. Этот показатель отражает реакцию генотипа на изменение условий среды, которая проявляется в фенотипической изменчивости [13]. Наибольшей отзывчивостью на улучшение условий возделывания в соответствии с коэффициентом регрессии (b_i) характеризовались сорта Кедр (1,14), Оленек (1,38), Абалак (1,10), линии У-49–3795 (1,09) и Ф-68–4721 (1,09), которые могут быть использованы при создании сортов интенсивного типа.

Селекционная ценность генотипов (SCG_i) – интегрированный показатель оцен-

ки изучаемых сортов, объединяющий в себе продуктивность и экологическую стабильность. По итогам изучения селекционного материала ячменя в конкурсном сортоиспытании самой высокой селекционной ценностью обладали сорта Вулкан – 23,20, Оленек – 20,30, Абалак – 22,11, селекционная линия Э-88–5893–21,84, образцы Т-66–3194–22,21, У-27–3593–20,00, У-49–3795–21,10 и Ф-68–4721–20,90, что подтверждает их повышенные адаптивные свойства в экстремальных условиях Восточной Сибири.

ВЫВОДЫ

1. Параметры экологической стабильности селекционного материала ячменя по нескольким признакам позволяют с достоверной точностью выделить наиболее продуктивные генотипы и на этой основе создать ценный генетический фонд.

2. Оценка сортов и селекционных линий в различные по условиям годы дала возможность выявить перспективный селекционный материал ячменя, который характеризуется повышенными адаптивными свойствами в экстремальных условиях Восточной Сибири.

3. На основе комплексной оценки хозяйственно-ценных признаков: урожайности, ее стабильности, валового содержания белка, устойчивости к полеганию и поражению пыльной головней, экологической стабильности, стрессоустойчивости, общей и специфической адаптивной способности, селекционной ценности генотипа – в изучаемых питомниках были выделены две перспективные линии: Э-88–5893, занесенная в Госреестр по 11-му региону под сортовым названием Емеля с 2018 г., и Т-66–3194, переданная нами на государственное сортоиспытание в 2017 г. под сортовым названием Такмак.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сурин Н. А. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овес). – Новосибирск, 2011. – С. 708.

2. Куркова И.В., Кузнецова А.С., Терехин М.В. Параметры экологической пластичности сортов и сортообразцов ярового ячменя амурской селекции // Вестн. НГАУ. – 2015. – № 3 (36). – С. 19–24.
3. Адаптивный потенциал ячменя восточно-сибирской селекции / Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова, С. А. Герасимов, А. Г. Липшин // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 28, № 5. – С. 28–31.
4. Создание высокопродуктивных сортов ячменя восточно-сибирской селекции в условиях глобального изменения климата / Н. А. Сурин, Н. Е. Ляхова, С. А. Герасимов, А. Г. Липшин // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – т. 28, – № 6. – С. 3–6.
5. Ламажан Р.Р., Липшин А.Г. Пластичность и стабильность урожайности образцов ячменя в Республике Тыва // Междунар. журн. приклад. и фундаментал. исследований. – 2017. – № 8–1. – С. 132–135.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – Вып. 1. – С. 270.
7. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Экологическая селекция растений. – Минск: Тэхналопя, 1997. – С. 372.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 6-е изд. – М.: Альянс, 1985. – С. 352.
9. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop Sci. – 1966. – Vol. 6, N 1. – P. 36–40.
10. Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур: справочник. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – С. 76.
11. Козубовская Г.В., Козубовская О.Ю., Балакишина В.И. Формирование продуктивности сортов ярового ячменя в сухостепной зоне Волгоградской области // Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции. – 2017. – Т. 178, вып. 3. – С. 15–19.
12. Creissen H.E., Jorgensen T.H., Brown J.K.M. Increased yield stability of field-grown winter barley (*Hordeum vulgare* L.) varietal mixtures through ecological processes // Crop Protection. – 2016. – Vol. 85. – P. 1–8.
13. Бессонова Л.В., Неволлина К.Н. Оценка продуктивности и адаптивности сортов ярового ячменя в условиях Предуралья // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2015. – № 5 (55). – С. 48–50.
14. Максимов Р.А. Изучение сортообразцов ячменя мировой коллекции ВИР в условиях Среднего Урала // АПК России. – 2015. – Т. 74. – С. 141–144.
15. Кривобочек В.Г. Оценка адаптивных свойств новых сортов яровой мягкой пшеницы по урожайности в лесостепных условиях среднего Поволжья // Нива Поволжья. – 2015. – № 2 (35). – С. 43–47.

REFERENCES

1. Surin N.A. *Adaptivnyj potencial sortov zernovyh kul'tur sibirskoj selekcii i puti ego sovershenstvovaniya pshenica, jachmen», oves* (Adaptive potential of varieties of grain crops of siberian selection and ways to improve it wheat, barley, oats), Novosibirsk, 2011, 708 p.
2. Kurkova I. V., Kuznecova A. S., Terehin M. V., *Vestn. NGAU*, 2015, No. 3 (36), pp. 19–24. (In Russ.)
3. Surin N.A., Lyakhova N.E., Gerasimov S.A., Lipshin A.G., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2017, No. 5 (28), pp. 28–31. (In Russ.)
4. Surin N.A., Lyakhova N.E., Gerasimov S.A., Lipshin A.G., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2014, No. 6 (28), pp. 3–6. (In Russ.)

5. Lamazhap R. R., Lipshin A. G., *Mezhdunar. zhurn. priklad. i fundamental. issledovaniy*, 2017, No. 8–1, pp. 132–135. (In Russ.)
6. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* (Methods of state variety testing of agricultural crops), Moscow, 1985, Issue 1, 270 p.
7. Kil'chevskii A. V., Khotyleva L. V. *Ekologicheskaya selektsiya rastenii* (Ecological selection of plants), Minsk: Tekhnalopya, 1997, 372 p.
8. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy* (Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results), Moscow: ID Al'yans, 1985, Issue 6, 352 p.
9. Eberhart S. A., Russell W. A. *Crop Sci.*, 1966, No. 1 (6), pp. 36–40.
10. *Ekonomicheskie porogi vredonosnosti vreditel'ei, boleznei i sornykh rastenii v posevakh sel'skokhozyaistvennykh kul'tur: spravochnik* (Economic thresholds of harmfulness of pests, diseases and weeds in crops of crops: the directory), Moscow: FGBNU Rosinformagrotekh, 2016, 76 p.
11. Kozubovskaja G. V., Kozubovskaja O. Ju., Balakshina V. I., *Tr. po priklad. botanike, genetike i selektsii*, 2017, Issue 3 (178), pp. 15–19. (In Russ.)
12. Creissen H. E., Jorgensen T. H., Brown J. K. M. *Crop Protection*, 2016, Vol. 85, pp. 1–8.
13. Bessonova L. V., Nevolina K. N., *Izv. Orenburg. gos. agrar. un-ta*, 2015, No. 5 (55), pp. 48–50. (In Russ.)
14. Maksimov R. A., *APK Rossii*, 2015, Vol. 74, pp. 141–144. (In Russ.)
15. Krivobochech V. G., *Niva Povolzh'ya*, 2015, No. 2 (35), pp. 43–47. (In Russ.)

ВЕТЕРИНАРИЯ и ЗООТЕХНИЯ

УДК 544.18

DOI:10.31677/2072-6724-2018-48-3-78-85

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА ПРЕПАРАТА АРГОВИТ

¹В.А. Бурмистров, кандидат химических наук,

²Н.Н. Шкиль, кандидат ветеринарных наук, ведущий
научный сотрудник

²С.П. Шкиль, кандидат биологических наук, старший
научный сотрудник

¹ООО НПО «Вектор-вита», Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН,
Новосибирск, Россия

E-mail: nicola07@mail.ru

Ключевые слова: морфология, размер и эллиптичность наночастицы, серебро, спектральный анализ, агрегированное состояние частиц

Реферат. Спектральный анализ наночастиц серебра методами электронной спектроскопии и малоуглового рассеяния показал стабильность их размеров, что достигается введением поливинилпирролидона, который препятствует значительному образованию их агрегатов, вызывающих существенные изменения в терапевтических и физико-химических характеристиках вещества. Асимметричная форма электронного спектра показала незначительную агрегацию наночастиц с наличием полиморфных многогранных структур. Незначительная ширина линии спектрального анализа свидетельствует о малом диапазоне размеров частиц серебра. Полученные значения интенсивности поглощения в высокочастотной и низкочастотной областях исследуемого спектра указывают на незначительную долю частиц с размером 1–2 нм, а также агрегативных форм размером около 50 нм в концентрированном растворе. Оценка размера и формы наночастиц серебра, проведенная методом просвечивающей электронной микроскопии, показала наличие наночастиц сферической, треугольной и многогранной формы, что позволяет использовать их в качестве лекарственных препаратов с пероральным и парентеральным введением без риска провоцирования травматизма клеток и тканей животных и человека. Исследования методом просвечивающей электронной микроскопии позволили установить полиморфность наночастиц серебра, входящих в состав препарата арговит, а также их размер – $67,7 \pm 19,4$ нм со степенью эллиптичности $1,3 \pm 0,3$. Разбавление препарата арговит дистиллированной водой 1:10 вызывает снижение размера наночастиц до $36,0 \pm 12,7$ нм и их эллиптичности до $1,19 \pm 0,14$. Применение препарата будет обоснованно в фармакологии при условии проведения фармако-токсикологических исследований для оценки терапевтической эффективности и безопасности.

MORPHOLOGICAL AND PHYSICAL PARAMETERS OF ARGOVIT SILVER NANOPARTICLES

¹Burmistrov V.A., Candidate of Chemistry,

² Shkil N.N., Candidate of Veterinary Sc., Leading Research Fellow,

²Shkil S.P., Candidate of Biology, Senior Research Fellow

¹OOO Vector-Vita, Novosibirsk, Russia

²Siberian Federal Research Centre of Agricultural Biotechnology, Novosibirsk, Russia

Key words: morphology, size and ellipticity of nanoparticle, silver, spectral analysis, aggregative condition of nanoparticles.

Abstract. *The authors conduct spectral analysis of silver nanoparticles by means of electronic spectroscopy and small-angle scattering. The research showed the stability of nanoparticles sizes, which is achieved by application of polyvinylpyrrolidone, which prevents significant formation of their agglomerates, causing significant changes in therapeutic and physico-chemical characteristics of the substance. Asymmetric form of the electronic spectrum showed slight aggregation of nanoparticles with polymorphic polyhedral structures. The slight width of the line of spectral analysis indicates small range of silver particle sizes. The data obtained on the absorption intensity in the high-frequency and low-frequency areas of the spectrum indicate lower number of particles with a size 1 ± 2 nm, and aggregative forms of about 50 nm in a concentrated solution. The assessment of the size and shape of silver nanoparticles was carried out by means of transmission electronic microscopy method. It showed spherical, triangular and polyhedral nanoparticles that could be used as medical drugs (oral or parenteral application) preventing damages for cells and tissues of animals and humans. The studies conducted by means of transmission electron microscopy method contributed to highlighting the polymorphism of silver nanoparticles that Argovit specimen contains, and their size which is 67.7 ± 19.4 nm with a ellipticity degree of 1.3 ± 0.3 . Dilution of Argovit specimen with 1:10 distilled water causes a reduction in nanoparticles size to 36.0 ± 12.7 nm and their ellipticity to 1.19 ± 0.14 . The application of the specimen will be effective in pharmacology, provided that pharmacological and toxicological studies are conducted to assess therapeutic effect and safety.*

Основным направлением нанотехнологий является получение наночастиц с определёнными свойствами, которые могут быть использованы в различных областях науки, техники, медицины, катализа, сельского хозяйства и ветеринарии [1]. Одним из наиболее востребованных качеств препаратов, используемых в медицине и ветеринарии, остаётся создание лекарственных препаратов направленного действия, обеспечивающих снижение дозы при повышении эффективности. Исследования по изучению использования носителей лекарственных веществ в виде наночастиц, размер которых варьирует от 10 до 1000 нм, предъявляют к ним ряд требований, таких как наличие макромолекулярного биodeградирующего и биосовместимого материала, в который активно внедрено лекарственное вещество [2, 3].

Однако их производство связано с рядом проблем, основной из которых является определение размера, концентрации наночастиц, структуры и равномерное их распределение по всему объёму матрицы, что в значительной мере зависит от условий и метода получения наноструктур. Установлено, что методы получения наночастиц нельзя отделять от методов их стабилизации, поэтому одним из перспективных методов получения нанопрепаратов со стабильными свойствами является введение наночастиц в матрицы различных типов. Подобный подход позволяет решить проблему устойчивости агрегативных состояний наночастиц, а следовательно, повысить адекватность оценки их физико-химических характеристик [4–6].

Для оценки физических свойств и химического состава нанопрепаратов не существует

единого стандарта ввиду разнообразия методов и особенностей материалов, из которых их получают. Для определения концентрации, формы, строения, размеров, степени и характера агрегаций, а также строения поверхностных структур наночастиц используют методы сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения атомно-силовой и туннельной микроскопии. Изучение образующих пленки наночастиц и их формы ведется методом флуктуационно-поляризационной микроскопии, позволяющей оценить степень оптической анизотропии поглощения. Наиболее часто для исследования физико-химических характеристик наночастиц металлов используют методы адсорбционной, ситовой, гидродинамической, газовой хроматографии, позволяющие оценить размер и форму наночастиц, а также изучить процесс их взаимодействия с матрицей. Для определения магнитных свойств наночастиц используется метод массбауэровской спектроскопии. Методом электрофореза изучают электрические характеристики наночастиц, определяют их электрофоретическую подвижность, распределение по зарядам и размерам, а также оценивают изменения химического состава систем) [7–9].

Цель наших исследований – изучение морфологических и физических характеристик наночастиц серебра препарата арговит, используемого в ветеринарии.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Препарат арговит представляет собой жидкость темно-коричневого цвета зеленовато-сероватого оттенка с содержанием 12–14 мг/мл кластерного (коллоидного) наносеребра в концентрированном растворе (1,2–1,4%). Арговит содержит поливинилпирролидон – 187 мг, коллоидное серебро – 13 мг, воду – до 1 мл. Для исследования использовали образец препарата в концентрированном виде и разбавленном дистиллированной водой в соотношении 1: 10. Оценку размера и формы наночастиц серебра проводили с использованием просвечивающего электронного микроскопа JEM-100CX (Jeol, Япония). Оценку распределения наночастиц по размеру и степени их агрегации проводили в ООО НПО «Вектор-вита» методом электронной спектроскопии на спектрометре Belec Vario Lab и методом малоуглового рассеяния на приборе Hecus S3-MICRO.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование раствора арговита методом малоуглового рассеивания (рис. 1) показывает, что основная масса наночастиц серебра имеет узкий спектр распределения по размерам – около $20\text{ \AA}$ (2 нм).

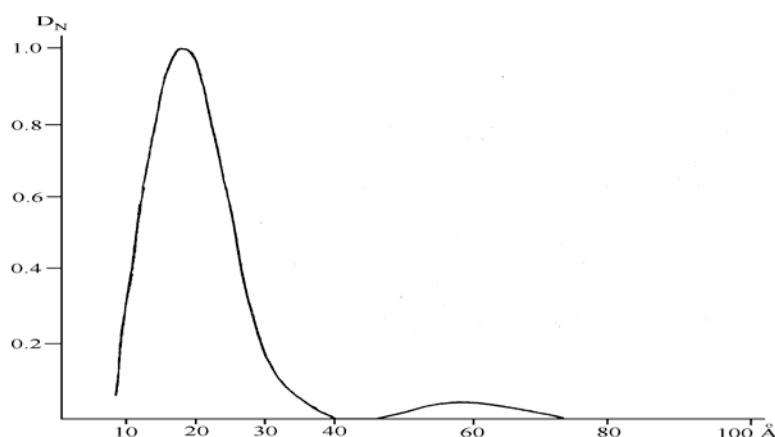


Рис. 1. Распределение наночастиц серебра по размерам по данным метода малоуглового рассеивания
Distribution of silver nanoparticles on the sizes according to the method of small-angle dispersion

Для определения стабильности их размеров проведены исследования, показывающие обоснованность введения в состав полимера

поливинилпирролидона, который не допускает агрегирования частиц на полимерном сорбенте – носителе оксида магния (рис. 2).

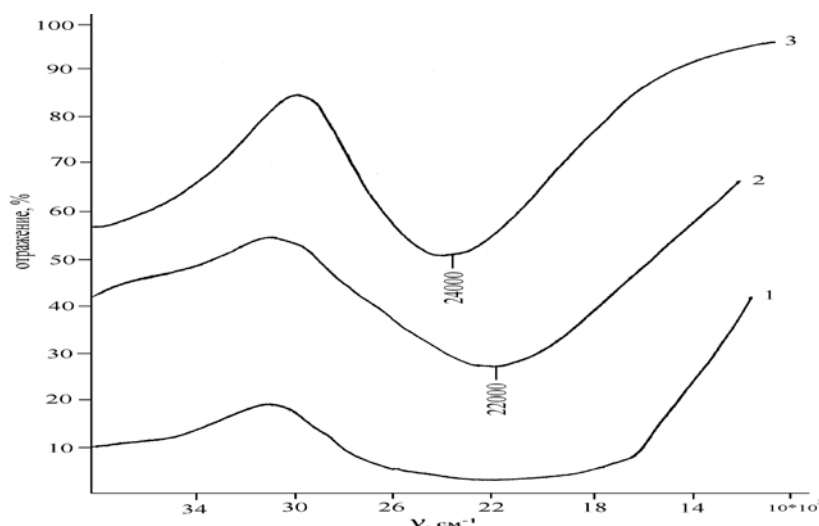


Рис. 2. Электронные спектры диффузного отражения: 1 – исходный раствор арговита; 2 – нанесенный на оксид магния; 3 – разбавленный дистиллированной водой 1:10
Electronic spectrum of diffused reflection: 1 – initial solution of Argovit 2 – spread on MgO ; 3 – thinned by deionized water 1:10

Применение в качестве носителя матрицы с низкой удельной поверхностью ($\sim 10 \text{ м}^2/\text{г}$), используемой для провокации агрегации наночастиц, не приводит к образованию крупных металлических частиц серебра, чему препятствует полимер поливинилпирролидон, что подтверждается разницей спектров (кривые 1 и 2 на рис. 2).

Асимметричная форма электронного спектра показывает незначительную агрега-

цию наночастиц с наличием полиморфных многогранных структур. Незначительная ширина линии спектрального анализа свидетельствует о малом диапазоне размеров частиц серебра. Основным отличием спектральных кривых, соответствующих разбавленным растворам, от концентрированного является наличие в последнем дополнительного поглощения в низкочастотной области (кривые 1–3 и кривая 4, рис. 3).

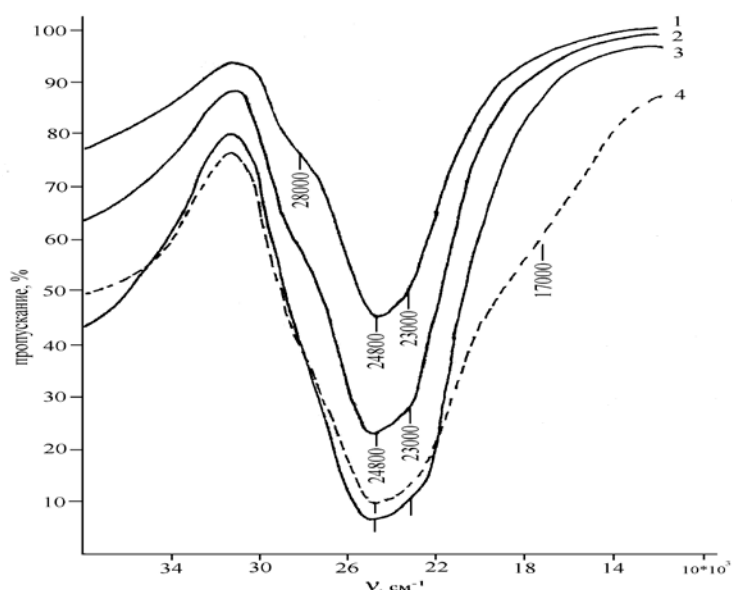


Рис. 3. Электронные спектры пропускания водного раствора наночастиц серебра с различной концентрацией (% масс): 1 – 0,00185; 2 – 0,037; 3 – 0,065; 4 – 1,5 (в тонком слое)
Electronic spectrum of water absorption of silver nanoparticles with different concentration (% mass).
1 – 0,00185; 2 – 0,037; 3 – 0,065; 4 – 1,5 (in the thin layer)

Ранее проведённые исследования [10, 11] позволили установить взаимосвязь между спектральными данными. Кривые № 1–3 соответствуют поглощению наночастиц серебра размером 4–5 нм. Показатель 28000 см^{-1} в образце исследования 0,00185 %-го водного раствора препарата арговит свидетельствует о присутствии в нём частиц размером менее 1–2 нм. Поглощение в низкочастотной области со значением 17000 см^{-1} в спектре концентрированного 1,5 %-го раствора наночастиц серебра (кривая 4) свидетельствует об агрегации его частиц. Полученные значения интенсивности поглощения как в высокочастотной, так и в низкочастотной областях исследуемого спектра указывают на незначительную долю частиц с размером 1–2 нм, а также агре-

гативных форм размером около 50 нм в концентрированном растворе.

Основным требованием, выдвигаемым при создании наночастиц, применяемых в ветеринарной фармакологии, пищевой промышленности, а также в других сферах, предусматривающих их использование внутри живого организма, является их вид, который не должен иметь веретенообразную или ланцетовидную форму с острыми концами, травмирующими клетки и ткани [12].

Изучение образцов наночастиц серебра препарата арговит выявило наличие контрастных частиц сферической, треугольной, многогранной формы с характерным для наночастиц серебра видом – чётким контуром, высокой электронной плотностью (рис. 4).

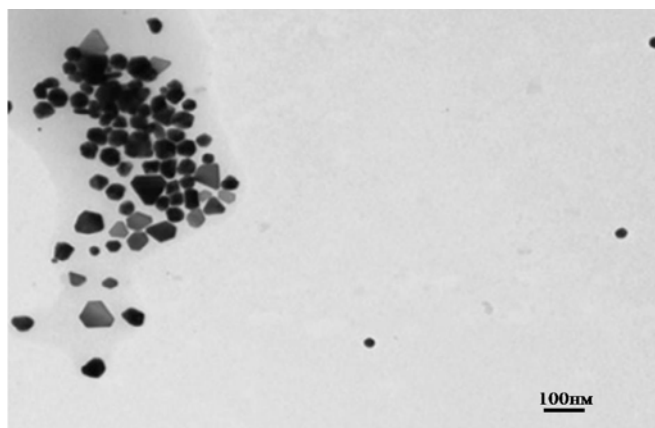
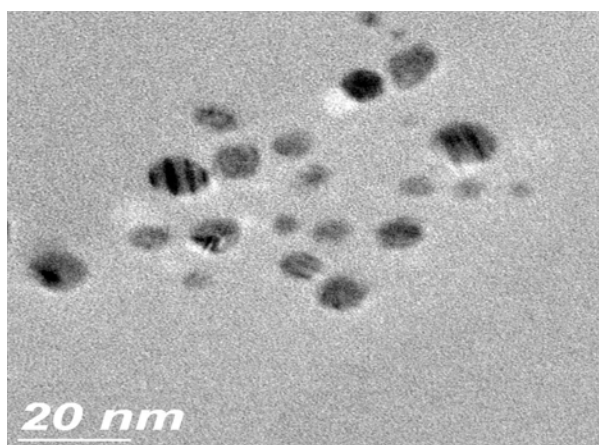


Рис. 4. Типичные формы наночастиц серебра в растворе арговита
Typical forms of silver nanoparticles in Argovit solution

Измерение 263 наночастиц концентрированного препарата арговит с использованием просвечивающего электронного микроскопа JEM-100CX позволило установить, что их размер варьирует от 20 до 139,3 нм при среднем значении $67,7 \pm 19,4$ нм (рис. 5).

Анализ 263 наночастиц серебра позволил установить также среднюю степень эллиптичности, которая составила $1,3 \pm 0,3$.

При растворении препарата в дистиллированной воде 1:10 установлено, что средний диаметр 468 наночастиц серебра составил $36,0 \pm 12,7$ нм, при этом диапазон значений варьировал от 2,3 до 101,3 нм (рис. 6).

В разбавленном 1:10 препарате арговит отмечено снижение степени эллиптичности

наночастиц относительно концентрированного образца, при этом среднее значение составило $1,19 \pm 0,14$.

Препарат арговит в концентрированной форме содержит частицы серебра нанометрового диапазона. Средний размер наночастиц, а точнее, агрегатов наночастиц серебра, в этих препаратах различается, и в значительной мере это различие обусловлено его концентрацией. Таким образом, в растворе арговита существует и поддерживается определенное динамическое равновесие между наночастицами серебра и их агрегатами, зависящее от концентрации наносеребра. При разведении препарата 1:10 средний размер частиц снижается с $67,7 \pm 19,4$ до $36,0 \pm 12,7$ нм, а степень

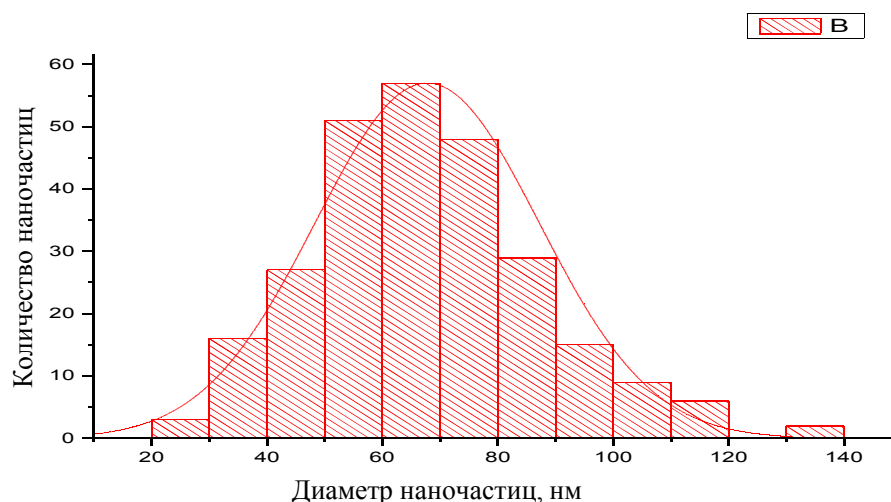


Рис. 5. Гистограмма распределения по диаметру наночастиц серебра концентрированного препарата арговит
Distribution of silver nanoparticles of concentrated Argovit on the diameter

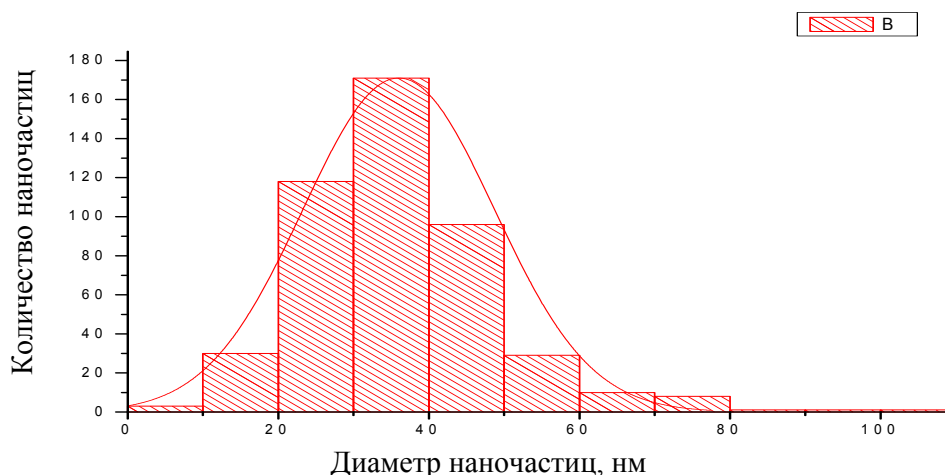


Рис. 6. Гистограмма распределения по диаметру наночастиц серебра разбавленного раствора препарата арговит
Distribution of silver nanoparticles of diluted Argovit on the diameter

эллиптичности с $1,3 \pm 0,3$ до $1,19 \pm 0,14$, что обуславливает необходимость проведения исследований по изучению терапевтических и токсикологических свойств препарата в зависимости от степени его концентрации в ветеринарии.

ВЫВОДЫ

1. Результаты изучения наночастиц методами электронной спектроскопии и малоуглового рассеяния показали обоснованность

введения поливинилпирролидона, который препятствует образованию их агломератов.

2. Оценка размера и формы наночастиц серебра, проведённая методом просвечивающей электронной микроскопии, позволила установить наличие наночастиц сферической, треугольной, многогранной формы, что позволяет использовать препарат с их участием в ветеринарии.

3. Исследования методом просвечивающей электронной микроскопии позволили установить полиморфность наночастиц се-

ребра препарата арговит, а также их размер – тиллированной водой 1:10 вызывает снижение размера наночастиц до $36,0 \pm 12,7$ нм и их эллиптичности до $1,19 \pm 0,14$.
 $67,7 \pm 19,4$ нм со степенью эллиптичности $1,3 \pm 0,3$. Разведение препарата арговит дис-

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Covalent linkage of apolipoprotein e to albumin nanoparticles strongly enhances drug transport into the brain* / K. Michaelis, M. M. Hoffmann, S. Dreis [et al.] // *J. Pharmacol. Exp.* – 2006. – Vol. 317, N 3. – P. 1246–1253.
2. *Molecular nanomagnets and magnetic nanoparticles: the EMR contribution to a common approach* / M. Fittipaldi, L. Sorace, A. L. Barra [et al.] // *Phys. Chem. Chem. Phys.* – 2009. – Vol. 11, N 31. – P. 6555–6568.
3. Якубовский М. В. Паразитарные зоонозы: монография / под ред. М. В. Якубовского [и др.]. – Минск: Наша Идея, 2012. – С. 126–135.
4. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2007. – 416 с.
5. Цао Годжун, Ван Ин. Наноструктуры и наноматериалы. Синтез, свойства и применение: пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Науч. мир, 2012. – 520 с.
6. Mohammed F. A., Chen L., Kalaichelyan P. Inactivation of microbial infectiousness by silver nanoparticles coated condom: a new approach to inhibit HIV and HSV-transmitted infection // *Int. J. Nanomedicine*. – 2012. – N 7. – P. 5007–5018.
7. Хартман У. Очарование нанотехнологии: пер. с нем. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 173 с.
8. Особенности формирования нанобиокмполитов серебра и золота с антимикробной активностью / Г. П. Александрова, Л. А. Грищенко, Т. В. Фадеева [и др.] // *Нанотехника*. – 2010. – № 23. – С. 34–42.
9. Барбин Н. М., Чирков А. А. Применение препаратов на основе наночастиц серебра для предотвращения микробиологического заражения продуктов питания // *Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI в.: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф.* – 2015. – С. 132 – 133.
10. Петров Ю. И. Физика малых частиц. – М.: Наука, 1982. – С. 359.
11. *Silver Clusters and Nanoparticles: Preparation in Water-in-Oil Microemulsions and Some Physical Properties* Neorgan / L. A. Pavlyukhina, T. O. Zaikova, G. V. Odegova [et al.] // *Inorg. Mater.* – 1998. – Vol. 34 (3). – P. 159–164.
12. Концепция токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов: постановление гл. санитар. врача МЗ Правительства РФ № 79 от 30.10.2007. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zakonprost.ru/content/base/part/542878>.

REFERENCES

1. Michaelis K., Hoffmann M. M., Dreis S. *J. Pharmacol. Exp.*, 2006, No. 3 (317), pp. 1246–1253.
2. Fittipaldi M., Sorace L., Barra A. L. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2009, No. 31 (11), pp. 6555–6568.
3. Yakubovskij M. V. *Parazitarnye zoonozy* (Parazitarnye zoonozy), Minsk: Nasha Ideya, 2012, pp. 126–135.
4. Gusev A. I. *Nanomaterialy, nanostruktury, nnotekhnologii* (Nanomaterialy, nanostruktury, nnotekhnologii), Moscow, Fizmatlit, 2007, 416 p.
5. Cao Godzhun, Van In. *Nanostruktury i nanomaterialy. Sintez, svojstva i primeneniye* (Nanostructures and nanomaterials. Synthesis, properties and application), Moscow, Nauch. mir, 2012, 520 p.

6. Mohammed F.A., Chen L., Kalaichelyan P. *Int. J. Nanomedicine*, 2012, No. 7, pp. 5007–5018.
7. Hartman U. *Ocharovanie nanotekhnologii* (Ocharovanie nanotekhnologii), Moscow, BINOM, Laboratoriya znaniy, 2008, 173 p.
8. Aleksandrova G.P., Grishchenko L.A., Fadeeva T.V. *Nanotekhnika*, 2010, No. 23, pp. 34–42. (In Russ.)
9. Barbin N.M., CHirkov A.A. *Nizkotemperaturnye i pishchevye tekhnologii v XXI v.* (Low-temperature and food technologies in the 21st century), Proceeding of the VII International Scientific Technologies Conference, 2015, pp. 132–133. (In Russ.)
10. Petrov YU.I. *Fizika malyh chastic* (Fizika malyh chastic), Moscow, Nauka, 1982, 359 p.
11. Pavlyukhina L.A., Zaikova T.O., Odegova G.V. *Inorg. Mater.*, 1998, No. 3 (34), pp. 159–164.
12. *Koncepciya toksikologicheskikh issledovanij, metodologii ocenki riska, metodov identifikacii i kolichestvennogo opredeleniya nanomaterialov* (The concept of toxicological studies, risk assessment methodologies, methods of identification and quantification of nanomaterials), postanovlenie gl. sanitarn. vracha MZ Pravitel'stva RF № 79 ot 30.10.2007, Available at: <http://www.zakonprost.ru/content/base/part/542878>

**АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЯИЦ КУР КАК ПОКАЗАТЕЛЬ
АССИМИЛЯЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ИХ ОРГАНИЗМЕ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНЕ АНТИОКСИДАНТНОГО ПРЕПАРАТА**

Л. Ю. Гуляева, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

В. Е. Улитко, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор заслуженный деятель науки РФ

О. Е. Ерисанова, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Л. А. Пыхтина, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

С. П. Лифанова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Ульяновский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина,
Ульяновск, Россия

E-mail: kormlen@yandex.ru

Ключевые слова: препарат
«Липовитам Бета», кровь, бе-
лок, альбумины, глобулины,
аминокислоты, яйценоскость

Реферат. Представлены результаты экспериментальных исследований, проведенных в условиях Симбирской птицефабрики Ульяновской области на двух аналогичных группах кур-несушек по 364 головы в каждой. Кормление несушек проводилось одним и тем же полнорационным комбикормом, но в состав его для птицы опытной группы вводили методом ступенчатого смешивания препарат «Липовитам Бета», содержащий в своем составе β-каротин, витамин С, витамин Е, бутилоксианизол, фосфолипиды из расчета 240 г на 1 т комбикорма. Доказана целесообразность использования в кормлении кур-несушек липосомальной формы антиоксидантного витаминного комплекса «Липовитам Бета» для усиления действия антиокислительной системы, а следовательно, и ассимиляционных процессов, проявившихся в увеличении синтеза белка в их организме, что нашло отражение в его большей концентрации в сыворотке крови за счет альбуминов и глобулинов и большего содержания белка в яйце. Использование в составе комбикорма изучаемого препарата способствует повышению продолжительности пика яйцекладки (с 97 до 102 дней) и уровня яйценоскости (на 22,87 и 18,25 шт.), улучшению аминокислотного состава яиц, их аминокислотного сора, что свидетельствует об их повышенной биологической и пищевой ценности.

**AMINOACID COMPOSITION OF EGGS AS A CRITERION OF ASSIMILATION
PROCESSES IN HENS BODIES WHEN APPLYING ANTIOXIDANT SPECIMEN**

Guliaeva L.Iu., Candidate of Agriculture, Associate Professor

Ulitko V.E., Dr. Of Agricultural Sc., Merited Scientist of Russia

Erisanova O.E., Dr. Of Agricultural Sc., Professor

Pykhtina L.A., Dr. Of Agricultural Sc., Professor

Lifanova S.P., Dr. Of Agricultural Sc., Professor

Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Ulyanovsk, Russia

Key words: “Lipovitam Beta” specimen, blood, protein, albumins, globulins, amino acids, egg production.

Abstract. The paper highlights the results of the experiment conducted at the Simbirsk poultry farm of Ulyanovsk region. The researchers arranged two similar groups of laying hens. Each group contained 364 laying hens. The hens were fed with the same full-feed fodder, but the hens from the experimental group received Lipovitam Beta by means of stepwise mixing method. The specimen contains β -carotene, vitamin C, vitamin E, butyloxyanisole, phospholipids 240 grams per 1 t of mixed fodder. The authors prove the efficiency of using liposomal form of the antioxidant vitamin complex "Lipovitam Beta" when feeding laying hens in order to enhance the antioxidant system and, therefore, assimilation processes. These processes contribute to better synthesis of protein in the body of laying hens and higher concentration of protein in the blood serum by means of albumins, globulins and higher protein concentration in the egg.. Application of the specimen in the compound feed contributes to longer egg-laying peak (from 97 to 102 days) and egg-laying capacity (by 22.87 and 18.25 eggs), better amino acid composition of eggs, their amino acid scores, which indicates their higher biological and nutritional value.

Влияние кормления кур-несушек на химический состав яиц, синтез его составных частей является полностью доказанным фактором, так как питательные вещества корма в организме птицы после трансформации, расщепления и синтеза передаются в яйцо. Для формирования высокого уровня качественной яичной продукции рационы несушек должны быть сбалансированы по энергетической ценности, комплексу питательных, биологически активных веществ и содержать в белке рациона полный набор незаменимых аминокислот [1,2].

В процессе пищеварения в организме птицы белки кормов расщепляются до аминокислот, которые после всасывания в кровь используются в пластических целях для образования белков мышечной ткани, ферментов, гормонов, гемоглобина, обеспечивающих нормальное осуществление всех жизненных функций. При неудовлетворении потребности птицы в незаменимых аминокислотах уменьшается образование белка мышечной ткани, замедляется ее рост, снижается продуктивность и качество продукции.

В связи с этим, а также учитывая, что современное производство яиц сосредоточено на промышленных птицефабриках и связано с воздействием стресс-факторов на кур-несушек, а недостаток в рационах таких важнейших элементов, оптимизирующих состояние антиокислительной системы их организма, как β -каротин, витамин Е, С, сопровожда-

ется снижением яйценоскости и ухудшением качества яиц [3], перспективным направлением науки и практики является применение в рационах кур-несушек препаратов, повышающих биологическую доступность питательных веществ, в том числе аминокислот [4–9], и особенно тех препаратов, в составе которых содержатся вещества, корректирующие антиоксидантный статус организма несушек.

В этом плане заслуживает внимания новая кормовая добавка «Липовитам Бета», содержащая эти вещества и сочетающая свойства энтеросорбента и иммуностимулятора, обладающая высокой биодоступностью, способствующая лучшему использованию азотистых веществ в тканевом метаболизме птицы, стимулированию белкового обмена за счет синтеза транспортных белков и, как следствие, повышению продуктивности и биологической ценности яиц. Более того, каротиноиды, наряду с антиоксидантной и А-витаминной активностью, усиливают воздействие генов по образованию белка, являющемуся интегральным компонентом межклеточного взаимодействия и регуляции клеточного роста [10–13].

Цель исследования – выяснить влияние обогащения антиоксидантным препаратом «Липовитам Бета» комбикорма, скормливаемого курам-несушкам, на процессы белкового обмена в их организме, уровень, продолжительность яйцекладки и аминокислотный состав яиц.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в условиях ООО «Симбирская птицефабрика» Ульяновской области на двух группах кур-несушек родительского стада кросса Родонит-2 по 364 головы в каждой и продолжались 339 дней. Курам-несушкам сравниваемых групп скормливали полнорационный комбикорм согласно нормам кормления. Различие заключалось в том, что для поголовья кур опытной группы из расчета на тонну комбикорма вводили методом ступенчатого смешивания 240 г добавки «Липовитам Бета», при растворении которой в желудочно-кишечном тракте птицы биологически активные ингредиенты (натуральный β -каротин, витамины С и Е, бутилокс ианизол), входящие в состав данного препарата, имеют высокий уровень усвояемости. При этом в качестве наполнителя служит сорбит, способствующий экскреции продуктов распада обменных процессов и токсинов из организма.

Для изучения эффективности использования препарата антиоксидантного витаминного комплекса липосомальной формы в кормлении несушек в образцах их крови и ее сыворотке в период пика яйцекладки определяли на акустическом анализаторе жидкостей БИОМ-01 количество общего белка и его фракции. Аминокислотный состав белка и желтка яиц (по 30 штук яиц от кур-несушек каждой группы) для характеристики их биологической ценности определялся в соответствии с требованиями ФАО/ВОЗ –

на аминокислотном анализаторе HD-1200E. Аминокислотный скор рассчитывали на основании сопоставления результатов определения количества незаменимых аминокислот в исследуемом продукте с данными ФАО/ВОЗ по следующей формуле [14]:

Аминокислотный скор = (мг АК в 1 г исследуемого белка / (мг АК в 1 г «идеального белка»)) 100%, где АК – любая незаменимая аминокислота.

Цифровой материал исследований подвергли обработке методом вариационной статистики по Н. А. Плехинскому [15], с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 2003.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Картина крови является симптоматическим отражением процессов, протекающих в организме птицы. Важным показателем ее сыворотки является белок, составляющий около 8% ее массы и служащий пластическим и энергетическим материалом. Он выполняет защитную функцию, поддерживает онкотическое давление крови, регулирует многие метаболические и катаболические процессы.

Скармливание курам-несушкам комбикорма, обогащенного антиоксидантным витаминным комплексом липосомальной формы, способствовало лучшему использованию азотистых веществ в их тканевом метаболизме и стимулировало белковый обмен за счет синтеза транспортных белков (табл. 1).

Таблица 1

Содержание белка и его фракций в сыворотке крови кур-несушек, г/л
Protein concentration in the blood serum of laying hens, g/l

Показатель	Группа	
	1-я (контрольная)	2-я (опытная)
Общий белок	54,010±0,156	59,230±0,150***
Альбумины	17,650±0,221	20,180±0,117***
Глобулины	36,360±0,194	39,050±0,167***
α -глобулины	9,710±0,83	10,980±0,084***
β -глобулины	6,730±0,064	6,850±0,137**
γ -глобулины	19,840±0,201	21,190±0,227*
Альбумины / глобулины	0,486±0,008	0,517±0,004*

Примечание. Здесь и далее: *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Note. Hereinafter *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001

Так, в сыворотке крови несушек опытной группы отмечено повышение содержания белка до 59,23 г/л ($P<0,001$) за счет альбуминов (до 20,18 г/л, $P<0,001$) и глобулинов (до 39,05 г/л, $P<0,001$).

Составными частями сывороточного белка, характеризующими реактивность и резистентность организма, являются α - и γ -глобулины, абсолютное содержание которых в крови птицы опытной группы существенно больше ($P<0,01$), чем у контрольных несушек. Отношение альбуминов к глобулинам, т.е. белковый индекс сыворотки крови, у несушек опытной группы, потреблявших комбикорм обогащенный «Липовитамом Бета», был существенно больше – на 6,38% ($P<0,05$), чем у контрольных кур. Следовательно, в организме этих кур более интенсивно протекали белковообразующие и альбуминосинтезирующие процессы, что, на наш взгляд, обусловлено лучшим перевариванием и использованием протеина кормов, что в свою очередь, положительно сказалось на продолжительности пика яйцекладки и уровне яйценоскости. В результате данный показатель на начальную и среднюю несушку в сравнении с контролем был больше соответственно на 22,87 и 18,25 шт. При этом у кур-несушек высокий уровень яйценоскости (93,04–95,27%) был 102 дня, тогда как у несушек в контроле соответственно 92,44–94,87% и 97 дней.

Наряду с этим в яйцах от кур-несушек в группе с препаратом «Липовитам Бета» отмечена на протяжении всего производственного цикла достоверно большая ($P<0,05$ – $0,01$)

масса белка и желтка. При этом у птицы контрольной группы наблюдается более значительная изменчивость анализируемых показателей. Так, коэффициент изменчивости массы белка и желтка в середине производственного цикла составил 1,29 и 1,49%, а в конце – 0,52 и 1,58%, тогда как у их аналогов из опытной группы соответственно в 1,9–1,4 и 0,7–1,2 раза меньше.

Вместе с тем в химическом составе белка и желтка яиц кур сравниваемых групп проявились на протяжении всего продуктивного периода и различия. У несушек опытной группы отмечается достоверно большее содержание в белке яиц всех органических веществ, а в желтке – только протеина и углеводов.

Наряду с этим следует отметить, что яичный белок, за счет оптимально сбалансированного аминокислотного состава, является лучшим образцом животного белка. В этом отношении в белке и желтке яиц кур опытной группы установлено достоверно большее содержание аминокислот как в середине, так и в конце производственного цикла – на 5,238 и 5,284 и на 1,990 и 3,045%.

При этом под воздействием содержащегося в поедаемом комбикорме антиоксидантного препарата более выражено ($P<0,01$ – $0,001$) происходит увеличение содержание незаменимых аминокислот в белке и желтке яйца, чем у несушек контрольной группы. Это, несомненно, отразилось на показателе их биологической ценности, т.е. аминокислотном score яиц, который у кур опытной группы был значительно больше, чем у контрольных (табл. 2).

Таблица 2

Аминокислотный скор яиц, %
Aminoacid score of eggs, %

Аминокислота	Эталон ФАО/ВОЗ, г/100 г белка	В середине производственного цикла		В конце производственного цикла	
		1-я (контрольная)	2-я (опытная)	1-я (контрольная)	2-я (опытная)
1	2	3	4	5	6
<i>Содержание в белковой части</i>					
Валин	5,0	19,99±0,22	20,60±0,21*	19,92±0,20	20,86±0,16**
Изолейцин	4,0	21,71±0,21	22,62±0,25**	21,43±0,33	22,33±0,18*
Лейцин	7,0	13,01±0,11	13,73±0,13*	13,54±0,14	13,63±0,10
Лизин	5,5	10,54±0,11	10,72±0,11	10,51±0,10	10,69±0,40

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
Метионин+цистин	3,5	25,11±0,42	27,21±0,41**	25,52±0,42	25,87±0,33
Треонин	4,0	13,06±0,22	13,00±0,20	12,34±0,13	13,48±0,21
Триптофан	1,0	12,92±0,82	14,87±0,92*	11,81±0,71	15,47±0,61*
Фенилаланин+тирозин	6,0	15,09±0,23	16,92±0,21***	15,52±0,22	16,27±0,22***
<i>Содержание в желтке</i>					
Валин	5,0	22,21±0,33	22,91±0,24	21,58±0,51	23,34±0,24**
Изолейцин	4,0	31,12±0,21	31,90±0,11***	30,63±0,33	31,54±0,24*
Лейцин	7,0	19,50±0,10	19,72±0,11	19,34±0,11	19,61±0,12
Лизин	5,5	18,44±0,12	18,92±0,10**	18,32±0,22	18,51±0,21
Метионин+цистин	3,5	19,53±0,32	20,70±0,24*	20,21±0,52	23,11±0,33***
Треонин	4,0	19,94±0,20	20,61±0,13*	19,64±0,34	20,71±0,33**
Триптофан	1,0	20,54±0,72	20,71±0,70	18,00±0,71	19,33±0,54
Фенилаланин+тирозин	6,0	20,00±0,23	20,52±0,14*	20,85±0,10	21,22±0,11

ВЫВОДЫ

1. Скармливание курам-несушкам комбикормов, обогащенных препаратом антиоксидантного витаминного комплекса липосомальной формы, способствует повышению в их крови концентрации общего белка и белкового индекса, что свидетельствует о поло-

жительном его воздействии на ассимиляционные процессы образования белка в организме, и как следствие, уровень продуктивности.

2. В яйцах увеличивается содержание незаменимых аминокислот и индекс их биологической ценности, или так называемый аминокислотный скор.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фисинин В.И., Егоров И.А. Современные подходы к кормлению высокопродуктивной птицы // Птица и птицепродукты. – 2015. – № 3. – С. 27–30.
2. Грозина А.А. Состав микрофлоры желудочно-кишечного тракта у цыплят-бройлеров при воздействии пробиотика и антиоксидантов // С.-х. биология. – 2014. – № 6. – С. 46–58.
3. Фисинин В.И., Егоров И.А. Современные тенденции в кормлении птицы // Материалы четвертого междунар. симп. «Современные проблемы ветеринарной диетологии и нутрициологии». – СПб., 2008. – С.110–113.
4. Динамика биохимических показателей крови кур при включении в рацион селеносодержащих препаратов / К. А. Кулешов, Г. А. Трифонов, И. П. Шашанов, Л. П. Тельцов // Материалы Респ. науч.-практ. конф. – Саранск, 2006. – С. 216–221.
5. Овчинников А.А., Овчинникова Л.Ю., Лакомый А.А. Иммунобиохимические показатели крови цыплят-бройлеров при использовании биологически активных добавок в рационе // Кормление с.-х. животных и кормопроизводство. – 2016. – № 1. – С.5–8.
6. Продуктивность птицы и качество продукции птицеводства при применении пробиотиков класса ветом и селена / Г. А. Ноздрин, Ю. Н. Федоров, С. А. Шевченко [и др.]. – Новосибирск, 2013. – 258 с.
7. Ноздрин Г.А., Иванова А.Б. Изучение влияния Ветом 3 на качество яйца птицы кросса Родонит // Клиническое питание. – 2007. – № 1–2. – С. 57.
8. Ноздрин Г.А., Шевченко А.И. Пробиотики на основе *Bacillus subtilis* и качество продукции птицеводства // Вестн. НГАУ. – 2006. – № 5. – С. 34–35.
9. Ноздрин Г.А. Научные основы применения пробиотиков в птицеводстве // Сб. науч. тр. Ставропол. НИИ животноводства и кормопроизводства. – 2005. – Т. 224. – С. 224.

10. Shone F. Bewertung der vitamin und weiterer den der vitamin A-status beeinflussender Faktoren am wachsenden schwein//Umwetaspekte der Tierproduction 103/VdL UFA Kongress. – 1999. – № 33. – P. 493–500.
11. Margalith P.Z. Production ofketocarotenoids by microalgae // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 1999. – Vol. 51, N 4. – P. 431–438.
12. Bendich A. Biological functions of dietary carotenoids // Carotenoids in Human in Ann. New York As. – 1993. – Vol. 691. – P. 61–67.
13. Жаринов Л.И. Краткие курсы современных технологий переработки мяса. – М., 1997. – 154 с.
14. Скурыхина И.М., Волгарева М.Н. Химический состав пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
15. Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1970. – 256 с.

REFERENCES

1. Fisinin V.I., Egorov I. A. *Ptitsa i ptitseprodukty*, 2015, No.3, pp. 27–30. (In Russ).
2. Grozina A.A *Sel'skokhozyai-stvennaya biologiya*, 2014, No. 6, pp 46–58. (In Russ).
3. Fisinin V.I., Egorov I. A. *Materialy chetvertogo mezhdunarodnogo simpoziuma «Sovremennye problemy veterinarnoi dietologii i nutritsiologii»* (Modern problems of veterinary dietetics and nutritionists), Proceedings of the 4th International Symposium, S. Peterburg, 2008, pp.110–113 (In Russ)
4. Kuleshov K.A., Trifonov G.A., Shashanov I.P., Tel'tsov L.P. *Resursosberegayushchie ekologicheski bezopasnye tekhnolo-gii polucheniya sel'skokhozyaistvennoi produktsii* (Resource-saving environmentally safe technologies for obtaining agricultural products), Proceedings of the Republican Scientific and Practical Conference, Saransk, 2006, pp 216–221. (In Russ).
5. Ovchinnikov A.A., Ovchinnikova L. Yu., Lakomyi A. A. *Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo*, 2016, No. 1, pp 5–8. (In Russ).
6. Nozdrin G.A., Fedorov Yu.N., Shevchenko S. A., Ivanova A. B., Shevchenko A. I. *Produktivnost» ptitsy i kachestvo produktsii ptitsevodstva pri primenenii probiotikov klassa vetom i selena*, (The productivity of poultry and quality of products at the use of probiotics and we host the vetom class floods), Novosibirsk, 2013, 258 p.
7. Nozdrin G.A., Ivanova A. B. *Klinicheskoe pitanie*, 2007, No. 1–2, pp 57. (In Russ).
8. Nozdrin G.A., Shevchenko A. I. *Vestnik Novosibirskogo agrarnogo universiteta*, 2006, No. 5, pp 34–35. (In Russ).
9. Nozdrin G.A. *Sb. nauch. tr. Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhi-votnovodstva i kormoproizvodstva*, 2005, Vol, 224, pp. 224. (In Russ).
10. Shone F. *Umwetaspekte der Tierproduction*, 1999, No.33, pp 493–500.
11. Margalith P.Z. *Microbiol. Biotechnol.*, 1999, Vol, 51, No. 4, pp. 431–438.
12. Bendich A. *Carotenoids in Human in Ann*, 1993, Vol. 691, pp 61–67.
13. Zharinov L.I. *Kratkie kursy sovremennykh tekhnologii pererabotki myasa* (Short courses of modern meat processing technologies), Moscow, 1997, 154 p.
14. Skurykhina I.M., Volgareva M. N. *Khimicheskij sostav pishhevykh produktov* (Chemical composition of food products), Moscow, Agropromizdat, 1987, 360 p.
15. Iokhinskij N. A. *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov* (Guide to biometrics for livestock specialists), Moscow, Kolos, 1970, 256 p.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ УРОВНЕМ ДОЗЫ ВЕТОМА 21.77 И МАССОЙ, А ТАКЖЕ НЕКОТОРЫМИ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ БРОЙЛЕРОВ

¹Э.Р. Рафикова, аспирант

¹Г.А. Ноздрин, доктор ветеринарных наук, профессор

²А.А. Леляк, кандидат биологических наук

¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

²ООО НПФ «Исследовательский центр», Новосибирск, Россия

E-mail: pchelka_leta@mail.ru

Ключевые слова: ветом 21.77, *Duddingtonia flagrans*, бройлеры, корреляция, гемоглобин, эритроциты

Реферат. Настоящее исследование направлено на выявление возможных корреляционных связей между уровнем дозы микробиологического препарата ветом 21.77 и живой массой, а также содержанием эритроцитов и гемоглобина в крови птицы, получавшей препарат. Для реализации цели исследования были сформированы 5 групп птицы: контрольная и 4 опытные, по 20 голов в каждой. Дополнительно использовали 5 цыплят для определения пороговых гематологических показателей до применения препарата цыплятам опытных групп. Препарат назначали перорально 1 раз в сутки птице 1–4-й опытных групп в дозах 2, 5, 50 и 300 мкл/кг массы соответственно с кормом и водой в течение 7 суток. Цыплятам контрольной группы препарат не назначали. При анализе полученных результатов в целях детализации наблюдаемых тенденций цифровые данные визуализировали при помощи диаграмм размаха и корреляционных диаграмм. По окончании исследования средние значения абсолютной массы бройлеров, получавших ветом 21.77 в изучаемых дозах, были выше по сравнению с аналогичным показателем в контрольной группе на 0,2–1,4 %. Медианные значения абсолютной массы птиц, которым препарат назначали в дозах 50 и 300 мкл/кг массы, были выше относительно медианы в контроле на 1,4 и 1,9 % соответственно. Содержание эритроцитов в крови птицы, получавшей ветом 21.77 в дозе 300 мкл/кг массы, по окончании исследования было выше по сравнению с аналогичным показателем в контрольной группе на 6,3 % ($P < 0,05$). Медиана данной выборки превышала медиану контроля на 8,9 %. Средние значения концентрации гемоглобина в крови цыплят, которым препарат назначали в дозах 50 и 300 мкл/кг массы, были выше относительно аналогов из контроля на 3,4 ($P < 0,01$) и 3,8 % ($P < 0,01$) соответственно. Медианы данных групп были выше таковой в контроле на 5 %. Выявлена тенденция к наличию достоверных корреляционных связей между уровнем дозы препарата и живой массой ($P < 0,001$), а также содержанием эритроцитов ($P < 0,001$) и гемоглобина ($P < 0,001$) в крови опытной птицы.

CORRELATIONS AMONG VETOM 21.77 DOSES, MASS AND SOME HEMATOLOGICAL PARAMETERS OF BROILERS

¹ Rafikova E.R, PhD-student

¹ Nozdrin G.A., Dr. Of Veterinary Sc., Professor

² Leliak A.A., Candidate of Biology

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

²ООО “Research Centre”, Novosibirsk, Russia

Key words: vetom 21.77, *Duddingtonia flagrans*, broilers, correlations, hemoglobuline, erythrocytes .

Abstract. The research aims at revealing possible correlations among the dose of microbiological specimen vetom 21.77, body weight and concentration of erythrocytes and hemoglobin in the poultry blood which received the specimen. The researchers arranged 5 groups: the control group and 4 experimental ones. Each group contained 20 broilers. The researchers used 5 chickens additionally in order to define critical hematological parameters before applying the specimens in the experimental groups. The specimen was applied when feeding the poultry from 1-4 experimental groups orally once a day dosed 2, 5, 50 and 300 μl / kg of weight, respectively, with food and water for 7 days. The chickens from the control group didn't get the specimen. When analyzing the results obtained, the digital data was visualized using the swing diagrams and correlation diagrams in order to detail the observed tendencies. At the final stage of the experiment, the average absolute weight of broilers which received vetom 21.77 in the investigated doses was on 0.2-1.4% higher in comparison with the same parameter in the control group. Median parameters of the absolute poultry weight which received the specimen dosed 50 and 300 μl / kg of body weight, were on 1.4 and 1.9% higher in the control group. The number of erythrocytes in the poultry blood which received vetom 21.77 at a dose of 300 μl / kg of mass was higher at the end of the experiment than in the control group on 6.3% ($P < 0.05$). The median of the sample exceeded the median of the control group on 8.9%. The average parameters of hemoglobin concentration in the blood of chickens which received the specimen at doses of 50 and 300 μl / kg of mass were on 3.4 ($P < 0.01$) and 3.8% ($P < 0.01$) higher. Medians of these groups were higher than those in the control group on 5%. The article highlights the correlations between the dose of the specimen and live body weight ($P < 0.001$), and between the concentration of erythrocytes ($P < 0.001$) and hemoglobin ($P < 0.001$) in the blood of experimental poultry.

Среди апатогенных хищных грибов в качестве потенциальных агентов биологического контроля микробиоты животных, пожалуй, наиболее интенсивный и устойчивый интерес со стороны исследователей вызывает гриб *Duddingtonia flagrans*, принадлежащий к отделу Ascomycota. Свойства данного гифомицета активно изучаются специалистами уже несколько десятилетий. Вероятно, ввиду неоднозначности накопленных результатов эффективность различных штаммов гриба до сих пор исследуется как в области уже известных направлений его воздействия, например, сокращения численности кишечных гельминтов животных [1–3], так и в новых, экспериментальных: к примеру, действенность экстракта *D. flagrans* против поксвирусов и вируса гриппа человека и птиц [4] или способность конидиальной суспензии апатогенного гриба к уничтожению кровососущей мухи *Haematobia irritans*, паразитирующей на крупном рогатом скоте [5].

В научной литературе содержатся немногочисленные сведения о позитивном воздействии *D. flagrans* на рост животных [6]. Нами ранее было экспериментально доказано положительное влияние микробиологического препарата

ветом 21.77, содержащего спорово-мицелиальную биомассу данного гриба, на интенсивность роста цыплят-бройлеров [7], а также отсутствие аллергических реакций на препарат при накожном апплицировании кроликам [8].

Результаты настоящего исследования также будут содействовать расширению спектра применения данного гифомицета.

Актуальность настоящего исследования продиктована стремлением усовершенствовать методику анализа различных механизмов влияния микробиологического препарата ветом 21.77, сконструированного на основе спорово-мицелиальной биомассы *D. flagrans*, на организм птицы. Цель исследования заключалась в выявлении достоверных корреляционных связей между уровнем дозы ветома 21.77 и абсолютной массой, а также содержанием эритроцитов и гемоглобина в крови опытной птицы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В эксперименте использовался новый микробиологический препарат ветом 21.77 (НПФ «Исследовательский центр», Новосибирская область, Российская Федерация), содержа-

щий спорово-мицелиальную биомассу апатогенного гриба *D. flagrans*.

Для реализации цели научно-экспериментального исследования использовали клинически здоровых бройлеров кросса Hubbard ISA F15 пятидневного возраста в количестве 105 голов массой $(103,0 \pm 5,0)$ г, подобранных по принципу пар-аналогов и предварительно прошедших пятидневное карантинирование. Для проведения эксперимента были сформированы 5 групп птицы: контрольная и 4 опытные по 20 голов в каждой. Дополнительно использовали 5 цыплят для определения пороговых гематологических показателей крови птицы опытных групп. Препарат назначали перорально один раз в сутки цыплятам 1–4-й опытных групп в дозах 2, 5, 50 и 300 мкл/кг массы соответственно с кормом и водой в течение 7 суток.

Сравнение первичных числовых данных, полученных в ходе эксперимента, осуществлялось с помощью U-критерия Манна-Уитни в программе StatsDirect 3.1.17 (StatsDirect Ltd, UK). Различия считали статистически значимыми при уровне значимости $P < 0,05$.

Корреляционные диаграммы создавались автоматически при выполнении регрессионного анализа в меню специализированной статистической программы MedCalc 18.2.1 (MedCalc Software bvba, Belgium) с последующим объединением. Учитывая, что наличие корреляционного отношения не всегда свидетельствует о наличии причинно-следственной связи между величинами [9], в целях детализации наблюдаемых тенденций мы также анализировали результаты, полученные в каждой исследуемой группе на том или ином этапе эксперимента, визуализируя цифровые данные при помощи диаграмм размаха в программе StatsDirect 3.1.17.

Диаграмма размаха («ящик с усами») является вариантом графического представления числовых данных для сравнения результатов в отдельных группах. При построении диаграммы «ящик с усами» упорядоченное множество наблюдений делится на 3 части, несущие информацию как о диапазоне чис-

ловой оси, в котором оказались первичные данные, так и об их взаимном расположении внутри выборки:

1. Медиана (от лат. *mediāna* – середина), определяющая середину выборки, это центральное значение, ниже которого находится 50% значений и выше также 50% всех значений в распределении. Являясь фактическим центральным значением выборки, медиана в этом смысле может считаться её наиболее репрезентативным показателем. В настоящей работе медиана изображена в виде черного ромба в пределах каждого «ящика».

2. Перцентили 25-й и 75-й (нижний и верхний квартили), содержащие четверть самых низких и четверть самых высоких значений в выборке. На диаграммах изображены в виде прямых линий («усов»), исходящих из прямоугольника («ящика»). Верхний «ус» простирается от верхней границы «ящика» до наибольшего выборочного значения. Нижний «ус» – от нижней границы «ящика» до наименьшего выборочного значения.

3. Интерквартильный размах (интерквартильный интервал) – интервал между 25-м и 75-м перцентилями, содержащий «центральные» 50% наблюдений выборки. В настоящей работе данный интервал представлен на диаграммах в виде «ящика». Интерквартильный размах характеризует меру разброса, неоднородности выборки и является аналогом дисперсии. Таким образом, чем больше вариативность значений, тем больше «ящик».

Преимущество медианы и интерквартильного размаха перед обычной последовательностью и стандартным отклонением в том, что они не подвержены влиянию выбросов (экстремальных значений), поскольку при их вычислении не учитывается ни одна величина, которая была бы меньше 25-го или больше 75-го перцентиля.

Важно отметить, что ввиду сложностей, сопряженных с соответствующими математическими операциями и машинными алгоритмами построения ящичных диаграмм, в них

далеко не всегда соблюдается симметричность составляющих элементов. Так, если медиана делит ящик на две неравные части – значит, изучаемые числовые данные не соответствуют гауссовому закону распределения (т.е. присутствуют отдельные существенные отклонения от среднего). О том же говорит различная длина «усов».

Также в качестве позитивной тенденции следует рассматривать как можно более высокое расположение «ящичков» на координатной плоскости диаграмм размаха (при условии,

что наблюдаемые показатели при этом остаются в диапазоне нормы), так как подобное их расположение указывает, соответственно, на высокие значения, полученные в ходе исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные в ходе исследования значения абсолютной массы подопытной птицы, а также содержания эритроцитов и гемоглобина в их крови представлены в табл. 1.

Таблица 1

Средние значения абсолютной массы, содержания эритроцитов и гемоглобина в крови подопытной птицы ($\bar{x} \pm \sigma$)

Average parameters of absolute body weight, concentration of erythrocytes and hemoglobin in the blood of experimental poultry ($\bar{x} \pm \sigma$)

Группа	Абсолютная масса, г		Эритроциты, $10^{12}/л$		Гемоглобин, г/л	
	2-е сутки	7-е сутки	2-е сутки	7-е сутки	2-е сутки	7-е сутки
Контрольная	166,9 $\pm$ 7,7	363,27 $\pm$ 9,1	2,68 $\pm$ 0,11	2,85 $\pm$ 0,14	98,2 $\pm$ 1,36	100,8 $\pm$ 0,73
1-я опытная	167,3 $\pm$ 7,57	363,93 $\pm$ 9,55	2,62 $\pm$ 0,09	2,88 $\pm$ 0,16	98,8 $\pm$ 0,73	102,0 $\pm$ 1,0
2-я опытная	167,5 $\pm$ 7,27	364,27 $\pm$ 8,38	2,7 $\pm$ 0,13	2,84 $\pm$ 0,12	99,0 $\pm$ 0,89	102,4 $\pm$ 1,50
3-я опытная	168,8 $\pm$ 7,92	366,27 $\pm$ 11,05	2,67 $\pm$ 0,19	2,93 $\pm$ 0,12	99,0 $\pm$ 0,71	104,2 $\pm$ 0,73**
4-я опытная	170,9 $\pm$ 7,79	368,2 $\pm$ 8,88	2,72 $\pm$ 0,11	3,03 $\pm$ 0,09*	99,4 $\pm$ 1,08	104,6 $\pm$ 0,51**

* Различия достоверны на уровне значимости $P < 0,05$; ** различия достоверны на уровне значимости $P < 0,01$ относительно контроля.

* variations at $P < 0,05$; ** – variations at $P < 0,01$ in relation to the control group

Таблица 2

Медианные значения (с указанием 95%-х доверительных интервалов) абсолютной массы, содержания эритроцитов и гемоглобина в крови подопытной птицы ($\tilde{x}$ [n; n])

Median parameters (defining 95% confidence intervals) if absolute body weight, concentration of erythrocytes and hemoglobin in the blood of experimental poultry ($\tilde{x}$ [n; n])

Группа	Абсолютная масса, г		Эритроциты, $10^{12}/л$		Гемоглобин, г/л	
	2-е сутки	7-е сутки	2-е сутки	7-е сутки	2-е сутки	7-е сутки
Контрольная	167,50 [160,34; 171,83]	362,0 [355,06; 370,47]	2,69 [2,56; 2,78]	2,80 [2,73; 3,0]	98,0 [95,43; 101,05]	100,0 [99,48; 102,53]
1-я опытная	168,0 [163,34; 173,66]	362,0 [359,0; 372,88]	2,62 [2,54; 2,69]	2,80 [2,75; 3,04]	98,0 [97,48; 100,53]	102,0 [99,95; 104,05]
2-я опытная	168,50 [164,17; 172,0]	362,0 [359,0; 368,47]	2,76 [2,55; 2,81]	2,87 [2,74; 2,94]	100,0 [96,95; 100,53]	103,0 [98,95; 105,53]
3-я опытная	167,50 [164,17; 171,83]	367,0 [355,53; 374,94]	2,60 [2,52; 2,87]	2,97 [2,80; 3,04]	99,0 [97,48; 100,53]	105,0 [102,48 105,53]
4-я опытная	172,50 [165,17; 176,83]	369,0 [361,80; 374,21]	2,71 [2,61; 2,83]	3,05 [2,95; 3,12]	100,0 [96,95; 101,53]	105,0 [103,48 105,53]

Медианы и их 95%-е доверительные интервалы для указанных показателей отображены в табл. 2.

Значения абсолютной массы подопытной птицы, зарегистрированные на 2-е сутки эксперимента, графически отображены на диаграмме размаха (рис. 1).

Как следует из рис. 1, медианные значения абсолютной массы цыплят, получавших ветом 21.77 в суточных дозах 2 и 5 мкл/кг массы, практически не отличались от аналогичного показателя в контроле. Данные выборки выделяются наибольшей высотой нижнего квартиля по сравнению с прочими изучаемы-

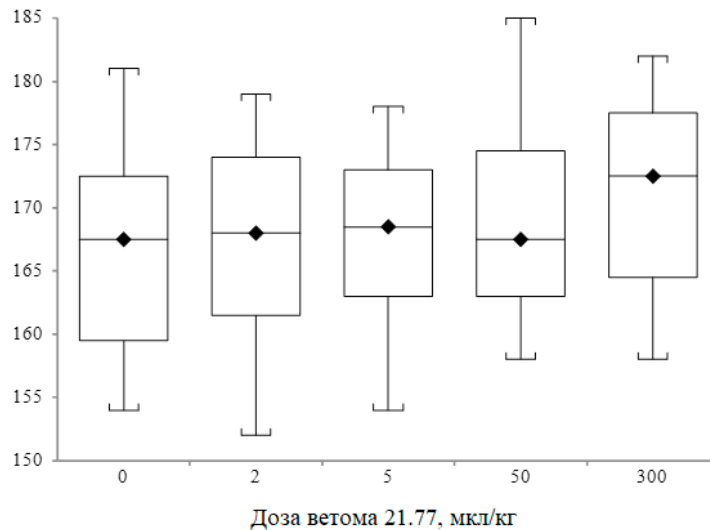


Рис. 1. Абсолютная масса подопытной птицы на 2-е сутки исследования
Absolute body weight of experimental poultry on the 2nd day of research

ми группами. В группе, где цыплята получали препарат в дозе 5 мкл/кг массы, наблюдается наиболее короткий интерквартильный размах. Несмотря на то, что среднее значение абсолютной массы птицы данной группы было несколько выше контрольной отметки (на 1,1%), медиана смещена в сторону меньших значений и находится на одной линии с медианой контрольной группы, а нижняя граница интерквартильного интервала совпадает с таковой в группе, где применяли дозу 5

мкл/кг массы. В группе цыплят, получавших препарат в дозе 300 мкл/кг массы, и медиана, и второй квартиль выше по сравнению с аналогами из прочих групп, что может указывать на наличие тенденции к положительному влиянию назначения ветома 21.77 в данной дозе на живую массу цыплят.

В значениях абсолютной массы подопытных бройлеров на 7-е сутки исследования произошли следующие изменения (рис. 2).

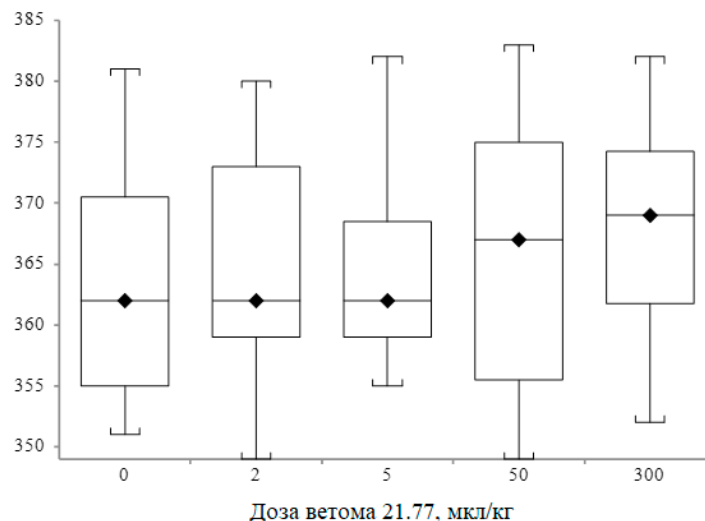


Рис. 2. Абсолютная масса подопытной птицы на 7-е сутки исследования
Absolute body weight of experimental poultry on the 7th day of research

Из представленной диаграммы размаха следует, что в группе цыплят, получавших препарат в суточных дозах 2 и 5 мкл/кг массы,

медиана практически совпадает с медианой в контрольной группе, но нижняя граница интерквартильного размаха расположена выше.

В группе птицы, получавшей ветом в дозе 2 мкл/кг массы, наблюдается наибольший нижний квартиль; верхняя граница интерквартильного размаха находится выше таковой в контрольной группе. Среднее значение превышало таковое в контроле на 0,2%. В группе, где препарат назначали цыплятам в дозе 5 мкл/кг массы, наблюдается наиболее короткий интерквартильный интервал по сравнению с остальными группами. Среднее значение выше в сравнении с аналогами из контроля на 0,3%. У птицы, получавшей препарат в дозе 50 мкл/кг массы, среднее значение массы превышало аналогичный показатель в контроле на 0,8%. При назначении препарата в суточной дозе 300 мкл/кг массы значение абсолютной массы превышало аналоговое в контроле на 1,4%. Медианы в данных группах выше контрольной медианы на 1,4 и 1,9% соответственно. Это позволяет утверждать, что тенденция к положительным сдвигам в интенсивности роста птицы опытных групп, отмеченная на 2-е сутки исследования, не только находит подтверждение на 7-е сутки, но наблюдается

также в 3-й опытной группе и носит более выраженный характер.

В работах с применением *D. flagrans*, проведенных ранее другими исследователями, не выполнялся корреляционный анализ для выявления воздействия гриба на живую массу животных или птиц. К примеру, в публикации P. Nansen et al. [10] приведена лишь диаграмма, иллюстрирующая динамику абсолютной массы подопытных телят из опытной (получали хламидоспоры *D. flagrans*, штамм DSM 6703) и контрольной группы (не получали хламидоспоры) на протяжении исследования. Авторы утверждают, что различия по данному показателю между исследуемыми группами были статистически значимыми, однако уровень достоверности не указывается.

Динамика отдельных гематологических показателей крови, отображающих состояние пластического обмена, регуляторной и защитной функций в организме исследуемых цыплят, так же как и живая масса, показана на диаграммах размаха (рис. 3–6).

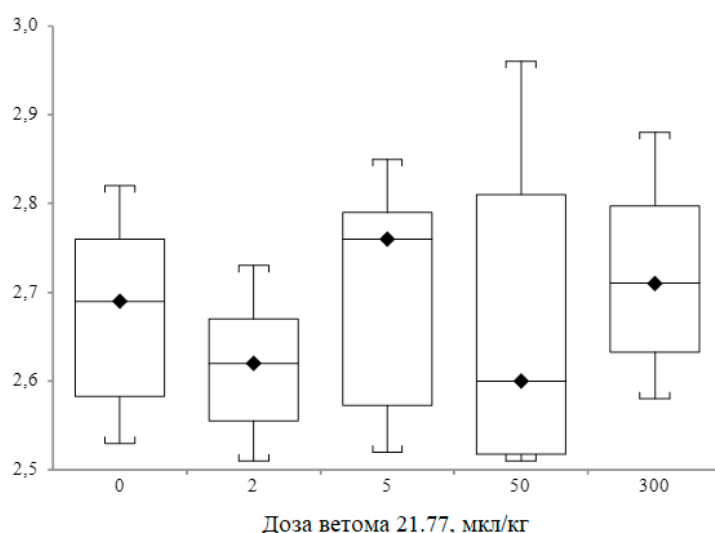


Рис. 3. Содержание эритроцитов в крови подопытной птицы на 2-е сутки исследования
Concentration of erythrocytes in the blood of experimental poultry on the 2nd day of research

Значения содержания эритроцитов во всех изучаемых группах на 2-е сутки исследования (см. рис. 3) находились в пределах физиологической нормы. Среднее значение содержания эритроцитов в крови птицы 1-й опытной группы (2 мкл/кг массы) было на 2,2% ниже относительно аналогов из контрольной группы. Медиана была

ниже контрольного показателя на 2,6%. При применении ветома 21.77 в дозе 5 мкл/кг массы среднее было выше контрольного значения на 0,7%; медиана – выше сравнительно с медианой в контроле на 2,6%. В группе, где цыплятам назначали препарат в дозе 50 мкл/кг массы, при среднем арифметическом на 0,4% ниже

контроля отмечали наименьшее медианное значение (на 3,3% ниже, чем в контроле), а также наибольший разброс наблюдаемых значений среди изучаемых групп. В 4-й опытной груп-

пе (300 мкл/кг массы) среднее значение было выше соответствующего контрольного значения на 1,5%. Медиана данной выборки также была выше таковой в контрольной группе (на 0,7%).

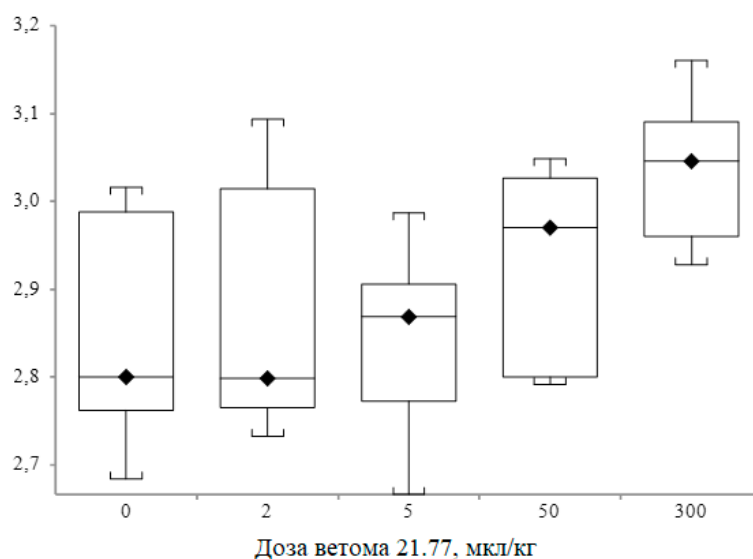


Рис. 4. Содержание эритроцитов в крови подопытной птицы на 7-е сутки исследования
Concentration of erythrocytes in the blood of experimental poultry on the 7th day of research

На 7-е сутки (см. рис.4) отмечали тенденцию к увеличению (в пределах физиологической нормы) концентрации эритроцитов под влиянием микробиологического препарата. Птица 1-й опытной группы (2 мкл/кг массы) по содержанию эритроцитов превышала аналогов из контроля на 1,1%, однако их медианы были равны. У цыплят, получавших препарат в дозе 5 мкл/кг массы, среднее содержание эритроцитов в крови было ниже относительно аналогов из контроля на 0,4%, но медиана заметно выше таковой в контроле (на 2,5%) и полученные значения распределены более плотно. Начиная с данной группы наблюдается постепенное повышение уровня расположения медианы на координатной плоскости. Медианные значения содержания эритроцитов в крови птицы, получавшей препарат в дозах 50 и 300 мкл/кг массы, на 7-е сутки исследования были выше контрольного уровня на 6,1 и 8,9%. Средние значения превышали контрольную величину на 2,8 и 6,3% ($P < 0,05$) соответственно. Таким образом, наблюдали выраженные изменения содержания эритроцитов в крови птицы опытных групп.

Содержание гемоглобина в крови подопытной птицы на 2-е сутки исследования представлено на рис. 5.

Медианы в контрольной и 1-й опытной группах птицы на 2-е сутки исследования находились на одном уровне, хотя среднее значение содержания гемоглобина в 1-й опытной группе было выше, чем в контроле, на 0,6%. Отметим практически равные интерквартильные интервалы, как и в целом размах наблюдаемых значений, в 1-й и 3-й опытных группах, однако в 3-й опытной группе среднее значение рассматриваемого показателя превышало контрольное на 0,8%, а медианное – на 1%. Во 2-й опытной группе среднее было выше по сравнению с контролем на 0,8%, а медиана была выше таковой в контрольной группе на 2%. В 4-й опытной группе, где среднее значение было выше контрольного показателя на 1,2%, медиана также была выше в сравнении с медианой в контроле на 2%. Наиболее «плотные» интерквартильные размахи наблюдали у групп, где бройлеры получали вето 21.77 в дозах 2 и 50 мкл/кг массы, но в последней медиана была выше. В группах, где препарат назначали цыплятам в дозах 5 и 300 мкл/кг массы, медианные значения совпада-

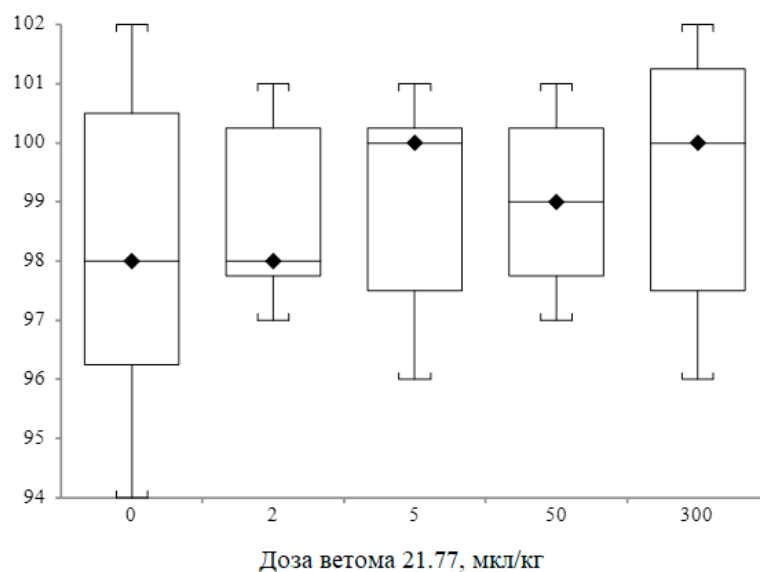


Рис. 5. Содержание гемоглобина в крови подопытной птицы на 2-е сутки исследования
Concentration of hemoglobin in the blood of experimental poultry on the 2nd day of research

ли. Таким образом, уже на 2-е сутки, как видим, можно констатировать наличие тенденции к увеличению показателей под влиянием возрастающих дозировок препарата.

Чтобы проверить, наблюдалось ли последовательное дозозависимое изменение рассматриваемого показателя на 7-е сутки исследования, рассмотрим рис. 6.

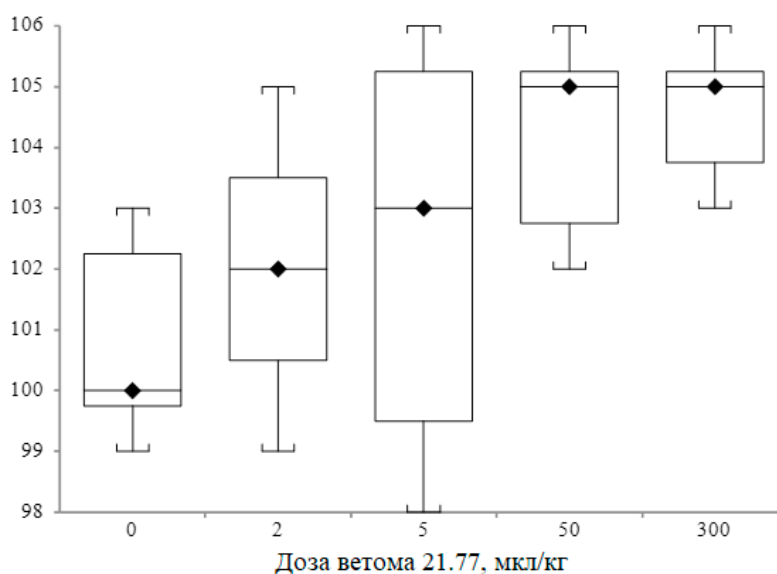


Рис. 6. Содержание гемоглобина в крови подопытной птицы на 7-е сутки исследования
Concentration of hemoglobin in the blood of experimental poultry on the 7th day of research

На 7-е сутки среднее значение концентрации гемоглобина в крови птицы, получавшей препарат в дозе 2 мкл/кг массы, было выше по сравнению с аналогичным показателем в контроле на 1,2%, медиана – на 2%. Результаты во 2-й опытной группе птицы (5 мкл/кг) характеризовались наибольшим разбросом значений в сравнении с остальными

группами. Среднее значение было выше контроля на 1,6%, медиана – на 3%. Средние значения, полученные в 3-й и 4-й опытных группах, превышали контрольную величину на 3,4 ($P < 0,01$) и 3,8% ($P < 0,01$) соответственно. Медианы данных групп были выше таковой в контроле на 5%. Размах значений, наблюдаемых в 4-й опытной группе, на данном этапе

эксперимента характеризовался повышенной плотностью сравнительно с прочими группами. Таким образом, наблюдали выраженные изменения концентрации гемоглобина в крови птицы опытных групп, при этом значения концентрации гемоглобина в крови подопытных бройлеров во всех группах на 7-е сутки исследования находились в пределах физиологической нормы.

Для подтверждения позитивных тенденций, которые наблюдались при анализе

диаграмм размаха, отражающих изменение абсолютной массы и гематологических показателей на фоне применения изучаемого препарата, был выполнен регрессионный анализ, направленный на выявление корреляционных связей между вышеперечисленными показателями и уровнем дозы ветома 21.77. Результаты анализа представлены в виде корреляционной диаграммы (рис. 7).

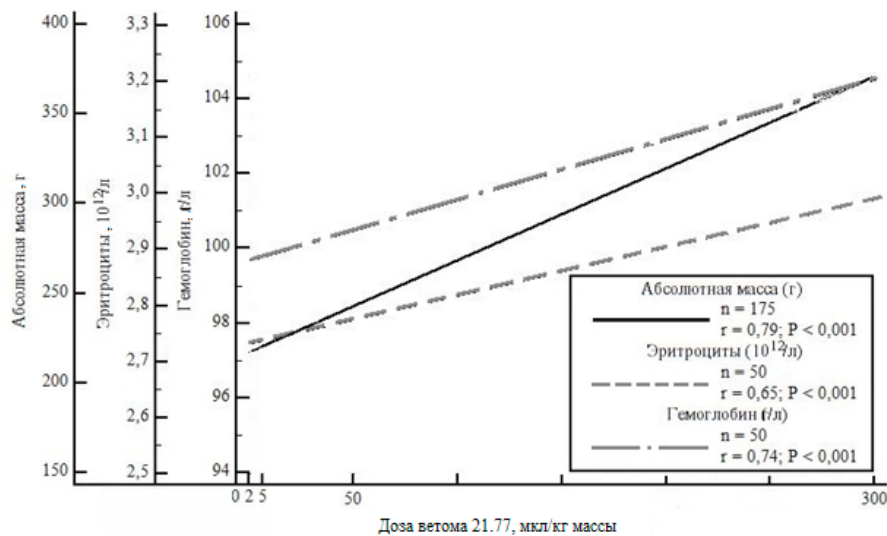


Рис. 7. Динамика абсолютной массы, содержания эритроцитов и гемоглобина в крови подопытной птицы в зависимости от уровня дозы ветома 21.77
Dynamics of absolute body weight, concentration of erythrocytes and hemoglobin in the blood of experimental poultry in relation to the dose of vetom 21.77

Представленная корреляционная диаграмма свидетельствует о наличии прямой положительной корреляции между уровнем суточной дозы ветома 21.77 и живой массой ($P < 0,001$), а также содержанием эритроцитов ($P < 0,001$) и концентрацией гемоглобина ($P = 0,003$) в крови цыплят. Таким образом, установлена достоверная ($P < 0,001$) зависимость вышеуказанных параметров от дозы микробиологического препарата.

Показатели бройлеров опытных групп изменялись по одинаковой закономерности в пределах физиологической нормы соответственно возрасту.

Установление определенных закономерностей в изменениях наблюдаемых параметров посредством дополнительных математико-статистических методов позволит обогатить

доказательный инструментарий, представленный зачастую лишь регистрацией статистически значимых различий между выборками. Полагаем, что полученные данные позволят минимизировать обращение к фактору стохастичности при интерпретации результатов, достигаемых при применении препарата.

ВЫВОДЫ

1. Средние значения абсолютной массы бройлеров, получавших ветома 21.77 в изучаемых дозах, по окончании исследования были выше по сравнению с аналогичным показателем в контрольной группе на 0,2–1,4 %. Медианные значения абсолютной массы птицы, которой микробиологический препарат назначали в дозах 50 и 300 мкл/кг массы, были выше относительно медианы в группе

интактных цыплят на 1,4 и 1,9% соответственно. Указанные различия статистически незначимы.

2. По окончании исследования содержание эритроцитов в крови птиц, получавших ветом 21.77 в дозе 300 мкл/кг массы, было выше по сравнению с аналогичным показателем в контрольной группе на 6,3% ($P < 0,05$). Медиана данной выборки превышала медиану контроля на 8,9%.

3. Средние значения концентрации гемоглобина в крови цыплят, которым препарат назначали в дозах 50 и 300 мкл/кг массы, были выше относительно аналогов из контроля на 3,4 ($P < 0,01$) и 3,8% ($P < 0,01$) соответственно. Медианы данных групп были выше таковой в контроле на 5%.

4. Посредством регрессионного анализа установлено наличие положительных корре-

ляционных связей между уровнем суточной дозы ветома 21.77, живой массой ($P < 0,001$), содержанием эритроцитов ($P < 0,001$) и гемоглобина ($P = 0,003$) в крови цыплят.

5. Показатели бройлеров опытных групп изменялись по одинаковой закономерности в пределах физиологической нормы. Выраженность действия применяемого препарата зависела от его дозы. Наивысший прирост абсолютной массы, увеличенное содержание эритроцитов и гемоглобина в крови цыплят зарегистрированы при применении препарата в дозе 300 мкл/кг массы.

6. Ветом 21.77 оказывает положительное влияние на интенсивность роста бройлеров, на содержание эритроцитов и гемоглобина в крови, не вызывая аллергических реакций и других побочных эффектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Utilization of the Fungus Duddingtonia flagrans in Control of Nematode Larvae Development in Equine Stool* / M. C. de Andrade, E. Hiura, L. A. da Fonseca [et al.] // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. – 2016. – Vol. 5, N 3. – P. 829–835.
2. *In vitro nematophagous activity of predatory fungi on infective larvae of Strongyloides papillosus* / A. K. Campos, M. C. Valadão, L. M. Carvalho [et al.] // Acta Veterinaria Brasilica. – 2017. – Vol. 11, N 4. – P. 213–218.
3. *Field evaluation of Duddingtonia flagrans IAH 1297 for the reduction of worm burden in grazing animals: Tracer studies in sheep* / K. Healey, C. Lawlor, M. R. Knox [et al.] // Veterinary Parasitology. – 2018. – Vol. 253. – P. 48–54.
4. *Токсичность и противовирусная активность экстрактов глубинного мицелия нематофагового гриба Duddingtonia flagrans в культуре клеток Vero* / Ж.Б. Ибрагимов, Г.Г. Ананько, Н.Е. Костина [и др.] // Бюл. эксперимент. биологии и медицины. – 2015. – Т. 160, № 8. – С. 212–214.
5. *Interaction and activity of nematophagous fungus Duddingtonia flagrans on Haematobia irritans (Diptera: Muscidae)* / A. R. Aguiar, L. P. Martins, G. L. Santos [et al.] // African Journal of Microbiology Research. – 2017. – Vol. 11, N 16. – P. 649–652.
6. *Paraud C., Pors I., Chartier C. Efficiency of feeding Duddingtonia flagrans chlamydospores to control nematode parasites of first-season grazing goats in France* // Veterinary research communications. – 2007. – Vol. 31, N 3. – P. 305.
7. *Рафикова Э.Р., Ноздрин Г.А. Влияние препарата ветом на основе Duddingtonia flagrans на интенсивность роста цыплят-бройлеров* // Теория и практика современной аграрной науки: сб. национал. (всерос.) науч. конф. – Новосибирск, 2018. – С. 444–446.
8. *Рафикова Э.Р., Ноздрин Г.А. Исследование сенсibiliзирующего действия препарата ветом 21.77 методом накожных аппликаций* // Иппология и ветеринария. – 2017. – № 4. – С. 66–69.
9. *Altman N., Krzywinski M. Association, correlation and causation* // Nature methods. – 2015. – Vol. 12, N 10. – P. 899–900.

10. *Prevention of clinical trichostrongylidosis in calves by strategic feeding with the predacious fungus Duddingtonia flagrans* / P. Nansen, M. Larsen, J. Grønvold [et al.] // *Parasitology Research*. – 1995. – Vol. 81, N 5. – P. 371–374.

REFERENCES

1. de Andrade M. C., Hiura E., da Fonseca L. A. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2016, No. 3 (5), pp. 829–835.
2. Campos A. K., Valadão M. C., Carvalho L. M. *Acta Veterinaria Brasilica*, 2017, No. 4 (11), pp. 213–218.
3. Healey K., Lawlor C., Knox M. R. *Veterinary Parasitology*, 2018, Vol. 253, pp. 48–54.
4. Ibragimova ZH. B., Anan'ko G. G., Kostina N. E. *Byulleten» ehksperimental'noj biologii i mediciny*, 2015, No. 8 (160), pp. 212–214. (In Russ.)
5. Aguiar A. R., Martins L. P., Santos G. L. *African Journal of Microbiology Research*, 2017, No. 16 (11), pp. 649–652.
6. Paraud C., Pors I., Chartier C. *Veterinary research communications*, 2007, No. 3 (31), pp. 305.
7. Rafikova E. H. R., Nozdrin G. A. *Teoriya i praktika sovremennoj agrarnoj nauki* (Teoriya i praktika sovremennoj agrarnoj nauki), Proceeding of the National Russian Scientific Conference, 2018, Novosibirsk, Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2018, pp. 444–446. (In Russ.)
8. Rafikova E. H. R., Nozdrin G. A. *Ippologiya i veterinariya*, 2017, No. 4, pp. 66–69.
9. Altman N., Krzywinski M. *A Nature methods*, 2015, No. 10 (12), pp. 899–900.
10. Nansen, P., Larsen, M., Grønvold, J. *Parasitology Research*, 1995, No. 5 (81), pp. 371–374.

**ПАРАЗИТАРНЫЕ БОЛЕЗНИ МАРАЛОВ И ДИКИХ КОПЫТНЫХ,
МАРАЛОВОДЧЕСКИХ И ОХОТНИЧЬИХ ХОЗЯЙСТВ В НЕКОТОРЫХ РЕГИОНАХ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

М. Ю. Тишков, кандидат ветеринарных наук, ведущий
научный сотрудник

В. И. Михайлов, кандидат ветеринарных наук, стар-
ший научный сотрудник

О. Н. Шмакова, научный сотрудник

Ключевые слова: маралы, ди-
кие копытные, гельминты, ли-
чинки, яйца, экстенсивность
и интенсивность инвазии

Федеральный Алтайский научный центр агробιοтехнологий, Барнаул, Россия

E-mail: wniipo@rambler.ru

Реферат. В ходе гельминтологических исследований копытных животных на 6 маралофермах и в 1 охотничьем хозяйстве, находящихся в разных регионах Российской Федерации, а именно в Алтайском крае, Калужской и Тверской областях, было исследовано 773 пробы копрологического материала и выделены основные возбудители паразитарных болезней: элафостронгилы, желудочно-кишечные стронгиляты, эймерии, трихоцефалы, чесоточные клещи и нематоды. Всего было выявлено 12 видов возбудителей заболеваний. Максимальные показатели инвазированности элафостронгилезом, желудочно-кишечными стронгилятами, трихоцефалезом и нематодирозом зарегистрированы у маралов на Алтае с экстенсивностью инвазии 100, 90, 87,5 и 25 % при интенсивности инвазии 9842, 147, 19 и 2 экземпляра соответственно. Экстенсивность инвазии при эймериозе достигает максимума у муфлонов, составляя 100 % при интенсивности инвазии 45 ооцист в 1 г материала. Чесоточные клещи максимальное распространение получили в Тверской области среди поголовья европейского оленя при экстенсивности инвазии 85,7 % и интенсивности инвазии 2 экз. В трех регионах Российской Федерации общими возбудителями инвазионных заболеваний среди животных являются: желудочно-кишечные стронгиляты, эймерии, элафостронгилы, трихоцефалы, чесоточные клещи и нематоды. Разница в экстенсивных и интенсивных показателях инвазии зависит от географических, климатических и антропогенных факторов, которые комплексно влияют на их изменения в ту или иную сторону.

**PARASITIC DISEASES OF DEER AND THE WILD HOOFED MAMMALS AT SOME
HUNTING FARMS OF RUSSIA**

Tishkov M. Iu., Candidate of Veterinary Sc., Leading Research Fellow

Mikhailov V.I., Candidate of Veterinary Sc., Senior Research Fellow

Shmakova O. N., Research Fellow

Federal Altai Research Centre of Agricultural Biotechnology, Barnaul, Russia

Key words: deer, wild hoofed, helminths, larvae, eggs, extensive and intensive invasion.

Abstract. The article describes helminthological experiments of the hoofed mammals on 6 maral farms and 1 hunting farm located in different regions of the Russian Federation, exactly in the Altai Territory and, Kaluga and Tver regions. The researchers investigated 773 samples of coprological material and highlighted the main pathogens of parasitic diseases: they are elaphostrongyls, intes-

tinal strongylitis, eimerias, trichocephalans, scabies and nematodes. The researchers identified 12 types of pathogens. The authors observed highest rates of invasiveness caused by elaphostrongillosis, gastrointestinal strongylitis, trichocephalosis, and nematodeirozis in marals inhabiting in the Altai Territory. Their degree of invasion extensity was 100, 90, 87.5 and 25%, whereas invasion intensity was 9842, 147, 19 and 2 samples. The extensive invasion when experiencing eimeriosis reaches maximum parameters in mouflons at 100% when intensive invasion is 45 oocysts per gram of material. Scallop mites are widely spread in Tver region among the European deer population when extensive invasion is 85.7% and intensive invasion is 2 samples. The common causative agents of invasive diseases among the animals are gastrointestinal strongylitis, eumeria, elaphostrongyls, trichocephaly, scabies and nematodes. They are observed in three regions of Russia. The difference in the extensive and intensive rates of invasion depends on the geographical, climatic and anthropogenic factors that comprehensively influence their changes to a certain extent.

В нашей стране существует множество организаций различных форм собственности, которые занимаются спортивной охотой, охраной и разведением копытных животных, среди которых особой популярностью пользуются маралы, европейские и пятнистые олени, муфлоны, кабаны, косули и лоси [1, 2]. Как правило, животных содержат на ограниченной территории, огороженной сеткой, что приводит к накоплению биомассы различного рода паразитов, которая постепенно осваивает новые виды животных, ранее не специфичные для себя, и с перемещением поголовья с одной территории на другую массово распространяется. Такие примеры свидетельствуют о подвижности системы «паразит – хозяин», повторение подобных случаев и естественный отбор способствуют образованию новых видов и подвидов паразитов, происходящих от исходной формы [3].

Проведение исследований эпизоотического состояния по инвазионным заболеваниям копытных в разных регионах нашей страны позволяет отслеживать экстенсивные и интенсивные показатели инвазии.

Цель наших исследований – изучить эпизоотическую ситуацию по инвазионным болезням маралов и диких копытных в некоторых регионах Российской Федерации

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Гельминтологические исследования, изучение эпизоотического состояния по гель-

минтозам маралов и диких копытных проводили в период 2014–2017 гг.

В охотхозяйстве «Щучье» Тверской области каждый вид животных содержится отдельно друг от друга на естественных и искусственных пастбищах площадью по 10 га. На предприятии практикуется пастбищеоборот, что позволяет использовать выпаса поочередно для каждого вида. У европейских оленей и ланей самцы, самки и молодняк прошлого года (сайки и саюшки) содержатся отдельно, у остальных животных: пятнистых оленей, маралов, ланей, муфлонов и кабанов – все половозрастные группы содержатся совместно.

Копрологический материал для исследования отбирали в осенний период до проведения обработок и в период панторезной компании.

В мараловодческом хозяйстве ООО «Фили-Н-Агро» Калужской области молодняк и самки содержатся отдельно без смены пастбищ, в отличие от маралов-рогачей, у которых во время пастбищного периода меняются сады для раздельного содержания маралов-пантатей и маралов-комляков.

Пробы фекалий у всех видов копытных европейской части России отбирали по 30 образцов с мест лежек и около кормушек. Фекалии массой по 50–100 г помещали в стеклянные баночки с плотно притертой крышкой и подписывали, всего было исследовано 292 пробы.

Копрологический материал из 5 мараловодческих ферм Алтайского края, от разных половозрастных групп животных, отбирали

по общепринятой методике [4] с последующей отправкой в лабораторию заразных болезней животных ВНИИПО. Собрана 481 проба. Исследования проводились флотационным методом – по Котельникову и Хренову [5], лярвоскопические исследования – по Вайда, культивирование личинок – методом Петрова и Гагарина [6–8]. Диагностику паразитических простейших осуществляли по Фюллеборну [9–10]. Членистоногих паразитов определяли, основываясь на методических указаниях Департамента ветеринарии Минсельхозпрода [11]. Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Microsoft Office Excel 2016.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оволярвоскопические исследования копрологического материала от копытных охотхозяйства «Щучье» в 2016 г. показали следующие результаты: у европейских оленей экстенсивность инвазирования (ЭИ) желудочно-кишечными стронгилятами составила 100% с интенсивностью инвазии (ИИ) до 12 яиц в 1 г материала. Элафостронгилезная инвазия составляет 20% при ИИ 97 личинок в пробе. Эймериоз получил распространение до 40% с ИИ 3 ооцисты. Экстенсивные показатели саркоптозных клещей достигли уровня 85,7% с ИИ 2 яйца.

У пятнистых оленей зарегистрированы желудочно-кишечные стронгиляты (ЖКС), элафостронгилы и эймерии с ЭИ 20, 90 и 10% при ИИ 1 яйцо, 1274 личинки и 1 ооциста соответственно.

Маралопоголовье хозяйства инвазировано ЖКС на 100% с ИИ 20 яиц, эймериями – на 66,7% при ИИ 24 ооцисты. Элафостронгилезная инвазия распространена до 66,7% при ИИ 47 личинок. Экстенсивные и интенсивные показатели клещей достигли уровня 10% с ИИ 7 яиц.

У ланей экстенсивность инвазии ЖКС и трихоцефал равна 100% при ИИ 6 и 3 яйца соответственно. Чесотка имеет ЭИ 80% с ИИ 1 экз.

Муфлоны заражены ЖКС на 88,8% с ИИ 22 яйца, нематодироз и чесотка имеют одинаковые показатели экстенсивности и интенсивности инвазии – 11,1% при ИИ 1 яйцо. Элафостронгилезная инвазия достигает уровня 77,7% с ИИ 241 личинка. Эймерии распространены на 100% при ИИ 45 ооцист в 1 г материала. Экстенсивность инвазии трихоцефалеза равна 33,3% с ИИ 1 яйцо.

У кабанов трихоцефалез достигает уровня ЭИ 33,3% при ИИ 1 яйцо. Эймериозная инвазия равна 66,7% с ИИ 18 ооцист. Экстенсивность инвазии эзофагостомоза на уровне 100% при ИИ 2 яйца на 1 г фекалий. Экстенсивность ЖКС и саркоптоза невысокая и варьирует в пределах 25% с ИИ 3 и 1 экз. соответственно. Выявлены аскаридоз, балантидиоз и эзофагостомоз с ЭИ 100% и ИИ 63, 34 и 2 экземпляра соответственно.

В ООО «ФилиН-Агро» Калужской области у поголовья маралов зарегистрированы элафостронгилы, эймерии и ЖКС с ЭИ 80, 40 и 60% при ИИ 30 личинок, 3 ооцисты и 8 яиц соответственно. В сравнительном анализе двух хозяйств можно отметить, что среди маралов в экстенсивных и интенсивных показателях инвазий значительной разницы нет, и заболевания регистрируются одинаковые, кроме чесотки.

В ходе гельминтологического обследования 6 видов копытных из двух хозяйств европейской части России были выделены 5 видов возбудителей инвазионных заболеваний, таких как желудочно-кишечные стронгиляты, эймериоз, элафостронгилез, саркоптозные клещи и трихоцефалез с распространением среди животных на 100; 85,7; 71,4; 71,4 и 42,9% соответственно. Остальные 4 заболевания: нематодироз, аскаридоз, балантидиоз и эзофагостомоз – получили незначительное распространение – по 14,2%.

Максимальное количество инвазий у обследованных животных отмечено у кабанов и достигает 7, у муфлонов – 6, у европейских оленей и маралов – 4, у ланей с пятнистыми оленями зарегистрировано по 3 заболевания.

Эпизоотическая ситуация по паразитарным болезням маралов в хозяйствах

Алтайского края выглядит следующим образом. В ООО «Парк» у маралов элафостронгилезная инвазия имеет 100%-е распространение с ИИ 384 экземпляра личинок. Экстенсивные показатели трихостронгилеза и чесотки находятся на одном уровне – 11,1 % с ИИ 1 яйцо в 1г фекалий. Экстенсивность инвазии ЖКС равна 28,5% при ИИ 1 яйцо. Трихоцефалез варьирует на отметке 85,7% с ИИ 18 яиц. Эймериоз достиг уровня 30% с ИИ 7 ооцист. Мониезии распространены на 14,3% при ИИ 1 яйцо в 1г исследуемого материала.

Среди маралопоголовья ФГУП «Новоталицкое» ЭИ элафостронгилеза равна 100% с ИИ 619 личинок в пробе, ЖКС варьируют на уровне 50% при ИИ 2 яйца. Трихоцефалезная инвазия распространена на 66,6% с ИИ 5 яиц, ЭИ мониезиса 33,3% при ИИ 38 экземпляров. У нематодироза и эймериоза ЭИ одинакова и составляет 16,6% при ИИ 3 яйца и 2 ооцисты соответственно.

В ООО «Поле» у маралов эпизоотическая ситуация выглядит следующим образом: ЭИ элафостронгилеза равна 77,7% с ИИ 315 экземпляров, эймериозная инвазия распространена до 14,8% с ИИ 8 ооцист; нематодироз достиг уровня 18,5% при ИИ 8 яиц в 1г фекалий; показатели ЭИ ЖКС варьируют на уровне 30% с ИИ до 3 яиц, трихоцефалеза – 33,3% с ИИ 8 экземпляров.

Экстенсивность инвазии ЖКС в ООО «Каимское» среди животных составляет 90% с ИИ 147 экземпляров, трихоцефалез распространен на 60% при ИИ 7 яиц. Зарегистрированы коопериоз с ЭИ 70% и ИИ 8 экземпляров и нематодироз с ЭИ 10% и ИИ 1 яйцо. Отмечены эймериоз с ЭИ 30% при ИИ 2 ооцисты и элафостронгилез с ЭИ 100% при ИИ 9670 личинок в пробе.

В мараловодческом хозяйстве ООО «Сигнал» у пантовых оленей ЭИ ЖКС равна 40% с ИИ 1 яйцо в 1г исследуемого материала. Эймериоз составляет 40% при ИИ 32 ооцисты. Элафостронгилезная инвазия имеет 100%-ю экстенсивность при ИИ 9842 личинки. Трихоцефалез распространен до 87,5%

при ИИ 19 яиц. Отмечен нематодироз с ЭИ 25% и ИИ 2 яйца на 1г фекалий.

В ходе гельминтологического обследования 5 мараловодческих хозяйств Алтайского края были выделены 5 основных инвазий: элафостронгилез, ЖКС, трихоцефалез, эймериоз и нематодироз. Все заболевания среди животных хозяйств имеют 100%-е распространение, кроме нематодироза, у которого инвазия распространена на 80%. Другие 4 вида инвазии имеют меньшее распространение. Так, у мониезиса оно равно 40%, у чесотки, трихостронгилеза и коопериоза – по 20%.

Больше всего паразитарных болезней регистрируется у маралов в ООО «Парк» – 7 наименований, в ФГУП «Новоталицкое» и ООО «Каимское» отмечено по 6 видов инвазий, у пантовых оленей ООО «Поле» и ООО «Сигнал» – по 5 заболеваний, но в последнем отмечаются 4 доминирующих инвазии с максимальными показателями экстенсивности и интенсивности в Алтайском крае.

ВЫВОДЫ

1. Из проведенных исследований установлено, что поголовье копытных животных, содержащихся в Тверской и Калужской областях, заражено 5 доминирующими видами возбудителей инвазионных болезней. На территории Алтая у маралопоголовья было определено также 5 основных возбудителей.

2. В трех регионах РФ общими возбудителями инвазионных заболеваний по распространению среди животных являются желудочно-кишечные стронгилы, эймерии, элафостронгилы, трихоцефалы, саркоптозные клещи и нематоды.

3. Причины варьирования в экстенсивных и интенсивных показателях инвазированности животных чрезвычайно многообразны. Общая зависимость паразитофауны обусловлена географическими условиями и испытывает влияние ряда факторов: отличающиеся климатические условия, наличие или отсутствие промежуточного хозяина и различный состав почвы, а также антропогенное воздействие, выражающееся в нагрузке животных

на единицу площади пастбищ, отсутствие животных в вольерах, парках, угодьях и других пастбищеоборота, искусственная изоляция гих резерватах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зверев П. А. Олени и охота на них. – М.: Вече, 2004. – 256 с.
2. Охота. – 2015. – № 10 (206), – С 9–18.
3. Догель В. А. Общая паразитология. – Л., 1962. – 463 с.
4. Национальный стандарт Российской Федерации. Методы лабораторной диагностики гельминтозов 54627–2011. – М.: Стандартиформ, 2013. – 14 с.
5. Котельников Г. А. Гельминтологические исследования животных и окружающей среды: справочник. – М.: Колос, 1983. – 208 с.
6. Колабский Н. А., Пашкин П. И. Кокцидиозы сельскохозяйственных животных. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1974. – 160 с.
7. Ершов В. С. Справочник по ветеринарной гельминтологии. – М.: Колос, 1964. – 367 с.
8. Рыжиков К. М., Ошмарин П. Г., Хрусталева А. В. Определитель гельминтозов домашних и диких свиней. – М.: Наука, 1983. – 168 с.
9. Скрябин К. И. Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. – М.: Изд-во МГУ, 1928. – 45 с.
10. Филиппов В. В. Эпизоотология гельминтозов сельскохозяйственных животных. – М.: Агропромиздат, 1988. – 207 с.
11. Методические указания по лабораторным исследованиям на саркоптоидозы животных. № 13–7–2/86 от 20.05.94 г./Минсельхозпрод РФ, Департамент ветеринарии. – М., 1994.

REFERENCES

1. Zverev P. A. *Oleni i ohota na nih* (Deer and hunting for them), Moscow, Veche, 2004, 256 p.
2. Kuzenkov V. *Ohota*, 2015, No. 10 (206), pp. 9–18. (In Russ.)
3. Dogel V. A. *Obschaya parazitologiya* (General parasitology), Leningrad, 1962, 463 p.
4. *Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii, Metody laboratornoj diagnostiki gel'mintozov 54627–2011* (National standard of the Russian Federation, Methods of laboratory diagnostics of helminthiases 54627–2011), Moscow, Standartinform, 2013, 14 p.
5. Kotelnikov G. A. *Gelmintologicheskie issledovaniya zhivotnykh i okruzhayushey sredy* (Helminthological studies of animals and the environment), Moscow, Kolos, 1983, 208 p.
6. Kolabskiy N. A., Pashkin P. I. *Koktsidiozy selskohozyaystvennykh zhivotnykh* (Coccidiosis of farm animals), Leningrad, Kolos, 1974, 160 p.
7. Ershov V. S. *Spravochnik po veterinarnoy gelmintologii* (Handbook of Veterinary Helminthology), Moscow, Kolos, 1964, 367 p.
8. Ryzhikov K. M., Oshmarin P. G., Hrustalev A. V. *Opredelitel' gel'mintozov domashnih i dikih svinej* (The determinant of helminthiasis of domestic and wild pigs), Moscow, Nauka, 1983, 168 p.
9. Skryabin K. I. *Metod polnykh gelmintologicheskikh vskrytiy pozvonochnykh, vkluchaya cheloveka* (The method of complete helminthological dissected vertebrates, including humans), Moscow, Izd-vo MGU, 1928, 45 p.
10. Filippov V. V. *Epizootologiya gelmintozov selskohozyaystvennykh zhivotnykh* (Epizootology of helminthiases of farm animals), Moscow, Agropromizdat, 1988, 207 p.
11. *Metodicheskie ukazaniya po laboratornym issledovaniyam na sarkoptoidozy zhivotnykh*, (Methodological guidelines for laboratory studies on animal sarcophthoidosis), № 13–7–2/86 от 20.05.94, Minsel'hozprod RF, Departament veterinarii, Moscow, 1994.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УРОВЕНЬ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ ПРИ ДОЕНИИ В ДОИЛЬНЫХ ЗАЛАХ

О. С. Чеченихина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

О. Е. Лиходеевская, кандидат биологических наук, доцент

Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

E-mail: olgachech@yandex.ru

Ключевые слова: крупный рогатый скот, доильные залы, молочная продуктивность, линейная принадлежность, продуктивность матерей, возраст осеменения

Реферат. *Оценена продолжительность производственного использования коров, проанализированы показатели молочной продуктивности за периоды первой лактации, максимальной лактации и жизни коров в зависимости от их линейной принадлежности, продуктивности матерей за наивысшую лактацию и возраста первого плодотворного осеменения. Более длительный срок использования в условиях промышленной технологии выявлен у коров линии Монтвик Чифтейна (2,90 лактации), у потомков низкопродуктивных коров (2,97 лактации) и у животных, впервые плодотворно осемененных в возрасте 15–18 месяцев (2,95 лактации). Показатели пожизненной молочной продуктивности у коров линии Монтвик Чифтейна выше по сравнению с животными линий Вис Айдиала и Рефлекшн Соверинга: удой – соответственно на 2322,1 (9,4 %) и 1084,0 кг (4,4 %) ($P < 0,05$), массовая доля жира – на 0,02 % ($P < 0,05$), доля белка – на 0,02 и 0,03 % ($P < 0,01$). Количество молочного жира и белка, полученного за период жизни от коров линии Монтвик Чифтейна, больше по сравнению с 1-й и 3-й группами соответственно по жиру – на 96,4 (9,7 %) и 43,8 кг (4,4 %) ($P < 0,05$), по белку – на 76,6 (9,8 %) и 37,5 кг (4,8 %) ($P < 0,05$). Высокий удой матерей коров (более 10000 кг молока за наивысшую лактацию) позволил потомкам занять лидирующие позиции по показателям молочной продуктивности в период первой и максимальной лактаций. От коров – потомков низкопродуктивных матерей (менее 7000 кг молока за наивысшую лактацию) в связи с более продолжительным периодом жизни получено за весь период использования больше молока, чем от коров 2-й и 3-й групп, соответственно на 219,9 (0,9 %) и 544,2 кг (2,3 %). Животные, которых впервые плодотворно осеменили в возрасте 12–14 месяцев, отличались от коров, осемененных в более поздние сроки, большими значениями показателей удоя за 305 дней первой лактации – на 562,7 кг (6,5 %) ($P < 0,001$), количества молочного жира и белка в молоке коров – на 19,3 (5,6 %) и 17,3 кг (6,4 %) ($P < 0,001$) соответственно. Своей максимальной продуктивности животные, осемененные в более раннем возрасте, достигли в возрасте 1,6 лактации. При этом коровы, плодотворно осемененные впервые в возрасте 15–18 месяцев, имели высокие показатели пожизненной молочной продуктивности ($P < 0,001$). По удою эта разница составила 2294,5 кг (9,5 %), по массовой доле жира в молоке – 0,04 %, по количеству полученного молочного жира – 99,3 кг (10,2 %), молочного белка – 69,2 кг (9,1 %).*

FACTORS INFLUENCING DAIRY PRODUCTIVITY WHEN MILKING BARNS

Chechenikhina O.S., Candidate of Agriculture, Associate Professor

Likhodeevskaia O.E., Candidate of Biology, Associate Professor

Uruk State Agrarian University, Yekaterinburg, Russia

Key words: cattle, milking barns, dairy productivity, linear belonging, heifers fertility, age of insemination.

Abstract. The paper highlights longevity of industrial use of cows. The authors analyze criteria of dairy productivity during the first lactation, maximum lactation and lifetime of cows in relation to their linear belonging, heifers fertility in the highest lactation and the of the first successful insemination. The longer period of industrial use was observed in Montvik Chiftein cows (2.90 lactations), in offsprings of low-fertile cows (2.97 lactations) and in cows that were first successfully inseminated aged 15-18 months (2.95 lactations). The indicators of lifetime milk productivity in Montvik Chiftein cows are higher in comparison with Vis Ideal cows and Reflection Sovereign cows: milk yield on 2322.1 (9.4%) and 1084.0 kg (4.4%) ($P < 0.05$) respectively, fat mass - on 0.02% ($P < 0.05$), protein concentration - on 0.02 and 0.03% ($P < 0.01$). The milk fat and protein obtained from Montvik Chiftein cows is higher in comparison with the 1st and 3rd groups; fat - on 96.4 (9.7%) and 43.8 kg (4.4%) ($P < 0.05$), protein - on 76.6 (9.8%) and 37.5 kg (4.8%) ($P < 0.05$). High milk yield produced by heifers (more than 10,000 kg of milk for the highest lactation) allowed the offsprings to take the leading positions in terms of milk productivity in the period of the first and maximum lactations. From offsprings of low fertile cows (less than 7000 kg of milk for the highest lactation), the researchers received more milk than from the cows of the 2nd and 3rd groups due to longer lifetime (219.9 (0.9%) and 544.2 kg (2.3%)). The heifers, which were first successfully inseminated at the age of 12-14 months, differed from the cows inseminated at a later stage by higher milk yield for 305 days of the first lactation – on 562.7 kg (6.5%) ($P < 0.001$), milk fat and protein in milk - on 19.3 (5.6%) and 17.3 kg (6.4%) ($P < 0.001$), respectively. The heifers inseminated in younger age have reached their maximum productivity at the age of 1.6 lactation. The cows, successfully inseminated for the first time at the age of 15-18 months, had high parameters of lifelong milk productivity ($P < 0.001$). According to the milk yield, this variation was 2,294.5 kg (9.5%), the fat mass of milk - 0.04%, 99.3 kg (10.2%), milk protein - 69.2 kg (9.1%).

В настоящее время одним из наиболее перспективных условий развития отрасли молочного скотоводства является повышение эффективности использования инноваций в техническом обеспечении процесса производства молока. Этому способствует рациональное использование элементов системы «человек – машина – животное», которая базируется на различных способах программирования и организации производственного процесса [1–4].

Инновационное развитие сельского хозяйства основывается на интенсивных технологиях с высоким уровнем механизации и автоматизации производственных процес-

сов, к которым, в том числе, относятся доильные залы при беспривязном содержании коров. Тенденция к снижению численности крупного рогатого скота подразумевает компенсацию более интенсивным использованием поголовья и повышением его продуктивности [5, 6].

Применение доильных установок в доильных залах позволяет уменьшать штат операторов машинного доения, получать текущую информацию по удоям, интенсивности молокоотдачи, своевременно выявлять больных и малопродуктивных коров. Использование доильных залов ускоряет и облегчает процесс доения животных дой-

ного стада и приближает труд работников к индустриальному труду.

Разумеется, не все молочные коровы в современных условиях соответствуют тем высоким требованиям, которые сегодня предъявляются к стаду, способному давать большое количество высококачественного молока.

Молочность животных зависит, с одной стороны, от их наследственности, с другой – от условий хозяйствования и технологии доения. В числе факторов, обуславливающих высокие удои молока, – влияние линейной принадлежности, репродуктивные качества коров, характер роста и развития животных, условия кормления, содержания и проч. [7–9].

Важно выявить те факторы, которые в большей степени помогут специалистам зоотехнической службы организовать отбор животных, пригодных к использованию на высокотехнологичных доильных установках. При этом следует иметь в виду, что немаловажную роль играет продолжительность периода использования животных при интенсивном процессе производства продукции [10, 11].

Цель исследований заключалась в анализе влияния некоторых факторов на уровень молочной продуктивности коров при доении в доильных залах.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в стаде коров черно-пестрой породы ЗАО «Агрофирма “Патруши”» Сысертского района Свердловской области. Всего в хозяйстве содержится 2600 голов крупного рогатого скота, в том числе более 1000 коров.

В исследованиях проанализированы данные по 1883 животным, родившимся начиная с 2007 г., когда в рамках национального проекта «Развитие АПК» по направлению «Ускоренное развитие животноводства» на предприятии начал работу современный мо-

лочный комплекс с применением доильных залов и установок «Европараллель».

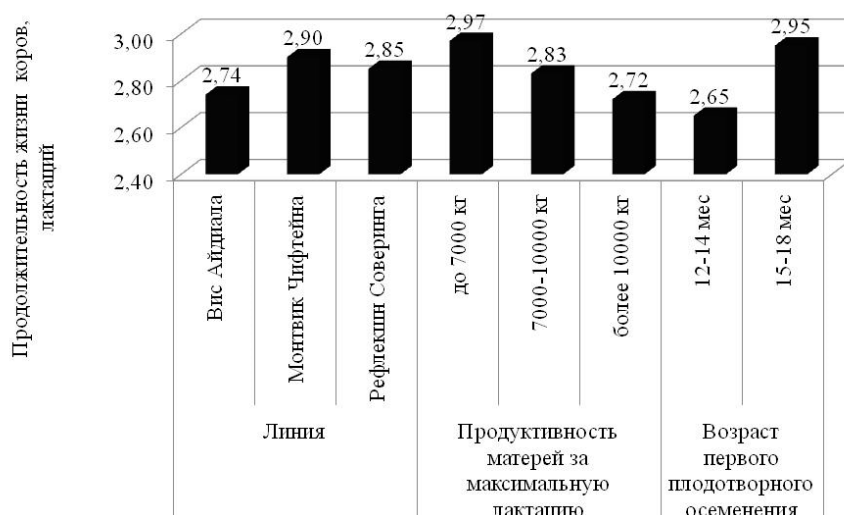
Оценена продолжительность жизни коров в лактациях, а также проанализированы показатели молочной продуктивности за периоды первой лактации, максимальной лактации и жизни коров в зависимости от их линейной принадлежности, продуктивности матерей за наивысшую лактацию и возраста первого плодотворного осеменения. Группы коров сформированы методом сбалансированных групп. Для проведения исследований использованы данные племенного и зоотехнического учетов предприятия, карточки племенных коров, данные информационно-управляющей системы «СЕЛЭКС».

Материалы исследований обработаны методами вариационной статистики. Уровень достоверности разницы между группами по признакам устанавливали с помощью критерия Стьюдента (t-критерия).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных данных показал, что продолжительность производственного использования коров в стаде зависит от таких факторов, как линейная принадлежность, уровень продуктивности матерей за максимальную лактацию и возраст первого плодотворного осеменения животных (рисунок). Более длительный срок использования – у коров линии Монтвик Чифтейна (2,90 лактации), у потомков низкопродуктивных коров (2,97 лактации) и у животных, впервые плодотворно осемененных в возрасте 15–18 месяцев (2,95 лактации).

Оценены основные показатели молочной продуктивности за различные периоды продуктивного использования коров дойного стада различных линий (табл. 1). В исследованиях установлено, что в период первой лактации коровы линии Вис Айдиала превосходили животных 2-й и 3-й групп по удою соответственно: за период раздоя – на 49,9 (1,7%) и 23,3 кг (0,8%), за 305 дней лактации – на 251,3 (3,0%) и 216,0 кг (2,5%); по количеству



Продолжительность жизни коров в зависимости от различных факторов
Lifetime of cows in dependence on different factors, lactations

полученного молочного белка – на 6,0 (2,3 %) и 8,2 кг (3,1 %) ($P < 0,001$). Массовая доля жира в молоке коров линии Монтвик Чифтейна превышала аналогичный показатель групп коров, относящихся к линиям Вис Айдиала

и Рефлекшн Соверинга, соответственно на 0,07 и 0,09 % ($P < 0,001$).

Максимальных показателей молочной продуктивности коровы линии Вис Айдиал достигли раньше других оцениваемых групп – в воз-

Показатели молочной продуктивности коров в зависимости от линейной принадлежности ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)
Parameters of milk productivity of cows in relation to their linear belonging ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Группа, линия		
	1-я, Вис Айдиала (n=1038)	2-я, Монтвик Чифтейна (n=114)	3-я, Рефлекшн Соверинга (n=696)
<i>Период первой лактации</i>			
Удой за первые 100 дней лактации, кг	3019,8 ± 14,6	2969,9 ± 39,6	2996,5 ± 18,5
Удой за 305 дней, кг	8481,6 ± 45,2	8230,3 ± 127,4	8265,6 ± 55,7
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,00 ± 0,01	4,07 ± 0,02***	3,98 ± 0,01
МДБ за 305 дней лактации, %	3,14 ± 0,001	3,16 ± 0,01	3,12 ± 0,001
Молочный жир за 305 дней лактации, кг	338,8 ± 1,8	334,4 ± 5,2	328,6 ± 2,2
Молочный белок за 305 дней лактации, кг	266,4 ± 1,5***	260,4 ± 4,3	258,2 ± 1,8
Коэффициент молочности, кг	1481,7 ± 8,2	1450,4 ± 23,4	1453,3 ± 10,5
<i>Период максимальной лактации</i>			
Номер максимальной лактации	1,7 ± 0,03	1,9 ± 0,08	1,8 ± 0,03
Удой за 305 дней, кг	9427,3 ± 55,8	9777,8 ± 174,4*	9364,8 ± 68,4
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,03 ± 0,01	4,02 ± 0,02	4,03 ± 0,01
МДБ за 305 дней лактации, %	3,15 ± 0,01	3,16 ± 0,01	3,15 ± 0,01
Молочный жир за 305 дней лактации, кг	378,8 ± 2,2	391,9 ± 6,8*	376,6 ± 2,8
Молочный белок за 305 дней лактации, кг	296,7 ± 1,9	309,6 ± 5,7*	295,0 ± 2,2
<i>Период жизни</i>			
Удой, кг	22478,5 ± 373,3	24800,6 ± 993,9*	23716,6 ± 480,7
МДЖ, %	4,00 ± 0,01	4,02 ± 0,01*	4,00 ± 0,01
МДБ, %	3,14 ± 0,01	3,16 ± 0,01**	3,13 ± 0,01
Молочный жир, кг	898,2 ± 14,9	994,6 ± 39,6*	950,8 ± 19,3
Молочный белок, кг	705,9 ± 11,8	782,5 ± 31,1*	745,01 ± 15,3

Примечание: Здесь и далее: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$
Note: hereinafter: * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

расте 1,7 лактации. Животные линий Рефлекшн Соверинга и Монтвик Чифтейна наивысшую молочную продуктивность показали в возрасте 1,8 и 1,9 лактации соответственно.

При этом коровы линии Монтвик Чифтейна превосходили животных линий Вис Айдиала и Рефлекшн Соверинга по количеству надоенного молока в период максимальной лактации соответственно на 350,5 (3,4%) и 413,0 кг (4,2%) ($P < 0,05$). Массовые доли жира и белка (МДЖ и МДБ) в данный период в группах оцениваемых коров практически не имели различий, тогда как по количеству молочного жира и молочного белка лидировали коровы 2-й группы. Показатели в данном случае превосходили показатели 1-й и 3-й групп коров соответственно по количеству молочного жира – на 13,1 (3,3%) и 15,3 кг (3,9%) ($P < 0,05$), по количеству молочного белка – на 12,9 (4,2%) и 14,6 кг (4,8%) ($P < 0,05$).

При продолжительности периода производственного использования коров линии Монтвик Чифтейна, равного 2,9 лактации, показатели пожизненной молочной продук-

тивности у коров данной группы выше по сравнению с 1-й и 3-й группами оцениваемых животных. Например, удой выше на 2322,1 кг (9,4%), чем в 1-й группе коров, и на 1084,0 кг (4,4%), чем в 3-й ($P < 0,05$). Массовая доля жира выше на 0,02% ($P < 0,05$), чем в 1-й и 3-й группах коров. Показатель массовой доли белка в молоке в группе коров линии Монтвик Чифтейна превышает данный показатель в 1-й и 3-й группах соответственно на 0,02 и 0,03% ($P < 0,01$). Количество молочного жира и белка, полученного за период жизни коров 2-й группы, выше по сравнению с 1-й и 3-й группами соответственно по жиру – на 96,4 (9,7%) и 43,8 кг (4,4%) ($P < 0,05$); по белку – на 76,6 (9,8%) и 37,5 кг (4,8%) ($P < 0,05$).

В табл. 2 отражены показатели молочной продуктивности коров в зависимости от продуктивности их матерей за максимальную лактацию. При анализе данных установлено, что высокий удой матерей коров 3-й группы (более 10000 кг молока за наивысшую лактацию) позволил потомкам занять лидирующие позиции по показателям молочной про-

Таблица 2

Показатели молочной продуктивности коров в зависимости от продуктивности матерей за максимальную лактацию ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Parameters of milk productivity of cows in relation to heifers productivity for the maximum lactation ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Группа, продуктивность матерей за наивысшую лактацию		
	1-я, менее 7000 кг (n=119)	2-я, 7000–10000 кг (n=1079)	3-я, более 10000 кг (n=685)
<i>Период первой лактации</i>			
Удой за первые 100 дней лактации, кг	2882,2 ± 38,1	2960,9 ± 14,5	3105,6 ± 17,7***
Удой за 305 дней, кг	7791,6 ± 122,6	8199,6 ± 43,9	8781,1 ± 53,6***
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,02 ± 0,02*	4,01 ± 0,01	3,97 ± 0,01
МДБ за 305 дней лактации, %	3,14 ± 0,01	3,13 ± 0,001	3,14 ± 0,00
Молочный жир за 305 дней лактации, кг	312,5 ± 4,7	328,6 ± 1,8	348,1 ± 2,2***
Молочный белок за 305 дней лактации, кг	244,8 ± 3,9	256,8 ± 1,4	275,7 ± 1,7***
Коэффициент молочности, кг	1372,5 ± 23,3	1140,9 ± 8,0	1531,9 ± 10,1***
<i>Период максимальной лактации</i>			
Номер максимальной лактации	1,9 ± 0,08	1,8 ± 0,03	1,6 ± 0,03
Удой за 305 дней, кг	8951,9 ± 173,7	9308,0 ± 54,9	9713,8 ± 67,1***
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,06 ± 0,02***	4,05 ± 0,01	3,98 ± 0,01
МДБ за 305 дней лактации, %	3,14 ± 0,01	3,14 ± 0,01	3,16 ± 0,001
Молочный жир за 305 дней лактации, кг	362,0 ± 6,8	376,2 ± 2,2	386,5 ± 2,7***
Молочный белок за 305 дней лактации, кг	281,6 ± 5,7	292,7 ± 1,8	306,8 ± 2,2***
<i>Период жизни</i>			
Удой, кг	23477,8 ± 1166,9	23257,9 ± 375,5	22933,6 ± 461,5
МДЖ, %	4,05 ± 0,02***	4,02 ± 0,01	3,96 ± 0,01
МДБ, %	3,12 ± 0,03	3,13 ± 0,01	3,14 ± 0,01
Молочный жир, кг	946,1 ± 46,0	933,8 ± 15,0	911,6 ± 18,5
Молочный белок, кг	734,0 ± 36,9	728,7 ± 11,9	722,2 ± 16,4

дуктивности в период первой лактации ($P < 0,001$). Так, удой за первые 100 дней лактации у животных 3-й группы выше по сравнению с 1-й и 2-й группами соответственно на 223,4 (7,2%) и 1447 кг (4,7%), за 305 дней лактации – на 989,5 (11,3%) и 581,5 кг (6,6%).

При этом массовая доля жира в молоке коров 1-й группы (продуктивность матерей менее 7000 кг молока) выше на 0,01 и 0,05% по сравнению со 2-й и 3-й группами животных ($P < 0,05$).

Количество молочного жира и белка, полученных за период первой лактации от животных 3-й группы, выше, чем у коров 1-й и 2-й групп, соответственно: по жиру – на 35,6 (10,2%) и 19,5 кг (5,6%), по белку – на 30,9 (11,2%) и 18,9 кг (6,9%) ($P < 0,001$).

Коэффициент молочности у потомков высокопродуктивных коров выше по сравнению с оцениваемыми животными 1-й и 2-й групп соответственно на 159,4 (10,4%) и 391,0 кг (25,5%) ($P < 0,001$).

Животные, матери которых отличались высоким удоем за период наивысшей лактации, максимума своей продуктивности достигли уже в возрасте 1,6 лактации, что на 0,3 и 0,2 лактации раньше, чем животные 1-й и 2-й групп. По количеству молока, полученного за 305 дней максимальной лактации, лидировали коровы 3-й группы. В данном случае показатель выше по сравнению с 1-й и 2-й группами на 761,9 (7,8%) и 405,8 кг (4,2%) ($P < 0,001$). Количество молочного жира и белка у животных 3-й группы выше соответственно на 24,5 (6,3%) и 25,2 кг (8,2%), чем у коров 1-й группы ($P < 0,001$); на 10,3 (2,7%) и 14,1 кг (4,6%) – чем у 2-й.

Продолжительность жизни коров – потомков низкопродуктивных матерей (менее 7000 кг молока за наивысшую лактацию) длиннее, а следовательно, от них получено за весь период производственного использования больше молока, чем от коров 2-й группы, на 219,9 кг (0,9%), чем от коров 3-й группы – на 544,2 кг (2,3%). Массовая доля жира в молоке коров 1-й группы при этом также выше по сравнению с молоком коров 2-й и 3-й групп соответственно на 0,03 и 0,09% ($P < 0,001$).

При оценке показателей молочной продуктивности коров оцениваемого стада установлено, что животные, которых впервые плодотворно осеменили в возрасте 12–14 месяцев, отличались от коров, осемененных в более поздние сроки, большими значениями показателей за различные периоды производственного использования (табл. 3). Например, по удою за период первой лактации разница составила 142,2 кг (4,6%) ($P < 0,001$) за первые 100 дней лактации, 562,7 кг (6,5%) ($P < 0,001$) – за 305 дней. Количество молочного жира и белка в молоке коров 1-й группы (за первую лактацию) выше по сравнению с данными показателями 2-й группы соответственно на 19,3 (5,6%) и 17,3 кг (6,4%) ($P < 0,001$). Коэффициент молочности в период первой лактации выше у коров 1-й группы на 100,3 кг (6,5%).

Своей максимальной продуктивности животные, осемененные в более раннем возрасте, достигли в возрасте 1,6 лактации. У коров с более поздним плодотворным осеменением максимальная продуктивность проявилась позднее – в возрасте 1,9 лактации. В этот период производственного использования лидировали также коровы 1-й группы.

Удой за 305 дней лактации в данном случае превышал показатель 2-й группы на 251,3 кг (2,6%) ($P < 0,01$). Массовые доли жира и белка в молоке имели практически одинаковые значения и существенно не отличались.

Поскольку животные дойного стада, впервые плодотворно осемененные в возрасте от 15 до 18 месяцев, отличались более продолжительным периодом производственного использования, то они имели показатели пожизненной молочной продуктивности выше по сравнению с 1-й группой коров ($P < 0,001$). По удою эта разница составила 2294,5 кг (9,5%), по массовой доле жира в молоке – 0,04%, по количеству полученного молочного жира – 99,3 кг (10,2%), молочного белка – 69,2 кг (9,1%).

Таким образом, уровень молочной продуктивности крупного рогатого скота за различные периоды хозяйственного использования животных при использовании доильных залов отличается в зависимости от

Таблица 3

Показатели молочной продуктивности коров в зависимости от возраста первого плодотворного осеменения ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Parameters of milk productivity of cows in relation to the age of first successful insemination ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Показатель	Группа, возраст первого продуктивного осеменения	
	1-я, 12–14 месяцев (n=910)	2-я, 15–18 месяцев (n=962)
<i>Период первой лактации</i>		
Удой за первые 100 дней лактации, кг	3082,9 ± 16,1***	2940,7 ± 14,4
Удой за 305 дней, кг	8679,0 ± 47,3***	8116,3 ± 45,7
МДЖ за 305 дней лактации, %	3,98 ± 0,01	4,01 ± 0,01**
МДБ за 305 дней лактации, %	3,13 ± 0,001	3,14 ± 0,001
Молочный жир за 305 дней лактации, кг	344,8 ± 1,9***	325,5 ± 1,9
Молочный белок за 305 дней лактации, кг	271,9 ± 1,5***	254,6 ± 1,5
Коэффициент молочности, кг	1522,1 ± 8,7	1421,8 ± 8,5
<i>Период максимальной лактации</i>		
Номер максимальной лактации	1,6 ± 0,03	1,9 ± 0,03
Удой за 305 дней, кг	9564,9 ± 58,2**	9313,6 ± 59,3
МДЖ за 305 дней лактации, %	4,00 ± 0,01	4,05 ± 0,01
МДБ за 305 дней лактации, %	3,16 ± 0,001	3,14 ± 0,01
Молочный жир за 305 дней лактации, кг	382,2 ± 2,3	376,3 ± 2,4
Молочный белок за 305 дней лактации, кг	302,1 ± 1,9	292,6 ± 1,9
<i>Период жизни</i>		
Удой, кг	21958,8 ± 370,9	24253,3 ± 420,9***
МДЖ, %	3,98 ± 0,01	4,02 ± 0,01***
МДБ, %	3,14 ± 0,01	3,12 ± 0,01
Молочный жир, кг	874,7 ± 14,8	974,0 ± 16,9***
Молочный белок, кг	690,6 ± 11,7	759,8 ± 13,4***

происхождения коров и условий воспроизводства стада.

ВЫВОДЫ

1. Более длительный срок использования у коров линии Монтвик Чифтейна (2,90 лактации), у потомков низкопродуктивных коров (2,97 лактации) и у животных, впервые плодотворно осемененных в возрасте 15–18 месяцев (2,95 лактации).

2. Показатели пожизненной молочной продуктивности у коров линии Монтвик Чифтейна выше по сравнению с животными линий Вис Айдиала и Рефлекшн Соверинга. Так, удой выше соответственно на 2322,1 (9,4%) и 1084,0 кг (4,4%) ($P < 0,05$), массовая доля жира – на 0,02% ($P < 0,05$), белка – на 0,02 и 0,03% ($P < 0,01$). Количество молочного жира и белка, полученного за период жизни коров линии Монтвик Чифтейна, выше по срав-

нению с 1-й и 3-й группами соответственно по жиру – на 96,4 (9,7%) и 43,8 кг (4,4%) ($P < 0,05$); по белку – на 76,6 (9,8%) и 37,5 кг (4,8%) ($P < 0,05$).

3. Высокий удой матерей коров 3-й группы (более 10000 кг молока за наивысшую лактацию) позволил потомкам занять лидирующие позиции в период первой и максимальной лактаций. Удой за первые 100 дней лактации у животных 3-й группы выше по сравнению с 1-й и 2-й группами соответственно на 223,4 (7,2%) и 1447 кг (4,7%), за 305 дней лактации – на 989,5 (11,3%) и 581,5 кг (6,6%). Коэффициент молочности у потомков высокопродуктивных коров выше по сравнению с оцениваемыми животными 1-й и 2-й групп соответственно на 159,4 (10,4%) и 391,0 кг (25,5%) ($P < 0,001$). От коров – потомков низкопродуктивных матерей (менее 7000 кг молока за наивысшую лактацию) в связи с более продолжительным периодом жизни получено за весь период производ-

ственного использования больше молока, чем от коров 2-й и 3-й групп, соответственно на 219,9 (0,9%) и 544,2 кг (2,3%).

4. Животные, которых впервые плодотворно осеменили в возрасте 12–14 месяцев, отличались от коров, осемененных в более поздние сроки, большими значениями показателей удоя за 305 дней первой лактации – на 562,7 кг (6,5%) ($P < 0,001$), количества молочного жира и белка в молоке коров – на 19,3

(5,6%) и 17,3 кг (6,4%) ($P < 0,001$) соответственно. Коровы, плодотворно осемененные впервые в возрасте 15–18 месяцев, имели более высокие показатели пожизненной молочной продуктивности ($P < 0,001$). По удою эта разница составила 2294,5 кг (9,5%), по массовой доле жира в молоке – 0,04%, по количеству полученного молочного жира – 99,3 кг (10,2%), молочного белка – 69,2 кг (9,1%).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Григорьев Д. А., Король К. В. Технология машинного доения коров на основе конвергентных принципов управления автоматизированными процессами: монография. – Гродно: ГГАУ, 2017. – 2016 с.
2. Лоретц О. Г. Влияние генетических и экологических факторов на продуктивное долголетие // Аграр. вестн. Урала. – 2014. – № 9. – С. 34–37.
3. Лоретц О. Г., Симйонка Г. Ю., Лиходеевская О. Е. Управление затратами при производстве молока в хозяйстве // Аграр. вестн. Урала. – 2015. – № 2 (132). – С. 88–90.
4. Genetic formation factors of dairy efficiency and quality of cattle milk / I. M. Donnik, O. G. Lorets, I. A. Shkuratova [et al.] // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2017. Vol. 4, N 11. – P. 4163–4169.
5. Рузманова О., Резяпкина Л. Технология повышения надоев // Животноводство России. – 2015. – № 5. – С. 68–70.
6. Чеченихина О. С., Степанова Ю. А., Андрюкова Н. А. Молочная продуктивность и свойства вымени коров черно-пестрой и симментальской пород при использовании роботизированной системы доения // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 1 (25). – С. 70–76.
7. Гридин В. Ф. Взаимосвязь молочной продуктивности первотелок различной селекции с промерами тела // Аграр. вестн. Урала. – 2015. – № 1. – С. 41–43.
8. Донник И. М., Лоретц О. Г. Влияние технологии доения на молочную продуктивность и качество молока коров // Аграр. вестн. Урала. – 2014. – № 12. – С. 13–16.
9. Усманова Е. Н., Бузмакова Е. Д. Молочная продуктивность и продолжительность использования коров в зависимости от кровности по голштинам // Зоотехния. – 2012. – № 10. – С. 17–18.
10. Барашкин М. И. Продуктивное долголетие крупного рогатого скота при промышленных технологиях содержания // Аграр. вестн. Урала. – 2015. – № 1. – С. 33–37.
11. Влияние возраста первого осеменения тёлочек на воспроизводительные качества коров / А. Ю. Мартынова, О. В. Горелик, О. П. Неверова [и др.] // Изв. Оренбур. гос. аграр. ун-та. – 2017. – № 5 (67). – С. 146–148.

REFERENCES

1. Grigor'ev D. A., Korol' K. V. *Tekhnologiya mashinnogo doeniya korov na osnove konvergentnykh principov upravleniya avtomatizirovannyimi processami* (Technology of mechanical engineering for maintenance of quality of independent processes of management by the automated technologies), Grodno, GGAU, 2017, 2016 p.
2. Lorets O. G. *Agrar. vestn. Urala*, 2014, No. 9, pp. 34–37. (In Russ.)
3. Lorets O. G., Simjonka G. YU., *Agrar. vestn. Urala*, 2015, No. 2 (132), pp. 88–90. (In Russ.)

4. Donnik I. M., Loretts O. G., Shkuratova I. A. *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2017, No. 11 (4), pp. 4163–4169.
5. Ruzmanova O., Rezyapkina L. *ZHivotnovodstvo Rossii*, 2015, No. 5, pp. 68–70. (In Russ.)
6. Chechenihina O. S., Stepanova YU. A., Andryukova N. A. *Molochnohozyajstvennyj vestnik*, 2017, No. 1 (25), pp. 70–76. (In Russ.)
7. Gridin V. F. *Agrar: vestn. Urala*, 2015, No. 1, pp. 41–43. (In Russ.)
8. Donnik I. M., Loretc O. G. *Agrar: vestn. Urala*, 2014, No. 12, pp. 13–16. (In Russ.)
9. Usmanova E. N., Buzmakova E. D. *Zootekhniya*, 2012, No. 10, pp. 17–18. (In Russ.)
10. Barashkin M. I. *Agrar: vestn. Urala*, 2015, No. 1, pp. 33–37. (In Russ.)
11. Martynova A. YU., Gorelik O. V., Neverova O. P. *Izv. Orenbur. gos. agrar. un.*, 2017, No. 5 (67), pp. 146–148. (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.