

ISSN 2072-6724

MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION

VESTNIK NGAU



**NOVOSIBIRSK STATE
AGRARIAN UNIVERSITY**

№ 2(51)/2019

NOVOSIBIRSK 2019

ВЕСТНИК НГАУ

Новосибирский
государственный
аграрный
университет

Научный журнал

№ 2(51)2019

Г.А. Ноздрин
главный редактор,
доктор ветеринарных наук,
профессор

Учредитель:
ФГБОУ ВО
«Новосибирский
государственный
аграрный университет»

Основан
в декабре 2005 года

Зарегистрирован Федеральной службой
по надзору в сфере связи и массовых
коммуникаций
ПИ № ФС 77-35145

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

Электронная версия журнала
на сайте: www.elibrary.ru

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

Подписной индекс издания 94091
Тираж 500 экз.

Редакционный совет:

Денисов А.С. – д-р техн. наук, проф., ректор ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, председатель редакционной коллегии (Новосибирск, Россия)
Ноздрин Г.А. – д-р вет. наук, проф., главный редактор, зав. кафедрой фармакологии и общей патологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Рудой Е.В. – д-р экон. наук, проф., зам. главного редактора, проректор по научной работе ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Члены редколлегии:

Абрамов Н.В. – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья (Тюмень, Россия)
Безматерных Д.К. – д-р биол. наук, зам. директора по научной работе ИВЭП СО РАН (Барнаул, Россия)
Беляев А.А. – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой защиты растений ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Будажалов Л.В. – д-р биол. наук, директор БурНИИСХ СО РАН (Улан-Удэ, Россия)
Булашев А.К. – д-р вет. наук, проф., кафедры биотехнологии и микробиологии Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (Нур-Султан, Казахстан)
Бямбаа Б. – д-р вет. наук, академик Монгольской академии наук, президент Монгольской академии аграрных наук (Улан-Батор, Монголия)
Веснина Л.В. – д-р биол. наук, проф., директор Алтайского филиала ФГБНУ Госрыбцентр (Барнаул, Россия)
Власенко Н.Г. – д-р биол. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник СибНИИЗиХ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Вышегуров С.Х. – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой ботаники и ландшафтной архитектуры, проректор по экономике и социальной работе ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Галеев Р.Р. – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой растениеводства и кормопроизводства ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Гамзиков Г.П. – д-р биол. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Главендекич М.М. – д-р биотехн. наук, проф. кафедры ландшафтной архитектуры Университета г. Белграда (Белград, Сербия)
Гончаров Н.П. – д-р биол. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник ФИЦ ИЦиГ СО РАН (Новосибирск, Россия)
Добротворская Н.И. – д-р с.-х. наук, гл. науч. сотрудник СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Донченко А.С. – д-р вет. наук, акад. РАН, научный руководитель Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (Новосибирск, Россия)
Дубовский И.М. – д-р биол. наук, зав. лабораторией биологической защиты и биотехнологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Жучаев К.В. – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой разведения, кормления и частной зоотехнии, декан биолого-технологического факультета ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Кауфман О. – д-р аграр. наук, проф. Гумбольдтского университета, факультет естественных наук, Институт сельского хозяйства и садоводства им. Альбрехта Даниэля Тэера, почетный доктор ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Берлин, Германия)
Кашеваров Н.И. – д-р с.-х. наук, акад. РАН, директор СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Коуржил Я. – Ph. D., проф. лаборатории искусственного размножения рыб и интенсивной аквакультуры факультета рыбоводства и охраны вод Южно-Чешского университета (Чешские Будевеице, Чехия)
Кочетов А.В. – д-р биол. наук, чл.-корр. РАН, директор ФИЦ ИЦиГ СО РАН (Новосибирск, Россия)
Магер С.Н. – д-р биол. наук, проф., директор СибНИПТИЖ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Мейсснер Р. – д-р техн. наук, проф. кафедры управления водообеспечением, Институт сельскохозяйственных наук и проблем питания в Мартин-Лютер университете (Халле-Виттенберг, Германия)
Морузи И.В. – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой биологии, биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Нургазиев Р.З. – д-р вет. наук, профессор, акад. НАН КР, ректор КНАУ им. К.И. Скрябина (Бишкек, Кыргызстан)
Петухов В.П. – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой ветеринарной генетики и биотехнологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Пищенко Е.В. – д-р биол. наук, проф. кафедры биологии, биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)
Поповски З. – д-р аграр. наук, проф., кафедры биохимии и геномной инженерии Университета Св. Кирилла и Мефодия (Скопье, Македония)
Солошенко В.А. – д-р с.-х. наук, акад. РАН, научный руководитель направления СибНИПТИЖ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Шарков И.Н. – д-р биол. наук, директор СибНИИЗиХ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Шейко И.П. – д-р с.-х. наук, акад. НАН Республики Беларусь, первый зам. ген. директора РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» (Жодино, Беларусь)
Штерншис М.В. – д-р биол. наук, проф. кафедры защиты растений ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Технический редактор *Слобожанин Д. М.*

Компьютерная верстка *Зенина В. Н.*

Переводчик *Шмидт Л. В.*

Дата выхода в свет 18 июля 2019 г. Свободная цена.
Формат 60 × 84 1/8. Объем 16,6 уч.-изд. л. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman». Заказ № 2186.

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

VESTNIK NGAU

**Novosibirsk
State
Agrarian
University**

Scientific journal

No. 2(51)2019

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

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

**The journal is based
in December, 2005**

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

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

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

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

Subscription index is 94091

Circulation is 500 issues

Editors:

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

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

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

Editorial Board:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 Sciences, the Head of Siberian Federal Research Centre for Agricultural Biotechnology (Novosibirsk, Russia)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Typing: *Slobozhanin D. M.*

Desktop publishing: *Zenina V. N.*

Translator: *Shmidt L. V.*

Date of publication 18 July 2019. Free price.

Size is 60 × 84 1/8. Volume contains 16,6 publ. sheets. Offset paper is used.

Typeface “Times New Roman” is used. Order no. 2186.

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

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ

Галушко Н.А., Комаров Н.М., Соколенко Н.И. Качество зерна новых сортов мягкой озимой пшеницы селекции Северо-Кавказского ФНАЦ.....	7
Кибальник О.П. Использование эффекта гетерозиса в селекции сорго.....	15
Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А., Козьякова Н.Н. Оценка сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции по выходу волокна из льнотресты в производственных условиях.....	25
Мухордова М.Е. Изменчивость и генетический контроль зимостойкости у растений мягкой озимой пшеницы.....	35
Пролётова Н.В. Селективная система <i>in vitro</i> «гриб <i>Colletotrichum lini</i> - лён» - эффективный способ создания генотипов, устойчивых к антракнозу.....	42
Прошкин Б.В., Климов А.В. Семенная продуктивность и развитие сеянцев <i>Populus × jrtyschensis</i> Ch. Y. Yang.....	51

ВЕТЕРИНАРИЯ и ЗООТЕХНИЯ

Волошина Т.А. Потенциальная продуктивность озимой тритикале при возделывании на корм в условиях Приморского края.....	58
Желтиков А.И., Адушинов Д.С., Зайко О.А., Дементьев В.Н., Маренков В.Г., Незавитин А.Г., Гарт В.В. Некоторые биологические и хозяйственно полезные особенности красного скота Алтайского края разного происхождения.....	65
Иль Е.Н., Заболотных М.В. Интенсивность обменных процессов в организме высокопродуктивных коров.....	75
Кадоркина В.Ф., Шевцова М.С. Использование однолетних и многолетних агрофитоценозов кормовых культур в полевом кормопроизводстве юга Средней Сибири.....	82
Лыкасова И.А., Макарова Г.П. Влияние Набиката на морфобиохимические показатели крови карпа чешуйчатого.....	90
Мифтахутдинов А.В., Алешина А.С. Острая, хроническая токсичность и раздражающее действие СМ-комплекса.....	96
Ноздрин Г.А., Готовчиков Н.А., Яковлева М.С., Яковлева Н.С., Лазарева М.В. Динамика приростов у гусей в условиях сочетанной фармакопрофилактики гомобиотиками, пробиотиками на основе рекомбинантных штаммов бацилл и энрофлоксацина.....	104
Петрова М.О., Назарова Г.Г., Проскурняк Л.П., Князев С.П. Экспериментальное изучение онтогенеза социального поведения водяной полёвки <i>Arvicola amphibius</i> L. в ранний постнатальный период.....	111
Погодаев В.А., Сергеева Н.В., Завгородняя Г.В. Качество овчин и гистологическое строение кожи молодняка овец, полученного с использованием породы дорпер.....	122
Трухина Т.И., Соловьева И.А., Бондаренко Г.А. Сроки развития буюном крупного и мелкого рогатого скота в условиях Амурской области.....	128

AGRONOMY

Galushko N.A., Komarov N.M., Sokolenko N.I. Grain quality of new winter wheat varieties selected by North-Caucasus Research Agricultural Center	7
Kibalnik O.P. Hybrid vigour effect in sorghum selection	15
Kudriashova T.A., Vinogradova T.A., Koziakova N.N. Assessment of linen flax varieties of national and foreign selection according to the output of fibre from flax trust in industrial conditions	25
Mukhordova M.E. Variability and genetic control of winter wheat resistance to winter	35
Prolyotova N.V. Selective system in vitro «fungi colletotrichum lini - linen» as an efficient way to find out genotypes resistant to the pod spot	42
Proshkin B.V. Klimov A.V. Seed productivity and development of plantlets populus × jrtyschensis ch. y. yang	51

VETERINARY SCIENCE AND LIVESTOCK FARMING

Voloshina T.A. Prospective productivity of winter triticale when cultivating it for forages in the Primorsk Territory	58
Zheltikov A.I., Adushinov D.S., Zaiko O.A., Dementiev V.N., Marenkov V.G., Nezavitin A.G., Gart V.V. Some biological and economic valuable features of the red cattle of different origin in the Altai Territory	65
Il E.N., Zabolotnyh M.V. Intensity of metabolism processes in high-fertility cows	75
Kadorkina V.F., Shevtsova M.S. Application of annual and perennial agricultural phytocenoses of forages in field forage production in the south of Middle Siberia	82
Lykasova I.A., Makarova G.P. Impact of nabicate on morphological biochemical parameters of European carp	90
Mifatkhudinov A.V., Aleshina A.S. Acute chronical toxicity and intolerance of SM - complex	96
Nozdrin G. A., Gotovchikov N. Ah, Yakovleva M. S., Yakovleva N. S., Lazareva M. V. the Dynamics under-Rostov geese in conditions of combined pharmacoprophylaxis homolytically, probiotics for based on recombinant strains of bacilli and enrofloxacin.....	104
Petrova M.O., Nazarova G.G., Proskurniak L.P., Kniazev S.P. Experimental investigation of social behavior ontogenesis of Arvicola amphibius L. in the early postnatal period	111
Pogodaev V.A., Sergeeva N.V., Zavgorodniaia G.V. The quality of sheepskin and histological structure of Dorper sheepskin	122
Trukhina T.I., Solovieva I.A., Bonadrenko G.A. The period of the cattle bunostom development of the in Amur region	128

АГРОНОМИЯ

УДК 633.11«324»:631.524.7/526.32 (470.62/67)

DOI:10.31677/2072-6724-2019-51-2-7-14

КАЧЕСТВО ЗЕРНА НОВЫХ СОРТОВ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
СЕЛЕКЦИИ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО ФНАЦ

Н. А. Галушко, кандидат биологических наук
Н. М. Комаров, кандидат биологических наук
Н. И. Соколенко, кандидат биологических наук

Северо-Кавказский федеральный научный
аграрный центр
E-mail: natasotka@mail.ru

Ключевые слова: селекция, сорт, мягкая озимая пшеница, качество зерна, клейковина, сила муки, седиментация, амилазная активность, водопоглотительная способность муки

Реферат. В Северо-Кавказском федеральном научном аграрном центре в 2015–2017 гг. проведены исследования качества зерна новых сортов мягкой озимой пшеницы собственной селекции: Секлетия, Зернетко 1, Царица, Линия 1517 – с целью выявления влияния отдельных факторов на формирование высококачественного зерна. В качестве стандарта использовали сорт Батько. Почва опытного участка – чернозём обыкновенный. Климат зоны умеренно-континентальный. Предшественник – чистый пар. Перед посевом вносили сложные минеральные удобрения в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$, весной проводилась подкормка аммиачной селитрой в дозе 26 кг д.в./га. Найдена тесная положительная корреляция между натурой и мукомольными качествами зерна (0,7–0,8) и выявлена обратная зависимость между величиной натурной массы и значениями ИДК (- 0,79), отношением упругости к растяжимости теста (- 0,88), водопоглотительной способностью муки (- 0,85). Сила муки напрямую зависит от количества и качества белка ($r = 0,79$). Сорта показали различные значения силы муки: Линия 1517 и сорт Зернетко 1 соответствуют по силе хорошему филлеру (282–294 е.а.), Секлетия, Царица и Батько (стандарт) – удовлетворительному улучшителю (312, 332, 345 е.а. соответственно). Сорт Царица за три года в различных погодных условиях стабильно формировал клейковину первой группы, что свидетельствует о преобладании глютеинового фракции белка и потенциале сильной пшеницы улучшителя. Установлен высокий коэффициент корреляции седиментации с количеством клейковины ($r = 0,81$). На показатели качества зерна сортов озимой пшеницы негативно повлияли засушливые условия налива зерна 2015 г. и избыточного увлажнения 2017 г., не позволив реализовать потенциал сортов.

GRAIN QUALITY OF NEW WINTER WHEAT VARIETIES SELECTED BY NORTH-CAUCASUS RESEARCH AGRICULTURAL CENTER**Galushko N.A.**, Candidate of Biology**Komarov N.M.**, Candidate of Biology**Sokolenko N.I.**, Candidate of Biology**North-Caucasus Research Agricultural Center**

Key words: selection, variety, soft winter wheat, grain quality, fibrin, flour strength, land subsidence, α -amylase activity, baking absorption.

Abstract. The article shows the research on grain quality which was conducted at North-Caucasus Scientific Agricultural Center 2015-2017. The research explored the grain quality of new soft winter wheat varieties. The grain belongs to own selections of soft winter wheat, particularly to Sekletiya, Zernetko 1, Tsaritsa and Liniya 1517. The authors focus on indicating the impact of certain factors on high-quality grain. Batko variety was applied as a standard. The soil of the experimental plot was black soil; the climate was moderate continental. The forecrop was pure steam. Before sowing, the authors applied complex mineral fertilizers dosed N40P60K40; in spring the researchers fertilized them with ammonium nitrate dosed 26 kg of ammonium nitrate per hectare. The authors observed positive correlation between nature and flour strength qualities of grain (0,7-0,8); inverse relationship between the value of natural mass and IIR values (-0,79); dough elasticity to dough extensibility (-0,88); and baking absorption parameter (-0,85). Flour strength depends on protein quantity and quality ($r = 0.79$). The wheat varieties have shown different values of flour strength: Liniya 1517 and Zernetko 1 correspond to good filler (282-294 a.), Sekletiya, Tsaritsa and Batko (standard) correspond to satisfactory improver (312, 332, 345 a.). Tsaritsa variety formed gluten of the first group during three years under different temperatures. This indicates the prevalence of protein glutenin fraction and capacity of strong wheat improver. The authors found out high correlation coefficient of sedimentation with the amount of gluten ($r = 0.81$) was found. The quality of winter wheat grain was affected by the arid conditions of grain loading in 2015 and overwetting in 2017. This prevented the varieties from showing up their capacities.

Мягкая озимая пшеница является ведущей зерновой продовольственной культурой в Северо-Кавказском регионе [1]. Неконтролируемые природные факторы оказывают негативное воздействие на величину и качество урожая. В отдельные годы последствия этих воздействий могут быть довольно ощутимыми [2], поэтому проблема стабилизации производства высококачественного зерна по годам выращивания является актуальной.

В ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» одним из направлений в селекции мягкой озимой пшеницы является создание новых сортов, совмещающих в одном генотипе высокую урожайность и качество зерна с адаптивностью [3, 4]. Особое внимание уделяется поиску исходного материала, изучению и подбору схем скрещивания. Вновь создан-

ный материал оценивается по комплексу хозяйственно-ценных признаков на разных этапах селекционного процесса.

Большие возможности для отбора перспективных форм дает, в частности, определение показателей качества зерна, белково-клейковинного комплекса, α -амилазной активности, силы муки, хлебопекарных достоинств и взаимодействия качественных характеристик.

Комплекс технологических и биохимических качеств зерна по своей природе очень сложен. Не менее сложна задача совмещения в сортах хорошего качества с высокой урожайностью [5]. Технологические свойства сортов сильно изменяются в зависимости от метеорологических условий в период формирования зерна [6–8].

Водопоглощение муки и вязкоэластичные свойства теста тесно связаны с соотношением составляющих клейковину фракций белка – глиадины и глютенина. Глиадины имеют мономерную форму, глютенины преимущественно агрегированы через водородные, гидрофобные и ионные взаимодействия и дисульфидные ковалентные связи. Именно –S–S– связи оказывают основное влияние на формирование макромолекулами клейковинного белка своеобразной пространственной сетки из параллельных или свернутых цепей белковых молекул, определяющей реологические свойства теста и его силу [9].

Если в клейковине преобладает глютениновая фракция белков, то мука больше поглощает воды, тесто будет более упругое, с длительной стабильностью. Клейковина, в которой доминирует глиадин, связывает воду в небольших количествах и более растяжима [10].

Качественным показателем муки и, следовательно, зерна является показатель седиментации, или набухания муки в слабых растворах органических кислот. Этот показатель качества высоко наследуемый ($H^2=0,54-0,89$), генетически обусловленный и считается основным в определении качества зерна на ранних этапах селекции, позволяющим эффективно вести селекцию на качество сильных сортов пшеницы [11, 12].

В связи с этим целью исследований являлось изучение сопряженности показателей качества зерна новых сортов мягкой озимой пшеницы, выращенных в условиях Северо-Кавказского региона.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объекты исследования – новые сорта мягкой озимой пшеницы селекции ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»: Секлетия, Зернетко 1, Царица, Линия 1517, в качестве стандарта использовали сорт Батко.

Сорта пшеницы выращивались на экспериментальном поле лаборатории отдалённой гибридизации в 2015–2017 гг.

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный среднесуглинистый. Климат зоны умеренно-континентальный, лето жаркое и сухое. Среднегодовое количество осадков – 564,3 мм, годовая сумма эффективных температур – 3262°C, ГТК – 1,04.

Исследования проводили по методике государственного сортоиспытания [13]. Сорта пшеницы выращивали по предшественнику чистый пар в сеялочном посеве с нормой высева 500 всхожих зерен на 1 м². Перед посевом вносили сложные минеральные удобрения в дозе $N_{40}P_{60}K_{40}$, весной проводилась подкормка аммиачной селитрой в дозе 26 кг д.в/га. Показатели качества зерна определяли в лаборатории качества зерна отдела селекции и первичного семеноводства озимых зерновых культур ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Технологическую оценку качества зерна и муки проводили по ГОСТ 54478–2011, ГОСТ 54895–2012, ГОСТ 10987–76, ГОСТ 13586.5, ГОСТ 27676–88, ГОСТ 27669–88.

Полученные данные обрабатывали по Доспехову [14], используя программу AgCStat для Microsoft Office Excel, доли влияния факторов на варьирование признака определяли по Дж. Снедекору [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В годы исследований складывались различные условия влагообеспеченности посевов озимой пшеницы (рис. 1), однако колошение приходилось на период повышенной влагообеспеченности, причем в 2017 г. более чем в 2 раза от климатической нормы, но налив зерна в этот год проходил в условиях, близких к среднемноголетним значениям. В 2015 г. налив зерна проходил при недостаточной влагообеспеченности посевов, тогда как в 2016 г. – при достаточной с обильными осадками в период уборки.

Температурный режим в годы проведения исследований также различался (рис. 2): в 2015 и 2017 гг. после возобновления весенней вегетации и до созревания зерна темпе-

ратура воздуха была близка к климатической норме (разница температур не превышала 1,4°C), тогда как в 2016 г. с момента возобновления весенней вегетации и до колошения температура воздуха превышала клима-

тическую норму на 5,1–0,1°C, что позволило растениям озимой пшеницы сформировать мощную вегетативную массу. Во все годы исследований налив зерна проходил в благоприятных температурных условиях.

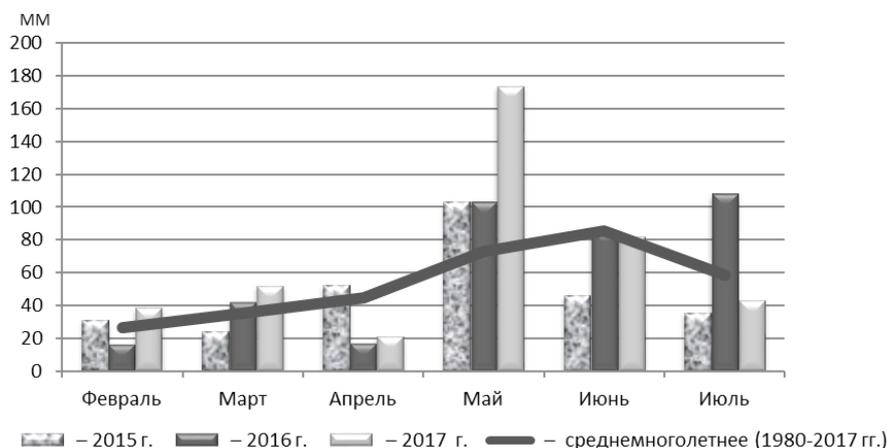


Рис. 1. Количество осадков в годы исследований
The number of precipitation in the years of research

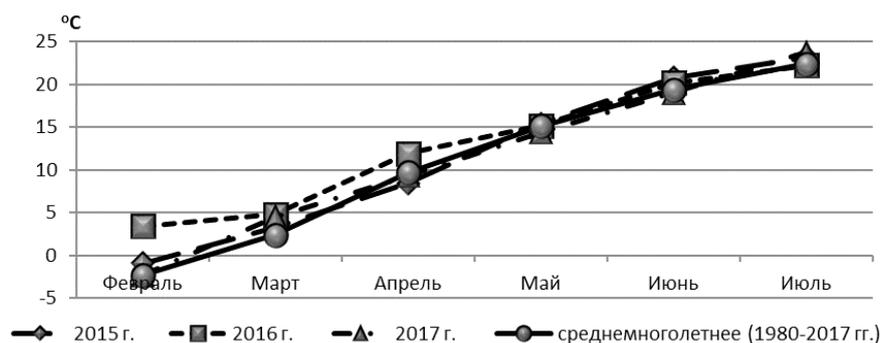


Рис. 2. Температурный режим воздуха в годы проведения исследований
Air temperature in the years of research

Формирование технологических, мукомольных и хлебопекарных достоинств зерна пшеницы – важнейший раздел селекции, семеноводства и растениеводства.

Физико-биохимические свойства зерна можно условно подразделить на группы показателей, характеризующих мукомольные и хлебопекарные качества.

К показателям первой группы относятся натура, стекловидность, масса 1000 зерен, крупность и др. Ко второй группе показателей относят количество и качество клейковины, физические свойства теста, показатели пробной выпечки хлеба и проч.

Натурой массы зерна называют массу 1 л зерна. Существует определенная связь между натурой зерна и его мукомольными

качествами. Найдена тесная положительная корреляция между натурой и мукомольными качествами (0,7–0,8) [16]. Чем выше натура, тем меньше в зерне содержится оболочек и больше эндосперма, следовательно, тем лучше мукомольные свойства зерна [17].

В наших исследованиях в среднем за 3 года выявлена обратная зависимость между величиной натурной массы и значениями ИДК (- 0,79), отношением упругости к растяжимости теста (- 0,88), водопоглощительной способностью муки (- 0,85) (табл. 1).

По измерителю деформации (ИДК) определяются свойства упругости клейковины. По нашим данным, чем выше натурная масса зерна, тем более упругая клейковина.

Таблица 1

Корреляционная зависимость основных показателей качества зерна и муки озимой пшеницы (среднее за 2015–2017 гг.)
Correlation relationship among the basic parameters of grain and flour quality of soft winter wheat (average in 2015-2017)

Показатель	ИДК	P/L	ВПС муки,%	Сила муки, е.а.	Белок,%	Седиментация, мл	Число падения, с
Нагура зерна, г/л	-0,79	-0,88	-0,85	-0,41	-0,04	0,14	0,18
Количество клейковины,%	-0,44	0,37	0,27	0,89	0,79	0,81	-0,14
Отношение Н: d	-0,155	-0,64	-0,13	-0,28	0,35	-0,52	0,82

В наших исследованиях сила муки напрямую зависит от количества и качества белка. Корреляция значения силы муки с содержанием белка составила 0,785.

Качественное и количественное содержание белков в клейковине пшеницы, определяющее силу муки, во многом зависит от наследственных особенностей сорта. Новый сорт Царица стабильно превосходил другие сорта озимой пшеницы, включая стандарт, по количеству клейковины. В среднем за 3 года получено 27,2% клейковины. В 2016 г.

сорт Царица сформировал зерно, по количеству и качеству клейковины соответствующее 2-му классу – 29,4%, остальные сорта имели клейковину 3-го класса. Наибольшее количество клейковины у сортов отмечено в 2016 г. (табл. 2). В условиях избыточного увлажнения 2017 г. сильнее всех снизили качество зерна Линия 1517 и сорт Зернетко 1 – на 2,9–3,1%, сформировав зерно 4-го класса. Засушливый период налива зерна в 2015 г. наиболее отрицательно повлиял на количество клейковины сорта Царица, сократив количество клейко-

Таблица 2

Влияние сортовых особенностей на количество клейковины в зерне (среднее за 2015–2017 гг.),%
The impact of variety features on the quality of fibrin in the grain (average in 2015-2017), %

Сорт	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее по годам
Секлетия	23,6	26,3	24,4	24,8
Зернетко 1	22,6	25,5	22,4	24,2
Царица	25,2	29,4	27,0	27,2
Линия 1517	24,6	24,9	22,0	23,8
Батько (стандарт)	24,8	26,9	26,6	26,1
Среднее по сортам	24,2	26,6	24,5	25,1
НСР ₀₅ сорта				2,49
НСР ₀₅ годы				1,76

вины относительно 2016 г. на 4,2%. На формирование клейковины сортами пшеницы негативно повлияли засушливые условия налива зерна 2015 г. и избыточного увлажнения 2017 г., не позволив реализовать потенциал качества сортов. На варьирование признака количество клейковины в зерне доля влияния фактора сорт составила 43,23, фактора годы – 31,44%.

За годы исследований качества сортов пшеницы выявлена прямая зависимость содержания клейковины и белка, коэффициент корреляции равен 0,79.

Исследуемые сорта показали различные значения силы муки (табл. 3). Зерно Линии 1517 и сорта Зернетко 1 соответствует по силе хорошему филлеру (282–294 е.а.), Секлетия, Царица и Батько (стандарт) относится к удовлетворительному улучшителю (312, 332, 345 е.а. соответственно). Сорт Царица в течение трех лет в различных погодных условиях стабильно формировал клейковину первой группы, что свидетельствует о преобладании глютелиновой фракции белка и потенциале сильной пшеницы улучшителя.

Качество зерна сортов мягкой озимой пшеницы (в среднем за 2015–2017 гг.)
Quality of soft winter wheat varieties (average in 2015-2017)

Сорт	Натура, г/л	Количество клейкови- ны, %	ИДК	Сила муки, е. а.	P/L	H: d	Объём хлеба, см ³	ВПС муки, %	Белок, %	Число паде- ния, с	Седи- мента- ция, мл
Секлетия	973	24,8	82,5	312	0,7	0,68	909	20,4	15,5	345	43
Зернетко 1	788	24,2	82,6	294	0,8	0,57	790	18,7	13,9	310	49
Царица	809	27,2	73,5	332	0,7	0,61	780	17,0	15,6	305	73
Линия 1517	807	23,8	76,0	282	0,57	0,61	815	14,5	13,6	284	56
Батько (стандарт)	776	26,1	80,8	345	0,9	0,54	825	21,3	15,0	271	67
НСР _{0,05}	14,46	1,96									

Нами установлен высокий коэффициент корреляции седиментации с количеством клейковины ($r = 0,806$). Изученные сорта показали различные значения силы муки по набуханию её в растворе уксусной кислоты. На основе этих анализов сорта Секлетия и Зернетко 1 относятся к ценным пшеницам (43–45 мл), сорта Царица, Батько и Линия 1517 – к сильным (56–73 мл).

Качество зерна пшеницы зависит также от состояния углеводно-амилазного комплекса зерна, которое характеризуется числом падения – показателем активности амилолитических ферментов (амилаз), которые действуют на крахмал. При повышенной влажности зерно пшеницы начинает прорастать, при этом резко повышается активность фермента альфа-амилазы, воздействующей на крахмал и влияющей на хлебопекарные свойства муки в процессе выпечки хлеба. Снижается водопоглотительная способность муки, выход хлеба и повышается его расплывание при выпекании на поду. Нами выявлен коэффициент корреляции величины числа падения с соотношением H: d (распываемости хлеба на поду), равный 0,82. Все исследуемые образцы характеризовались хорошей формоустойчивостью: 0,54–0,68 и низкой амилазной активностью (число падения 271–345 с). Благодаря балансу качественных белков клейковины и низкой активности амилолитических ферментов зерна в результате пробной выпечки получен хлеб большого объёма – 815–909 см³.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена обратная зависимость между величиной натурной массы и значениями деформации клейковины ИДК ($-0,7939$), отношением упругости к растяжимости теста ($-0,88$), водопоглотительной способностью муки ($-0,85$).

2. Сила муки напрямую зависит от количества белка и клейковины. Соотношение сила муки – белок составило 0,79. Сорта показали различные значения силы муки. Зерно Линии 1517 и сорта Зернетко 1 соответствует по силе хорошему филлеру (282–294 е. а.), Секлетия, Царица и Батько (стандарт) относятся к удовлетворительным улучшителям (312, 332, 345 е. а.). Сорт Царица в течение трех лет в различных погодных условиях стабильно формировал клейковину первой группы, что свидетельствует о преобладании глютелиновой фракции белка и потенциале сильной пшеницы улучшителя. На формирование клейковины сортами пшеницы негативно повлияли засушливые условия налива зерна в 2015 г. и избыточное увлажнение в 2017 г., не позволив реализовать потенциал качества сортов.

3. По значениям седиментации сорта Секлетия и Зернетко 1 относятся к ценным пшеницам (43–45 мл), сорта Царица, Батько и Линия 1517 – к сильным (56–73 мл).

4. Выявлен коэффициент корреляции величины числа падения и соотношения H: d (распываемости хлеба на поду) равный 0,82. Все исследуемые образцы характеризовались хорошей формоустойчивостью (0,54–0,68) и низкой амилазной активно-

стью (число падения 271–345 с). Благодаря балансу качественных белков клейковины и низкой активности амилолитических ферментов зерна в результате пробной выпечки получен хлеб большого объема – 815–909 см³.

5. Сорт Царица из всех изученных сортов наиболее полно использует агротехнический, агроклиматический, эдафический и орографический потенциал Северо-Кавказского региона и является перспективным для возделывания в этих условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография / В.В. Кулинцев [и др.] – Ставрополь: АГРУС, 2013. – 520 с.
2. Влияние погодных условий на урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы в различных зонах Ставрополья / Н.А. Галушко, А.И. Хрипунов, Н.А. Морозов [и др.] // С.-х. журн. ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». – 2018. – № 4 (11). – С. 25–33.
3. Галушко Н. А., Комаров Н. М., Соколенко Н. И. Качество зерна новых сортов мягкой озимой пшеницы в условиях Северо-Кавказского региона // Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2018. – № 4 (72). – С. 78–81.
4. Источники высокого качества зерна в селекции мягкой озимой пшеницы и тритикале / Н.И. Соколенко, Н.М. Комаров, Н.А. Галушко, В.В. Дубина // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 11. – С. 33–36.
5. Коммерческие и перспективные сорта озимой мягкой пшеницы в системе оценок качества зерна / М.М. Копусь, Н.С. Кравченко, Н.Г. Игнатъева [и др.] // Зерн. хоз-во России. – 2016. – № 2. – С. 34–37.
6. Антонов С. А. Тенденции изменения климата и их влияние на земледелие Ставропольского края // Изв. Оренбург. гос. ун-та. – 2017. – № 4 (66). – С. 43–46.
7. Умаева Л. З., Токарев В. С., Лисунова Л. И. Влияние погодных условий на качество зерна мягкой пшеницы // Кормопроизводство. – 2017. – № 10. – С. 22–25.
8. Давидяню Э. С., Ерошенко Ф. В. Состояние, тенденции и пути оптимизации производства качественного зерна озимой пшеницы в Ставропольском крае // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31, № 6. – С. 21–26.
9. Нецветаев В. П., Копусь М. М., Рыжкова Т. А. Варианты глиаина и количество дисульфидных связей в белковом комплексе мягкой пшеницы // Науч. обозрение. Биол. науки. – 2014. – № 1. – С. 96–96.
10. Маслова Г. Я., Китлярова Н. И., Тоибова А. А. Фракционный состав белкового комплекса сортов озимой пшеницы конкурсного сортоиспытания // Инновационная наука. – 2016. – № 3. – С. 56–58.
11. Оценка качества зерна мягкой пшеницы SDS-седиментацией / В.П. Нецветаев, О.В. Лютенко, Л.С. Пашенко, И.И. Попкова // С.-х. биология. – 2010. – № 3. – С. 63–70.
12. Казарцева А. Т., Сокол Н. В., Влащик Л. Г. Показатель седиментации и его роль в экспертизе качества зерна: метод. указания. – Краснодар, 2010. – 15 с.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – Вып. 2. – 194 с.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 5-е, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
15. Снедекор Дж. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии: пер. с англ. – М.: Сельхозиздат, 1961. – 503 с.
16. Мукомольные свойства зерна сортов озимой мягкой пшеницы / Н.Г. Игнатъева, Е.В. Ионова, Н.Е. Васюшкина, Е.К. Кувшинова // Зерн. хоз-во России. – 2017. – № 1 (49). – С. 1–7.
17. Изучение физических и мукомольных свойств зерна сортов озимой мягкой пшеницы / Н.С. Кравченко, А.П. Самофалов, Н.Г. Игнатъева, Н.Е. Васюшкина // Аграр. вестн. Урала. – 2016. – № 5 (147). – С. 11–17.

REFERENCES

1. Kulincev, V.V. *Sistema zemledeliya novogo pokoleniya Stavropol'skogo kraja* (System of agriculture of new generation of Stavropol Territory), Stavropol': AGRUS, 2013, 520 p. (In Russ.)
2. Galushko N.A., Hripunov A.I., Morozov N.A. *Sel'skohozyajstvennyj zhurnal FGBNU Severo-Kavkazskij FNAC*, 2018, No. 4 (11), pp. 25–33. (In Russ.)
3. Galushko N.A., Komarov N.M., Sokolenko N.I. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2018, No. 4 (72), pp. 78–81. (In Russ.)
4. Sokolenko N.I., Komarov N.M., Galushko N.A., Dubina V.V. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018, No. 11 (32), pp. 33–36. (In Russ.)
5. Kopus», M.M., Kravchenko, N.S., Ignat'eva N.G., Dorohova D.P., Sarycheva N.I. *Zernovoe hozyajstvo Rossii*, 2016, No. 2, pp. 34–37. (In Russ.)
6. Antonov, S.A. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo Universiteta*, 2017, No. 4 (66), pp.43–46. (In Russ.)
7. Umaeva L.Z., Tokarev V.S., Lisunova L.I. *Kormoproizvodstvo*, 2017, No.10, pp. 22–25. (In Russ.)
8. Davidyanc E.H.S., Eroshenko F.V. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2017, No. 6 (31), pp. 21–26. (In Russ.)
9. Necvetaev V.P., Kopus' M.M., Ryzhkova T.A. *Nauchnoe obozrenie. Biologicheskie nauki*, 2014, No. 1, 96 p.
10. Maslova G.YA., Kitlyarova N.I., Toibova A.A. *Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Innovacionnaya nauka»*, 2016, No. 3, pp. 56–58. (In Russ.)
11. Necvetaev, V.P. Lyutenko, O.V., Pashchenko L.S., Popkova I.I. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 2010, No. 3, pp. 63–70. (In Russ.)
12. Kazarceva, A.T., Sokol N.V., Vlashchik L.G. *Pokazatel» sedimentacii i ego rol» v ehkspertize kachestva zerna* (Indicator of sedimentation and its role in examination of quality of grain), Krasnodar, 2010, 15 p.
13. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur* (Methods of state variety testing of agricultural crops), M., 1989, 194 p.
14. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta* (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) (Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)), M.: Agropromizdat, 1985, 351 p.
15. Snedekor Dzh. U. *Statisticheskie metody» v primenenii k issledovaniyam v sel'skom hozyajstve i biologii*, Perevod s angl., M., Sel'hozizdat, 1961, 503 p.
16. Ignat'eva N.G., Ionova E.V., Vasyushkina N.E., Kuvshinova E.K. *Zernovoe hozyajstvo Rossii*, 2017, No. 1 (49), pp. 1–7. (In Russ.)
17. Kravchenko, N.S., Samofalov A.P., Ignat'eva N.G., Vasyushkina N.E. *Agrarnyj vestnik Urala*, 2016, No. 5 (147), pp. 11–17. (In Russ.)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТА ГЕТЕРОЗИСА В СЕЛЕКЦИИ СОРГО

О. П. Кибальник, кандидат биологических наук

Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго»,
Саратов, Россия
E-mail: kibalnik79@yandex.ru

Ключевые слова: сорго, гибриды F_1 , типы ЦМС, гетерозис, хозяйственные признаки

Реферат. Одним из направлений селекции на повышение продуктивности сорго является использование эффекта гетерозиса у гибридов, полученных на основе материнских линий с цитоплазматической мужской стерильностью. Гетерозис наблюдается у гибридов первого поколения за счет взаимодействия генов (доминирования и эпистаза), аддитивного эффекта доминантных генов, а в последующих поколениях его эффект ослабляется. В данной статье представлены результаты изучения эффекта гетерозиса гибридов F_1 , полученных на основе ЦМС-линий с А1, А2, А3, А4, М-35-1А, 9Е типами стерильности и продуктивных сортов-опылителей, устойчивых к биотическим и абиотическим стрессорам региона. Испытания проводили на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2015–2016 гг. Площадь делянки – 7,7 м². Повторность – трехкратная. Размещение делянок – рендомизированное. Густота стояния новых гибридов, стандарта и родительских форм – 100 тыс. растений на 1 га. Установлена частота проявления истинного (превосходство над лучшей родительской формой), гипотетического (превосходство над средним значением признака родительских форм) и конкурсного (превышение показателей признака гибрида F_1 над районированным гибридом) гетерозиса по признакам: высота растений, длина соцветия, масса зерна с одной метелки и 1000 зерен, урожайности. Более частое проявление гетерозиса наблюдалось по высоте растений, длине соцветия, массе 1000 зерен и реже (преимущественно в 2016 г.) – по урожайности и массе зерна с одной метелки. Выявлены перспективные комбинации скрещиваний с невысоким эффектом конкурсного гетерозиса по высоте растений и наибольшим по урожайности: А1 О-Янг 1/Аванс, А1 О-Янг 1/Топаз, А3 Фетерита 14/Меркурий, А4 КП 70/Волжское 4. Данные гибриды формируют урожайность зерна 4,09–9,15 т/га (2015–2016 гг.) и характеризуются эффектом конкурсного гетерозиса в 2016 г. по урожайности зерна от 2,1 до 71,4 %. Гибриды А1 О-Янг 1/Волжское 4 и А2 КВВ 114/Аванс отличаются конкурсным гетерозисом по массе 1000 зерен (51,7–60,0 %) и зерна с одной метелки (5,8–52,9 %). Выделенные гибриды целесообразно передать на дальнейшее конкурсное испытание.

HYBRID VIGOUR EFFECT IN SORGHUM SELECTION

Kibalnik O.P., Candidate of Biology

Russian Research and Technological Institute of Sorghum and Corn “Rossorgo”, Saratov, Russia

Key words: sorghum, hybrids F_1 , types of ЦМС, hybrid vigour, economic features.

Abstract. The authors see application of hybrid vigour in the hybrids obtained on the basis of mother lines with cytoplasmic male sterility as a promising way of sorghum selection. The selection is aimed at increasing sorghum productivity. Hybrid vigour is observed in the first generation of hybrids which was caused by interaction among genes (dominance and epistasis) and additive effect of dominant genes. Its effect is weakened in further generations. The paper explores the effect of heterosis of F_1

hybrids obtained on the basis of CMC lines with A1, A2, A3, A4, M-35-1A, 9E types of sterility and productive pollinator varieties which are resistant to biotic and abiotic factors in the region. The experiment was carried out on the pilot plots of Research and Technological Institute of Sorghum and Corn "Rossorgo" in 2015-2016. The area of the plot was 7.7 m²; frequency observed was three times; landfill location was random. The density of new hybrids, standards and parental forms was 100 thousand plants pro a hectare. The frequency of pure (superior to the superior parental form), hypothetical (superior to the average value of parental forms) and competitive (excess of the sign of hybrid F₁ over the released hybrid) heterosis in terms of: plant height, inflorescence length, grain mass per panicle and 1000 grains, yield. Heterosis was more frequent in terms of plant height, inflorescence length, weight of 1000 grains, and less frequently (mainly in 2016) in terms of yield and weight of grain from a panicle. The authors indicate the prospective combinations of crosses with low effect of competitive heterosis in plant height and the highest yield as: A1 O-Yang 1/Avance, A1 O-Yang 1/Topaz, A3 Feterita 14/Mercury, A4 KP 70/Volzhscoe 4. These hybrids form the grain yield of 4.09-9.15 t/ha (2015-2016) and are characterized by the effect of competitive heterosis in 2016 in terms of grain yield from 2.1 to 71.4%. Hybrids A1 O-Yang 1/Volzhscoe 4 and A2 KVV 114/Avance differ in competitive heterosis by weight of 1000 grains (51.7-60.0%) and grains from one panicle (5.8-52.9%). The hybrids outlined are expected to be relevant for further tests.

Зерновое сорго является перспективной сельскохозяйственной культурой с целью использования на фураж и моно корм в засушливых регионах Российской Федерации. В Государственном реестре селекционных достижений на 2018 г. пред-

ставлено 59 сортов, 12 линий и 50 гибридов зернового сорго отечественной и иностранной селекции [1], причем большинство гибридов выведены иностранными селекционно-семеноводческими компаниями (рис. 1).



Достижения селекции	Селекцентры	
	русские	иностраные
Сорта	59	-
Линии	8	4
Гибриды		
сортолинейные	2	-
простые	3	27
первого поколения	9	9

Рис. 1. Сорта, линии и гибриды зернового сорго, зарегистрированные в Госреестре селекционных достижений в 2018 г. Varieties, lines and hybrids of gran sorghum registered in the State Register of Selections in 2018

Одним из направлений расширения ассортимента продуктивных гибридов сорго российской селекции и их конкурентоспособности является использование в практической селекции эффекта гетерозиса. Гетерозис означает превосходство гибридов первого поколения по сравнению с родительскими компонентами по жизнеспособности, росту и развитию, продуктивности, устойчивости к болезням, вредителям и условиям возделывания [2–5]. С открытием у сорго цитоплазматической мужской стерильности по-

явилась возможность создания гибридов F₁, характеризующихся 15–50%-м гетерозисом по урожайности и другим хозяйственно-ценным признакам [6–9]. Селекция на гетерозис во многом зависит от правильно спланированной программы скрещиваний, включения скороспелого исходного материала с высокой общей и специфической комбинационной способностью, изучения закономерностей наследования вегетативных и генеративных признаков растений [10–12].

В ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» селекция на гетерозис зернового сорго ведется на основе коллекции ЦМС-линий с различными источниками стерильности (А1, А2, А3, А4, 9Е, М35–1А) и продуктивных сортообразцов, адаптированных к условиям возделывания в засушливых регионах Юго-Востока России. Стерильные линии А1 О-Янг 1, А2 КВВ 114, А3 Фетерита 14 и А4 КП 70 характеризуются высокими эффектами ОКС и СКС по морфометрическим признакам и урожайности, что свидетельствует о целесообразности использования в программах создания гибридов. Изучение генетического контроля основных селекционно-ценных признаков ЦМС-линий (высота растений при созревании, длина соцветия, масса зерна с одной метелки и 1000 зерен, урожайность) показало, что в их проявлении участвуют гены с аддитивным эффектом [13].

В этой связи целью исследования является определение истинного, гипотетического и конкурсного гетерозиса изучаемых признаков, а также выделение гетерозисных гибридов F_1 по комплексу хозяйственно-ценных признаков.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Гибриды первого поколения получены на основе ЦМС-линий с разными типами цитоплазм (тестерные скрещивания): BC_7 А1 О-Янг 1, BC_{15} А2 КВВ 114, BC_{12} А2 Восторг, BC_7 А2 Тамара, BC_{12} А3 Фетерита 14, BC_{12} А4 КП 70, BC_{12} М-35–1А Пищевое 614, BC_{12} 9Е Пищевое 614. В качестве опылителей использовали сорта Меркурий, Огонек, Аванс, Топаз, Волжское 615, Пищевое 35, Волжское 4.

Гибриды F_1 (всего 49 в 2015 г. и 56 в 2016 г.), родительские формы и гибриды-стандарт Орион выращивали на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в 2015–2016 гг. Площадь делянки – 7,7 м². Размещение делянок рендомизированное [14]. Повторность в опыте – трехкратная. Густоту стояния растений устанавливали вручную – 100 тыс. растений на 1 га. Оценку селекционных признаков гибридов F_1 и учеты

проводили по общепринятой методике [15]. Гетерозис рассчитывали по формулам [2]:

$$\begin{aligned} \Gamma_{\text{истинный}} &= ((F_1 - P_{\text{л}}) / P_{\text{л}}) \cdot 100\%; \\ \Gamma_{\text{гипотетический}} &= ((F_1 - P_{\text{ср}}) / P_{\text{ср}}) \cdot 100\%; \\ \Gamma_{\text{конкурсный}} &= ((F_1 - P_{\text{ст}}) / P_{\text{ст}}) \cdot 100\%, \end{aligned}$$

где F_1 – показатель гибрида;

$P_{\text{л}}$ – показатель лучшей родительской формы;

$P_{\text{ср}}$ – среднее значение родительских форм;

$P_{\text{ст}}$ – значение признака стандарта.

Для интерпретации экспериментальных данных по частоте проявления истинного, гипотетического и конкурсного гетерозиса выделены следующие интервалы варьирования: 1) <0; 2) 0–25%; 3) 25–50%; 4) 50–75%; 5) 75–100%; 6) > 100%.

Метеорологические условия 2015–2016 гг. испытания гибридов F_1 сорго значительно различались по количеству осадков. Так, в течение вегетации гибридов 2015 г. выпало 106,2 мм осадков, сумма активных температур составила 2613,1 °С. Погодные условия 2016 г. характеризовались большим количеством осадков (178,3 мм) и суммой активных температур (2805,0 °С).

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с помощью пакета программ AGROS 2.09 методом дисперсионного однофакторного анализа [14]

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для селекции гибридов зернового сорго практический интерес представляют комбинации, характеризующиеся невысоким эффектом гетерозиса по высоте растений и более высоким – по урожайности зерна и элементам его структуры. Материнские и отцовские формы отличались по хозяйственным признакам (табл. 1). Установлено среднее варьирование морфометрических показателей (высота растений – 13,4–14,4%; длина метелки – 17,9–19,7%) и сильное – по урожайности (19,1–23,2%) и элементам продуктивности (масса 1000 зерен – 19,4–28,8%; с одной метелки – 34,5–39,7%).

Таблица 1

Характеристика родительских форм гибридов F₁ по селекционным признакам
Characteristics of the F₁ hybrids parental forms according to selection features

Признак	Год	Лимиты		Средняя и ее ошибка	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %
		min	max			
Высота растений, см	2015	92,0	146,1	123,50±4,20	16,6	13,4
	2016	74,7	142,5	107,80±4,00	15,6	14,4
Длина соцветия, см	2015	14,8	31,2	24,30±1,10	4,3	17,9
	2016	10,7	25,5	19,60±1,00	3,9	19,7
Масса зерна с 1 метелки, г	2015	8,4	33,3	20,80±2,10	8,3	39,7
	2016	6,4	21,0	14,60±1,30	5,0	34,5
Масса 1000 зерен, г	2015	20,1	43,6	31,20±1,60	6,1	19,4
	2016	11,3	41,2	27,70±2,10	8,0	28,8
Урожайность зерна, т/га	2015	2,94	7,26	5,05±0,25	0,9	19,1
	2016	2,07	4,87	3,41±0,21	0,8	23,2

Дисперсионным однофакторным анализом подтверждены различия между испытываемыми комбинациями скрещиваний по селек-

ционно-ценным признакам ($F_{\text{факт}} > F_{\text{теор}}$): высота растений, длина соцветия, масса зерна с одной метелки и 1000 зерен, урожайность (табл. 2).

Таблица 2

Хозяйственно-ценные признаки гибридов F₁ сорго
Economically valuable features in F₁ hybrids of sorghum (2015-2016)

Гибриды на основе ЦМС-линий	Высота растений, см		Длина соцветия, см		Масса зерна с 1 метелки, г		Масса 1000 зерен, г		Урожайность зерна, т/га	
	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>С сортом Меркурий</i>										
A1 О-Янг 1	126,3	130,9	31,3	30,2	18,2	25,3	26,9	22,9	3,34	5,81
A2КВВ 114	138,2	112,7	28,9	26,6	19,6	22,7	22,4	25,2	4,44	4,31
A2 Тамара	-	111,6	-	21,8	-	14,2	-	27,0	-	4,15
A2 Восторг	142,3	121,3	24,3	30,1	25,5	31,0	31,6	28,3	4,85	7,00
A3 Фетерита 14	164,3	147,5	24,5	26,5	17,7	27,3	36,9	31,2	4,30	7,83
A4 КП 70	129,7	126,1	27,4	26,8	20,8	12,3	38,9	39,6	5,00	2,00
M-35 Пищевое 614	112,7	118,5	18,7	26,1	12,6	14,7	34,3	28,2	1,89	4,46
9E Пищевое 614	125,8	109,2	29,0	22,0	21,8	18,7	27,7	28,9	5,10	4,48
<i>С сортом Огонек</i>										
A1 О-Янг 1	123,7	134,1	26,0	26,2	19,1	28,1	26,8	25,4	3,05	4,67
A2КВВ 114	126,2	116,9	21,8	18,9	19,0	17,7	25,9	26,3	4,76	3,86
A2 Тамара	-	112,9	-	25,1	-	18,6	-	28,1	-	3,66
A2 Восторг	129,6	132,9	25,2	25,1	14,8	15,9	35,8	30,5	4,20	4,82
A3 Фетерита 14	154,9	147,4	24,9	22,3	9,5	23,5	39,5	31,5	2,84	6,34
A4 КП 70	126,6	133,7	25,1	28,7	21,8	16,1	33,9	31,6	4,80	3,60
M-35Пищевое 614	125,8	99,7	28,0	16,2	13,8	5,6	31,1	25,1	3,18	2,45
9E Пищевое 614	124,0	95,4	25,0	16,2	22,0	7,9	26,8	25,8	4,85	2,41
<i>С сортом Аванс</i>										
A1 О-Янг 1	150,1	146,0	30,7	30,2	22,0	43,8	33,9	32,7	4,18	6,78
A2КВВ 114	144,1	134,1	30,5	24,1	42,1	27,6	37,2	28,8	8,85	4,86
A2 Тамара	-	112,6	-	12,9	-	26,2	-	33,6	-	3,80
A2 Восторг	137,1	127,0	25,4	23,7	39,1	18,3	35,5	31,3	8,17	4,02
A3 Фетерита 14	149,4	138,8	19,9	22,0	18,0	21,7	39,8	37,8	4,22	5,58
A4 КП 70	131,9	118,5	28,8	24,7	25,1	22,7	38,9	37,5	5,14	4,01
M-35Пищевое 614	130,6	117,4	30,8	17,8	18,3	25,5	30,9	31,5	3,83	4,72
9E Пищевое 614	127,2	118,5	30,1	21,2	25,8	27,3	37,3	29,4	4,11	5,32
<i>С сортом Топаз</i>										
A1 О-Янг 1	128,7	133,0	29,8	32,2	32,7	32,6	32,3	26,6	4,09	9,15
A2КВВ 114	139,7	144,6	27,2	23,7	16,8	16,9	32,8	29,4	4,97	4,12
A2 Тамара	-	110,3	-	25,4	-	24,4	-	41,2	-	4,89

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A2 Восторг	145,5	133,4	25,1	23,0	38,2	23,1	29,8	26,9	7,26	3,81
A3 Фетерита 14	163,6	157,2	24,5	23,1	39,4	21,4	37,3	33,1	6,10	5,20
A4 КП 70	129,7	111,3	27,4	21,8	28,2	28,0	39,9	31,3	4,94	4,86
M-35 Пищевое 614	138,9	113,9	27,0	18,8	26,4	26,6	34,2	29,6	5,27	4,51
9E Пищевое 614	134,6	112,9	26,9	21,3	24,3	17,2	34,3	29,3	3,07	4,19
<i>С сортом Волжское 615</i>										
A1 О-Янг 1	154,0	122,9	31,2	28,7	22,6	33,2	33,6	32,7	4,07	6,47
A2КВВ 114	155,3	121,2	23,1	19,7	29,1	24,9	25,6	26,9	5,52	4,86
A2 Тамара	-	108,8	-	26,1	-	18,5	-	31,2	-	3,75
A2 Восторг	146,3	127,3	21,8	24,9	34,8	22,5	28,9	27,4	7,08	3,13
A3 Фетерита 14	179,7	147,9	22,9	15,9	26,3	24,1	33,2	31,1	5,24	3,49
A4 КП 70	152,5	127,4	31,6	27,4	29,2	29,4	32,2	28,7	5,26	4,98
M-35 Пищевое 614	133,5	113,9	23,7	23,2	17,4	43,4	30,9	33,3	3,48	4,50
9E Пищевое 614	125,7	119,2	27,9	22,9	29,9	36,3	29,6	29,2	4,97	4,53
<i>С сортом Пищевое 35</i>										
A1 О-Янг 1	164,3	140,9	33,5	23,9	27,2	33,3	27,3	26,3	4,35	5,07
A2КВВ 114	170,9	111,9	31,4	20,0	28,0	18,9	26,8	23,2	6,63	5,04
A2 Тамара	-	110,7	-	21,3	-	24,2	-	29,7	-	3,98
A2 Восторг	170,7	165,5	28,0	20,9	38,1	8,1	30,0	25,8	6,93	2,88
A3 Фетерита 14	174,9	157,5	23,0	16,5	21,8	33,3	31,8	35,1	5,54	4,98
A4 КП 70	155,0	127,4	30,0	22,5	27,9	25,0	28,2	26,2	5,01	3,47
M-35 Пищевое 614	135,7	113,9	31,4	20,7	28,6	19,3	34,5	29,4	3,79	3,56
9E Пищевое 614	130,2	119,2	27,5	19,9	24,1	18,5	30,1	28,7	5,12	3,59
<i>С сортом Волжское 4</i>										
A1 О-Янг 1	131,5	133,8	40,7	25,7	76,8	39,9	27,1	27,3	6,07	4,63
A2КВВ 114	177,6	160,0	29,8	25,6	26,7	19,3	28,4	27,2	6,40	5,42
A2 Тамара	-	109,9	-	23,4	-	28,4	-	35,4	-	4,99
A2 Восторг	147,5	160,4	32,0	22,4	19,3	11,6	31,7	26,3	5,40	3,32
A3 Фетерита 14	170,3	150,1	24,6	17,3	37,4	32,8	30,6	26,1	8,61	6,08
A4 КП 70	150,7	129,4	36,2	26,1	33,1	39,0	39,7	42,9	5,95	5,45
M-35 Пищевое 614	129,0	119,5	28,2	19,7	26,3	17,2	30,7	22,9	4,20	3,61
9E Пищевое 614	123,0	122,3	31,0	20,5	25,6	21,6	26,4	23,5	4,36	4,32
Орион (st)	141,4	132,5	27,0	31,0	60,9	26,1	19,8	18,0	10,35	5,34
F _{факт.}	32,7*	106,2*	7,0*	22,0*	10,3*	19,2*	48,4*	15,6*	20,9*	14,3*

Более высокие гибриды получены при участии следующих родительских форм: ЦМС-линии А3 Фетерита 14 в комбинациях со всеми опылителями (138,8–174,9 см); А2 КВВ 114 и А2 Восторг с сортами Пищевое 35 (11,9–170,9 см), Волжское 4 (147,5–177,6 см). Остальные гибридные комбинации отличались низкорослостью. По признаку «высота растений» истинный и конкурсный гетерозис (в интервале 0–25%) отмечен у 53,6–55,1 и 35,7–40,8% от общего числа гибридов в опыте соответственно; превышение над средним показателем родительских форм – у 62,5–69,4% комбинаций скрещиваний (рис. 2). Наибольший конкурсный гетерозис установлен у А2 Восторг/Пищевое 35 (24,9%), А3

Фетерита 14/Волжское 615 (27,1%), А2 КВВ 114/Волжское 4 (25,6%).

Показатели длины соцветия изменялись от 12,9 до 40,7 см. У гибридов, полученных на основе линий А1 О-Янг 1 и А2 Восторг в комбинациях с раннеспелыми сортами (Меркурий, Огонек, Аванс, Топаз, Волжское 615), выявлено, что длина соцветия существенно не изменялась в зависимости от года исследований (см. табл. 2). При этом более высокие значения истинного и гипотетического гетерозиса (в интервале 50–75%) установлены в 2016 г., а конкурсного – в 2015 г. (см. рис. 2). Наибольшее превышение над стандартом Орион отмечено у А1 О-Янг 1/ Волжское 4: конкурсный гетерозис – 50,7%.

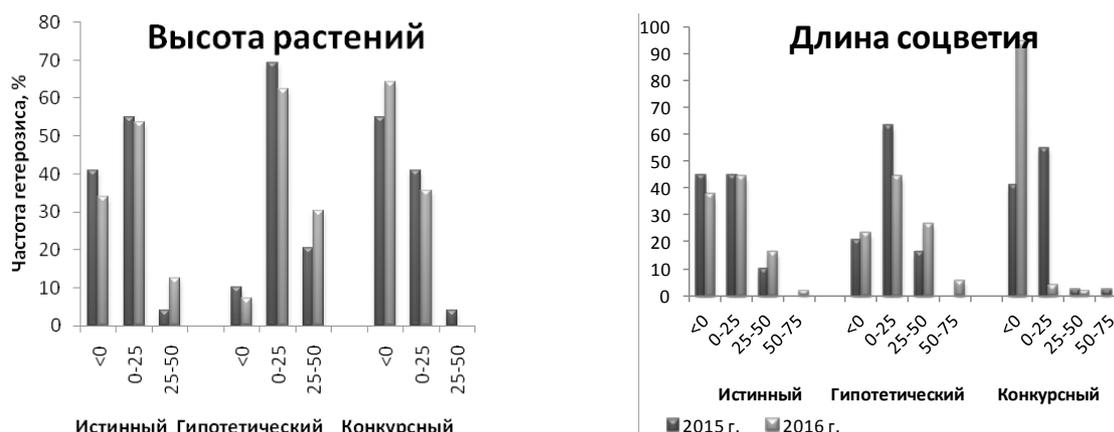


Рис. 2. Частота проявления гетерозиса по высоте растений и длине соцветия
 Figure 2. Prevalence frequency of hybrid vigour according to the plant height and inflorescence length

Установлен широкий диапазон варьирования показателей массы зерна с одной метелки (5,6–76,8 г), 1000 зерен (22,4–42,9 г) и урожайности (1,89–9,15 т/га)

в разные годы выращивания гибридов (табл. 2), а также проявление эффекта гетерозиса элементов продуктивности (рис. 3–5).

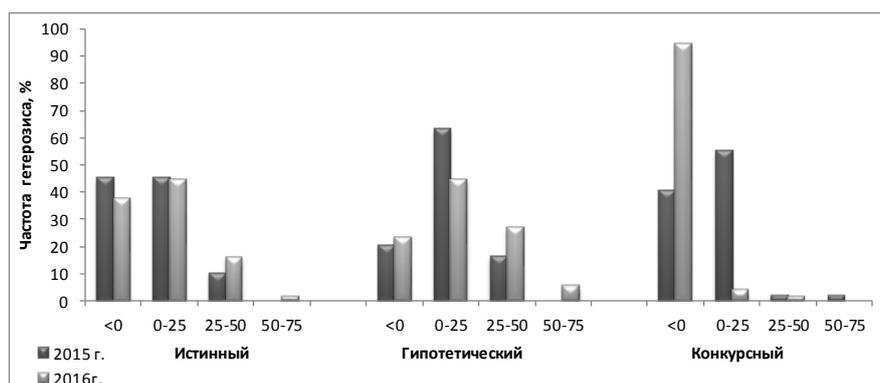


Рис. 3. Эффект гетерозиса у гибридов F₁ по массе зерна с одной метелки
 Heterosis effect of hybrids F₁ according to grain weight pro a panicle

Гибриды, у которых в роли материнских форм выступала линия А2 Восторг, а отцовских – сорта Меркурий и Огонек, отличались незначительным изменением массы зерен с одной метелки как в 2015 г., так и в 2016 г.: 25,5–31,0 и 14,8–15,9 г соответственно. Стабильные показатели массы зерна с одной метелки по годам исследований отмечены у гибридов, полученных с использованием родительских форм: А4 КП 70 в комбинации с сортами Аванс (22,7–25,1 г), Топаз (28,0–28,2 г), Волжское 615 (29,2–29,4 г), Пищевое 35 (25,0–27,9 г) и Волжское 4 (33,1–39,0 г); А2 Восторг с сортами Меркурий (25,5–31,0 г) и Огонек (14,8–15,9 г); А3 Фетерита 14/ Волжское 4 (32,8–37,4 г); с сортом Топаз на основе А1 О-Янг 1 (32,6–32,7 г), А2 КВВ 114

(16,8–16,9 г) и М-35–1А Пищевое 614 (26,4–26,6 г). Высокие значения данного признака у комбинации А1 О-Янг 1/Волжское 4 – до 76,6 г. Наибольший гетерозис (в интервале от 100% и более) отмечен в 2016 г.: истинный – у 8,9% от общего количества гибридов F₁, гипотетический – у 25,0%. Гибриды А1 О-Янг 1/Волжское 4, А1 О-Янг 1/Аванс и М-35–1А Пищевое 614/Волжское 615 превысили показатели стандарта: конкурсный гетерозис составил 52,9–67,8%.

Экспериментальные гибриды характеризовались наибольшей крупностью семян в сравнении с районированным стандартом: масса 1000 зерен варьировала в интервале 22,4–42,9 г против 18,0–19,8 г у Ориона. Наименьшее изменение значений массы 1000

зерен в сложившихся метеорологических условиях отмечено у гибридов на основе А1 О-Янг 1; А4 КП 70 в комбинациях с сортами Меркурий, Огонек, Аванс, Пищевое 35, Волжское 4; в скрещиваниях А2 КВВ 114 с сортами Меркурий, Волжское 615, Волжское 4; гибридизации 9Е Пищевое 614 с сортами Меркурий, Огонек, Волжское 615. Гибриды,

у которых в качестве материнской формы использовались ЦМС-линии А3 Фетерита 14 и А4 КП 70, характеризуются крупностью зерна. Высокий эффект истинного гетерозиса выявлен у гибрида А4 КП 70/Меркурий (51,7%), гипотетического – А4 КП 70/Волжское 4 (52,7%), А2 КВВ 114/Меркурий (70,3%) и А4 КП 70/Меркурий (111,8%).

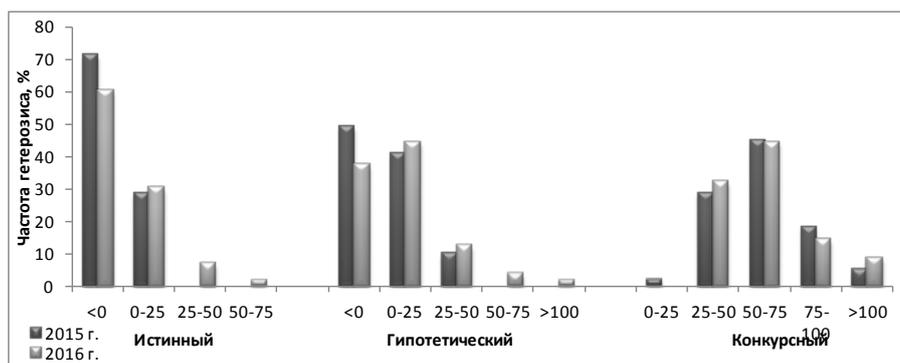


Рис. 4. Истинный, гипотетический и конкурсный гетерозис гибридов F₁ по массе 1000 зерен True, hypothetical and competitive heterosis of F₁ hybrids by weight of 1000 grains (2015-2016)

Конкурсный гетерозис в интервале 25–50% встречается у 14–18 новых гибридов (от общего их количества); в интервале 50–75% – у 22–25 гибридов; в интервале 75–100% – у 8–9 гибридов. В скрещиваниях с сортом Аванс на основе А3 Фетерита 14 и А4 КП 70 с сортом Топаз и ЦМС-линиями А2 Тамара, А4 КП 70 у гибрида А4 КП 70/Волжское 4 конкурсный гетерозис более 100%.

В качестве компонента гибридного или синтетического сорта целесообразно включать следующие комбинации: 9Е Пищевое 614 с сортами Волжское 4, Топаз и Меркурий; А4 КП 70 с сортами Волжское 4, Топаз и Волжское

615; А2 КВВ 114 с сортами Огонек, Волжское 4, Топаз, Волжское 615 и Меркурий; на основе А3 Фетерита 14 и А1 О-Янг 1 с сортом Пищевое 35. В ходе испытаний у гибридов А1 О-Янг 1/Топаз, А2 Восторг/Меркурий, А3 Фетерита 14/Меркурий отмечено превышение урожайности зерна над лучшей родительской формой – 113,4–135,8% и над средним их показателем – 125,0–188,6%. У большинства гибридов F₁ конкурсный гетерозис проявился только в 2016 г. Выделены гибриды с высоким конкурсным гетерозисом – А1 О-Янг 1/Аванс (26,9%), А3 Фетерита 14/Меркурий (46,6%), А1 О-Янг 1/Топаз (71,4%).

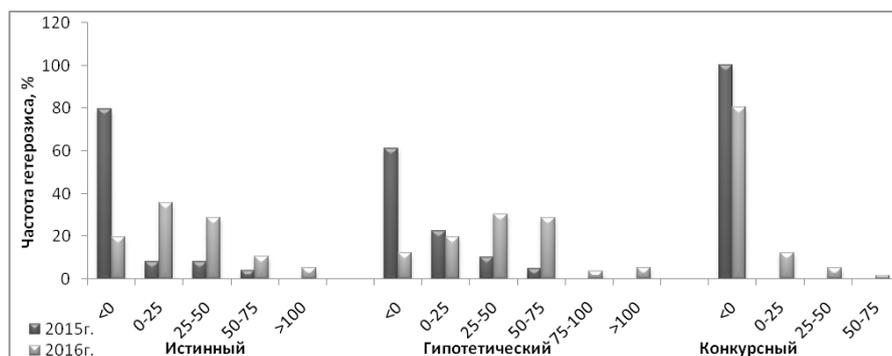


Рис. 5. Частота проявления гетерозиса по урожайности зерна Prevalence frequency of hybrid vigour according to the grain yield

В практической селекции важным критерием оценки гибридов F₁ является определение конкурсного гетерозиса по хозяйственно-ценным признакам. В дан-

ной схеме гибридизации по комплексу изученных признаков выделено 6 комбинаций с эффектом конкурсного гетерозиса (табл. 3).

Таблица 3

Конкурсный гетерозис перспективных гибридов F₁
Competitive hybrid vigour of promising F1 hybrids

Комбинации скрещиваний	Высота растений, см		Длина соцветия, см		Масса зерна с 1 метелки, г		Масса 1000 зерен, г		Урожайность зерна, т/га	
	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.
A1 О-Янг 1/Аванс	6,2	10,2	13,7	-2,6	-67,2	67,8	71,2	81,7	-59,6	27,0
A1 О-Янг 1/Топаз	-8,9	0,4	10,4	3,9	-51,2	24,9	63,1	47,8	-60,5	71,4
A1 О-Янг 1/ Волжское 4	-7,0	1,0	50,7	-17,1	14,6	52,9	36,9	51,7	-41,4	-13,3
A2 КВВ 114/Аванс	1,9	1,2	13,0	-22,3	-37,2	5,8	87,9	60,0	-14,5	-8,9
A3 Фетерита 14/ Меркурий	16,2	11,3	-9,3	-14,5	-73,6	4,6	86,4	73,3	-58,5	46,6
A4 КП 70/ Волжское 4	6,6	-2,3	34,1	-15,8	-50,6	49,4	100,5	138,3	-42,5	2,1

ВЫВОДЫ

1. Полученные результаты изучения эффекта гетерозиса в данной схеме тестерных скрещиваний по хозяйственным признакам зернового сорго свидетельствуют о наиболее частом его проявлении по высоте растений, длине соцветия, массе 1000 зерен и реже – по урожайности и массе зерна с одной метелки. Вместе с тем целенаправленный подход позволяет выделить лучшие родительские компоненты (ЦМС-линии на основе разных типов стерильности – А1, А2, А3, А4, 9Е, М35–1А и сортообразцы-опылители) с необходимыми селекционными признаками для использования в синтетической селекции и на гетерозис.

2. Выявлены перспективные комбинации, характеризующиеся эффектом конкурсного гетерозиса по комплексу хозяйственно-ценных признаков за период испытаний: на основе А1 О-Янг 1 с сортами Аванс и Топаз (по всем изученным признакам), Волжское 4 (длине соцветия, массе зерна с одной метелки, массе 1000 зерен); А2 КВВ 114/Аванс (по высоте и массе 1000 зерен); А3 Фетерита 14/Меркурий (по урожайности в 2016 г., высоте и массе 1000 зерен); А4 КП 70/Волжское 4 (высоте растений, длине метелки, массе 1000 зерен, урожайности и массе зерна с одной метелки в 2016 г.).

Работа выполнена в соответствии с государственным заданием Министерства сельского хозяйства РФ и тематическим планом ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» на 2015–2016 гг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1: Сорты растений [Электрон. ресурс]. – 2018. – Режим доступа: <http://www.reestr.gossort.com> (дата обращения: 03.01.2019).
2. Гужов Ю.Л., Фукс А., Валичек П. Селекция и семеноводство культивируемых растений. – М., 1999. – 536 с.
3. Tiwari D. K., Gupta R. S., Mishra R. Genotypic and phenotypic correlation in grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) // Plant Arch. – 2003. – Vol. 3 (2). – P. 283–286.
4. Genetic and phenotypic association between yield Components in hybrid sorghum / *Sorghum bicolor* (L.) Moench population / R. Kenga, A. Tenkouano, S. C. Gupta, S. O. Alabi // Euphytica. – 2006. – Vol. 150 (3). – P. 319–326.
5. Ходоренко А.В., Криничная Н.В., Касьяненко В.А. Термины «доминирование» и «сверхдоминирование». Теория гетерозиса // С.-х. биология. – 2005. – Т. 40 (5). – С.15–23.

6. Болдырева Л. Л., Бритвин В. В. Оценка гетерозиса по основным морфо-биологическим признакам и свойствам у гибридов F1 зернового сорго // Изв. Оренбург. гос. ун-та. – 2017. – № 3 (65). – С. 225–229.
7. Ковтунова Н. А., Володин А. Б., Ковтунов В. В. Гетерозис в селекции сахарного сорго // Зерн. хоз-во России. – 2017. – № 1 (49). – С. 11–17.
8. Куколева С. С., Старчак В. И. Изучение гетерозиса сорговых культур // Научное обеспечение устойчивого развития растениеводства в условиях аридизации климата: материалы междунар. заоч. науч.-практ. конф. 28–30 июня 2017 г. / ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». – Саратов, 2017. – С. 96–101.
9. Старчак В. И. Гетерозис у гибридов F1 зернового сорго по площади флагового и наибольшего листа // Наука и молодежь: фундаментальные и прикладные проблемы в области селекции и генетики сельскохозяйственных культур: материалы междунар. шк. – конф. молодых ученых. – Зерноград, 2017. – С. 120–125.
10. Ковтунов В. В. Наследование основных количественных признаков гибридами первого поколения сорго зернового // Зерн. хоз-во России. – 2015. – № 3. – С. 33–37.
11. Результаты селекции сорго на гетерозис / М. П. Жукова, А. Б. Володин, А. С. Голубь, Н. С. Чухлебова, И. А. Донец // Вестн. АПК Ставрополя. – 2016. – № 4 (24). – С. 163–168.
12. Кибальник О. П. Комбинационная способность ЦМС-линий зернового сорго по элементам урожайности // Кукуруза и сорго. – 2016. – № 3. – С. 23–27.
13. Кибальник О. П. Комбинационная способность ЦМС-линий зернового сорго на основе А1, А2, А3, А4, 9Е и М-35–1А типов цитоплазматической мужской стерильности // Вавилов. журн. генетики и селекции. – 2017. – № 21 (6). – С. 651–656. – DOI: 10.18699/VJ17.282.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М., 2011. – 352 с.
15. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – Вып. 2. – 197 с.

REFERENCES

1. Gosudarstvennyj reestr selectionnyh dostizhennyh dopuschennyh k ispol'zovaniyu (State register of selection achievements approved for use). Vol. 1. Sorta rasteniy, Moscow. 2018, Available at: <http://www.reestr.gossort.com>.
2. Guzhov Yu.L., Fuks A., Valichek P. *Seleksiya i semenovodstvo kul'tiviruemyh rastenii* (Selection and seed production of cultivated plants), Moscow, 1999, 536 p.
3. Tiwari D.K., Gupta R. S., Mishra R. Genotypic and phenotypic correlation in grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench), *Plant Arch.*, 2003, Vol. 3 (2), pp. 283–286.
4. Kenga R., Gupta S. C., Alabi S. O. Genetic and phenotypic association between yield Components in hybrid sorghum. *Sorghum bicolor* (L.) Moench population, *Euphytica*, 2006, Vol. 150 (3), pp. 319–326.
5. Hodorenko A. V., Krinichnaya N. V., Kas'yanenko V. A. *Sel'skohozyaistvennaya biologiya*, 2005, Vol. 40 (5), pp. 15–23. (In Russ.)
6. Boldyreva L. L., Britvin V. V. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2017, No 3 (65), pp. 225–229. (In Russ.)
7. Kovtunova N. A., Volodin A. B., Kovtunov V. V. *Zernovoe hozyaistvo Rossii*, 2017, No 1 (49), pp. 11–17. (In Russ.)
8. Kukoleva S. S., Starchak V. I. Nauchnoe obespechenie ustoichivogo rasvitiya rastenievodstva v usloviyah aridizatsii klimata (Scientific support of sustainable development of crop production in the conditions of climate aridization), Proceedings correspondence of the Scientific and Practical Conference, Saratov, 2017, pp. 96–101. (In Russ.)
9. Starchak V. I. Nauka i molodezh: fundamental'nye i prikladnye problem v oblasti seleksii i genetiki sel'skohozyaistvennyh kul'tur (Science and youth: fundamental and applied problems in the field of selection and genetics of agricultural crops), Proceedings of the International School-Conference Youth Scientists, Zernograd, 2017, pp. 120–125. (In Russ.)

10. Kovtunov V.V. *Zernovoe hozyaistvo Rossii*, 2015, No 3, pp.33–37 (In Russ.).
11. Zhukova M.P., Volodin A.B., Golub» A.S., Chuhlebova N.S., Donets I.A., *Vestnik APK Stavropol'ya*, 2016, No 4 (24), pp.163–168 (In Russ.)
12. Kibalnik O.P., *Kukuruza i sorgo*, 2016, No 3, pp.23–27. (In Russ.)
13. Kibal'nik O.P., *Vavilovskii zhurnal genetiki I seleksii*, 2017, No 21 (6), pp. 651–656 DOI 10.18699/VJ17.282. (In Russ.)
14. Dosphehov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov isslidovani)* (Methods of field experience with the basics of statistical processing of research results). Moscow, 2011, 352 p.
15. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyaistvennykh kul'tur* (Methods of state variety testing of agricultural crops), Moscow, 1989, Issue 2, 197 p. (In Russ.)

ОЦЕНКА СОРТОВ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ СЕЛЕКЦИИ ПО ВЫХОДУ ВОЛОКНА ИЗ ЛЬНОТРЕСТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Т. А. Кудряшова, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник

Т. А. Виноградова, старший научный сотрудник

Н. Н. Козьякова, научный сотрудник

Федеральный научный центр лубяных культур,
Торжок, Россия

E-mail: vniil.sekretar@mail.ru

Ключевые слова: сорт, лен-долгунец, льнотреста, выход волокна, производство, переработка, потенциал, технологическая ценность

Реферат. Изложены результаты исследований по выявлению конкурентоспособных сортов льна-долгунца отечественной селекции по выходу волокна при переработке льнотресты в производственных условиях на льноперерабатывающих предприятиях в сравнении с сортами зарубежной селекции, возделываемыми на территории Российской Федерации. Проведен сравнительный анализ технологической ценности льнотресты сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции по признаку «общий выход волокна» при разделении льнотресты на две группы по качеству: низкокачественная (номера 0,50–0,75) и высококачественная (номер 1,00 и более). При таком разделении явного преимущества сравниваемого набора двух групп сортов не отмечено. Более детальный дифференцированный анализ (по всей оценочной шкале качества льнотресты) с проведением рейтинговой оценки сортов показал, что отечественные сорта характеризуются более высоким выходом волокна (средний индекс 14,7), чем зарубежные (средний индекс 16,7). Оценена степень реализации потенциальных возможностей, заложенных в сортах как отечественной, так и зарубежной селекции по выходу волокна при переработке льнотресты в производственных условиях. Выявлены лучшие и худшие сорта по раскрытию потенциала по выходу волокна из низкокачественной и высококачественной льнотресты. К лучшим сортам отнесены (низкокачественная льнотреста) Универсал, Александрит, Алексим, Томский 18, Томский 17, Ленок, Смолич отечественной селекции (потенциал проявляется на 76,9–88,7%). На 87,3–98,0% реализуется потенциал по выходу волокна из льнотресты более высокого качества у сортов Томский 18, Томский 17, Александрит, Тост, Универсал, Дипломат отечественной селекции и сорта зарубежной селекции Пралеска. Установлено, что наиболее эффективно используется потенциал по выработке волокна из льнотресты в производственных условиях, заложенный в сортах льна-долгунца отечественной селекции.

ASSESSMENT OF LINEN FLAX VARIETIES OF NATIONAL AND FOREIGN SELECTION ACCORDING TO THE OUTPUT OF FIBRE FROM FLAX TRUST IN INDUSTRIAL CONDITIONS

Kudriashova T.A., Candidate of Technical Sc., Leading Research Fellow

Vinogradova T.A., Senior Research Fellow

Koziakova N.N., Research Fellow

Federal Research Centre of Fibre Crop, Torzhok, Russia

Key words: variety, linen flax, flax trust, fibre output, production, processing, capacities, technological value.

Abstract. The research explores the linen flax varieties of domestic selection. These varieties are seen to be promising from the standpoint of fibre output obtained when processing flax trust in industrial conditions at the flax processing enterprises. The linen flax varieties were compared with the varieties of the foreign selection cultivated Russia. The authors compared technological value of flax trust of domestic and foreign selection on the basis of "total fiber yield" when dividing flax trust into two groups of quality: low-quality (number 0,50-0,75) and high-quality (number 1,00 and more). There was no evident advantage observed. The detailed analysis (complete assessment scale of flax trust quality) and assessment of varieties indicate that domestic varieties are characterized by higher fiber output (average index is 14.7) than foreign varieties (average index is 16.7). The paper estimates the capacities potential of domestic and foreign selections for fiber output when processing flax trust in industrial conditions. The authors outline the highest and lowest parameters of fibre output produced from the flax trust of low quality and high quality have been identified. The most promising varieties are seen as follows: Universal, Alexandrite, Alexim, Tomskiy 18, Tomskiy 17, Lenok, Smolich of domestic selection (the capacities potential is 76,9 - 88,7%). The authors observed 87.3% -98.0% capacities potential for fiber output from flax trust of higher quality in the following varieties: Tomskiy 18, Tomskiy 17, Alexandrite, Tost, Universal, Diplomat of domestic selection and Pralesk of foreign selection. The authors found out that flax-fibre of domestic selection is the most efficient for flax trust output in the industrial conditions.

В льноводстве, как и других отраслях сельского хозяйства России, решение проблемы по импортозамещению в последнее время становится приоритетным направлением на пути обеспечения собственной сырьевой базой. В льносеющих регионах нашей страны возделываются сорта льна-долгунца как отечественной, так и зарубежной селекции [1, 2]. При производстве льна-долгунца в связи с ориентацией на импортозамещение первоочередная задача, стоящая перед льноводами, заключается в достижении необходимого объема семян сортов отечественного происхождения, характеризующихся высоким проявлением хозяйственно-ценных признаков в производственных условиях.

Известно, что технологическая ценность волокнистого сырья сортов льна-долгунца определяется комплексом хозяйственно-ценных признаков, проявляющихся в процессе переработки на волокно на льноперерабатывающих предприятиях [3–5]. По традиционной технологии механическая переработка льнотресты производится с целью получения возможно большего количества длинного волокна как основного продукта производства и короткого прядомого волокна из отходов трепания. При переработке стремятся к получению волокна лучшего

качества, как длинного, так и короткого, при сохранении максимального общего выхода волокна. Общий выход волокна – один из основных признаков, определяющих технологическую ценность льнотресты при переработке. Потенциальная возможность различных сортов льна-долгунца в отношении этого признака устанавливается при проведении государственного сортоиспытания [1, 4, 6]. Однако в дальнейшем, при возделывании и переработке стеблевого материала льна-долгунца, потенциал сортов по выходу волокна реализуется в разной степени и далеко не полностью. С этой точки зрения представляет определенный интерес сравнительный анализ сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции по выходу волокна, полученному из льнотресты в производственных условиях, а также по степени реализации заложенного в сортах потенциала в отношении указанного признака. Объективная, достоверная и своевременная информация о поведении определенного сорта при переработке льнотресты на волокно на производственном оборудовании льноперерабатывающих предприятий способна предотвратить дезориентацию производителя при выборе конкурентоспособного

для возделывания того или иного сорта льна-долгунца по выходу волокна [7, 8].

Цель исследований – сравнительная оценка сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции по выходу волокна из льнотресты в производственных условиях и выявление сортов льна-долгунца отечественной селекции, не уступающих по реализации их потенциальных возможностей при получении волокна на производственном оборудовании льноперерабатывающих предприятий из льнотресты различного качества сортам зарубежной селекции.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования являлось волокно, полученное из льнотресты различного качества сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции в условиях производства.

Исследования проводили начиная с 2001 г. в соответствии с методической программой [6, 9, 10]. Программа предусматривала учет результатов госсортоиспытания, контрольных разработок льнотресты изучаемых сортов на технологическом оборудовании льноперерабатывающих предприятий по общему выходу волокна и некоторым другим признакам. Для проведения контрольных разработок в период уборки урожая отбирали определенное количество партий льнотресты каждого из сортов таким образом, чтобы были представлены группы низкокачественного (номера 0,50–0,75) и высококачественного льносырья (номер 1,00 и более).

Определение качественных характеристик льнотресты с учетом требований по влажности и засоренности осуществляли по действующим ГОСТ 24383–89 Треста льняная. Требования при заготовках и ГОСТ 2975–73 Треста льняная.

Переработку льнотресты вели при регламентированных оптимальных режимах в соответствии с «Правилами технической эксплуатации льнозаводов» отдельно по номерам и сортам на технологическом оборудовании

льноперерабатывающих предприятий в Тверской, Смоленской, Псковской, Костромской областях. Учет выхода трепаного и короткого волокна вели отдельно по каждой партии льнотресты. Определяли также ее влажность перед входом и после выхода из сушилки, а также влажность произведенного трепаного и короткого волокна.

Обработку результатов осуществляли с применением методов математической статистики [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Так как сорта льна-долгунца как отечественной, так и зарубежной селекции различаются по продуктивности, качеству волокна, срокам созревания, устойчивости к болезням и полеганию [1, 5], а также другим признакам и свойствам, возникает потребность в дифференцированной информации о потенциальных возможностях каждого отдельного сорта с точки зрения получения определенного количества волокна в зависимости от качества исходного сырья. В современных условиях это необходимо сельхозпроизводителю при выборе для возделывания и последующего распространения наиболее перспективных сортов льна-долгунца. Общий выход волокна при проведении контрольных разработок за годы исследования был определен из льнотресты различного качества 19 сортов отечественного (А-29, Дипломат, Томский 16, Цезарь, Альфа, Смолич, Универсал, Импульс, Гост, Зарянка, Алексим, Томский 17, Александрит, Сурский, Томский 18, Тверской, Ленок, Лидер, А-93) и 11 зарубежного происхождения (Пралеска, Сюзанна, Лира, Могилевский 2, Агата, Дашковский, Василек, Электра, Вералин, Эскалина, София). Следует заметить, что на территории России есть еще один зарубежный сорт – Мерелин. Но по этому сорту в Западной Европе первичное семеноводство не ведется уже более 10 лет. Поэтому, а также в соответствии с правилами математической статистики, как сильно отклоняющиеся варианты данного ряда, результаты по выходу

волокна этого сорта в данном исследовании не учитывались. Всего были проведены разработки более 500 партий льнотресты.

На рис. 1 представлены сорта, расположенные в порядке возрастания выхода

волокна из льнотресты низкого качества сортов отечественной селекции; на рис. 2 – из высококачественной льнотресты тех же сортов (по материалам контрольных разработок).

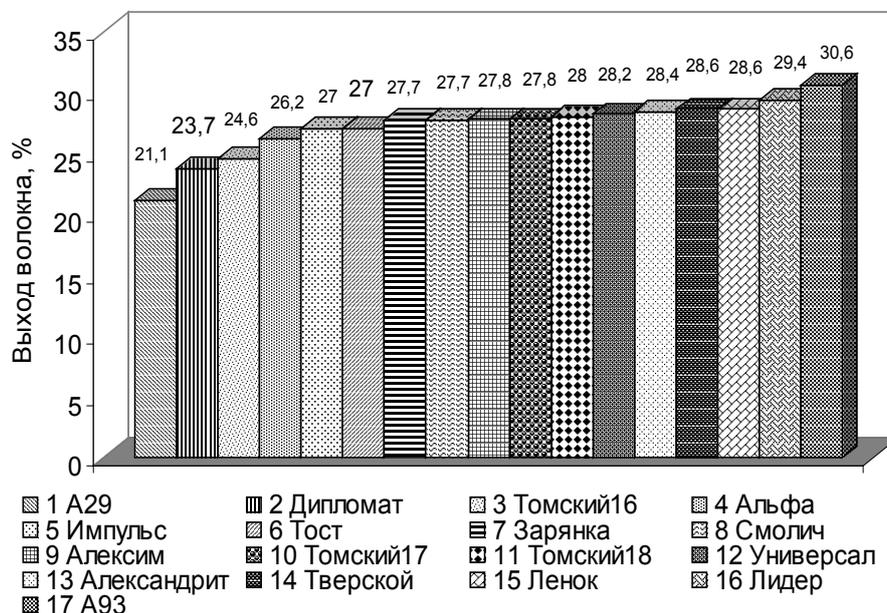


Рис. 1 Выход волокна из низкокачественной льнотресты сортов отечественной селекции
Fibre output of low-quality flax trash of domestic selection

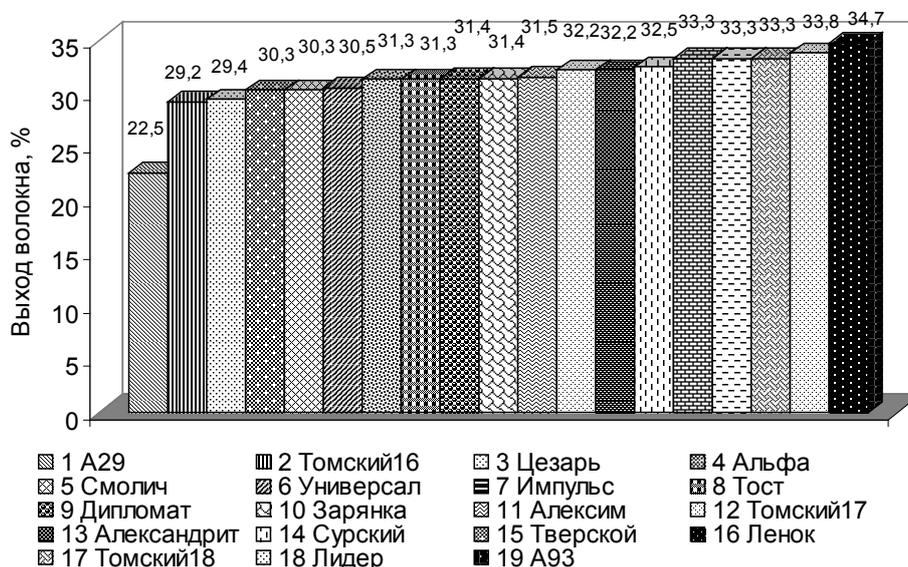


Рис. 2. Выход волокна из высококачественной льнотресты сортов отечественной селекции
Fibre output of high-quality flax trash of domestic selection

Диаграмма, приведенная на рис. 3, характеризует выход волокна из низкокачественной льнотресты сортов зарубежной селекции, расположенных в порядке возрастания, на рис. 4 – выход волокна из льнотресты, оцененной номером 1,00 и более.

Как следует из рисунков, сорт А-29 отечественной селекции и сорта Пралеска и Сюзанна зарубежной селекции имеют минимальный выход волокна из низкокачественной льнотресты: 21,1; 24,4; 24,4% соответственно. Из высококачественной льно-

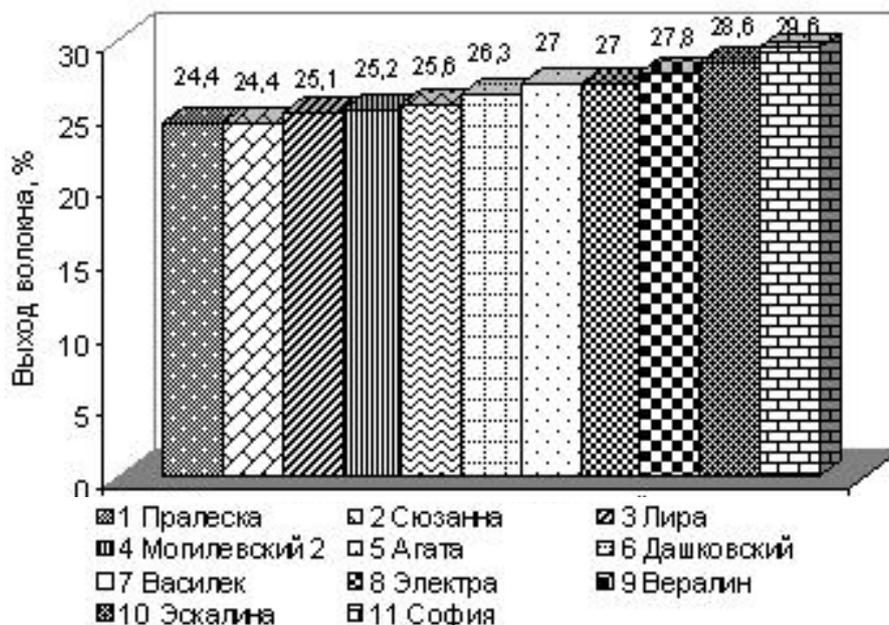


Рис. 3. Выход волокна из низкокачественной льнотресты сортов зарубежной селекции
Fibre output of low-quality flax trust of foreign selection

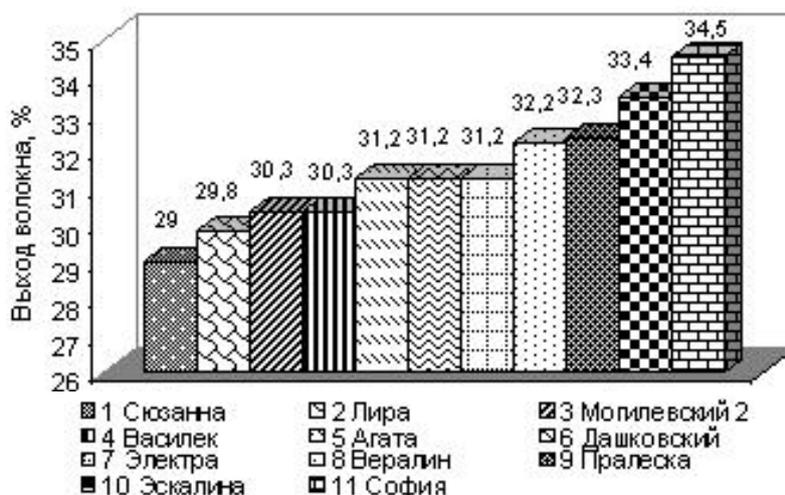


Рис. 4. Выход волокна из высококачественной льнотресты сортов зарубежной селекции
Fibre output of high-quality flax trust of foreign selection

тресты сортов отечественной селекции минимальный выход волокна был получен также у сорта А-29 (28,4%), зарубежной – у сорта Сюзанна (29,0%). У отечественного сорта А-93 зафиксирован максимальный выход волокна: из льнотресты номеров 0,50–0,75 он составил – 30,6%, из льнотресты более высокого качества – 34,7%. Из сортов зарубежной селекции максимальный выход волокна отмечен у сорта София: 29,6 (низкокачественная льнотреста), 34,5% (высококачественная льнотреста).

Размах варьирования значений выхода волокна у отечественных сортов состав-

ляет: из низкокачественной льнотресты – 24,3–30,6%; из льнотресты, имеющей номер 1,00 и более, – 28,4–34,7%; у зарубежных из аналогичного качества льнотресты – 24,4–29,6 и 29,0–34,5% соответственно. Произведенная сравнительная характеристика выхода волокна из льнотресты различного качества при градации оценочной шкалы на две группы (низкокачественная и высококачественная льнотреста) показала, что технологическая ценность сортов зарубежной и отечественной селекции по признаку «общий выход волокна» отличается несущественно. Однако при проведении более глу-

бокой дифференцированной оценки по выходу волокна из льнотресты в производственных условиях по всему диапазону ее качества (номера 0,50; 0,75; 1,00; 1,25; 1,50; 1,75; 2,00; 2,50) были обнаружены уже значимые различия [8] между сортами отечественной и зарубежной селекции. В ходе исследования

с определением индекса рейтинговой оценки всех 30 сортов установлено (табл. 1), что более высокий выход волокна в производственных условиях может быть получен из льнотресты отечественных сортов (средний индекс 14,7), чем из зарубежных (средний индекс 16,7).

Таблица 1

Рейтинговая оценка сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции по среднему общему выходу волокна из льнотресты по всему диапазону ее качества
Assessment of all quality parameters of domestic and foreign selection flax varieties according to the average total fiber output from the flax crust

Сорта отечественной селекции	Рейтинг	Сорта зарубежной селекции	Рейтинг
Алексим	28	Эскалина	16
Ленок	21	Дашковский	24
Зарянка	22	Могилевский 2	26
Тверской	3	Ли́ра	20
Альфа	1	Электра	10
Томский 16	29	Вералин	2
Томский 17	14	Сюзанна	30
Томский 18	5	София	9
Тост	15	Василек	23
Лидер	12	Агага	18
Импульс	13	Пралеска	6
Смолич	19		
А-29	27		
А-93	4		
Дипломат	8		
Сурский	17		
Александрит	7		
Универсал	11		
Цезарь	24		
Средний индекс	14,7		16,7

Другим не менее важным аспектом при определении технологической ценности льнотресты сортов отечественной и зарубежной селекции в отношении общего выхода волокна при переработке является степень реализации биологического потенциала, заложенного в определенном сорте.

В табл. 2 приведены сравнительные данные по выходу волокна по результатам государственного сортоиспытания и контрольных разработок для льнотресты различного качества.

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что выход волокна из льнотресты как низкого, так и высокого качества по результатам раз-

работок меньше выхода волокна, полученного в ходе государственного сортоиспытания. Причем для разных сортов льна-долгунца величина снижения показателя значительно различается, т.е. потенциальные возможности сорта проявляются при переработке в производственных условиях неодинаково и зависят от особенностей сорта, качества льнотресты; технологии организации и режимов производства и переработки льнотресты. Так как производство и переработка льнотресты велись при оптимальных режимах по принятым традиционным технологиям, то эти факторы остаются на постоянном уровне и в данном случае не учитывались.

Таблица 2

Сравнительная характеристика сортов по выходу волокна из льнотресты по данным госсортоиспытания и результатам контрольных разработок, %

Comparative characteristics of flax trust fiber varieties according to state testing data and practice results, %

Сорт	Низкокачественная льнотреста (номера 0,50–0,75)		Высококачественная льнотреста (номер 1,00 и более)	
	Госсортоиспытание	Контрольные разработки	Госсортоиспытание	Контрольные разработки
А-29	29,8	21,1	32,6	22,5
Дипломат	33,8	23,7	34,8	31,4
Пралеска	33,0	24,4	34,0	32,3
Томский 16	34,5	24,6	35,5	29,2
Могилевский 2	36,2	25,2	37,2	30,3
Дашковский	36,4	26,3	37,5	31,2
Импульс	36,0	27,0	36,1	31,3
Тост	33,2	27,0	34,2	31,3
Василек	34,5	27,0	35,5	30,3
Зарянка	33,8	27,7	34,8	31,4
Смолич	33,8	27,7	34,8	30,3
Алексим	29,7	27,8	33,5	31,5
Томский 17	33,2	27,8	34,2	32,2
Томский 18	33,0	28,0	34,0	33,3
Универсал	32,2	28,2	33,2	30,5
Александрит	32,7	28,4	33,7	32,2
Тверской	37,5	28,6	38,5	33,3
Ленок	35,7	28,6	36,7	33,3
А-93	37,9	30,6	39,8	34,7
Цезарь			37,7	29,4
Агата			31,7	31,2
Сурский			39,5	32,5
Среднее значение, %	34,0	26,8	35,4	31,2
Различия между средними, %		7,2		4,2
Ошибка разности средних (S_d)		0,71		0,68
Коэфф. Стьюдента	t_{ϕ}	5,9		6,2
	$t_{табл}$	2,1		2,09
Заключение о существенности различий		Существенно		Существенно
Средняя степень реализации потенциала, %		78,8		88,1

Судя по данным табл. 2, размах потенциальных возможностей сортов по выходу волокна составлял 8,2% из льнотресты номеров 0,50–0,75 (максимальный выход у сорта А-93–37,9%, минимальный у сорта Алексим – 29,7%), а при переработке этот размах становится большим – его значение составляет уже 9,5% (максимальный выход у сорта А-93–30,6%, минимальный у сорта А-29–21,1%). Аналогичная картина наблюдается и для льнотресты более высокого качества: при госсортоиспытании различия по выходу волокна в зависимости от сорта находятся в диапазоне 32,6–39,8% (разница

7,2%), (максимальный выход у сорта А-93, минимальный у сорта А-29), а при получении волокна на технологическом оборудовании льноперерабатывающих предприятий разница между сортами увеличивается до 12,2% (34,7% сорт А-93 и 22,5% сорт А-29). Различия по выходу волокна из льнотресты различного качества по результатам контрольных разработок и данным государственного сортоиспытания в среднем составляют 5,9% (низкокачественная льнотреста) и 4,2% (высококачественная льнотреста). Отсюда систематический недобор выхода волокна из льнотресты того же качества в производственных

условиях находится в диапазоне 21,2–11,9%. Существенность этих различий подтверждается коэффициентом Стьюдента.

Анализируя данные, приведенные в табл. 2, можно выявить сорта в зависимости от качества льнотресты с максимальной и минимальной реализацией потенциала по признаку «общий выход волокна» при получении волокна в производственных условиях. В табл. 3 показана степень реализации потенциала различных сортов по выходу волокна по отношению

к результатам, полученным при госсортоспытании, которые приняты за 100 %.

Набор сортов с минимальным и максимальным общим выходом волокна, полученным при переработке различен для низкокачественной и высококачественной льнотресты. Совпадение наблюдается у 4 из 7 лучших сортов и 4 худших по раскрытию потенциала по выходу волокна.

Набор сортов с минимальным и максимальным общим выходом волокна, по-

Таблица 3

Реализация потенциальных возможностей сортов льна-долгунца по признаку «общий выход волокна» в производственных условиях

Capacities of linen flax according to the parameter “total fibre output” in industrial conditions

Качество льнотресты			
0,50–0,75		1,00 и более	
Лучшие сорта	Худшие сорта	Лучшие сорта	Худшие сорта
Универсал	Томский 16	Томский 17	А-29
Александрит	А-29	Томский 18	Зарянка
Алексим	Пралеска	Александрит	Алексим
Томский 18	Могилевский 2	Пралеска	Томский 16
Томский 17	Василек	Тост	Цезарь
Ленок	Дипломат	Универсал	Могилевский 2
Смолич	Зарянка	Дипломат	Сурский
Размах отклонений, %			
87,6–76,9	65,2–70,9	98,0–91,9	69,0–82,3

лученным при переработке, различен для низкокачественной и высококачественной льнотресты. Совпадение наблюдается у 4 из 7 лучших сортов и 4 худших по раскрытию потенциала по выходу волокна. При этом у льнотресты более высокого качества степень реализации потенциальных возможностей сорта лучших сортов по выходу волокна выше (98,0–91,9%), чем из льнотресты номеров 0,50–0,75 (87,6–76,9%). Аналогичные данные получены и для худших сортов: 82,3–69% для льнотресты номеров 1,00 и более, 70,9–65,2% – для низкокачественной льнотресты. Следует заметить, что лучшие сорта по выходу волокна из льнотресты различного качества представлены в основном отечественной селекцией.

ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования подтвердили реальную возможность импортозамещения зарубежных сортов льна-долгунца сортами отечественной селекции без снижения объемов произведенного волокна.

2. Степень реализации потенциальных возможностей сортов льна-долгунца отечественной селекции (средний индекс рейтинга – 14,7) по выходу волокна в производственных условиях из льнотресты различного качества выше, чем у сортов зарубежной селекции (средний индекс рейтинга 16,7). При рациональной организации переработки льносырья этих сортов с ориентацией на максимальное получение волокна приведет к дальнейшему их распространению в льносеющих регионах Российской Федерации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Павлова Л.Н., Рожмина Т.А. Селекционная работа во ВНИИЛ: результаты и направления // Льноводство: современное состояние и перспективы развития технологии в льноводстве: материалы межрегион. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Томск, 2017. – С. 64–69.
2. Хамутовский П.Р., Хамутовская Е.М., Балащенко Д.Б. Результаты и состояние селекционной работы на РУП «Могилевская ОСХОС НАН Беларуси» // Там же. – С. 29–34.
3. Большакова С.Р. Нормированные показатели выхода и качества волокна из тресты льна-долгунца // Научные разработки. Лен: сорта, технологии, стандарты. – Тверь, 2015. – С.17–19.
4. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А. Технологическая ценность современных сортов льна-долгунца томской школы селекции // Льноводство: современное состояние и перспективы развития: материалы межрегион. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Томск, 2017. – С.70–73.
5. Мухин В.В. Проведение научных исследований по определению коэффициентов зачёта новых сортов льна-долгунца отечественной и зарубежной селекции // Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Тверь: Альфа-Пресс, 2003. – С. 143–145.
6. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А. Разработка нормативов перевода льнотресты в волокно для новых селекционных сортов льна-долгунца // Проблемы повышения технологического качества льна-долгунца: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Торжок, 2005. – С. 258–261.
7. Разработка нормативов перевода в волокно льнотресты современных сортов льна-долгунца и анализ эффективности их применения / С.Р. Большакова, Т.А. Кудряшова, Т.А. Виноградова, Н.Н. Козьякова // Аграр. вестн. Верхневолжья. – 2018. – № 3 (24). – С. 31–37.
8. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А. Нормативы перевода в волокно льнотресты новых сортов льна-долгунца и эффективность их применения // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 8. – С. 12–14.
9. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А. Определение нормативов перевода льнотресты новых сортов льна-долгунца в волокно // Основные результаты и направления развития научных исследований по льну-долгунцу: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Торжок, 2010. – С. 285–290.
10. Кудряшова Т.А., Виноградова Т.А. Коэффициенты зачета (нормативы перевода) в волокно льнотресты перспективных сортов льна-долгунца и льна масличного // Научные разработки селекцентра – льноводству: Результаты научных исследований по льну-долгунцу и льну масличному научно-исследовательских учреждений селекцентра за 2000–2012 годы. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2013. – С. 25–29.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 291 с.

REFERENCES

1. Pavlova L.N., Rozhmina T.A. *Lnovodstvo: sovremennoe sostoyanie I perspektivy razvitiya tekhnologii v lnovodstve: Materially mezhregionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*, (Flax growing current state and prospects for the development of technology in flax) Proceedings of the Interregional Scientific and Practical Conference with international participation, Tomsk, 2017, pp. 64–69. (In Russ.)
2. Hamutovsky P.R., Hamutovskaya E.M., Balashenko D.B. *Lnovodstvo: sovremennoe sostoyanie I perspektivy razvitiya: Materially mezhregionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. (Flax growing current state and development prospects) Proceedings of the Interregional Scientific and Practical Conference with international participation, Tomsk, 2017, pp.29–34. (In Russ.)
3. Bolshakova S.R. *Nauchnye rasrabotki. Len: sorta, tekhnologii, standarty*, (Scientific development. Flax: varieties, technology, standarts), Tver, 2015, pp. 17–19. (In Russ.)
4. Kudryashova T.A., Vinogradova T.A. *Lnovodstvo: sovremennoe sostoyanie I perspektivy razvitiya: Materially mezhregionalnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. (Flax growing current state and prospects for the development of technology in flax) Proceedings of the Interregional Scientific and Practical Conference with international participation, Tomsk, 2017, pp. 70–73. (In Russ.)

5. Mukhin V.V. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Proceeding of the International Scientific and Practical Conference, Tver: Alfa-Press, 2003, pp.143–145. (In Russ.)
6. Kudryashova T.A., Vinogradova T.A. *Problemy povysheniya tekhnologicheskogo kachestva lna-dolguntsa: aterially mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. (Problems of improving the technological quality of flax – fiber) Proceeding of the International Scientific and Practical Conference, Torzhok, 2005, pp.258–261. (In Russ.)
7. Bolshakova S. R., Kudryashova T. A., Vinogradova T. A., Kozyakova N. N. *Agrarnyy vestnik Verkhnevolzhya*, 2018, No. 3 (24). pp. 31–37. (In Russ.)
8. Kudryashova T.A., Vinogradova T.A. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2015, No. 8. pp. 12–14. (In Russ.)
9. Kudryashova T.A., Vinogradova T.A. *Osnovnye rezultaty I napravleniya razvitiya nauchnykh issledovaniy po lnu-dolguntsu: Materially mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. (The man results and directions of development of research on flax-flax) Proceeding of the International Scientific and Practical Conference, Torzhok, 2010, pp.285–290. (In Russ.)
10. Kudryashova T.A., Vinogradova T.A., *nauchnye razrabotki selektsentra –lnovodstvu. Rezultaty nauchnykh issledovaniy po lnu-dolguntsu I lnu maslichnomu nauchno –issledovatel'skikh uchrezhdeniy selektsentra za 2000–2012 gody*. (Scientific development – breeding center –flax) The results of scientific research on flax – dolgun and flax oilseed research institutions of the breeding center for 2010–2012, Tver: Tver. gos. Un-t, 2013, pp.25–29. (In Russ.)
11. Lakin G.F. *Biometriya* (Biometrics), Moscow: Vysshaya shkola, 1980, 291p.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗИМОСТОЙКОСТИ У РАСТЕНИЙ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

М.Е. Мухордова, кандидат сельскохозяйственных наук

Омский аграрный научный центр, Омск, Россия
E-mail: mmeomsk@yandex.ru

Ключевые слова: диаллельные гибриды, изменчивость, наследуемость, комбинационная способность, зимостойкость, мягкая озимая пшеница

Реферат. Зимостойкость – это признак, контролируемый суммарным действием большого числа генов. В диаллельных скрещиваниях исследователь имеет полный набор всех комбинаций генов, которыми обладают родительские сорта. Этот анализ предоставляет информацию об аддитивности и доминировании в популяции скрещивания. Он позволяет количественно оценить вклад основных видов генных взаимодействий в экспрессию признака, разложив генотипическую вариацию на общую и специфическую комбинационную способности. Целью данной работы является изучение изменчивости зимостойкости мягкой озимой пшеницы и определение системы генетической детерминации этого показателя. Эксперимент был заложен в полевых условиях на базе ФГБНУ «СибНИИСХ» г. Омска в 2013–2014 гг. Высевались сорта и гибриды F_1 в трехкратной повторности. Площадь питания растений была 10 x 20 (см²). Предшественником являлся кулисный пар. Изучено 6 образцов мягкой озимой пшеницы и 30 диаллельных гибридов F_1 . Между генотипами по признаку «зимостойкость» обнаружены достоверные различия ($P \leq 0,05$). Изменчивость изучаемого показателя определяется метеоусловиями (95,07%) на основании двухфакторного дисперсионного анализа. При помощи графиков Хеймана изучена генетика зимостойкости озимой пшеницы (зависимость Wr от Vr – коварианса и варианса) и генетические параметры. Эффект ОКС был высокозначимым ($P < 0,05$), следовательно, аддитивные гены сыграли важную роль в наследовании признака. Эффект СКС также значителен и достоверен. Положительное значение корреляции (r (2013) = 0,81 и r (2014) = 0,19) между средними родительскими значениями (P) и ($Wr + Vr$) указывает на то, что доминирование ненаправленное, и зимостойкость могут увеличивать рецессивные гены. Параметр средней степени доминирования был выше единицы, что подтверждает большой вклад неаддитивных генов в наследование зимостойкости. Отбор уникальных генотипов с усиленной зимостойкостью растений предпочтителен в более старших поколениях гибридов ($F_4 - F_6$). Донором в стрессовых условиях перезимовки может быть сорт Жемчужина Поволжья (эффект ОКС=13,33), в благоприятных – линия Фантазия (ОКС=12,69).

VARIABILITY AND GENETIC CONTROL OF WINTER WHEAT RESISTANCE TO WINTER

Mukhordova M.E., Candidate of Agriculture

Omsk Research Centre, Omsk, Russia

Key words: diallel hybrids, variability, heritability, combination capacity, winterhardiness, soft winter wheat.

Abstract. Winterhardiness is regarded as a parameter controlled by the activities performed by a large number of genes. In diallel crossbreeding, a researcher has complete combinations of genes

that parental varieties possess. The paper analyses additivity and dominance of the crossbreeding population. It allows to assess the contribution made by the main types of gene interactions to parameter expression by decomposing the genotypic variant into a general and specific combination ability. The research aims at exploring the variability of winterhardiness of soft winter wheat and determining the system of genetic determination of this indicator. The experiment was conducted in the experimental field of Siberian Research Institute of Agriculture in Omsk in 2013-2014. The varieties and hybrids of F1 had triple sowing. The area of plant nutrition was 10 x 20 (cm²). The coulisse fallow was forecrop. The authors explored six samples of soft winter wheat and 30 F1 diallel hybrids. They observed reliable differences among genotypes according to "winterhardiness" parameter ($P \leq 0.05$). Variability of this parameter is specified by meteorological conditions (95.07%) and determined by means of two-factor dispersion analysis. The authors used Heiman's figures in order to evaluate and explore the genetic features of winter wheat winterhardiness (relationship between W_r and V_r - covariance and variant) and genetic parameters. The OCS effect was high ($P < 0.05$), therefore, additive genes played an important role in the features heritability. The effect of SCS was high and reliable as well. Positive correlation values (r (2013) = 0.81 and r (2014) = 0.19) among the average parental values (P) and ($W_r + V_r$) indicate that their dominance is indirect and recessive genes may increase winterhardiness. The average dominance parameter was higher than 1. This proves the great contribution of nonadditive genes to possessing winterhardiness. Selection of unique genotypes with strong winterhardiness is supposed to occur in older generations of hybrids (F4 - F6). The Zhemchuzhina Povolzhya variety can become a donor in stressful conditions of overwintering (OCS effect is 13.33), in favorable conditions – Fantasia variety (OCS=12.69).

Озимая пшеница – важнейший хлебный злак земного шара. Она притязательна к факторам окружающей среды, и суровый сибирский климат сдерживает распространение этой культуры. При резком отклонении погодных условий от оптимальных в отдельные годы наблюдается гибель ее посевов на значительной площади. Для получения высоких и устойчивых урожаев озимой пшеницы необходимо соблюдать комплекс требований [1].

Сложные периоды зимовки повышают зависимость урожая данной культуры от зональных особенностей климата. При селекции нового высокоурожайного сорта ставится цель – сочетание продуктивности с общебиологической устойчивостью, определяющей адаптацию к местным природным условиям. Поэтому важно знать те природные факторы, которые лимитируют высокий урожай сорта в условиях конкретного региона. Применение сортов, не соответствующих данным требованиям, приводит к гибели посевов озимой пшеницы [2].

Учеными Среднего Поволжья было обнаружено, что уровень перезимовки озимой мягкой пшеницы определяется географиче-

ским происхождением образцов. Существует зависимость между коэффициентом кущения, глубиной залегания узла кущения, урожайностью и зимостойкостью. Зафиксирована высокая изменчивость признака «зимостойкость» [3].

Свидетельством существенных генетических предпосылок успешной селекции является высокая степень наследования признака морозостойкости у созданных гибридов. Ученые в Иране выяснили, что зимостойкость пшеницы контролируется аддитивными, доминантными генами, а также их эпистатическим действием. Общее количество генов, связанных с этим признаком, – от 1 до 6. Показано, что передача признака зимостойкости от зимостойкого к чувствительному сорту в селекционных программах возможна. Обнаружена также высокая степень наследования признака морозостойкости у созданных гибридов, что свидетельствует о существенных генетических предпосылках для успешной селекции [4].

В.С. Кочмарский с соавторами в условиях лесостепи Украины, создавая зимостойкие формы, применяли гибридизацию, внутри-

сортовой отбор отбор озимых форм из яровой пшеницы, высеянной под зиму. Отбор зимостойких трансгрессивных морфотипов среди популяций F_2 и родительских сортов происходит при наличии стресс-факторов периода перезимовки [5].

Разработанная методология оценки популяций по характеру наследования зимостойкости в F_2 позволила выработать способы идентификации их перспективности на возможность выщепления трансгрессий в последующие годы, причем на начальных этапах формообразовательного процесса [6].

В условиях Среднего Поволжья разработаны и реализованы модели сорта (полунинтенсивного и интенсивного типа) с целью качественного использования климатических ресурсов и защиты от негативного воздействия абиотических и биотических стрессоров [7].

В настоящей работе впервые проведено изучение нового гибридного материала озимой пшеницы, созданного по полной диаллельной схеме (6 x 6). С использованием комплекса методов статистического анализа выделены генетические доноры зимостойкости для условий южной лесостепи Западной Сибири.

Цель исследований – изучить изменчивость зимостойкости мягкой озимой пшеницы и выявить систему генетического контроля в детерминации этого показателя.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эксперимент был заложен в полевых условиях 2013–2014 гг. Высеивались сорта и гибриды F_1 в трехкратной повторности. Площадь питания растений составляла 10 x 20 (см²). Предшественником являлся кулисный пар. Изучено 6 образцов – Жемчужина Поволжья (Саратов), Юбилейная 180 (Омск), Фантазия х (Донская остистая х Мутант 114) (далее – Фантазия) (Омск), Сплав (Владимир), Минская (Беларусь), Заларинка (Иркутск), отличающихся по ряду хозяйственно-ценных признаков и географически удаленных друг от друга, а также 30 диаллельных гибридов F_1 .

Экспериментальный материал обработан по методике Б.А. Доспехова [8] с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 2007 методом дисперсионного анализа. Для данного количественного признака в таблице представлены средние значения (X_{cp}). Оценка значимости разности между средними приведена по наименьшей существенной разности (HCP_{05}). Генетический анализ проведен по Акселю и Джонсу в модификации Р.А. Цильке, Л.П. Присяжной [9].

При помощи графиков Хеймана [10] с использованием программного продукта «ДИАС» СибФТИ (Новосибирск) изучена генетика зимостойкости озимой пшеницы. Vg и Wg – вариация и ковариация. Генетические параметры: $P3$ – коэффициент корреляции между ($Wg + Vg$) и средними значениями признака у родителей (направленность доминирования); $P6$ – средняя степень доминирования в локусе; $P9$ – соотношение положительных и отрицательных аллелей; $P13$ – соотношение доминантных и рецессивных генов в системе скрещивания. $V_D, W_D; V_R, W_R$ – точки координат полностью доминантного и рецессивного родителей.

Коэффициент линейной регрессии (by) отражает связь между вариацией и ковариацией. Этими параметрами мы и воспользовались в своих исследованиях, чтобы отразить реальную ситуацию по проявлению количественного признака «зимостойкость». Комбинационная способность рассчитана по В. Гриффингу [11] модель I, метод I (включены родители, прямые и обратные гибриды) с использованием пакета программ AGROS версия 2.13.

Метеорологические условия в годы исследования были различными. В 2012 г. посев был проведен 21 августа. Третья декада августа была оптимальна по температуре и количеству осадков для фазы всходов и процесса кущения. Расчитана полевая всхожесть, которая составила 78,2%. Описывая погодные условия зимнего периода 2013 г., нужно указать, что низкие температуры декабря, двух декад января и не-

достаток осадков в декабре и феврале негативно отразились на перезимовке мягкой озимой пшеницы.

Посев следующего 2013 г. осуществлен 18 августа. Данный период отмечен как благоприятный для всходов и дальнейшего развития. Полевая всхожесть составила 76,4%. Зимой 2014 г. зафиксированы низкие температуры в третьей декаде января и первой – февраля. Но поскольку количество снега в декабрьский и январский периоды было достаточным, перезимовка прошла в обычном режиме.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В табл. 1 показана перезимовка сортов и гибридов в наших исследованиях. У сортов в среднем она составила 64,3%. Варьирование данного показателя отмечено в 2013 г. от 40,0 (Жемчужина Поволжья) до 80,0% (Фантазия); в 2014 г. – от 23,3 (Фантазия) до 40,0% (Юбилейная 180). У гибридов F₁ средняя величина перезимовки растений превышала показатели исходных форм (64,3% против 48,6). Худшие значения отмечены в 2013 г. (50,9% против 62,2).

Таблица 1

**Зимостойкость родительских форм и гибридов F₁, %
Winterhardiness of parental forms and F₁ hybrids, %**

Образец	2013 г.		2014 г.		X _{ср}	
	P	F ₁	P	F ₁	P	F ₁
Жемчужина Поволжья	40,0	67,4	36,7	86,7	38,4	77,1
Юбилейная 180	56,7	63,6	40,0	79,9	48,4	71,8
Фантазия	80,0	43,7	23,3	88,1	51,7	65,9
Сплав	70,0	37,8	43,3	82,0	56,7	59,9
Минская	73,3	55,4	33,3	81,6	53,3	68,5
Заларинка	53,3	42,4	33,3	47,5	43,3	44,9
Среднее	62,2	50,9	35,0	77,6	48,6	64,3
НСР ₀₅	23,1		35,2		20,1	

Дисперсионный анализ (табл. 2) показывает, что перезимовка детерминируется условиями года на 95,07%, доля генотипа в общей изменчивости признака составила 2,91, а взаимодействия этих факторов – 2,03%.

Анализ комбинационной способности сортов по их гибридам (табл. 3) показывает, что в наследовании изучаемого признака достоверны только ядерно-плазменные взаимодействия, т.е. реципрокный эффект.

Долевое соотношение вариантов свидетельствует о том, что в наследовании перезимовки растений более важными являются

аддитивные гены (ОКС), что подтверждается исследованиями в центральном районе Нечерноземной зоны (Немчиновка) [12]. Достоверная, но меньшая доля приходится на неаддитивное влияние генов (СКС).

Доля СКС в нашем исследовании, что необходимо подчеркнуть, устойчива по годам (26,96 и 26,42% от общей изменчивости), доля же ОКС увеличивается в более мягком для перезимовки 2014 г. (65,84%) по сравнению с 2013 г. (62,61%).

В условиях Западной Сибири ограничительными факторами являются недостаток

Таблица 2

**Дисперсионный анализ зимостойкости
Dispersion analysis of winterhardiness**

Дисперсия	mS	F _ф	F ₀₅	%
Генотип А	961,20*	3,06	1,52	2,91
Условия года В	31416,05*	99,88	3,92	95,07
Взаимодействие АВ	669,54*	2,13	1,50	2,03
Остаток	314,52	-	-	-

* P ≤ 0,05.

Комбинационная способность сортов озимой пшеницы по зимостойкости
Combination ability of soft winter wheat varieties according to winterhardiness

Фактор изменчивости	2013 г.		2014 г.	
	mS	%	mS	%
ОКС	673,70*	62,61	999,27*	65,84
СКС	290,06*	26,96	400,89*	26,42
Реципрокный эффект	112,22	10,43	117,47	7,74

* P ≤ 0,05.

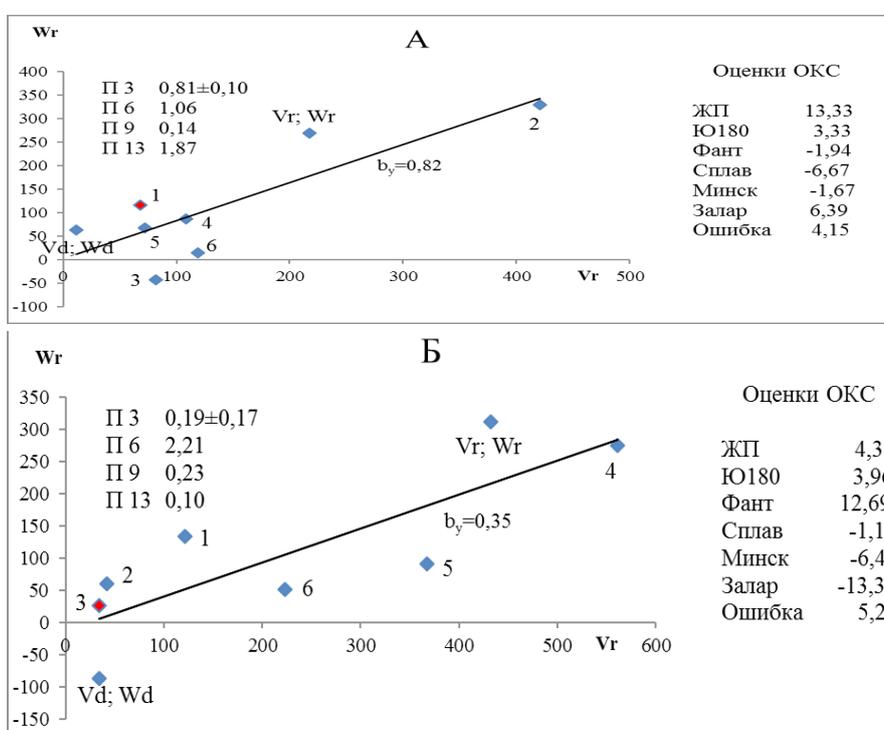
снежного покрова и малое количество мягких отрицательных температур, которые вносят изменения в систему генетической детерминации изучаемого признака. В благоприятных условиях возрастает вклад аддитивных эффектов генов, что согласуется с данными ученых из Венгрии [13].

Обсуждая оценки эффектов ОКС (рисунок), мы можем говорить об их значительной вариации. Это наблюдение в меняющихся погодных условиях показывает способность родительских форм передавать свои положительные или отрицательные свойства потомству.

Положительные оценки ОКС в 2013 г. характерны для сортов Жемчужина Поволжья

и Заларинка. В 2014 г. аналогичными показателями обладают сорта Фантазия и Жемчужина Поволжья.

Анализируя графики Хеймана и рассчитанные генетические параметры (см. рисунок), можно сделать вывод, что независимо от условий перезимовки растений исследуемый признак увеличивают рецессивные гены, так как ПЗ имеет положительную направленность. Е. А. Кокурина и М. И. Рыбакова из НИИСХ ЦРНЗ [14] обнаружили обратное: коэффициент корреляции отрицательный, но недостоверный, т.е. доминирование ненаправленное.



Генетика признака «зимостойкость»: А – 2013 г.; Б – 2014 г.;

1 – Жемчужина Поволжья; 2 – Юбилейная 180; 3 – Фантазия; 4 – Сплав; 5 – Минская; 6 – Заларинка

Genetics of “winterhardiness” parameter: A - 2013; B - 2014;

1 – Zhemchuzhina Povolzhya; 2 – Yubileinaya 180; 3 – Fantasia; 4 – Splav; 5 – Minskaya; 6 – Zalarinka

Коэффициент регрессии в 2013 г. имеет значение, близкое к единице ($b_y = 0,82$), что позволяет говорить об аддитивности между локусами. В 2014 г. этот коэффициент равен 0,35 (линия регрессии наклонена в сторону абсцисс), что предполагает в контроле рассматриваемого признака сверхдоминирование с частичным эпистазом. Эти факты подтверждаются параметром б. Полученные нами данные согласуются с результатами исследований, проведенных в условиях Пензы [15]. Соотношение положительных и отрицательных аллелей в локусах, проявляющих доминирование, симметрично в 2014 г. ($\Pi_9=0,23$), а в 2013 г. обнаружена асимметрия ($\Pi_9=0,14$). Преобладание доминантных генов мы отмечаем при помощи параметра 13 ($\Pi_{13}=1,87$) в 2013 г.; превосходство рецессивных выявлено в 2014 г. ($\Pi_{13}=0,10$).

Располагаясь вдоль линии регрессии, координаты сортов на графике перемещаются в зависимости от года опыта. Так, сорта Юбилейная 180 (2013 г. – в рецессивной зоне) и Сплав (2013 г. – в доминантной зоне) в более удачном для перезимовки 2014 г. меняются местами, т.е. оказываются в противоположных зонах. Тем не менее остальные сорта, участвующие в эксперименте, проявляют относитель-

ное постоянство по годам, располагаясь в одной и той же зоне на графиках Хеймана.

В экстремальных условиях 2013 г. самое большое количество доминантных генов имеет сорт Жемчужина Поволжья, а в благоприятном 2014 г. омская линия Фантазия, что согласуется с показателями оценок эффектов ОКС.

ВЫВОДЫ

1. Проведенный анализ экспериментального материала подтверждает трудность селекции сортов на показатель зимостойкости. Это объясняется присутствием сверхдоминирования в наследовании признака, а также эффектом материнского компонента.

2. Факты включения или дезактивации генов у того или иного сорта, а также случаи переопределения генетической формулы признака могут происходить в разных ситуациях вегетационного периода.

3. Отбор уникальных генотипов с усиленной зимостойкостью растений предпочтителен в более старших поколениях гибридов ($F_4 - F_6$).

4. Сорт Жемчужина Поволжья (Саратов) может быть донором изучаемого показателя в стрессовых условиях, а линия Фантазия (Омск) является таковым в благоприятных условиях вегетации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мухордова М.Е. Генетические источники продуктивности и зимостойкости мягкой озимой пшеницы в Западной Сибири: руководство. – Омск, 2017. – 76 с.
2. Chipilski R., Uhr Zl. Study of frost resistance of common winter wheat varieties // Trakia Journal of Sciences. – 2014. – Vol. 12, N. 2. – P. 169–176.
3. Кривобочек В.Г., Косенко С.В. Результаты оценки исходного материала на зимостойкость в условиях лесостепи Среднего Поволжья [Электрон. ресурс] // Вестн. Саратов. ГАУ им. Н.И. Вавилова. – 2011. – № 2. – С. 15–18. – Режим доступа <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-adaptivnyh-svoystv-novyh-sortov-yarovoy-myagkoj-pshenitsy-po-urozhaynosti-v-lesostepnyh-usloviyah-srednego-povolzhya>
4. Rashidi A., Siroos Mahfoozi S., Bihanta M.R. Genetic control of cold hardiness using generation mean analysis in bread wheat (*Triticum aestivum* L.em Thell) // Int. J. Biosci. – 2013. – N 3 (6). – P. 1–7.
5. Зимостойкость – фактор адаптивности озимой пшеницы в условиях лесостепи Украины [Электрон. ресурс] / В.С. Кочмарский, Л.А. Коломиец, А.Л. Дергачев, А.С. Басанец // Вавилов. журн. генетики и селекции. – 2012. – Т. 16, № 4 (2). – С. 998–1004. – Режим доступа: <https://vavilov.elpub.ru/jour/article/view/98/99>.
6. Грабовец А.И., Фоменко М.А. Некоторые аспекты селекции озимой пшеницы на зимостойкость в условиях меняющегося климата [Электрон. ресурс] // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2014. – № 6. – С. 3–6. – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_22448337_86145913.pdf

7. Сухоруков А. Ф., Сухоруков А. А. Совершенствование модели сорта озимой мягкой пшеницы для условий среднего Поволжья [Электрон. ресурс] // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2015. – Т. 17, № 4 (3). – С. 473–478. – Режим доступа http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2015/2015_4_473_478.pdf
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М, 1985. – 351 с.
9. Цильке Р. А., Присяжная Л. П. Методика диаллельного анализа исходного материала по количественным признакам: метод. рекомендации. – Новосибирск, 1979. – 15 с.
10. Hayman B. I. The analysis of variance of diallel tables // *Biometrics*. – 1954. – N 10. – P. 235–244.
11. Griffing B. I. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems // *Austral. J. Biol. Sci.* – 1956. – N 9. – P. 463–493.
12. Генетический анализ количественных признаков у инбредных линий озимой ржи (*Secale cereale* L.) в диаллельных скрещиваниях [Электрон. ресурс] / А. А. Гончаренко, С. В. Крахмалев, А. В. Макаров, С. А. Ермаков // С.-х. биология. – 2015. – № 1. – С. 75–84. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/geneticheskiy-analiz-kolichestvennyh-priznakov-u-inbrednyh-linij-ozimoy-rzhi-secale-cereale-l-v-diallelnyh-skreschivaniyah>
13. Sutka J. Genes for frost resistance in wheat // *Euphytica*. – 2001. – Vol. 119, N 1–2. – P. 169–177. – Режим доступа: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1017520720183>
14. Кокурина Е. А., Рыбакова М. И. Генетический контроль устойчивости к выпреванию и морозостойкости озимой пшеницы // Докл. ВАСХНИЛ. – 1989. – № 10. – С. 2–4.
15. Косенко С. В. Генетический контроль зимостойкости озимой мягкой пшеницы [Электрон. ресурс] // Зерн. хоз-во России. – 2010. – № 9 (3). – С. 21–25. – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_15243311_74607522.pdf

REFERENCES

1. Muhordova M. E., *Geneticheskie istochniki produktivnosti i zimostojkosti myagkoj ozimoy pshenicy v Zapadnoj Sibiri* (Genetic sources of productivity and winter hardiness of soft winter wheat in Western Siberia), Omsk: LITERA, 2017, 76 p. (In Russ.)
2. Chipilski R., Uhr Zl. Study of frost resistance of common winter wheat varieties, *Trakia Journal of Sciences*, 2014, No. 2 (12), pp. 169–176.
3. Krivoboček V. G., Kosenko S. V. *Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N. I. Vavilova*, 2011, No. 2, pp. 15–18. (In Russ.)
4. Rashidi A., Siroos Mahfoozi S., Bihamta M. R. Genetic control of cold hardiness using generation mean analysis in bread wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell), *Int. J. Biosci.*, 2013, No. 3 (6), pp. 1–7.
5. Kochmarskij V. S., Kolomic L. A., Dergachev A. L., Basanec A. S. *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2012, Vol. 16, No. 4 (2), pp. 998–1004. (In Russ.)
6. Grabovec A. I., Fomenko M. A. *Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk*, 2014, No. 6, pp. 3–6. (In Russ.)
7. Suhorukov A. F., Suhorukov A. A. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2015, Vol. 17, No. 4 (3), pp. 473–478. (In Russ.)
8. Dospëkhov B. A. *Metodika polevogo opyta* (Methods of field experience), Moscow, 1985, 351 p. (In Russ.)
9. Cil'ke R. A., Prisyazhnaya L. P. *Metodika diallel'nogo analiza iskhodnogo materiala po kolichestvennym priznakam* (The method of diallel analysis of the source material on quantitative traits), Novosibirsk, 1979, 15 p. (In Russ.)
10. Hayman B. I. The analysis of variance of diallel tables, *Biometrics*, 1954 a, No. 10, pp. 235–244.
11. Griffing B. I. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems, *Austral. J. Biol. Sci.*, 1956 b, No. 9, pp. 463–493.
12. Goncharenko A. A., Krahmalëv S. V., Makarov A. V., Ermakov S. A. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya*, 2015, No. 1, pp. 75–84. (In Russ.)
13. Sutka, J. Genes for frost resistance in wheat, *Euphytica*, 2001, Vol. 119, No. 1–2, pp. 169–177.
14. Kokurina E. A., Rybakova M. I., *Doklady VASKHNIL*, 1989, No. 10, pp. 2–4. (In Russ.)
15. Kosenko S. V. *Zernovoe hozyajstvo Rossii*, 2010, No. 9 (3), pp. 21–25. (In Russ.)

**СЕЛЕКТИВНАЯ СИСТЕМА IN VITRO «ГРИБ COLLETOTRICHUM LINI – ЛЁН» –
ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ СОЗДАНИЯ ГЕНОТИПОВ,
УСТОЙЧИВЫХ К АНТРАКНОЗУ**

Н. В. Пролётова, кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник

Федеральный научный центр лубяных культур,
Торжок, Россия

E-mail: nataljaprljotva@rambler.ru

Ключевые слова: лён, антракноз, устойчивость, селективный агент, культуральный фильтрат, аминокислоты, незрелый зародыш, каллус

*Реферат. Цель исследования заключалась в разработке эффективной селективной системы in vitro для создания устойчивых к антракнозу генотипов льна. В качестве объекта исследований использованы сорта и линии льна *Linum usitatissimum L.*, различающиеся по устойчивости к антракнозу. Штаммы гриба, включенные в исследования, различались по вирулентности. В исследованиях использовали методики Доспехова, Курчаковой, методические рекомендации по созданию, поддержанию, хранению и практическому использованию коллекции микроорганизмов – возбудителей болезней льна. В результате разработана селективная система in vitro «гриб *Colletotrichum lini* Manns et Volley – лён», позволяющая отбирать клетки льна-долгуна in vitro, устойчивые к культуральному фильтрату, из которых с большей эффективностью можно получать растения-регенеранты, устойчивые к патогену. В культуральных фильтратах исследуемых штаммов возбудителя установлено наличие следующих аминокислот: аланин, глицин, аспарагин, цистеин, аспарагиновая и глютаминовая кислоты, аргинин, треонин. Выявлена зависимость отзывчивости клеток льна на присутствие в среде продуктов жизнедеятельности гриба – возбудителя антракноза – от величины экспланта. Клетки пыльников в селективных условиях были более уязвимы, чем клетки незрелых зародышей. Выявлено влияние генотипа льна на потенции клеток к морфогенезу в селективных условиях. Клетки генотипов Л 957–8–7, Алексим, Пенджаб, Зарянка обладали высокой морфогенетической активностью. Морфогенетический потенциал генотипов Л 1506–8–4, Росинка был исчерпан уже ко 2–3-му пассажу. При разработке схемы селекции льна in vitro на устойчивость к антракнозу получено 86 побегов, проверка которых на искусственном инфекционно-провокационном фоне показала, что генотипы различались по устойчивости. Наряду с устойчивыми и среднеустойчивыми к антракнозу линиями (на уровне 50–75 %) были и формы, восприимчивые к болезни. У устойчивых и среднеустойчивых генотипов параметры устойчивости были на 12–37 % выше, чем у исходных форм.*

**SELECTIVE SYSTEM IN VITRO «FUNGI COLLETOTRICHUM LINI - LINEN»
AS AN EFFICIENT WAY TO FIND OUT GENOTYPES RESISTANT TO THE POD SPOT**

Prolyotova N.V., Candidate of Biology, Senior Research Fellow at Federal Research Centre of
Fibre crop, Torzhok, Russia

Key words: flax, pod spot, resistance, selective agent, culture filtrate, aminoacids, immature embryos, callus.

*Abstract. The research aims at development of an effective selective agent in vitro system for founding linseed genotypes resistant to the pod spot. The authors see the object of research as varieties and lines of flax *Linum usitatissimum* L., which differ in their resistance to the pod spot. Fungi strains differed in their virulence. The authors applied methods of such scientists as Dospekhov and Kurchakova, methodological guidance on foundation, maintenance, storage and practical application of microorganisms, i.e. flax pathogens. This results in creation of selective in vitro system “*Colletotrichum lini* Manns et Bolley fungus – flax”. This system selects in vitro flax cells resistant to culture filtrate, from which it is possible to obtain regenerated plants resistant to the pathogen with greater efficiency. The authors enumerate the aminoacids that were found in the culture filtrates of the investigated pathogen strains; they are alanine, glycine, asparagine, cysteine, asparagine and glutamic acids, arginine and threonine. The authors outline the observed relationship between flax cell responsiveness and fungi pathogen in the environment of the fungus - anthracnose pathogen - on the value of the explant. Anthers cells in selection conditions were less resistant than those of immature embryos. The researchers observed the impact of flax genotype on cells ability to morphogenesis under selection conditions. Genotype cells L 957-8-7, Alexim, Pendzhab, Zaryanka had high morphogenetic activity. Morphogenetic capacities of genotypes L 1506-8-4 and Rosinka were rather low by the 2nd-3rd passages. When designing the scheme of flax selection in vitro for resistance to anthracnotism, 86 shoots were obtained, the check of which on the artificial infectious-provocative background showed that the genotypes differed in their resistance. The authors observed forms less resistant to the disease as well as resistant and medium resistant lines (at the level of 50 - 75%). The parameters of resistance in resistant and medium resistant genotypes were 12 - 37% higher than in the initial forms.*

Лён – ценнейшая техническая культура с расширенным ареалом произрастания. Это уникальное растение, которое является источником полноценного растительного белка, витаминов, микроэлементов и клетчатки. Лён представляет собой сырьевой материал, используемый в разных видах промышленности: бумажной, текстильной, химической, а также автомобильной и военной.

Важная роль в повышении эффективности развития отрасли льноводства принадлежит новым сортам льна-долгунца. В производственных условиях реализация биологического потенциала сортов составляет 30–35 %, что обусловлено не только несоблюдением технологии возделывания культуры, но и влиянием неблагоприятных факторов среды [1–4]. Большинство сортов характеризуются низкой приспособленностью к неблагоприятным абиотическим (засуха, кислотность почвы, низкая температура) и биотическим (болезни – антракноз, бактериоз) факторам среды. Современные сорта льна-долгунца являются устойчивыми к наиболее опасным болезням: ржавчине и фузариозному увяданию льна

[1, 2]. В то же время ежегодные изменения в ценозе болезней льна создают новые, оптимальные условия для их проявления, причём с различной степенью патогенности. К тому же почвенная патогенная микрофлора создаёт барьеры для выращивания льна с высококачественными параметрами льнопродукции.

Антракноз льна до сих пор является широко распространённым и вредоносным заболеванием. До массового внедрения химических протравителей семян патоген являлся причиной гибели больших массивов льна в фазе всходов. Снижение объёма обработки семян фунгицидными протравителями в последние 15–20 лет способствовало распространению антракноза в начале XXI в. Так, в 2017 г. на территории Российской Федерации антракноз был обнаружен на площади 13,03 тыс. га (в 2016 г. – 16,63 тыс. га) [11]. Вполне достоверным является утверждение австралийских ученых (1998 г.), что во всех странах с сырым и умеренно теплым климатом семенная инфекция в крайне низкой норме, равной 0,001 %, может ежегодно приводить к потерям урожая зерна до 30 % [12]. С появлением

эффективных протравителей вред от антракноза был снижен, однако протравливание семян отрицательно сказывалось на развитии молодых растений льна.

Селекция на устойчивость могла бы снизить уровень заражения семян и сделать технологии возделывания льна более экологически чистыми. Задача повышения устойчивости может быть успешно решена лишь на основе интегрированного подхода к системе «хозяин – паразит – среда» [2, 3, 5]. Только в условиях инфекционного фона, в состав которого введен популяционный состав возбудителя, одинаковый по качеству и количеству для всех испытуемых образцов, возможны дифференциация селекционного материала по степени устойчивости и проведение отбора по этому признаку [2, 6, 7].

В биосистемах растений льна важную роль в регулировании устойчивости к фитопатогенам играют биотехнологические приёмы создания *in vitro* новых, устойчивых генотипов.

Поэтому цель исследования заключалась в разработке эффективной селективной системы *in vitro* для создания устойчивых к антракнозу генотипов льна.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объекта исследований были использованы сорта и линии льна культурного *Linum usitatissimum* L. Генотипы различались по устойчивости к антракнозу. Штаммы гриба, включенные в исследования, различались по вирулентности.

Л 1506–8–4, Л 957–8–7, Алексим, Зарянка, Росинка – линии и сорта долгунцового типа селекции Института льна с высоким проявлением хозяйственно-ценных признаков, восприимчивые к антракнозу

Пенджаб – сорт индийской селекции межуточного типа, урожайный по семенам, восприимчив к антракнозу

Эр. 130–3 – линия-донор, обладающая эффективными R-генами, позволяющая обеспечить высокую эффективность отбора на

устойчивость к антракнозу в ранних поколениях, относительно устойчивая к антракнозу.

Штаммы 527, 680, 677* – сильновирулентные штаммы возбудителя антракноза. Быстрорастущие, с обильным спороношением.

Штамм 674 – средневирулентный штамм возбудителя антракноза. Быстрорастущий, с обильным спороношением.

Штаммы 602, 674* – слабовирулентные штаммы возбудителя антракноза Быстрорастущие, с обильным спороношением.

Искусственная полевая популяция биообразцов возбудителя антракноза для заражения льна состояла на 50 % из сильновирулентных штаммов (725, 726, 729, 730, 735, 739) и по 25 % средневирулентных (724, 737, 728, 724) и слабовирулентных (712, 714) штаммов.

Родительские формы выращивали в сосудах Митчерлиха в вегетационном домике согласно методике Б.А. Доспехова [8]. Размножение гибридного материала и семян чистых линий льна осуществляли на светоустановке (осенне-зимний период) и в условиях вегетационного домика (весенне-летний период).

Скрещивания проводили по схеме:

♀	♂Ленок	♂Росинка
НЭ-36	+	+
НЭ-17	+	+
НЭ-17-5	+	+
НЭ-17-2	+	+
НО-85	+	+
НЭ-38	+	+
НО-65	+	+

Объём выборок при обследовании гибридов льна составил: количество учетных растений – 100, повторность – трехкратная.

Оценку растений-регенерантов и линий выполняли с использованием методических рекомендаций по созданию, поддержанию, хранению и практическому использованию коллекции микроорганизмов возбудителей болезней льна [9].

Интенсивность спороношения определяли в капле дистиллированной воды с помощью камеры Горяева под микроскопом МБИ-6. Количество спор в 1 см³ рассчитыва-

ли по формуле: $N / 20 \times 10^6$, где N – количество спор в поле зрения микроскопа в камере Горяева.

Фитотоксические свойства культурального фильтрата (КФ) определяли путём замачивания в нём семян льна в течение 24 ч по методике Л. Н. Курчаковой [10].

Статистическую обработку данных осуществляли с использованием пакета программ Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Начальным этапом работы была наработка токсичного КФ гриба – возбудителя антракноза *Colletotrichum lini* Manns et Volley, штаммов 527 и 602. При этом определено влияние минерального состава питательных сред Чапека и Sh-2 на продолжительность роста гриба на этих средах, на токсичность полученного КФ, и, как следствие, на возможность использования среды Sh-2 для наращивания биомассы возбудителя антракноза льна.

Наблюдения показали, что гриб хорошо развивался как на среде Чапека, так и на среде Sh-2. Культуральные фильтраты, полученные на основе этих сред, после 40 суток культивирования гриба обладали высокой токсичностью. При анализе проростков фиксировали стабильное снижение роста корешков, загнивание их кончика, угнетение и гибель проростков у восприимчивого к антракнозу образца Пенджаб (у 86,7–90,0% проростков) и у относительно устойчивой линии Эр. 130–3 (у 66,7–70,0% проростков).

Отмечено повышение токсичности культуральных фильтратов на обеих средах в течение 40 суток с момента культивирования возбудителя антракноза. При более длительных сроках культивирования гриба токсичность фильтратов практически не изменялась. Вероятно, к 40-м суткам запасы питательных веществ, находящихся в среде, были исчерпаны, и гриб не имел возможности продолжать рост и, как следствие, накапливать токсические метаболиты. Выделяемые

в среду количества продуктов жизнедеятельности были незначительными и не оказывали влияние на изменение токсичности КФ.

Решение вопроса о том, чем была вызвана токсичность КФ антракноза, привело к необходимости определения аминокислотного состава фильтрата в динамике. Проведённые исследования позволили установить наличие в нём таких аминокислот, как аланин, глицин, аспарагин, цистеин, аспарагиновая кислота, глютаминовая кислота, а также аргинин (у штамма 602). По мере роста мицелия гриба в КФ происходило снижение концентраций аланина, аспарагина, глицина, аспарагиновой и глютаминовой кислот, а к 23-м суткам культивирования наблюдали появление треонина – продукта метаболизма гриба. В то же время концентрация цистеина в КФ возрастала и максимальной была у 40-суточного КФ. Эта аминокислота, являющаяся продуктом синтеза фенилаланина, – сильнейший ингибитор роста растительных клеток. Поэтому, возможно, одним из слагающих токсичности является факт наличия данной аминокислоты.

В то же время присутствие таких аминокислот, как аспарагин, аланин, глицин, аспарагиновая и глютаминовая кислота, доказывает возможность индуцирования морфогенетической активности клеток льна-долгунца при соответствующем подборе оптимальных концентраций КФ в селективной среде.

В дальнейшем токсичный КФ вносили в среду Sh-2 на нулевом этапе селекции *in vitro* и в среду для субкультивирования каллуса. Было выявлено, что размах варьирования концентрации КФ зависит от величины первоначального экспланта льна.

При добавлении в среду Sh-2 КФ в концентрациях 0–20,0 мл/л с целью последующего культивирования пыльников наблюдали дифференцировку клеток пыльниковых эксплантов во всех вариантах, кроме варианта с концентрацией 20,0 мл/л. Это позволило выделить клеточные клоны, устойчивые к КФ в концентрациях 5,0; 10,0; 15,0 мл/л. Однако в клеточных колониях как восприимчивого сорта Пенджаб, так и устойчивой линии Эр

130–3 морфогенные очаги не формировались. При последующем субкультивировании клетки погибали даже на свободной от токсических метаболитов среде. При использовании в питательной среде КФ в концентрации 15,0 мл/л наблюдали индукцию дифференцировки клеток пыльников (по сравнению с контролем и другими вариантами). В этом варианте быстро формировались каллус и морфогенные очаги. Тем не менее при последующих пересадках морфогенные свойства каллусов утрачивались. Вероятно, в селективных условиях клетки пыльников слишком уязвимы. Влияние продуктов метаболизма гриба на жизнедеятельность клеток пыльниковых эксплантов очень большое. При использованных нами концентрациях культурального фильтрата интоксикация была слишком высокой. Патологический процесс гибели клеток запущался буквально с момента культивирования первичного экспланта. Поэтому мы решили использовать незрелые зародыши льна как более защищенные.

Для культивирования незрелых зародышей на начальном этапе селекции в питательную среду Sh-2 добавляли 0; 4; 8; 12; ... 44 мл/л культурального фильтрата. Использовали КФ, состоящий из смеси штаммов (два сильновирulentных и по одному средне- и слабовирulentному штамму), взятых в равных количествах (по 1, 2, 3, 4, ... 11 мл). После 10–14 суток инкубации незрелых зародышей наблюдалось появление двух типов структур – каллуса и (или) побегов. Стимулирование пролиферации каллуса было отмечено при концентрациях КФ 28; 32 и 36 мл/л. В этих вариантах формировались морфогенные каллусные очаги и стекловидные, слабохлорофилльные побеги. Отобраны морфогенные колонии, устойчивые к действию КФ. На средах с более низкой концентрацией КФ (4; 8; 12; 16; 20; 24 мл/л) наблюдалось стремительное нарастание водянистой клеточной биомассы, при этом морфогенные очаги не формировались либо формировались в единичных количествах. В вариантах, где КФ добавляли в среду в количестве 40

и 44 мл/л, формировался твердый каллус без признаков морфогенеза.

На этапе субкультивирования каллуса использовали три концентрации КФ: 32; 36 и 40 мл/л, которые добавляли в среду Sh-2. В ходе исследований было выявлено, что первичная каллусная ткань, сформированная на селективной среде, обладала пролиферативной способностью и морфогенетической активностью, в отличие от каллусной ткани, сформированной на среде, свободной от КФ. Было отмечено некоторое (0–31%) ингибирование роста и развития каллуса на среде, содержащей 32 и 36 мл/л КФ. В этих вариантах были получены побеги, однако они были слаборазвитые и уродливые. В варианте использования КФ в концентрации 40 мл/л морфогенные участки не развивались, и клетки каллуса через неделю погибали.

Морфогенная каллусная ткань, перенесенная в дальнейшем на среду Sh-2, не содержащую КФ, продолжала развиваться и формировать морфогенные очаги. В них формировались побеги. В результате селекции были получены побеги льна и растения-регенеранты, устойчивые к культуральному фильтрату *in vitro*.

На этапе субкультивирований проявлялось влияние генотипа на потенции к морфогенезу в селективных условиях. Клетки генотипов Л 957–8–7, Алексим, Пенджаб, Зарянка обладали высокой морфогенетической активностью. В течение семи пассажей у них формировались морфогенные очаги и были отобраны устойчивые к КФ клетки. Морфогенетический потенциал генотипов Л 1506–8–4, Росинка был исчерпан уже ко 2–3-му пассажиру.

При разработке схемы селекции льна *in vitro* на устойчивость к антракнозу с использованием эмбриокультуры было получено 86 побегов различной степени приживаемости.

Растения оценивали по устойчивости к антракнозу в условиях *in vitro* и на искусственном инфекционно-провокационном фоне. Для проведения оценки *in vitro* в питательную среду Sh-2 добавляли смесь КФ, состоящую из КФ сильновирulentных (680, 677*), средневи-

рулентного (674) и слабовирулентного (674*) штаммов, взятых в равных концентрациях – по 9 мл/л каждого штамма. Установлено, что процентное количество сформированного морфогенного каллуса в 1-м и 2-м пассажах было

близким по значению к полевой устойчивости растений к антракнозу. Так, на селективном фоне *in vitro* у линии НП-8 сформировано в 1-м пассаже 31 % морфогенных каллусов, во 2-м – 24%. Полевая устойчивость на искусственном

Таблица 1

Формирование морфогенного каллуса в культуре незрелых зародышей после 1–3 пассажей в зависимости от генотипа льна, концентрация КФ 36 мл/л
Formation of morphogenic callus in immature embryos after 1- 3 passages in relation to the flax genotype, concentration is KF 36 ml/l

Генотип	Полевая устойчивость к антракнозу, %	Количество морфогенного каллуса (%) после пассажа		
		1-го	2-го	3-го
Росинка	29,00	45,0±3,3	40,0±3,2	20,0±4,4
Ленок	38,00	54,0±5,2	40,0±3,2	18,0±5,1
НП-8	23,80	31,0±4,4	24,0±3,3	25,0±4,6
НЭ-38	63,90	54,0±2,8	62,0±3,5	55,0±2,2
НЭ-17–2	54,14	60,0±4,4	60,0±3,7	53,0±3,4

инфекционно-провокационном фоне была отмечена на уровне 23,8% (генотип неустойчив к антракнозу). У линии НЭ-38 в 1-м пассаже сформировано 54% морфогенных каллусов, во 2-м – 62%. Полевая устойчивость – 62,5% (генотип устойчив к антракнозу) (табл. 1).

Проверка полученных в ходе исследований растений-регенерантов на искусственном

инфекционно-провокационном фоне показала, что генотипы различались по устойчивости. Наряду с устойчивыми и среднеустойчивыми к антракнозу линиями (на уровне 50,0–75,0%) были и формы, восприимчивые к болезни (табл. 2). У устойчивых и среднеустойчивых генотипов параметры устойчивости были на 12,0–37% выше, чем у исходных

Таблица 2

Устойчивость к антракнозу некоторых линий льна, полученных при селекции *in vitro* на инфекционно-провокационном фоне, %
Resistance of some flax lines received by means of *in vitro* crossbreeding to the pod spot on infection background, %

Линия	1-й год	2-й год	3-й год
НЭ-36	75,0±1,7	51,3±1,1	45,0±2,1
НЭ-17	57,0±2,2	39,2±3,1	48,3±2,7
НЭ-17–5	75,0±2,1	23,6±2,4	54,6±2,4
НЭ-17–2	57,0±3,2	34,0±2,2	36,6±2,8
НО-85	43,7±4,4	51,0±2,7	48,3±3,1
НЭ-38*	66,7±2,1	62,5±1,9	62,5±2,4
НО-65	45,0±2,8	54,6±1,3	49,0±2,1
НЭ-36	75,0±1,4	48,3±3,4	62,5±2,1
НП-8	26,7±1,3	28,5±2,6	16,3±1,9
НЭ-17*	57,0±2,2	57,1±1,2	48,3±1,9
НЭ-38–8	62,5±4,1	60,0±2,7	66,7±3,1
НО-65	45,0±3,4	48,3±2,1	45,0±3,2
НО-85	43,7±1,5	43,0±2,1	39,0±3,2
НЭ-17–5	75,0±2,4	62,5±1,9	58,0±1,7
НЭ-15	12,3±2,1	18,6±1,2	15,3±1,6
НП-16	6,3±1,1	10,3±2,1	6,3±1,9

* – Генотипы льна, проявившие стабильность в течение 3 лет.

* – flax genotypes that appeared to be resistant during 3 years

форм. Однако линии, проявившие вначале высокую устойчивость к антракнозу, в последующие годы снизили её на 10,0–50,0%. Линии же, характеризовавшиеся как среднеустойчивые, повысили устойчивость на 2,2–26,8%. В течение последующих двух лет устойчивость к антракнозу у полученных линий была на уровне среднеустойчивых – устойчивых (50,0–62,0%). Ряд полученных линий, кроме устойчивости к антракнозу, характеризовались устойчивостью к ржавчине и фузариозному увяданию. Это связано с тем, что родительские формы в основном были высокоустойчивыми к этим возбудителям.

При оценке хозяйственно-ценных признаков у выделенных линий было выявлено, что они в основном несколько уступают исходным формам. В то же время у ряда линий некоторые показатели (высота растения, масса технической части стебля, количество семян с 1 растения, содержание волокна) превосходили сорт-стандарт Алексим на 1,0–38,9%.

Согласно полученным данным, приобретенные изменения носили относительно стабильный характер. Возможно, это было связано с различной по годам инфекционной

нагрузкой в инфекционно-провокационном питомнике (годы значительно различались по метеоусловиям в период вегетации льна при проявлении болезни).

При оценке гибридов F_{1-3} и их родительских форм на искусственном инфекционно-провокационном фоне в полевых условиях, выявлено, что степень устойчивости гибридов НЭ-38 х Ленок и НЭ-38 х Росинка составила 62,5% и находилась практически на одном уровне с исходной формой НЭ-38 (66,7%) при устойчивости восприимчивых родительских форм 38 (сорт Ленок) и 29% (сорт Росинка) (табл. 3). При анализе других гибридных комбинаций от скрещивания контрастных по устойчивости форм наблюдалась преимущественно высокая степень поражения гибридов (устойчивость 0–25%). Следовательно, при скрещивании устойчивых линий льна-долгунца, полученных при селекции *in vitro*, с восприимчивыми сортами, устойчивость в последующих поколениях в основном не наследуется. Исключение составили комбинации НЭ-38 х Ленок и НЭ-38 х Росинка с участием устойчивой формы НЭ-38.

Таблица 3

Устойчивость к антракнозу гибридов льна первого – третьего поколений на инфекционно-провокационном фоне

Resistance of flax hybrids of I-III generations to the pod spot on infection background, %

Гибрид $F_1 - F_3$	Устойчивость, %	Родительская форма	Устойчивость, %
НЭ-36 х Ленок	25,0±2,5	НЭ-36	75,0±1,7
НЭ-17 х Ленок	0,0±1,4	НЭ-17	57,0±2,2
НЭ-17-5 х Ленок	25,0±3,3	НЭ-17-5	75,0±2,1
НЭ-17-2 х Ленок*	41,7±3,7	НЭ-17-2	57,0±3,2
НО-85 х Ленок	25,0±1,9	НО-85	43,7±4,4
НЭ-38 х Ленок*	62,5±4,4	НЭ-38	66,7±2,1
НО-65 х Ленок	25,0±2,6	НО-65	45,0±2,8
НЭ-36 х Росинка	25,0±2,8	НЭ-36	75,0±1,4
НЭ-38 х Росинка*	62,5±3,1	НЭ-38	66,7±1,3
НЭ-17 х Росинка	0,0±1,1	НЭ-17	57,0±2,2
НЭ-38-8 х Росинка	0,0±1,8	НЭ-38-8	62,5±4,1
НО-65 х Росинка	25,0±2,2	НО-65	45,0±3,4
НО-85 х Росинка	0,0±0,5	НО-85	43,7±1,5
НЭ-17-5 х Росинка	0,0±1,1	НЭ-17-5	75,0±2,4
		Росинка	29,0±2,4
		Ленок	38,0±2,6

* Гибриды, проявившие устойчивость на уровне устойчивого родителя.

* Hybrids that appeared to be resistant as a resistant parental form

ВЫВОДЫ

1. Разработанные нами селективные условия *in vitro* (селективная система «гриб *Colletotrichum lini* Manns et Volley – лён») были эффективны при селекции льна-долгунца на устойчивость к антракнозу и позволили получить формы, более устойчивые к болезни, чем исходные.

2. В культуральных фильтратах исследуемых штаммов возбудителя антракноза установлено наличие следующих аминокислот: аланин, глицин, аспарагин, цистеин, аспарагиновая кислота, глютаминовая кислота, аргинин, треонин. Сделано предположение о взаимосвязи между присутствием в культуральных фильтратах аминокислоты цистеина и токсичностью.

3. КФ, добавляемый в питательную среду при дифференцировке генотипов льна по устойчивости к антракнозу, может состоять из смеси КФ сильновирulentных (680, 677*), средневирulentного (674) и слабовирulentного (674*) штаммов, взятых в равных концентрациях – по 9 мл/л каждого штамма. В этом случае количе-

ство сформированного морфогенного каллуса и полевая устойчивость генотипа к антракнозу близки по значению и можно делать заключение о характере устойчивости.

4. Выявлена зависимость отзывчивости клеток льна на присутствие в среде продуктов жизнедеятельности гриба – возбудителя антракноза – от величины экспланта. Клетки пыльников в селективных условиях были более уязвимы, чем клетки незрелых зародышей.

5. Выявлено влияние генотипа льна на потенции клеток к морфогенезу в селективных условиях. Клетки генотипов Л 957–8–7, Алексим, Пенджаб, Зарянка обладали высокой морфогенетической активностью. Морфогенетический потенциал генотипов Л 1506–8–4, Росинка был исчерпан уже ко 2–3-му пассажу.

6. При скрещивании устойчивых линий льна-долгунца, полученных при селекции *in vitro*, с восприимчивыми сортами устойчивость в последующих поколениях в основном не наследуется. Исключение составили комбинации НЭ-38 х Ленок и НЭ-38 х Росинка с участием устойчивой формы НЭ-38.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Павлова Л.Н., Герасимова Е.Г., Румянцева В.Н. Инновации в селекции льна-долгунца // Инновационные разработки производства и переработки лубяных культур: материалы Международ. науч.-практ. конф. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2016. – С.46–49.
2. Кудрявцева Л.П., Пролётова Н.В. Методологическое обеспечение селекции льна на устойчивость к антракнозу // Фундаментальные и прикладные исследования в биоорганическом сельском хозяйстве России, СНГ и ЕС: материалы междунар. науч.-практ. конф. (9–12 авг. 2016 г.). – М., 2016. – Т. 2. – С. 149–158.
3. Пролётова Н.В. Повышение устойчивости льна-долгунца к антракнозу (*Colletotrichum lini* Manns et Volley) методами *in vitro* // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИ маслич. культур. – 2018. – № 3 (175). – С. 128–131.
4. Трабурова Е.А., Рожмина Т.А. Изучение коллекционных образцов коллекции льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.) // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 11. – С. 40–42.
5. *Агрономическая* и организационно-экономическая разработка способов применения средств, снижающих проявление сорняков и болезней в посевах льна, как элементов технологии его возделывания в Центральном федеральном округе РФ / Ф.В. Алырчиков, О.А. Савоськина, Н.А. Кудрявцев, Л.А. Зайцева // АгроЭкоИнфо: электрон. науч.-произв. журн. – 2018. – № 1 (31). – С. 3.
6. Пролётова Н.В., Кудрявцева Л.П. Создание *in vitro* новых, устойчивых к болезням сортов льна – один из способов повышения биоразнообразия культуры // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты): материалы VII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 30-летию отдела биотехнологии растений Никитского ботанического сада. – Ялта; Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2016. – С. 50–51.
7. Чекалин Н.М. Генетические основы селекции зернобобовых культур на устойчивость к патогенам. – Полтава: Интерграфика, 2003. – 186 с.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Изд. 5-е, перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Методические рекомендации по созданию, поддержанию, хранению и практическому использованию коллекции микроорганизмов возбудителей болезней льна. – Торжок, 2006. – 10 с.
10. Курчакова Л.Н. Методика получения культуральных фильтратов гриба *Fusarium oxysporum* и *F. semitectum* и их применение в культуре *in vitro* для получения фузариозоустойчивых форм льна-долгунца // Сб. науч. тр. ВНИИЛ. – Торжок, 1994. – Вып. 28–29. – С. 127–128.
11. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2017 году и прогноз развития вредных объектов в 2018 году / ФГБОУ Россельхозцентр. – М., 2018. – 978 с.
12. Nirenberg H.I., Feiler U., Hagedorn G. Description of *Colletotrichum lupini* comb. nov. in modern terms // Mycologia. – 2002. – Vol. 94, N 2. – P. 307–320.

REFERENCES

1. Pavlova L.N., Gerasimova E.G., Rumyantseva V.N. Innovation in fiber flax breeding, *Innovative developments in the production and processing of bast crops*: Proceeding of the International and Practical Conference, Tver: Tver. state Univ. 2016. pp. 46–49. (In Russ.)
2. Kudryavtseva L.P., Prolyotova N.V. Methodological support for the selection of flax for resistance to anthracnose, *Basic and applied research in bioorganic agriculture in Russia the CIS and the EU*, Proceeding of the International Scientific and Practical Conference (August 9–12, 2016), Materials reports, reports, M. 2016, Vol. 2, pp. 149–158. (In Russ.)
3. Proletova N.V. Increasing the resistance of flax to anthracnose (*Colletotrichum lini* Manns et Bolley) by *in vitro* methods, *Oilseeds. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds*, 2018, No. 3 (175), pp. 128–131. (In Russ.)
4. Traburova, EA, Rozhmina, T.A. Study of collection samples of flax-flax collection (*Linum usitatissimum* L.), *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, 2018, No.11, pp. 40–42. (In Russ.)
5. Alirchikov F.V., Savoskina O.A., Kudryavtsev N.A., Zaytseva L.A. Agronomical and organizational-economic development of methods for applying means that reduce the manifestation of weeds and diseases in flax crops, as elements of the technology of its cultivation in the Central Federal District of the Russian Federation, *Electronic Scientific and Production Journal, «AgroEcoInfo»*, 2018, No. 1 (31), 3 p.
6. Proletova, N.V., Kudryavtseva, L.P. Creating *in vitro* new, disease-resistant flax varieties is one of the ways to increase the biodiversity of crops *Biotechnology as a tool for preserving the biodiversity of the plant world (physiological, biochemical, embryological, genetic and legal aspects)*: Proceeding of the VII International Scientific and Practical Conference dedicated, The 30th anniversary of the plant biotechnology department of the Nikitsky Botanical Garden, Yalta, Simferopol: IT «ARIA», 2016, p. 50–51.
7. Chekalin N.M. *Genetic bases of breeding leguminous crops for resistance to pathogens*, Poltava: Intergraphika publishing house, 2003, 186 p.
8. Dospelkhov, B.A. *Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)*, M., «Agropromizdat», 1985, 351 p.
9. *Methodical recommendations on the creation, maintenance, storage and practical use of the «Collection of microorganisms of flax pathogens»*, Torzhok, 2006, 10 p.
10. Kurchakova, L.N. Methods of obtaining the culture filtrates of the fungus *Fusarium oxysporum* and *F. semitectum* and their use in *in vitro* culture for the production of *Fusarium*-resistant forms of flax, *Collection of scientific works VNIIL*, Issue 28–29, Torzhok, 1994, pp. 127–128. (In Russ.)
11. Review of the phytosanitary status of crops in the Russian Federation in 2017 and the forecast of the development of harmful objects in 2018, *FSBEI Rosselkhoztsentr*, M., 2018, 978 p.
12. Nirenberg H.I., Feiler U., Hagedorn G. Description of *Colletotrichum lupini* comb. nov. in modern terms, *Mycologia*, 2002, No. 2 (94), pp. 307–320.

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ *POPULUS* × *JRTYSCHENSIS* CH. Y. YANG¹Б.В. Прошкин, аспирант²А.В. Климов, кандидат биологических наук¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия²ИнЭкА-консалтинг, Новокузнецк, Россия

E-mail: boris.vladimirovich.93@mail.ru

Ключевые слова: *Populus*, гибриды, семенная продуктивность, плоды, семена, проростки, всхожесть

Реферат. Исследования проводились с целью изучения семенной продуктивности и роста сеянцев при свободном опылении естественного гибридного таксона *P. × jrtyschensis*. Плоды *P. × jrtyschensis* были отобраны с четырех растений, произрастающих в коллекции НОЦ «Учебный ботанический сад» НФИ КемГУ. В качестве контроля использовались четыре модельных дерева *P. nigra*, рандомизированно отобранных в популяции поймы р. Томи. На каждой модели отбиралось по 30 плодущих сережек. Измерению подвергнуты: завязываемость плодов (коробочек); количество семязачатков на плод; количество семян на плод; завязываемость семян. Лабораторную всхожесть определяли, проводя посев в чашки Петри на влажную фильтровальную бумагу. Посевную всхожесть устанавливали посевом 100 семян в ящик с почвой и дренажом. Энергию прорастания определяли на вторые сутки, всхожесть – на пятые. Для *P. × jrtyschensis* характерен более низкий уровень семенной продуктивности на (15–30%) по сравнению с *P. nigra*. По показателю лабораторной всхожести семян потомки гибридов превзошли большинство моделей *P. nigra*, но их грунтовая всхожесть оказалась на 20–30% ниже, чем у осокоря. Наблюдаемая изменчивость репродуктивных показателей как особей *P. × jrtyschensis*, так и *P. nigra*, на наш взгляд, в значительной мере обусловлена спецификой их генотипов. В процессе развития проростков существенных отличий между потомками *P. nigra* и гибридов не наблюдалось. У *P. × jrtyschensis* часто встречаются сеянцы, прекращающие рост в силу недоразвития гипокотилиа или зародышевого корешка, а также больше аномальных растений с одной, тремя или четырьмя семядолями. У *P. nigra* нарушения развития наблюдались в потомстве только одной особи. При посеве семян гибридов в грунт уже в первые сутки после прорастания наблюдается высокая гибель сеянцев. Доля погибших растений через месяц от начала эксперимента достигает 66,0%, а у *P. nigra* не превышает 40,0%.

SEED PRODUCTIVITY AND DEVELOPMENT OF PLANTLETS *POPULUS* × *JRTYSCHENSIS* CH. Y. YANG.¹ Proshkin B.V., PhD-student² Klimov A.V., Candidate of Biology¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia,²InEcA- consulting, Novokuznetsk, Russia

Key words: *Populus*, hybrids, seed productivity, fruits, seeds, underground seedling, germination ability.

Abstract. The research explores the seed productivity and plantlets growth in the free pollination of the natural hybrid taxon *P. × jrtyschensis*. Fruits of *P. × jrtyschensis* were selected from four plants that grow in the collection of Research Center “Educational Botanical Garden” of Kemerovo State

University. Four *P. nigra* model trees, randomly selected from the Tom River floodplain population, were applied as a control group. The authors used 30 fruit-bearing amentums from each model. The researchers measured set of fruit (capsule); number of ovules per fruit; number of seeds per fruit; set of seeds.. Laboratory germination was determined by sowing Petri dishes on wet filter paper. The authors found out sowing germination by sowing 100 seeds in a box with soil and drainage. The energy of germination was determined on the second day while germination - on the fifth day. *P. × jrtyschensis* is characterized by a lower level of seed productivity (15-30%) compared to *P. nigra*. In terms of laboratory germination of seeds, the descendants of hybrids surpassed many *P. nigra* models, but their soil germination was 20-30% lower than that of black poplar. The observed variability in reproductive indices of both *P. × jrtyschensis* and *P. nigra* is mainly caused by specific features of their genotypes. Plantlets being developed, the authors observed no significant differences among the descendants of *P. nigra* and hybrids. The researchers highlighted plantlets that can stop growing and even more abnormal plants with one, three or four seeds in *P. × jrtyschensis*. This may be caused by underdevelopment of hypocotyl or germ root. The authors observed breaches in development of *P. nigra* just once. They outline high plantlets destruction when sowing hybrids on the first day after germination The share of destructed plants within a month (from the beginning of the experiment) reaches 66,0 %, and in *P. nigra* it does not exceed 40,0 %.

При идентификации межвидовых гибридов *Populus* многие авторы применяют такие методы, как исследование фертильности и жизнеспособности пыльцы [1, 2]. Гибридные таксоны, как правило, отличаются понижением этих показателей по сравнению с родительскими видами [2]. В частности, А. В. Климов [1] отмечает, что у *P. × jrtyschensis* доля abortивных и деформированных зерен достигает 35,0%, а жизнеспособность не превышает 68,0%. Это на 15–20% ниже показателей родительских таксонов. В то же время ряд авторов указывают, что у гибридов тополей наблюдается значительная изменчивость жизнеспособности и фертильности пыльцы внутри гибридной семьи и у разных гибридных поколений [3]. Эти показатели могут колебаться при разных вариантах скрещиваний [3, 4] и по годам [5].

Исследования по семенной продуктивности естественных гибридов относительно немногочисленные. А. D. Roe et al. [5], изучая спонтанную гибридизацию *P. deltoides* Bartt. ex Marsh. и *P. balsamifera* L., отмечали, что гибридные растения имели незначительное снижение репродуктивных характеристик по сравнению с чистыми видами, поэтому с точки зрения семенной продуктивности они вполне пригодны. Исследования J. Zhu et al. [4], проведенные в культуре, показали, что продуктивность в значительной мере опре-

деляется видом секции *Aigeiros* Lunell, участвующим в скрещивании, и половой комбинацией. Гибридизация между видами секций *Tacamahaca* Mill. и *Aigeiros* успешно протекает при любых комбинациях, если родительским видом со стороны последней выступает *P. nigra* L. Напротив, *P. deltoides* дает многочисленные семена только в том случае, если он участвует в скрещивании в качестве материнского растения. Использование этого вида в качестве донора пыльцы приводит к довольно успешному опылению, но семена либо не развиваются, либо их мало и они отличаются низкой жизнеспособностью [4].

В Алтае-Саянской горной стране наблюдается скрещивание *P. laurifolia* Ledeb. и *P. nigra* в местах наложения краин их ареалов с образованием гибридного таксона *P. × jrtyschensis* [6, 7]. Интерес к природе и значению гибридизации и интрогрессии в Сибирском регионе особенно актуален в связи перспективностью широкого применения *P. nigra*, *P. laurifolia* и *P. × jrtyschensis* при лесной рекультивации техногенных ландшафтов нефтекомплекса и угледобычи [8]. Но, судя по китайскому опыту [9], наибольшие селекционные перспективы имеет гибридный вид *P. × jrtyschensis*. Следует отметить, что важным условием применения тополей в озеленении городов и населенных пунктов является использование мужских (тычиночных) клонов

для исключения загрязнения их «пухом» (семенами). Однако при рекультивации нарушенных территорий наличие семян, напротив, можно рассматривать как положительный фактор, обеспечивающий дополнительные возможности для восстановления растительного покрова.

Поскольку данных о семенном размножении *P. × jrtyschensis* нет, цель настоящего исследования – изучение его семенной продуктивности и роста сеянцев при свободном опылении.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Плоды *P. × jrtyschensis* были собраны в 2016 г. с четырех растений (J1–J4), произрастающих в коллекции НОЦ «Учебный ботанический сад» НФИ КемГУ. В качестве контроля использовались четыре модельных дерева *P. nigra* (N1–N4), рандомизированно отобранных в популяции поймы р. Томи (N53°48'29.24", E87°27'2.68"). Тополь лавролистный в эксперименте не использовался. Во-первых, у этого вида доля женских растений в популяциях очень невелика. Во-вторых, сережки у женских растений (как преимущественно и у мужских), закладываются исключительно в верхней трети кроны. Это затрудняет массовый сбор цветков и плодов. При средней высоте деревьев 10–15 м в начале репродуктивной стадии они оказываются физически недоступными. Напротив, у женских растений *P. nigra*, особенно произрастающих отдельно, сережки закладываются по всей кроне. У *P. × jrtyschensis* по данному признаку наблюдается варьирование от промежуточных характеристик до полного уклонения к одному из родительских таксонов.

На каждой модели отбиралось по 30 плодущих сережек. Измерению подвергнуты: завязываемость плодов (коробочек); количество семязачатков на плод; количество семян на плод; завязываемость семян. Для исследования сеянцев пользовались рекомендациями В.Т. Бакулина [10]. Высевали только свежесобранные семена, очищенные от «пуха». Сбор сережек осуществляли в момент начала раскрытия коробочек. Собранные сережки раскладывали на бумагу в сухом помещении. После массового раскрытия плодов семенное сырье протирали на металлическом сите с отверстиями 3 × 3 мм, очищая семена от пуха. Лабораторную всхожесть семян определяли согласно ГОСТ 056.6–97 [11], посев проводили в чашки Петри на влажную фильтровальную бумагу. Посевную всхожесть устанавливали посевом 100 семян в ящики с почвой и дренажом размером 20 × 45 см. В состав почвенной смеси в соотношении 1: 1 включали речной песок и дерновую просеянную почву, глубина слоя грунта – 20 см, дренаж – мелкий аллювий. Энергию прорастания определяли на вторые сутки, всхожесть – на пятые.

Статистическую обработку проводили с помощью программ Microsoft Office Excel и SPSS 23.0 [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Гибриды по завязываемости плодов даже превосходят отдельные особи *P. nigra*, но существенно уступают им по завязываемости семян (табл. 1). Наблюдаемая изменчивость репродуктивных показателей как особей *P. × jrtyschensis*, так и *P. nigra*, на наш взгляд, в значительной мере обусловлена спецификой их генотипов.

Таблица 1

Созревание плодов и семян
Fruit and seed ripening

Но-мер	Всего вызревших плодов на 30 сережках	Среднее кол-во вызревших плодов на одну сережку	Всего не вызревших плодов на 30 сережках	Завязываемость плодов, %	Всего семязачатков на 30 плодов	Всего семян на 30 плодов	Завязываемость семян, %
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>P. nigra</i>							
N1	507	$16,90 \pm 0,53^*$ 12–21** 3,35***	382	57,00	376	294	78,20

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
N2	380	$12,60 \pm 0,36$ 10–18 1,98	508	42,80	408	286	70,10
N3	351	$11,70 \pm 0,38$ 10–18 2,08	535	39,60	396	326	82,30
N4	433	$14,40 \pm 0,56$ 11–21 3,10	467	48,10	408	273	67,00
<i>P. × jrtyschensis</i>							
J1	374	$12,90 \pm 0,49$ 10–17 2,69	440	46,80	408	212	51,90
J2	346	$12,00 \pm 0,49$ 8–17 2,69	417	46,30	380	192	50,50
J3	372	$12,80 \pm 0,48$ 10–17 2,68	439	46,70	407	211	51,80
J4	344	$11,90 \pm 0,48$ 8–17 2,68	416	46,20	378	190	50,40

* $x \pm m$; ** min – max; *** σ – стандартное отклонение.
* $x \pm m$; ** min – max; *** σ – standard deviation

По фенологии развития семян существенных отличий между потомками *P. nigra* и гибридов, кроме временных промежутков на начальных стадиях онтогенеза, не наблюдалось. Полное набухание семян у *P. nigra* происходило через 6 ч после посева, у *P. × jrtyschensis* – через 10 ч. Разрыв семенной оболочки и появление гипокотилия наблюдается через 10 и 20 ч соответственно. Остальные этапы протекали синхронно. Через 24 ч после посева в основании гипокотилия образовались многочисленные волоски, обеспечивающие прикрепление проростка к субстрату. Еще через 2 ч после этого семядоли приобретали

зеленую окраску. Появление зародышевого корешка в центре основания гипокотилия происходит через 30 ч. Выпрямление гипокотилия и массовое сбрасывание семенной оболочки наблюдается в середине вторых суток после посева, точнее, через 34 ч, а полное раскрытие семядолей – через 46 ч. При посеве в грунт на 12-е сутки и у потомков осокоря, и у гибридов появился первый настоящий лист и почти одновременно с ним – второй. По показателю лабораторной всхожести семян потомки *P. × jrtyschensis* превзошли большинство моделей *P. nigra*. Но их грунтовая всхожесть оказалась на 20–30% ниже, чем у осокоря (табл. 2).

Таблица 2

Энергия прорастания и всхожесть семян
Germination energy and ability of seeds

Но- мер	Лабораторная			Грунтовая		
	Энергия про- растания,%	Нормально пророс- шие на 5-е сутки, шт.	Всхожесть, %	Энергия прорас- тания,%	Проросшие на 5-е сутки, шт.	Всхожесть, %
1	2	3	4	5	6	7
<i>P. nigra</i>						
N1	91,60	345	86,20	92,00	80	80,00
N2	70,00	235	58,70	83,00	70	70,00
N3	100,00	233	58,20	96,00	80	80,00
N4	89,00	261	65,20	94,00	80	80,00
Среднее	87,60	268,50	67,10	91,20	77,50	77,50

1	2	3	4	5	6	7
<i>P. × jrtyshensis</i>						
J1	94,50	350	87,50	88,00	50	50,00
J2	92,00	354	88,50	93,00	60	60,00
J3	93,50	350	87,00	89,00	50	50,00
J4	92,00	354	88,50	93,00	60	60,00
Среднее	93,00	352	87,80	90,70	55,00	55,00

Во внешнем строении сеянцев осокоря и гибридов были отмечены некоторые особенности. Гипокотиль сеянцев *P. nigra* обычно зеленоватый с белым основанием и слабо выраженным красным кольцом в месте отхождения волосков. Окраска подсемядольного колена гибридов – фиштакшковая или малиновая, кольцо в основании всегда четко выражено, волоски более многочисленны. Зародышевый корешок сеянцев осокоря вначале белый, затем слегка краснеет, у гибридов наряду с белой окраской корешка наблюдается малиновая (рис. 1).

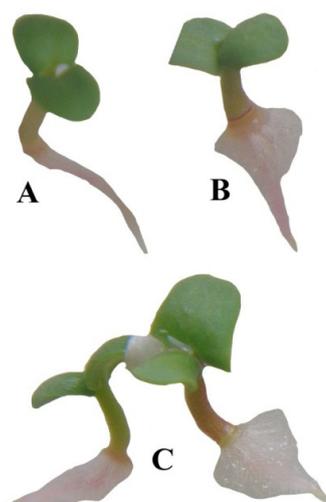


Рис. 1. Сеянцы: А – *P. nigra*; В–С – *P. × jrtyshensis*
Plantlets: А – *P. nigra*; В–С – *P. × jrtyshensis*

У *P. × jrtyshensis* часто наблюдаются растения, прекращающие рост в силу недоразвития гипокотилиа или зародышевого корешка, а также больше аномальных растений с 1, 3 или 4 семядолями (рис. 2). У осокоря аномальные сеянцы наблюдались в потомстве только одной особи и имели по 3 семядоли, однако они не прекратили рост и у них наблюдалось формирование 3 настоящих листьев (рис. 3).

Отмеченные аномалии в развитии сеянцев, как указывают J. Zhu et al. [4], обусловлены многочисленными мутациями,

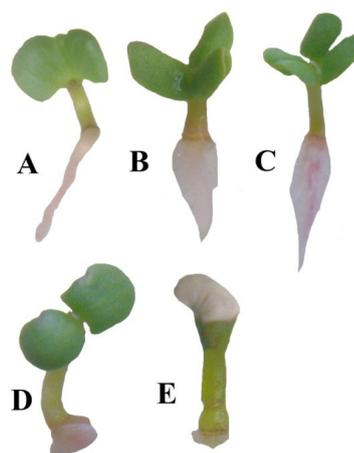


Рис. 2. Аномалии развития сеянцев *P. × jrtyshensis*: А – растение с одной семядолей; В – с тремя; С – с четырьмя; D – недоразвитие корешка; Е – нераскрытые семядоли

Abnormal development of plantlets *P. × jrtyshensis*: А – plantlet with one seed lobe; В – plantlet with three seed lobes; С – plantlet with four seed lobes; D – root abortion; Е – undeveloped seed lobes



Рис. 3. Сеянец *P. nigra* с тремя семядолями и листьями
Plantlet *P. nigra* with three seed lobes and leaves

которые характерны не только для рода *Populus*. Авторы отмечают, что их проявление зависит от комбинаций видов, участвующих в скрещивании. Однако наши исследования не подтверждают данные выводы. Все аномалии, указанные J. Zhu et al. [4] для определенных комбинаций таксонов, были отмечены и у сеянцев *P. × jrtyshensis*.

Исследования хода роста сеянцев в грунте показывают, что у осокоря доля погибших

сеянцев на пятые сутки не превышает 17,0%, на 15-е оно не наблюдалось и за месяц не превысило 40,0%. У гибридов до 43,0% сеянцев выпадает в течение первых 5 суток, а за месяц достигает 66,0% (табл. 3).

Семенная продуктивность исследованных гибридов на 15–30% ниже, чем у осо-

коря. Изучение грунтовой всхожести семян показывает высокую гибель сеянцев гибридов уже в первые сутки после прорастания. Общий отпад их за месяц в эксперименте достиг 66,0%. Можно полагать, что в динамичных условиях поймы этот показатель был бы значительно выше.

Таблица 3

Ход роста и гибель сеянцев в грунте, шт.
Growth and destruction of seed lobes in the soil, un

Количество живых сеянцев	<i>P. nigra</i>				<i>P. × jrtyschensis</i>			
	N1	N2	N3	N4	J1	J2	J3	J4
2-е сутки	92	83	96	94	88	93	87	92
5-е сутки	80	70	80	80	50	60	50	60
15-е сутки	80	70	80	80	40	50	40	50
30-е сутки	60	50	60	60	30	32	30	32
Доля погибших, %	34,70	39,70	37,50	36,20	65,90	65,60	65,80	65,50

ВЫВОДЫ

1. Для *P. × jrtyschensis* характерен более низкий уровень семенной продуктивности (на 15–30%) по сравнению с *P. nigra*. По показателю лабораторной всхожести семян потомки гибридов превзошли большинство моделей *P. nigra*, но их грунтовая всхожесть оказалась на 20–30% ниже, чем у осокоря.

2. В процессе развития проростков существенных отличий между потомками *P. nigra* и гибридов не наблюдалось. У *P. × jrtyschensis*

часто встречаются сеянцы, прекращающие рост в силу недоразвития гипокотилия или зародышевого корешка, а также больше аномальных растений с 1, 3 и 4 семядолями. У *P. nigra* нарушения развития наблюдались в потомстве только одной особи.

3. При посеве семян гибридов в грунт уже в первые сутки после прорастания наблюдается высокая гибель сеянцев. Доля погибших растений через месяц от начала эксперимента достигает 66,0%, а у *P. nigra* не превышает 40,0%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Климов А. В. Топольники поймы р. Томи (таксономический состав, полиморфизм, естественная гибридизация): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2008. – 16 с.
2. Stettler R. F., Zsuffa L., Wu R. The role of hybridization in the genetic manipulation of *Populus* // Biology of *Populus* and Its Implications for Management and Conservation. – Canada, 1996. – Chapter 4. – P. 87–112.
3. Natural hybridization between cultivated poplars and their wild relatives: evidence and consequences for native poplar populations / V.A. Broeck, M. Villar, V.E. Bockstaele, V.J. Slycken // Ann. For. Sci. – 2005. – Vol. 62 (7). – P. 601–613. – DOI: 10.1051/forest:2005072
4. Variation of Traits on Seeds and Germination Derived from the Hybridization between the Sections *Tacamahaca* and *Aigeiros* of the Genus *Populus* / J. Zhu, J. Tian, J. Wang [et al.] // Forests. – 2018. – Vol. 9 (516). – P. 1–15. – DOI: 10.3390/f9090516
5. Fitness dynamics within a poplar hybrid zone: I. Prezygotic and postzygotic barriers impacting a native poplar hybrid stand / A.D. Roe, C.J. MacQuarrie, M. C. Gros-Louis [et al.] // Ecol. Evol. – 2014. – Vol. 4 (9). – P. 1629–47. – DOI: org/10.1002/ece3.1029
6. Климов А. В., Прошкин Б. В., Андреева З. В. Гибридизация видов рода *Populus* L. секций *Aigeiros* Lunell и *Tacamahaca* Mill. в природе и культуре // Вестн. НГАУ. – 2018. – № 1 (46). – С. 16–34.

7. Климов А. В., Прошкин Б. В. Фенотипическое разнообразие качественных признаков *Populus nigra* L., *P. laurifolia* Ledeb. и *P. × jrtyschensis* Ch. Y. Yang. в зоне естественной гибридизации // Вавилов. журн. генетики и селекции – 2018. – № 4. – С. 468–475. – DOI: 10.18699/VJ18.384
8. Тараканов В. В., Климов А. В., Прошкин Б. В. Перспективы селекции тополя черного для рекультивации техногенных ландшафтов Западной Сибири // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. II Всерос. (нац.) науч. конф., 25 дек. 2017 г. – Новосибирск, 2017. – С. 327–331.
9. Genetic origin and composition of a natural hybrid poplar *Populus × jrtyschensis* from two distantly related species / D. Jiang, J. Feng, M. Dong [et al.] // Plant Biol. – 2016. – Vol. 16. – P. 1–12. – DOI:10.1186/s12870-016-0776-6
10. Бакулин В. Т. Тополь черный в Западной Сибири. – Новосибирск: Гео, 2007. – 121 с.
11. ГОСТ 13056.6–97 Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. – М.: Стандартинформ, 1998. – 5 с.
12. IBM SPSS Statistics 23 [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www-01.ibm.com/support/docview.wss?uid=swg24038592>

REFERENCES

1. Klimov A. V. *Topolniki поймы реки Томи (taksonomicheskiiy sostav, polimorfizm, yestestvennaya gibrizatsiya)*, (Topolniki floodplain Tom River) avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Novosibirsk, 2008, 16 p. (In Russ.).
2. Stettler R. F., Zsuffa L., Wu R. The role of hybridization in the genetic manipulation of *Populus*, *Biology of Populus and Its Implications for Management and Conservation*, Canada, 1996, Chapter 4, pp. 87–112.
3. Vanden Broeck A., Villar M., Van Bockstaele E., Van Slycken J. Natural hybridization between cultivated poplars and their wild relatives: evidence and consequences for native poplar populations, *Ann. For. Sci.*, 2005, Vol. 62 (7), pp. 601–613. DOI: 10.1051/forest:2005072
4. Zhu J., Tian J., Wang J., Nie S. Variation of Traits on Seeds and Germination Derived from the Hybridization between the Sections *Tacamahaca* and *Aigeiros* of the Genus *Populus*, *Forests*, 2018, Vol. 9 (516), pp. 1–15. DOI: 10.3390/f9090516.
5. Roe A. D., MacQuarrie C. J., Gros-Louis M. C., Simpson J. D., Lamarche J., Beardmore T., Thompson S. L., Tanguay P., Isabel N. Fitness dynamics within a poplar hybrid zone: I. Prezygotic and postzygotic barriers impacting a native poplar hybrid stand, *Ecol. Evol.*, 2014, Vol. 4 (9), pp. 1629–47. DOI: org/10.1002/ece3.1029
6. Klimov A. V., Proshkin B. V., Andreeva Z. V. *Vestnik NGAU*, 2018, No. 1, pp. 16–36. (In Russ.).
7. Klimov A. V., Proshkin B. V. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii*, 2018, No. 22 (4), pp. 468–475. DOI: 10.18699/VJ18.384. (In Russ.).
8. Tarakanov V. V., Klimov A. V., Proshkin B. V. Rol agrarnoy nauki v ustoychivom razvitii selskikh territoriy, Proceedings of the 2nd All-Russian National Scientific Conference, 25 December 2017, Novosibirsk, 2017, pp. 327–331. (In Russ.).
9. Jiang D., Feng J., Dong M., Wu G., Mao K., Liu J. Genetic origin and composition of a natural hybrid poplar *Populus × jrtyschensis* from two distantly related species, *Plant Biol.*, 2016, Vol. 16, pp. 1–12. DOI:10.1186/s12870-016-0776-6
10. Bakulin V. T. *Topol chernyi v Zapadnoi Sibiri*. Novosibirsk: Geo, 2007, 121 p.
11. ГОСТ 13056.6–97 Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести, Moscow: Standartinform, 1998, 5 p.
12. IBM SPSS Statistics 23. Available at: <http://www-01.ibm.com/support/docview.wss?uid=swg24038592>

ВЕТЕРИНАРИЯ и ЗООТЕХНИЯ

УДК 633.112.9«324»:631.559

DOI:10.31677/2072-6724-2019-51-2-58-64

**ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА КОРМ В УСЛОВИЯХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ**

Т. А. Волошина, научный сотрудник

Федеральный научный центр
агробиотехнологий Дальнего Востока
им. А. К. Чайки, Уссурийск, Россия
E-mail: miss.voloshina@mail.ru**Ключевые слова:** озимая тритикале, озимая рожь, раннеспелость, урожайность, зеленая масса, сухое вещество, питательность, зерно

Реферат. Представлены результаты агроэкологического испытания 11 сортов озимой тритикале, проведенного в степной климатической зоне Приморского края в 2017–2018 гг. Цель исследований – выделить лучшие сорта кормового и зернофуражного использования, отличающиеся высокой продуктивностью зеленой массы и зерна, обладающие ценными хозяйственно полезными качествами. Экстремальные погодные условия, сложившиеся в период проведения исследований, позволили более полно изучить реакцию культуры на неблагоприятные факторы среды. Зимостойкость озимой тритикале в среднем по сортам составляла 0,3–2,1 балла. По причине вымерзания урожайность зеленой массы снизилась на 69%. Однако опытным путем установлено, что наибольшая потенциальная урожайность зеленой массы (28,6–35,7 т/га) отмечена у сортов Тюменская зернокормовая, Зимозор, Корнет, которая существенно превышала продуктивность озимой ржи Спасская местная – на 6,3–13,4 т/га. У этих сортов урожайность была стабильной и изменялась по годам незначительно – на 2,6–3,4 т/га. Также в испытании выделились сорта Аграф и Торнадо, обеспечивающие наибольший выход переваримого протеина – 5,9 ц/га и обменной энергии – 69,3–66,7 ГДж/га, превышающие показатели озимой ржи на 2 ц/га и 16,6–19,2 ГДж/га соответственно. Перспективным сортом является Тюменская зернокормовая, у которого за годы испытаний зафиксирован наибольший выход сухого вещества и обменной энергии – 7,5 т/га и 85,5 ГДж/га соответственно и выше, чем у стандарта, зерновая продуктивность – на 0,5 т/га. Данный сорт может конкурировать с озимой рожью для возделывания на кормовые цели. Озимая тритикале является культурой рискованного возделывания в данной климатической зоне. Ее выращивание допустимо в тех районах края, где наблюдается стабильный снежный покров.

PROSPECTIVE PRODUCTIVITY OF WINTER TRITICALE WHEN CULTIVATING IT FOR FORAGES IN THE PRIMORSK TERRITORY

Voloshina T.A., Research Fellow

Federal Research Centre of Agricultural Biotechnologies of the Far East named after A.K. Chaika, Ussuriisk, Russia

Key words: winter triticale, winter rye, early ripening, crop yield, green mass, dry substance, food value, grain.

Abstract. The paper highlights the results of agroecological experiments on 11 varieties of winter triticale. The experiments were conducted in the steppe climate zone of the Primorsk Territory in 2017-2018. The research aims at identifying the best varieties of fodder and grain forage, which are characterized by high productivity of green mass and grain with valuable economic features. Extreme weather conditions observed during the research period contributed to exploration of the crop response to bad environmental factors. Winter triticale winterhardiness was 0.3-2.1 points on average for varieties. The green mass decreased by 69% due to freezing. The researchers observed the highest prospective green mass yield (28.6-35.7 t/ha) in the following varieties: Tyumenskaya zernokormovaya, Zimogor, Kornet, which significantly exceeded the winter rye Spasskaya mestnaya productivity by 6.3-13.4 t/ha. The crop yield of these varieties was stable and changed insignificantly by 2.6-3.4 t/ha. The experiment revealed Agraf and Tornado varieties that contributed to the highest yield of digestible protein - 5.9 c/ha and available energy - 69.3-66.7 GJ/ha, exceeding the indicators of winter rye by 2 c/ha and 16.6-19.2 GJ/ha. The authors claim the prospective variety is Tyumenskaya zernokormovaya, which had the highest yield of dry substance and available energy - 7.5 t/ha and 85.5 GJ/ha. These parameters were higher than those of the standard grain and productivity was by 0.5 tons/ha higher. This variety can compete with winter rye for fodder purposes. The winter triticale is a crop for risky cultivation in this climate zone. It can grow in the areas with high snow cover.

Природно-климатические ресурсы Приморского края позволяют возделывать озимые культуры для ранней подкормки животных, но они представлены только рожью. В Государственный реестр селекционных достижений по 12-му региону включен один сорт озимой ржи – Короткостебельная 69. Отсутствие районированных сортов сдерживает распространение озимых на территории края. При дефиците раннего зеленого корма альтернативой озимой ржи может служить озимая тритикале, которая могла бы дополнить или даже полностью заменить ее. Тритикале представляет интерес как ценная зернофуражная культура и для использования на зеленый корм. Вегетативная масса у нее долго не грубеет, что позволяет получать корм в поздневесенний период, когда озимая рожь становится непригодной для скармливания животным. В зеленом конвейере тритикале может закрыть пробел в поступлении зеленой массы между ран-

ними озимыми культурами, такими как рожь, и многолетними травами, ранними зерновыми [1]. Она менее требовательна к почвам, обладает высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью, повышенным иммунитетом к ряду грибных и вирусных болезней, содержит повышенное количество белка в зерне [2-4].

По результатам исследований, проведенных научными учреждениями Российской Федерации и за рубежом, установлено, что озимая тритикале успешно произрастает в районах возделывания озимых зерновых культур – пшеницы и ржи [5-8]. Однако, имея положительные хозяйственно полезные качества, эта культура не нашла своего применения у сельхозпроизводителей Приморского края, так как мало изучена. Отсутствуют данные о реакции культуры на абиотические факторы среды, не изучены агротехнические параметры для ее возделывания, нет оценки экономической эффективности и др. В связи с этим в 2017 г.

было начато агроэкологическое испытание сортов озимой тритикале. Первые результаты были представлены на III Международной научно-практической интернет-конференции (Прикаспийский НИИ аридного земледелия) [9]. В настоящей статье представлены результаты двухлетнего агроэкологического испытания озимой тритикале, в котором изучены потенциальная урожайность зеленой массы, ее питательная и энергетическая ценность, а также зерновая продуктивность. Данные исследования представляют большой научный и практический интерес и являются актуальными на современном этапе.

Цель исследований – провести агроэкологическое испытание озимой тритикале в условиях Приморского края, выделить лучшие высокопродуктивные раннеспелые сорта кормового и зернофуражного использования, отличающиеся высоким содержанием питательных веществ и энергии в зеленой массе.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыты закладывались в степной зоне Приморского края, на землях ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки. Почва участка лугово-бурая отбеленная, тяжелая по гранулометрическому составу, $pH_{\text{сол}}$ – 5,8, содержание гумуса – 6,6%, подвижного фосфора – 66, калия – 210 мг/кг почвы (по данным лаборатории агрохимических анализов).

Испытания проводились в двух повторениях во времени – в 2017 и 2018 гг. Было изучено 11 сортов озимой тритикале различного целевого использования в четырехкратной повторности. Посев проводили в оптимальные для озимых культур сроки (первая декада сентября) селекционной сеялкой СКС-6-10. Площадь делянки 10 м². Ввиду отсутствия районированных сортов озимой тритикале за стандарт принимали озимую рожь Спасская местная. Для проведения учетов и наблюдений использовали методические рекомендации по экологическому испытанию сельскохозяйственных культур [10], статистическую обработку полученных результатов выполня-

ли по общепринятой методике полевого опыта Б.А. Доспехова, расчет обменной энергии проводили по ГОСТ 27978–88, изложенному в справочнике по кормопроизводству [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Погодные условия в период проведения исследований были неблагоприятными для возделывания озимых культур, это позволило оценить сорта в экстремальных условиях, характерных для Приморского края. Так, осадков в летний период выпало в 1,8–2,0 раза больше среднемноголетнего значения, гидротермический коэффициент составлял в 2017 г. 2,62, в 2018 г. – 2,72, что характеризует эти годы как избыточно влажные. Зимний период отличался малым снежным покровом – 2–11 мм и значительными перепадами среднесуточных температур. В таких специфических условиях озимая тритикале плохо развивалась и в зимний период была подвержена вымерзанию. Ее зимостойкость за годы изучения составляла 0,3–2,1 балла, что существенно отразилось на урожайности зеленой массы и зерна, фактическая урожайность снизилась в среднем по сортам на 69% от потенциальной.

Учеты и наблюдения во второй год жизни озимой тритикале проводили на хорошо сохранившихся после перезимовки растениях. При этом определяли потенциальные возможности культуры в климатических условиях края.

По данным фенологических наблюдений, все изучаемые сорта вступали в фазу укосной спелости позже озимой ржи на 7–17 суток. Наиболее раннеспелыми были Консул, Алмаз, Корнет, Зимогор, у которых период до первого укоса составлял 53–54, а у позднеспелых сортов Топаз, Аграф, Торнадо – 60–63 суток (табл. 1).

Установлено, что первый укос позднеспелых сортов был более урожайным в среднем на 5,1 т/га. Исключение составлял сорт Зимогор, у которого при раннем укосе формировалась урожайность зеленой массы на уровне позднеспелых сортов.

Таблица 1

Потенциальная продуктивность озимой тритикале при возделывании на зеленый корм в 2017–2018 гг. (фаза начала колошения)

Prospective winter triticale productivity when cultivating for green forage in 2017-2018 (heading stage)

Сорт	Период до 1-го укоса, сут	2017 г		2018 г		Средняя урожайность, т/га	
		зеленая масса, т/га	сухое вещество, %	зеленая масса, т/га	сухое вещество, %	зеленая масса	сухое вещество
Спасская местная (стандарт)	46	25,1	19,7	19,5	21,3	22,3	4,6
Тюменская зернокормовая	58	34,4	23,3	37,0	18,7	35,7	7,5
Капрал	55	17,4	21,8	33,0	19,8	25,2	5,2
Топаз	60	18,9	22,1	34,9	19,3	26,9	5,5
Ацтек	57	21,5	23,5	34,8	22,5	28,2	6,5
Алмаз	54	24,3	21,7	30,1	19,4	27,2	5,6
Пилигрим	55	22,9	23,8	29,1	20,5	26,0	5,8
Аграф	62	42,5	21,7	20,0	19,3	31,3	6,6
Торнадо	63	42,1	19,8	25,9	18,9	34,0	6,6
Корнет	54	26,9	23,4	30,3	20,4	28,6	6,3
Консул	53	27,4	23,2	25,4	20,8	26,4	5,9
Зимогор	54	28,9	19,8	31,5	21,6	30,2	6,3
НСР ₀₅		5,0		3,9		4,5	1,0
Индекс среды (Ij)		- 0,5		+ 0,5			

В фазу начала колошения на хорошо сохранившихся растениях тритикале проводили учет зеленой массы по сортам и определяли их потенциальную урожайность. Выявлено, что по этому показателю все изучаемые сорта превышали озимую рожь, принятую за стандарт. Наиболее выделились Тюменская зернокормовая, Торнадо, Аграф, Зимогор, Корнет, у которых превышение составляло 6,3–13,4 т/га (НСР₀₅ 4,5 т/га).

Также было отмечено, что урожайность озимой тритикале в значительной степени зависела от погодных условий и сильно колебалась по годам. В более благоприятных погодных условиях 2018 г. (Ij +0,5), средняя урожайность по всем сортам была выше, чем в 2017 г., на 1,6 т/га и составляла 29,3 т/га. Менее всего зависимыми от условий среды были Тюменская зернокормовая, Зимогор и Корнет, у них урожайность зеленой массы по годам изменялась незначительно – на 2,6–3,4 т/га, у остальных колебания составляли 5,8–22,5 т/га. Самым стабильным показал себя Консул (разница по годам испытаний 2,0 т/га), но его урожайность была невысокой, на уровне стандарта.

В опыте по продуктивности первого укоса также выделились сорта Аграф и Торнадо, их урожайность в среднем за 2 года превышала стандарт на 9,0–11,7 т/га, однако колебания по

годам были существенными – в 1,6–2,1 раза, причем в худших условиях урожайность была выше. Эти сорта требуют дополнительной проверки данных, так как представляют интерес для выращивания в экстремальных условиях.

При кормлении животных большое значение имеет не только количество, но и качество корма. Одним из важных критериев оценки является содержание сухого вещества в 1 кг зеленой массы и его выход с единицы площади. Хорошую поедаемость обеспечивает содержание в зеленой массе от 18 до 25% сухого вещества. По этому показателю все сорта тритикале находились в допустимых пределах. Относительно стандарта большая часть сортов тритикале существенно превышала его – на 1,2–2,9 т/га (НСР₀₅ 1,0 т/га), особенно Тюменская зернокормовая, Аграф, Торнадо и Ацтек. В опыте также отмечено, что в 2017 г. содержание сухого вещества в зеленой массе в среднем по сортам было больше на 1,8%, чем в 2018 г.

Питательность зеленой массы определяли по таким основным показателям, как переваримый протеин (ПП) и обменная энергия для крупного рогатого скота (ОЭ). Для этого по всем сортам отбирали растительные образцы и определяли сырой протеин (СП) и сырую клетчатку (СК). В дальнейшем по

Таблица 2

Питательность зеленой массы озимой тритикале и выход обменной энергии и переваримого протеина с 1 га (фаза начала колошения)

Nutrition value of winter triticale and available energy output and digestible protein per 1 ha (heading stage)

Сорт	Содержание в 1 кг сухого вещества				Выход с 1 га	
	СП, %	СК, %	ПП, г	ОЭ, МДж	ПП, ц	ОЭ, ГДж
Спасская местная (стандарт)	9,9	22,6	85	10,9	3,9	50,1
Тюменская зернокормовая	7,0	20,0	60	11,4	4,5	85,5
Капрал	8,5	24,2	73	10,6	3,8	55,1
Топаз	12,2	19,5	93	11,5	5,1	63,3
Ацтек	7,8	23,4	67	10,8	4,4	70,2
Алмаз	5,9	22,8	51	10,9	2,9	64,3
Пилигрим	7,4	21,1	64	11,2	3,7	65,0
Аграф	10,5	25,3	90	10,5	5,9	69,3
Торнадо	10,3	27,3	89	10,1	5,9	66,7
Корнет	6,6	25,5	57	10,4	3,6	65,5
Консул	5,3	24,4	46	10,6	2,7	62,5
Зимогор	7,5	24,7	65	10,5	4,1	66,2

полученным данным был произведен расчет обменной энергии и переваримого протеина в 1 кг сухого вещества и их общего выхода с единицы площади (табл. 2).

Из данных таблицы можно выделить ряд сортов, обладающих повышенным содержанием питательных веществ и энергии в зеленой массе. Так, по содержанию сырого и переваримого протеина в 1 кг сухого вещества выделились Топаз, Аграф, Торнадо, у них содержание белковых веществ было на 1,8–7,2% и 16–47 г соответственно больше, чем у других изучаемых сортов.

По зоотехническим нормам, обеспеченность зеленого корма клетчаткой не должна превышать 26%, а сырого протеина должно быть не менее 11% в сухом веществе [10]. К таким параметрам более всего были приближены сорта Топаз и Аграф, у которых отмечалось наибольшее содержание переваримого протеина – 90–93 г при допустимом содержании клетчатки. Также можно выделить сорт Торнадо, однако содержание клетчатки у него было выше допустимого значения. Для снижения негативного влияния клетчатки данный сорт необходимо убирать в более ранние сроки (в конечную фазу выхода в трубку). Энергетически насыщенными были сорта Топаз, Тюменская зернокормовая, Пилигрим. Содержание обменной энергии у них было выше на 0,3–1,4 МДж, чем у других сортов тритикале.

С учетом урожайности сухого вещества, наибольший выход переваримого протеи-

на и обменной энергии с единицы площади обеспечили сорта Аграф и Торнадо, которые превышали озимую рожь (стандарт) на 2 ц/га и 16,6–19,2 ГДж/га соответственно. Также перспективным для дальнейшего изучения на кормовые цели можно считать сорт Тюменская зернокормовая, у которого за период испытаний зафиксирован наибольший выход сухого вещества и обменной энергии.

Учет зерна озимой тритикале проводили в фазу полной спелости по каждому сорту. Выявили, что она созревает на 9–16 суток позже озимой ржи – в первой-второй декадах августа. Более раннеспелыми были Алмаз, Консул, Корнет, Зимогор, которые созревали позже стандарта только на 9–11 суток, а позднеспелые Торнадо, Аграф, Тюменская зернокормовая, Капрал, Топаз – на 13–16 суток (табл. 3).

По урожайности зерна почти все сорта тритикале уступали озимой ржи на 0,6–2,5 т/га (НСР₀₅ 0,4 т/га), исключение составлял лишь сорт Тюменская зернокормовая, который превосходил стандарт на 0,5 т/га. Этот сорт мог бы конкурировать с озимой рожью при возделывании на зернофураж.

Важным показателем, определяющим технологические качества зерна, является его крупность: чем оно крупнее, тем больше в нем эндосперма и питательных веществ. Все сорта озимой тритикале по крупности зерна относились к первой группе и имели массу 1000 зерен 32,6–48,7 г, что на 6,2–22,3 г выше, чем у озимой ржи Спасская местная.

Характеристика сортов озимой тритикале при уборке на зерно (2017–2018 гг.)
Characteristics of winter triticale varieties when grain harvesting (2017-2018)

Сорт	Период вегетации, сут		Урожайность зерна, т/га	Масса 1000 зерен, г
	полный	весенне-летний		
Спаская местная (стандарт)	150	107	4,9	26,4
Тюменская зернокормовая	162	120	5,4	34,7
Капрал	162	120	3,8	32,6
Топаз	163	120	2,4	35,3
Ацтек	161	119	3,8	48,7
Алмаз	158	116	4,0	39,8
Пилигрим	161	119	3,5	43,6
Аграф	164	121	4,3	44,8
Торнадо	165	123	4,1	47,1
Корнет	161	118	3,9	43,5
Консул	160	117	4,0	45,2
Зимогор	160	118	2,8	41,8
НСР ₀₅			0,4	

Наибольшая масса зерен отмечена у сортов Ацтек, Торнадо, Консул и Аграф.

ВЫВОДЫ

1. Озимая тритикале в условиях степной зоны Приморского края является культурой рискованного возделывания. В неблагоприятные годы ее зимостойкость составляла 0,3–2,1 балла, урожайность зеленой массы снижалась на 69%. Она пригодна для выращивания только в природно-климатических районах края со стабильным снежным покровом.

2. Сорты Тюменская зернокормовая, Зимогор, Корнет имеют высокую потенциальную урожайность зеленой массы, которая существенно превышает продуктивность озимой ржи Спаская местная – на 6,3–13,4 т/га. Урожайность у этих сортов была стабильной

и изменялась по годам незначительно – на 2,6–3,4 т/га. Кроме того, сорт Зимогор при раннем сроке созревания формирует высокую урожайность зеленой массы – до 30,2 т/га, что соответствует уровню позднеспелых сортов.

3. Аграф и Торнадо обеспечивают наибольший выход переваримого протеина и обменной энергии с 1 га, превышающий показатели озимой ржи на 2 ц/га и 16,6–19,2 ГДж/га соответственно.

4. Тюменская зернокормовая является перспективным сортом, у которого за период испытаний зафиксирован наибольший выход сухого вещества и обменной энергии – 7,5 т/га и 85,5 ГДж/га соответственно. Также он превосходит стандарт по зерновой продуктивности на 0,5 т/га. Данный сорт может конкурировать с рожью для возделывания на кормовые цели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сечняк Л. К., Сулима Ю. Г. Тритикале. – М.: Колос, 1984. – С. 293–299.
2. Значение озимых культур в кормопроизводстве Сибири / В. А. Солошенко, В. А. Рогачев, В. И. Филатов, В. А. Соколов // Адаптивное кормопроизводство. – 2015. – № 2. – С. 31–37.
3. Константинова О. Б., Кондратенко Е. П. Экологическая пластичность и стабильность новых сортов озимого тритикале // Вестн. НГАУ. – 2015. – № 3 (36). – С. 13–18.
4. Латшин Ю. А. Озимая тритикале как компонент для производства высококачественного зеленого корма // Научные основы современных агротехнологий в сельскохозяйственном производстве: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Саранск, 25–26 июня 2015 г.) / Мордов. НИИСХ. – Саранск, 2015. – С. 134–139.
5. Туктарова Н. Г., Исаков А. А. Адаптивная реакция озимых злаковых культур на агроэкологические условия произрастания в Удмуртской республике // Вестн. НГАУ. – 2016. – № 3 (40). – С. 50–56.

6. *Потапова Г.Н., Зобнина Н.Л., Комаровских Н.С.* Изучение кормовых свойств озимого тритикале на Среднем Урале // Тритикале: материалы междунар. науч.-практ. конф., 7–8 июня 2016 г. / Дон. зон. НИИСХ. – Ростов-н/Д, 2016. – Ч. II. – С. 29–34.
7. *Гамберова Т.В., Бабайцева Т.А., Ленточкин А.М.* Экологическая оценка сортов озимой тритикале // Аграр. вестн. Урала. – 2014. – № 12. – С. 6–8.
8. *Результаты* изучения коллекции озимого тритикале в условиях Беларуси / С.И. Гриб, В.Н. Булетевич, Е.И. Позняк, В.А. Бондарчук // Земледелие и селекция в Беларуси / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск, 2016. – Вып. 52. – С. 245–251.
9. *Волошина Т.А.* Сортоизучение озимой тритикале и ее адаптация к абиотическим факторам муссонного климата Приморского края // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: III Междунар. науч.-практ. интернет-конф. / Прикасп. НИИ арид. земледелия. – Солёное Займище, 2018. – С. 291–295.
10. *Методические* рекомендации по экологическому испытанию сельскохозяйственных культур на примере зерновых / сост.: Г.А. Баталова, Т.К. Шешегова, В.А. Стариков; Россельхозакадемия, СВРНЦ. – Киров, 2013. – С. 7–27.
11. *Справочник* по кормопроизводству / под ред. В.М. Косолапова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Россельхозакадемия, 2014. – 715 с.

REFERENCES

1. Sechnyak L. K., Sulima Yu.G. *Tritikale* (Triticale), Moscow: Kolos, 1984, 317 p.
2. Soloshenko V.A., Rogachev V.A., Filatov V.I., Sokolov V.A. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*, 2015, No. 2, pp. 31–37. (In Russ.)
3. Konstantinova O. B., Kondratenko E. P., *Vestn. NGAU*, 2015, No. 3 (36), pp. 13–18. (In Russ.)
4. Lapshin Yu.A. *Nauchnye osnovy sovremennykh agrotekhnologii v sel'skokhozyaistvennom proizvodstve*, (Scientific basis of modern agrotechnologies), Materials of the All-Russian Scientific-Practical Conference, June 25–26, 2015, Saransk, 2015, pp. 134–139. (In Russ.)
5. Tuktarova N. G., Isakov A. A. *Vestn. NGAU*, 2016, No. 3 (40), pp. 50–56.
6. Potapova G.N., Zobnina N.L., Komarovskikh N.S. *Tritikale* (Triticale), Materials of the International Scientific-Pract. Conf., June 7–8, 2016, Rostov-n/D, 2016, pp. 29–34. (In Russ.)
7. Gamberova T. V., Babaitseva T. A., Lentochkin A. M. *Agrarnyi vestnik Urala*, 2014, No 12, pp. 6–8. (In Russ.)
8. Grib S. I., Buletevich V. N., Poznyak E. I., Bondarchuk V. A. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi* (Agriculture and breeding in Belarus), Nauch. – prakt. Tsentr NAN Belarusi po zemledeliyu, (Scientific. – pract. Center of NAS of Belarus on agriculture), Minsk, 2016, No 52, pp. 245–251. (In Russ.)
9. Voloshina T.A. *Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie prirodnoi sredy i nauchno-prakticheskie aspekty ratsional'nogo prirodoopol'zovaniya* (Modern ecological state of the natural environment), Materials of the III International Scientific and Pract. Internet-Conf., February 28, 2018, Solyenoye Zaymishche, 2018, pp. 291–295. (In Russ.)
10. Batalova G.A., Sheshegova T.K., Starikov V.A. *Metodicheskie rekomendatsii po ekologicheskomu ispytaniyu sel'skokhozyaistvennykh kul'tur na primere zernovykh* (Guidelines forenvironmental testing of crops on the example of grain crops), Киров: Rossel'khozakademiya, 2013, 30 p.
11. Kosolapov V.M. *Spravochnik po kormoproizvodstvu*, (Guide to feed production), Moscow: Rossel'khozakademiya, 2014, 715 p.

НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННО ПОЛЕЗНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КРАСНОГО СКОТА АЛТАЙСКОГО КРАЯ РАЗНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

¹А.И. Желтиков, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

²Д.С. Адушинов, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

¹О.А. Зайко, кандидат биологических наук

¹В.Н. Дементьев, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

¹В.Г. Маренков, кандидат биологических наук, доцент

¹А.Г. Незавитин, доктор биологических наук, профессор

¹В.В. Гарт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹Новосибирский государственный аграрный университет

²Иркутский государственный аграрный университет им. А. А. Ежевского

E-mail: razvedenie@mail.ru

Ключевые слова: красные породы, красная степная, красная датская, англеская породы, факторы крови, эритроцитарные антигены, кровегрупповые особенности, индекс генетического сходства, эякулят, нативная сперма, оплодотворяемость, биопродукция

Реферат. Приведена характеристика 52 производителей красной степной, 49 – красной датской и 169 быков англеской породы ОАО Племпредприятие «Барнаульское» по встречаемости эритроцитарных антигенов. В тестах использовано 53 антисыворотки, с помощью которых определяли эритроцитарные антигены 9 генетических систем. Наибольшей была частота антигена F, составив 0,976–1,000, он отсутствовал только у одного производителя красной степной породы и у четырёх – англеской породы. Все быки красной датской породы были носителями аллеля F в гомо- или гетерозиготном состоянии. Концентрация антигенов A₂, B₂, O_p, Y₂, G', Q' (система B), C_p, C₂, E, R₂, W, X₂ (система C), H' (система S) у быков красных пород была высокой и составила 0,249–0,592. Наоборот, частота эритроцитарных антигенов B_p, I_p, P₂, T_p, T₂, Y_p, I', D', J₂', P₁', B'' (B), R₁ (C), J (J), S₂, U и H'' (S) была наименьшей и составила 0–0,122. У англеских производителей встречались все 53 определяемых фактора крови, однако у красных степных и у красных датских не выявлены соответственно эритроцитарные антигены B_p, P₂, R_p, U и B_p, Y_p, B''. Между животными трёх красных пород не выявлено достоверных различий по индексам генетического сходства, которые равны 0,9211–0,9307, что свидетельствует о высоком родстве между ними. От производителей англеской породы получено наивысшее количество эякулятов и нативной спермы, превышение над другими породами составило 11,9–13,9 и 15,1–42,8 %. Красные степные быки характеризовались наименьшим объёмом эякулята и от них получено меньше доз биопродукции для криоконсервации. Общая оплодотворяемость коров спермой быков красной степной породы составила 85,1 %, превосходство над красными датскими и англескими производителями составило 7,1–11,5 абс. %.

SOME BIOLOGICAL AND ECONOMIC VALUABLE FEATURES OF THE RED CATTLE OF DIFFERENT ORIGIN IN THE ALTAI TERRITORY

¹ Zheltikov A.I., Doctor of Agricultural Sc., Professor

² Adushinov D.S., Doctor of Agricultural Sc., Professor

¹ Zaiko O.A., Candidate of Biology

¹ Dementiev V.N., Doctor of Agricultural Sc., Professor

¹ Marenkov V.G., Candidate of Biology, Associate Professor

¹ Nezavitin A.G., Doctor of Biological Sc., Professor

¹ Gart V.V., Doctor of Agricultural Sc., Professor

¹ Novosibirsk State Agrarian University

² Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevskiy

Key words: red breeds, red steppe, red Danish, Angler breeds, blood parameters, erythrocytic antigens, blood group parameters, index of genetic similarity, ejaculate, native sperm, breeding efficiency, bioproducts.

Abstract. The paper characterizes 52 producers of red steppe, 49 - red Danish and 169 Angler bulls of "Barnaulskoye" enterprise in terms of erythrocyte antigen occurrence. The authors used 53 antisera in order to determine erythrocytic antigens of 9 genetic systems. The highest frequency observed was F antigen frequency equal to 0.976-1.000. This gene was not observed in one servicing red steppe bull and four servicing Angler bulls. All red Danish bulls had F allele in a homo- or heterozygous state. The concentration of antigens A₂, B₂, O₁, Y₂, G', Q' (system B), C₁, C₂, E, R₂, W, X₂ (system C), H' (system S) in the red bulls was high and equal to 0.249-0.592. The frequency of erythrocytic antigens B_p, I_p, P₂, T_p, T₂, Y_p, I', D', J₂', P₁', B'' (B), R₁ (C), J (J), S₂, U and H'' (S) was the lowest at 0-0.122. All 53 blood factors were observed in Angler cattle, but no antigens B_p, P₂, R_p, U u B_p, Y_p, B'' were observed in the red steppe and red Danish cattle. There are no significant differences observed in genetic similarity among three red breeds; the index of genetic similarity are 0.9211-0.9307, which indicates a high relationship among them. The highest number of ejaculates and native sperm was obtained from Angler servicing bulls, the excess over other breeds was 11.9-13.9 and 15.1-42.8%. Red steppe bulls were characterized by lowest amount of ejaculate and less bioproducts for cryopreservation were received from them. The total breeding efficiency of cows with red steppe bull sperm was 85.1%, the superiority over Danish and Angler red cattle was 7.1-11.5%.

В Алтайском крае красная степная порода является одной из основных пород крупного рогатого скота. На её долю приходится 23–27,7% от всего пробонитированного скота в крае [1–3]. Она неприхотлива к условиям кормления, содержания и эксплуатации, способна сохранять хорошие воспроизводительные качества [4, 5]. Это привело к широкому распространению животных данной породы во многих регионах России и стран СНГ [6–8].

Во второй половине XX в. в Советском Союзе развернулись масштабные практические работы и научные исследования с целью создания пород и типов крупного рогатого

скота и других видов сельскохозяйственных животных. К настоящему времени создан ряд типов в чёрно-пёстрой, красно-пёстрой и других породах, а также новая порода сибирячка [9–15].

Для совершенствования красного степного скота России, в частности Алтайского края и Омской области, широко используются быки-производители родственных англерской, красной датской, а также красно-пёстрой голштинской пород. В результате многолетней работы были созданы в этих регионах Западной Сибири кулундинский и сибирский типы. Они отличаются относительно большими удоями и достаточно высо-

кой жирномолочностью, которая в целом по отдельным племенным хозяйствам, разводящим кулундинский тип, составляет 4,3–4,5%. Разведением красного степного скота и вновь созданных типов в Российской Федерации занимаются более 40 племенных хозяйств, поголовье животных в которых составляет около 30% [11, 12, 14].

Использование в селекционной практике иммуногенетических показателей, включая кровегрупповые факторы и белковые полиморфные системы, позволяет проследить генетические процессы, происходящие в стадах животных, и повысить эффективность селекции [16–23]. Эритроцитарные антигены большинства пород крупного рогатого скота достаточно изучены. Но даже животные одной и той же породы в разных стадах или родственные породы значительно отличаются друг от друга по частоте их встречаемости. Это определяется методами разведения, направленностью отбора и другими факторами. Различия между породами, линиями и семействами более отчетливо выявляются по частоте аллелей, контролируемых наследственные сочетания антигенов групп крови. Несмотря на это изучение сходства популяций зачастую выполняется на антигенном уровне, так как при этом легче всего проводить сравнение популяций, тестированных различными наборами реагентов, и можно ожидать, что анализ распределения антигенов в популяциях будет достаточно адекватно отражать реальные взаимоотношения генофондов пород и стад, сложившихся в процессе эволюции [24].

В современном молочном скотоводстве актуальной проблемой по-прежнему остаётся воспроизводство стад, которое во многом зависит от качества спермопродукции и её оплодотворяющей способности [5, 15, 25, 26]. Немаловажное значение имеет также селекция животных на резистентность к наиболее распространённым заболеваниям, наносящим большой ущерб животноводству [27].

В зоне, где разводится красный степной скот и его помеси с англеской и красной датской породами, в настоящее время

проводится комплексный мониторинг почв, кормовых растений и сельскохозяйственных животных, что будет способствовать более точной оценке племенных качеств изучаемых пород [28–34].

Цель наших исследований – изучение встречаемости эритроцитарных антигенов у быков трёх красных пород ОАО Племпредприятие «Барнаульское», а также определение индексов генетического сходства между ними и оценка спермы быков красной степной, англеской и красной датской пород по количеству и объёму эякулятов, концентрации сперматозоидов, их активности и оплодотворяющей способности.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований являются кровегрупповые особенности и воспроизводительные качества быков красных пород ОАО Племпредприятие «Барнаульское» Алтайского края. Наличие тех или иных эритроцитарных антигенов определяли по общепринятой методике в лаборатории биотехнологии СибНИПТИЖ СФНЦА РАН. В тестах использовали 53 антисыворотки, с помощью которых определяли антигены 9 генетических систем. Частоты антигенов рассчитывали в долях единицы делением количества животных, имеющих данный антиген, на общее количество быков в группе. Индекс генетического сходства (r) определяли путём вычитания из единицы генетической дистанции (d), которую вычисляли по формуле А. С. Серебровского [35]:

$$d = \sqrt{\frac{\sum \Delta i^2}{n}},$$

где Δi – разность между частотами одного и того же антигена в сравниваемых группах x_i и y_i ; n – число антигенов, по которым производили сравнение. Статистическую ошибку индекса генетического сходства (Sr) определяли по формуле Л. А. Животовского [36]:

$$Sr = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{N_1 + N_2}{N_1 \times N_2} \times (1 - r^2)},$$

где N_1 и N_2 – количество быков в группе; g – индекс генетического сходства. Статистическую обработку проводили с помощью компьютерной программы Microsoft Office Excel.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

В табл. 1 приведена частота эритроцитарных антигенов у 52 быков красной степной, 49 – красной датской и 169 – англеской породы. Наиболее высокой была встречаемость фактора F (0,976–1,000), который отсутствовал только у одного производителя красной степной породы и у четырёх – англеской породы. Все быки красной датской породы были носителями аллеля F в гомо- или гетерозиготном состоянии. Частота антигена V в системе F-V изменялась от 0,122 у красной датской породы до 0,207 – у англеской.

В сложной генетической системе В, представленной 29 антигенами, наиболее высокой была частота факторов A_2 , B_2 , O_1 , Y_2 , G' , Q' и составила 0,330–0,558 у красной степной,

0,265–0,531 – у красной датской и 0,249–0,592 – у англеской породы. Наоборот, встречаемость антигенов B_1 , I_1 , P_2 , T_1 , T_2 , Y_1 , I' , D' , J_2' , P_1' , B'' была низкой и составила соответственно по породам 0–0,077; 0–0,122; 0,006–0,118.

В генетической системе С частота антигенов C_1 , C_2 , E, R_2 , W, X_2 у красного степного скота составила 0,288–0,462, красного датского – 0,306–0,490 и у англеского – 0,266–0,456. В то же время фактор R_1 был представлен только у отдельных быков-производителей красных пород, а у красной степной совсем отсутствовал. Относительно низкой у всех пород была частота антигенов J (0,038–0,061) и M (0,019–0,172) в одноимённых системах, а также S_2 (0,041–0,083), U (0–0,020) и H'' (0,020–0,095) в генетической системе S. В этой системе с частотой от 0,574 до 0,592 встречался фактор H' .

Спектр эритроцитарных антигенов у животных англеской породы был более богат, потому что у быков-производителей встреча-

Таблица 1

Частота эритроцитарных антигенов у быков-производителей красных пород ОАО Племпредприятие «Барнаульское»

Frequency of erythrocytic antigens of red servicing bulls at breeding enterprise «Barnaulskoe»

Система	Антиген	Порода					
		красная степная		красная датская		англеская	
		n	частота	n	частота	n	частота
1	2	3	4	5	6	7	8
А	A_1	9	0,173	4	0,082	21	0,124
	A_2	21	0,404	13	0,265	60	0,355
В	B_1	0	0	0	0	7	0,041
	B_2	29	0,558	26	0,531	100	0,592
	G_2	13	0,250	5	0,102	24	0,142
	G_3	8	0,154	5	0,102	21	0,124
	I_1	2	0,038	4	0,082	4	0,023
	I_2	4	0,077	6	0,122	8	0,047
	O_1	18	0,346	16	0,327	42	0,249
	O_2	9	0,173	11	0,224	44	0,260
	P_2	0	0	3	0,061	11	0,065
	Q	5	0,096	5	0,102	27	0,160
	T_1	2	0,038	1	0,020	1	0,006
	T_2	2	0,038	2	0,041	2	0,012
	Y_1	3	0,058	0	0	20	0,118
	Y_2	24	0,462	21	0,429	72	0,426
	I'	4	0,077	1	0,020	2	0,012
A_2'	21	0,404	9	0,184	38	0,225	

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
	D'	3	0,058	4	0,082	12	0,071
	E ₂ '	8	0,154	7	0,143	34	0,201
	E ₃ '	8	0,154	6	0,122	11	0,065
	G'	23	0,442	14	0,286	79	0,467
	I'	10	0,192	9	0,184	26	0,154
	J ₂ '	3	0,058	6	0,122	13	0,077
	O'	16	0,308	10	0,204	43	0,254
B	P ₁ '	1	0,019	2	0,041	5	0,030
	P ₂ '	14	0,269	12	0,245	50	0,296
	Q'	17	0,330	17	0,347	69	0,408
	Y'	5	0,096	9	0,184	18	0,107
	B''	1	0,019	0	0	7	0,041
	G''	12	0,231	10	0,204	30	0,178
C	C ₁	17	0,330	24	0,490	65	0,385
	C ₂	15	0,288	15	0,306	77	0,456
	E	21	0,404	18	0,367	54	0,320
	R ₁	0	0	1	0,020	5	0,030
	R ₂	16	0,308	15	0,306	45	0,266
	W	20	0,385	20	0,408	55	0,325
	X ₁	3	0,058	6	0,122	23	0,136
	X ₂	24	0,462	19	0,388	73	0,432
	C'	5	0,096	9	0,184	51	0,302
	L'	6	0,115	5	0,102	32	0,189
F-V	F	51	0,981	49	1,000	165	0,976
	V	9	0,173	6	0,122	35	0,207
J	J	2	0,038	3	0,061	9	0,053
L	L	11	0,212	6	0,122	30	0,178
M	M	1	0,019	5	0,102	29	0,172
S	S ₁	8	0,154	10	0,204	34	0,201
	S ₂	4	0,077	2	0,041	14	0,083
	U	0	0	1	0,020	1	0,006
	H'	30	0,577	29	0,592	97	0,574
	U'	17	0,327	9	0,184	38	0,225
	H''	4	0,077	1	0,020	16	0,095
Z	Z	24	0,462	10	0,204	75	0,444

лись все 53 фактора. В то же время антигены B₁, P₂, R₁ и U отсутствовали у красных степных быков, а B₁, Y₁, B'' – у красных датских.

Максимальные различия между тремя породами установлены по встречаемости антигенов A₂ (0,139), G₂ (0,148), Y₁ (0,118), A₂' (0,220), G' (0,156), O' (0,104), C₁ (0,160), C₂ (0,168), C' (0,206), M (0,153), U' (0,143) и Z (0,258).

Частота эритроцитарных антигенов даёт предварительное суждение о сходстве или различии между разными группами живот-

ных. Для этого рассчитывают генетические дистанции и индексы генетического сходства. В табл. 2 приведены последние показатели, которые варьировали от 0,9211 до 0,9307. Различия между тремя породами по индексам генетического сходства недостоверны (P>0,05). Однако наблюдается тенденция к увеличению сходства между англеской породой, с одной стороны, и красными степными и датскими быками – с другой. Такое высокое генетическое сходство между породными группами подтверждается родословными бы-

Таблица 2

Индексы генетического сходства быков разных пород (r±Sr)
Indexes of genetic similarity of different breed bulls (r±Sr)

Порода	Код	2	3
Красная степная	1	0,9211±0,0388	0,9307±0,0290
Красная датская	2	–	0,9293±0,0299
Английская	3		–

ков, которые в ряде случаев являются не чистопородными представителями своих пород, а помесью с большей или меньшей кровностью по другим породам, включая даже такие, как айрширская, красная шведская и краснопёстрая голштинская. Безусловно, отдельные производители красной степной, красной датской и английской пород, которым прилита «кровь» друг друга и других вышеназванных пород, оказали влияние на увеличение генетического сходства между ними.

Совершенствование и создание пород и породных типов проводится, как правило, при иммуногенетическом контроле, который

позволяет исключить неточности в происхождении животных и проследить изменение генетической структуры разных групп животных. Вместе с тем отводится большая роль оценке воспроизводительных качеств животных, особенно производителей, от которых получают значительно большее количество потомков, чем от маток. В табл. 3 приведены показатели, характеризующие качество спермопродукции у 10 быков красной степной, 15 – красной датской и 12 – английской породы. Последние дали наивысшее количество эякулятов за всё время использования, которое у всех быков составляло 4–5 лет, и нативной спермы. Превышение

Таблица 3

Качество спермы быков красных пород
The quality of red bulls sperm

Порода	Получено		Средний объём эякулята, мл	Концентрация сперматозоидов, млрд/мл	Активность, баллов	Получено спермы для использования		
	эякулятов, шт.	нативной спермы, мл				мл	% от нативной спермы	доз
Английская	574	3332	5,80	1,05	8,27	2968	89,1	69188
Красная датская	504	2895	5,81	1,01	8,65	2697	93,2	61684
Красная степная	513	2333	4,51	1,00	8,51	1979	84,9	44485

над красными датскими быками составило 70 эякулятов (13,9%) и 437 мл нативной спермы (15,1%), по сравнению с красными степными производителями соответственно 61 эякулят (11,9%) и 999 мл (42,8%). Средний объём эякулята у английских и датских производителей был одинаковым и превосходил аналогичный показатель красных степных быков на 28,7%. Не выявлено различий по концентрации сперматозоидов между породами, которая составила 1,00–1,05 млрд/мл. Однако английские быки уступили производителям двух других пород по активности сперматозоидов на 0,24–0,38 балла.

В расчёте на одного английского производителя было получено и заморожено 69188 доз биопродукции, превосходство над крас-

ными датскими и красными степными быками составило 12,2 и 55,5%.

У быков, оценённых по качеству спермопродукции, была рассчитана оплодотворяемость коров их спермой – общая и после первого осеменения (табл. 4).

При осеменении 5129 коров биопродукцией красных степных быков общая оплодотворяемость составила 85,1%, а от первого осеменения – 51,6%. Превосходство над английскими быками составило 11,5 абс.% (P<0,001) по общей оплодотворяемости и 3,2 абс.% (P<0,001) после первого осеменения. Красные степные быки достоверно превосходили и красных датских производителей по общей оплодотворяемости на 7,1 абс.% (P<0,001).

Воспроизводительная способность быков красных пород
Reproductive capacities of red bulls

Порода	Осеменено коров, гол.	Оплодотворяемость коров			
		всего		после 1-го осеменения	
		гол.	%	гол.	%
Английская	11129	8189	73,60±0,42	5387	48,40±0,47
Красная датская	13081	10204	78,00±0,36	6966	53,30±0,44
Красная степная	5129	4364	85,10±0,50	2649	51,60±0,70

ВЫВОДЫ

1. Выявлены определённые различия по встречаемости факторов крови между производителями английской, красной степной и красной датской пород. При этом наибольшей величины разность достигает по концентрации антигенов A_2 , G_2 , Y_1 , A_2' , G' , O' , C_1 , C_2 , C' , M , U' и Z – 0,104–0,258. У красных степных быков отсутствовали антигены B_1 , P_2 , R_1 и U , у красных датских – B_1 , Y_1 и B'' . У английских производителей встречались все 53 эритроцитарных антигена.

2. Между животными всех пород выявлены высокие индексы генетического сходства

по частоте эритроцитарных антигенов, которые составили 0,9211–0,9307, что свидетельствует о высоком родстве между английской, красными степной и датской породами.

3. От быков английской породы получено больше эякулятов на 11,9–13,9%, нативной спермы – на 15,1–42,8, доз для криоконсервации – на 12,2–55,5% по сравнению с двумя другими породами. Однако активность сперматозоидов у двух последних пород была выше на 0,24–0,38 балла. Средний объём эякулята у быков зарубежной селекции был выше на 28,7%, чем у красного степного скота.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильин В. В., Желтиков А. И., Короткевич О. С. Изучение некоторых продуктивных и биологических особенностей красного степного скота Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 2. – С. 68–71.
2. Солошенко В. А., Клименок И. И., Хлебников И. К. Стратегические направления интенсификации молочного скотоводства Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2009. – № 10 (202). – С. 68–77.
3. Устойчивость красного степного скота Алтайского края к некоторым заболеваниям / В. В. Ильин, А. И. Желтиков, О. С. Короткевич [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 4. – С. 65–68.
4. Дмитриев Н. Г. Породы скота по странам мира. – М.: Колос, 1978. – 352 с.
5. Воспроизводительная способность быков-производителей красных пород Алтайского края / В. В. Ильин, А. И. Желтиков, О. С. Короткевич [и др.] // Главный зоотехник. – 2012. – № 3. – С. 6–10.
6. Классен Х. И. Красный степной скот. – М.: Колос, 1996. – 247 с.
7. Пархоменко Л. А., Захаров В. Н. Сохранить племенные ресурсы красного степного скота // Зоотехния. – 1996. – № 8. – С. 10–12.
8. Улимбашев М., Корякин В. Особенности красного степного скота разных производственных типов // Молочное и мясное скотоводство. – 2006. – № 3. – С. 21.
9. Адушинов Д. С., Кузнецов А. И. Экстерьерные особенности коров прибалтийского типа чернопестрой породы // Главный зоотехник. – 2011. – № 5. – С. 23–25.
10. Крупный рогатый скот (*Bos primigenius* Vojanus) Сибирячка: пат. на селекционное достижение RUS № 9498 / Д. С. Адушинов, Х. А. Амерханов, Е. А. Берш [и др.]. – Заявл. 16.06.2015; зарегистрировано в государственном реестре охраняемых селекционных достижений 08.02.2018.
11. Дунин И., Князева Т., Тюриков В. Тип кулундинский // Молочное и мясное скотоводство. – 2009. – № 1. – С. 21.

12. Дунин И., Князева Т., Тюриков В. Тип сибирский // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 5. – С. 19.
13. Клименок И., Герасимчук Л., Уфимцева Н. Новый тип скота «Приобский» // Животноводство России. – 2006. – № 4. – С. 38.
14. Князева Т. Красный молочный скот России // Животноводство России. – 2010. – № 3. – С. 6–9.
15. Черно-пестрый скот Сибири / А. И. Желтиков, В. Л. Петухов, О. С. Короткевич [и др.] – Новосибирск: НГАУ, 2010. – 500 с.
16. Генетическая структура свиней крупной белой породы Ачинского типа и способы её совершенствования / В. А. Бекенёв, В. С. Деева, Г. М. Гончаренко [и др.] // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2007. – № 1 (169). – С. 61–69.
17. Генетические особенности миниатюрных свиней СО РАН / К. С. Шатохин, В. С. Деева, Г. М. Гончаренко [и др.] // Вестн. НГАУ. – 2014. – № 1 (30). – С. 75–80.
18. Дуров А. С., Деева В. С. Хозяйственно-биологическая характеристика генеалогических линий коров герефордской породы сибирской селекции // Вестн. АГАУ. – 2014. – № 8 (118). – С. 78–81.
19. Желтиков А. И., Петухов В. Л. Изменение генетической структуры чёрно-пёстрого скота в процессе голштинизации // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1996. – № 3–4. – С. 97–99.
20. Исследование однонуклеотидного полиморфизма SNPs по гену TNFR1 у крупного рогатого скота черно-пестрой породы в Западной Сибири в связи с молочной продуктивностью / М. П. Люханов, В. Л. Петухов, О. С. Короткевич [и др.] // Зоотехния. – 2015. – № 3. – С. 2–3.
21. Камалдинов Е. В., Короткевич О. С., Петухов В. Л. Фонд эритроцитарных антигенов и хромосомная нестабильность у якутского скота // С.-х. биология. – 2011. – № 2. – С. 51–56.
22. Полиморфизм белков сыворотки свиней сибирской северной породы / Е. В. Камалдинов, О. С. Короткевич, В. Л. Петухов [и др.] // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2010. – № 4. – С. 49–51.
23. Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia / O. S. Korotkevich, M. P. Lyukhanov, V. L. Petukhov [et al.] // Proceedings of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. – Vancouver, Canada, 2014. – P. 487.
24. Машуров А. М., Сухова Н. О. Иммуногенетическое сходство пород крупного рогатого скота и родственных ему видов. – Новосибирск, 1995. – 72 с.
25. Костомахин Н. Иммунологический статус быков-производителей и его использование в селекции // Главный зоотехник. – 2007. – № 5. – С. 18–21.
26. Турчанов С. Биологическая ценность оттаянной спермы быков // Главный зоотехник. – 2009. – № 12. – С. 7–8.
27. Петухов В. Л., Камалдинов Е. В., Короткевич О. С. Влияние породы на устойчивость крупного рогатого скота к некоторым болезням // Главный зоотехник. – 2011. – № 1. – С. 10–12.
28. Желтикова О. А., Короткевич О. С., Петухов В. Л. Аккумуляция макро- и микроэлементов в печени свиней скороспелой мясной породы (СМ-1) // Вестн. НГАУ. – 2007. – № 6. – С. 50–56.
29. Межвидовые различия по концентрации тяжёлых металлов в производных кожи животных / К. Н. Нарожных, Т. В. Коновалова, И. С. Миллер [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–26. – С. 5815–5819.
30. Characterizing physiological status in three breeds of bulls reared under ecological and climate conditions of the Altai region / L. V. Osadchuk, M. A. Kleshchev, O. I. Sebezhko [et al.] // Iraqi Journal of Veterinary Sciences. – 2017. – Vol. 31, N 1. – P. 35–42.
31. Ecological and biogeochemical evaluation of elements content in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia / A. I. Syso, M. A. Lebedeva, A. S. Cherevko [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 9, N 4. – P. 368–374.
32. Heavy metals in pig muscles / O. A. Zaiko, V. L. Petukhov, T. V. Konovalova [et al.] // 17th International Conference of Heavy Metals in the Environment Proceeding of Abstract. – 2014. – P. 76.
33. Influence of anthropogenic pollution on interior parameters, accumulation of heavy metals in organs and tissues, and the resistance to disorders in the yak population in the Republic of Tyva / O. I. Sebezhko, V. L. Petukhov, N. I. Shishin [et al.] // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. – 2017. – Vol. 17, N 9. – P. 1530–1535.

34. Iron content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia) / K. N. Narozhnykh, T. V. Konovalova, J. I. Fedyaev [et al.] // *Indian Journal of Ecology*. – 2017. – Vol. 44, N 2. – P. 217–220.
35. *Серебровский А. С.* Генетический анализ. – М.: Наука, 1970. – 342 с.
36. *Животовский Л. А.* Показатели сходства популяций по полиморфным признакам // *Журн. общ. биологии*. – 1979. – Т. 40, № 4. – С. 587–602.

REFERENCES

1. Il'in V.V., Zheltikov A.I., Korotkevich O.S. Izuchenie nekotoryh produktivnyh i biologicheskikh osobennostej krasnogo stepnogo skota Altajskogo kraja, *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2012, No. 2, pp. 68–71. (In Russ.)
2. Soloshenko V.A., Klimenok I.I., Hlebnikov I.K. Strategicheskie napravlenija intensivizacii molochnogo skotovodstva Sibiri, *Sib. vestn. s. – h. nauki*, 2009, No. 10 (202), pp. 68–77. (In Russ.)
3. Il'in V.V., Zheltikov A.I., Korotkevich O.S., Konovalova T.V. Ustojchivost krasnogo stepnogo skota Altajskogo kraja k nekotorym zabolevanijam, *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2014, No. 4, pp. 65–68. (In Russ.)
4. Dmitriev N.G. Porody skota po stranam mira (Breeds of cattle in the world), Moskow: Kolos, 1978, 352 p. (In Russ.)
5. Il'in V.V., Zheltikov A.I., Korotkevich O.S., Marenkov V.G., Kochnev N.N. Vosproizvoditel'naj a sposobnost bykov-proizvoditelej krasnyh porod Altajskogo kraja, *Glavnyj zootehnik*, 2012, No. 3, pp. 6–10. (In Russ.)
6. Klassen H.I. Krasnyj stepnoj skot (Red Steppe cattle), Moskow: Kolos, 1996, 247 p. (In Russ.)
7. Parhomenko L.A., Zaharov V.N. Sohranit' plemennye resursy krasnogo stepnogo skota, *Zootehnija*, 1996, No. 8, pp. 10–12. (In Russ.)
8. Ulimbashev M., Korjakin V. Osobennosti krasnogo stepnogo skota raznyh proizvodstvennyh tipov, *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*, 2006, No. 3, pp. 21. (In Russ.)
9. Adushinov D.S., Kuznecov A.I. Jekster'ernye osobennosti korov pribaltijskogo tipa cherno-pestroj porody, *Glavnyj zootehnik*, 2011, No. 5, pp. 23–25. (In Russ.)
10. Adushinov D.S., Amerhanov H.A., Bersh E.A., Vostrikov V.F., Gerasimchuk L.D., Golubkov A.I., Goncharenko G.M., Grigor'ev A.P., Guglja V.G., Dunin I.M., Erkubaev A.V., Zheltikov A.I., Il'in V.V. *Krupnyj rogatyj skot (Bos primigenius Bojanus) Sibirjachka (Cattle (Bos primigenius Bojanus) Sibirjachka)*, Patent RF No. 9498, 2018. (In Russ.)
11. Dunin I., Knjazeva T., Tjurikov V. Tip kulundinskij, *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*, 2009, No. 1, pp. 21. (In Russ.)
12. Dunin I., Knjazeva T., Tjurikov V. Tip sibirskij, *Molochnoe i mjasnoe skotovodstvo*, 2008, No. 5, pp. 19. (In Russ.)
13. Klimenok I., Gerasimchuk L., Ufimceva N. Novyj tip skota «Priobskij», *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2006, No. 4, pp. 38. (In Russ.)
14. Knjazeva T. Krasnyj molochnyj skot Rossii, *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2010, No. 3, pp. 6–9. (In Russ.)
15. Zheltikov A.I., Petuhov V.L., Korotkevich O.S., Kostomahin N.M., Soloshenko V.A., Klimenok I.I., Ufimceva N.S., Adushinov D.S., Golubkov A.I., Kuznecov A.I., Kamaldinov E.V. Chernopestryj skot Sibiri (Black-and-White cattle of Siberia), Novosibirsk: NGAU, 2010, 500 p. (In Russ.)
16. Bekenjov V.A., Deeva V.S., Goncharenko G.M., Agapov A.M. Geneticheskaja struktura svinej krupnoj belo porody Achinskogo tipa i sposoby ejo sovershenstvovanija, *Sibirskij vestnik s. – h. nauki*, 2007, No. 1 (169), pp. 61–69. (In Russ.)
17. Shatohin K.S., Deeva V.S., Goncharenko G.M., Grishina N.B., Gorjacheva T.S., Akulich E.G., Kononenko E.V., Ermolaev V.I., Nikitin S.V. Geneticheskie osobennosti miniatjurnykh svinej SO RAN, *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, No. 1 (30), pp. 75–80. (In Russ.)
18. Durov A.S., Deeva V.S. Hozjajstvenno-biologicheskaja harakteristika genealogicheskikh linij korov gerefordskoj porody sibirskoj selekcii, *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, No. 8 (118), pp. 78–81. (In Russ.)

19. Zheltikov A.I., Petuhov V.L. Izmenenie geneticheskoy struktury chorno-pjostrogogo skota v processe golshtinizacii, *Sib. vestn. s. – h. nauki*, 1996, No. 3–4, pp. 97–99. (In Russ.)
20. Ljuhanov M.P., Petuhov V.L., Korotkevich O.S., Sebezshko O.I. Issledovanie odnonukleotidnogo polimorfizma SNPs po genu TNFR1 u krupnogo rogatogo skota cherno-pestroj porodny v Zapadnoj Sibiri v svyazi s molochnoj produktivnost'ju, *Zootehniya*, 2015, No. 3, pp. 2–3. (In Russ.)
21. Kamaldinov E.V., Korotkevich O.S., Petuhov V.L. Fond jeritrocitarnyh antigenov i hromosomnaja nestabil'nost» u jakutskogo skota, *S. – h. biologija*, 2011, No. 2, pp. 51–56. (In Russ.)
22. Kamaldinov E.V., Korotkevich O.S., Petuhov V.L., Zheltikov A.I., Fridcher A.A. Polimorfizm belkov syvorotki svinej sibirskoj severnoj porodny, *Dokl. Ros. akad. s. – h. nauk*, 2010, No. 4, pp. 49–51. (In Russ.)
23. Korotkevich O.S., Lyukhanov M.P., Petukhov V.L., Yudin N.S., Konovalova T.V., Sebezshko O.S. Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia, *Proceedings of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Vancouver, Canada, 2014, pp. 487.
24. Mashurov A.M., Suhova N.O. Immunogeneticheskoe shodstvo porod krupnogo rogatogo skota i rodstvennyh emu vidov (Immunogenetic similarity of cattle breeds and related types), Novosibirsk, 1995, 72 p. (In Russ.)
25. Kostomahin N. Immunologicheskij status bykov-proizvoditelej i ego ispol'zovanie v selekcii, *Glavnyj zootehnik*, 2007, No. 5, pp. 18–21. (In Russ.)
26. Turchanov S. Biologicheskaja cennost» ottajannoj spermy bykov, *Glavnyj zootehnik*, 2009, No. 12, pp. 7–8. (In Russ.)
27. Petuhov V.L., Kamaldinov E.V., Korotkevich O.S. Vlijanie porodny na ustojchivost» krupnogo rogatogo skota k nekotorym boleznyam, *Glavnyj zootehnik*, 2011, No. 1, pp. 10–12. (In Russ.)
28. Zheltikova O.A., Korotkevich O.S., Petuhov V.L. Akkumuljacija makro- i mikrojelementov v pecheni svinej skorospeloj mjasnoj porodny (SM-1), *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2007, No. 6, pp. 50–56. (In Russ.)
29. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Miller I.S., Strizhkova M.V., Zajko O.A., Nazarenko A.V. Mezhhvidovye razlichija po koncentracii tjazholyh metallov v proizvodnyh kozhi zhivotnyh, *Fundamental'nye issledovanija*, 2015, No. 2–26, pp. 5815–5819. (In Russ.)
30. Osadchuk L.V., Kleshchev M.A., Sebezshko O.I., Korotkevich O.S., Shishin N.I., Konovalova T.V. Characterizing physiological status in three breeds of bulls reader under ecological and climate conditions of the Altai region, *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 2017, Vol. 31, No. 1, pp. 35–42.
31. Syso A.I., Lebedeva M.A., Cherevko A.S., Petukhov V.L., Sebezshko O.I., Konovalova T.V. Ecological and biogeochemical evaluation of elements content in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia, *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, Vol. 9, No. 4, pp. 368–374.
32. Zaiko O.A., Petukhov V.L., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Narozhnykh K.N., Kamaldinov E.V. Heavy metals in pig muscles, *17th International Conference of Heavy Metals in the Environment Proceeding of Abstract*, 2014, pp. 76.
33. Sebezshko O.I., Petukhov V.L., Shishin N.I., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., Narozhnykh K.N. Influence of anthropogenic pollution on interior parameters, accumulation of heavy metals in organs and tissues, and the resistance to disorders in the yak population in the Republic of Tyva, *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, Vol. 17, No. 9, pp. 1530–1535.
34. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Fedyayev J.I., Shishin N.I., Syso A.I., Sebezshko O.I. Iron content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia), *Indian Journal of Ecology*, 2017, Vol. 44, No. 2, pp. 217–220.
35. Serebrovskij A.S. Geneticheskij analiz (Genetic analysis), Moscow: Nauka, 1970, 342 p. (In Russ.)
36. Zhivotovskij L.A. Pokazateli shodstva populjacij po polimorfnyh priznakam, *Zhurn. obshhej biologii*, 1979, T. 40, No. 4, pp. 587–602. (In Russ.)

**ИНТЕНСИВНОСТЬ ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ОРГАНИЗМЕ
ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ**

Е. Н. Иль, магистрант

М. В. Заболотных, доктор биологических наук, профессор

Омский государственный аграрный университет

им. П. А. Столыпина, Омск, Россия

E-mail: leka_lena_94@mail.ru

Ключевые слова: высокопродуктивные коровы, метаболизм, лактация, общий белок, фракции белка, глюкоза, липиды, гликолиз, холестерол

Реферат. Сегодня одной из важных задач животноводства является создание высокопродуктивного, устойчивого стада со стабильным уровнем метаболизма. Развитие интенсивного молочного животноводства создает чрезвычайно опасные условия для организма коровы, поскольку чем больше корова дает молока, тем больше риск того, что в скором времени у нее начнутся проблемы со здоровьем. Высокая молочная продуктивность оказывает большую нагрузку на организм животных, в связи с чем происходит замедление метаболических процессов, что напрямую снижает молочную продуктивность и требует сбалансированного рациона и кормов высокого качества. Увеличение молочной продуктивности часто напрямую связано с нарушением обмена веществ и появлением заболеваний, связанных с превращением значительного количества энергии и питательных веществ корма в молоко. Человек должен не только брать от коровы молоко, но и восполнять пробелы в ее здоровье и иммунной системе. Иммунная система является чрезвычайно сложной многокомпонентной системой и очень чувствительна к воздействию различных факторов. Она является основной опорой в поддержании здоровья коровы и ее продолжительного использования. В настоящее время нарушение иммунитета – это одна из основных причин значительного увеличения количества заболеваний, связанных с нарушением обменных процессов. Снижение естественной резистентности животных чаще всего возникает в результате незначительного влияния факторов, вызванных самой технологией производства продуктов животного происхождения, и неблагоприятных факторов окружающей среды. В решении этих проблем ведущее место занимает улучшение племенных и продуктивных качеств животных.

INTENSITY OF METABOLISM PROCESSES IN HIGH-FERTILITY COWS

E.N., Master-student

Zabolotnyh M.V., Doctor of Biological Sc., Professor

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

Key words: high-fertility cows, metabolism, lactation, crude protein, protein fractions, glucose, lipids, glycolysis, cholesterol.

Abstract. The authors see highly productive, sustainable herd with a stable level of metabolism as one of the important tasks of animal husbandry. The development of intensive dairy farming facilitates extremely dangerous conditions for cows' organism as the more the cow gives milk, the greater the risk is that it will have health problems. High dairy productivity makes a burden on the animals' organisms, which slows down metabolic processes, reduces dairy productivity and requires a balanced diet and high-quality forages. The increase in milk productivity relates to disturbance in metabolism

and diseases caused by conversion of energy and feed nutrients into milk. The authors ide is a human being should not only milk cows, but keep the cows healthy and care of their immune system. The immune system is a complex multi-component system and it is not resistant to various factors. It is the basis in keeping cows healthy and its long-term use. Nowadays, immunity disorder is seen as one of the main reasons for significant increase in the number of diseases related to metabolic disorders. Lower natural resistance of the cattle is mostly caused by the impact of production technology and adverse environmental factors. When solving these problems, the authors focus on facilitating breeding and productive qualities of animals.

Основным толчком для развития сельского хозяйства в наши дни является внедрение последних научных достижений в этой области для обеспечения повышения эффективности сельскохозяйственного производства [1]. Рост молочной продуктивности коров в настоящее время относится к числу основных проблем, которым племенные хозяйства должны уделять большое внимание. Для ремонта стада хозяйства завозят дорогостоящее ценное семя высокопродуктивных зарубежных быков-производителей. В последние годы, чтобы добиться высоких удоев и получить высокопродуктивных животных, применяют скрещивание местного скота с высокоценными производителями зарубежья, учитывая производительные и технологические способности [1, 2]. Это определяется тем фактором, что местный скот биологически устойчив, адаптирован к конкретным условиям, и прилив крови животных иностранного разведения с высоким генетическим потенциалом продуктивности позволяет получить потомство высокого качества. Благодаря такому скрещиванию получают высокопродуктивных животных во многих странах. В результате увеличивается продолжительность использования полученных типов и линий животных. У таких животных обменные процессы в организме протекают ускоренно и затраты на единицу продукции значительно ниже [3]. Продуктивность коров также напрямую зависит от уровня обмена веществ. Протекание обменных процессов оказывает непосредственное влияние на превращение большого количества энергии и питательных веществ корма в молоко [3]. Интенсивность обмена веществ имеет прямую связь с высокой продуктивностью животных и, в свою очередь, под-

держивается поступлением в организм в нормальных соотношениях и в определенных количествах основных питательных веществ с кормами. При недостатке или превышении хотя бы одного из них возникает дисбаланс, что приводит к различным нарушениям. За счет недостатка в рационе высокопродуктивных животных основных элементов происходит снижение микробного синтеза витаминов и белков в микрофлоре рубца [4].

Здоровье высокопродуктивных животных напрямую зависит от количества микроэлементов, поступающих в их организм. Развитие нарушений метаболических процессов в организме высокопродуктивных животных зависит также от несбалансированного рациона и организации кормления. В результате этого 25–30% высокопродуктивных коров преждевременно выбраковываются каждый год, их средний срок эксплуатации составляет 2–3 лактации [5, 6].

Чтобы увеличить продолжительность эксплуатации животных и сохранить здоровье, нам необходимо учитывать физиологические особенности организма высокопродуктивных коров и выяснить причины нарушения обменных процессов.

В связи с этим целью данной работы было изучение уровня обменных процессов в организме высокопродуктивных голштинизированных черно-пестрых коров в период лактации и в сухостойный период.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наши исследования проводились в Северо-Казахстанской области. Для исследования отобрали 20 голов голштинской породы и разделили на две группы по продуктивности. В первую группу вошли животные

с высокой продуктивностью – от 7000 кг и более, а во вторую группу – все остальные животные с продуктивностью меньше 6999 кг. При отборе животных учитывали происхождение, возраст и дату отела.

Специально для опытных животных был разработан рацион кормления. При составлении рациона учитывали живую массу и продуктивность. В процессе исследования у животных обеих групп отбирали кровь за месяц до отела, утром перед раздачей корма. В крови и ее сыворотке определяли белок, глюкозу, липиды, холестерин, фосфолипиды, минеральные вещества.

Результаты исследования обрабатывали статистически с использованием критерия Стьюдента и непараметрических методов математического анализа. Весь материал исследования получен с помощью использования клинических, лабораторных, биохимических, инструментальных и статистических методов исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным исследований видно, что у коров первой группы живая масса по сравнению со второй была больше на 15 кг, а производство молока – на 580,6 кг (табл. 1). По жирности молока группы не уступали друг другу, и средняя жирность молока составила 3,7%. Так как удой молока в первой группе был больше, то и выход молочного жира был выше на 19,5 кг. Молокообразование в начале лактации идет более интенсивно. Высокие суточные надои коровы и первой, и второй группы показали на втором и третьем месяце лактации, т. е. при разгоне лактации в первые 100 дней.

Постоянство лактации является одним из главных показателей, с помощью которого можно охарактеризовать процесс образования молока [6]. Он определяется в процентах путем отношения надоя молока за 4–6 месяцев лактации к надоям молока за 1–3-й месяцы. У животных первой группы данный показатель составил 100,9, второй – 108,7%. По показателю постоянства лактации животные с низкой продуктивностью превосходили животных с высокой продуктивностью, поскольку удой на пятом месяце лактации был больше у животных второй группы, и это сказалось на коэффициенте лактации. Во второй группе удои начали снижаться на пятом и шестом месяцах лактации, но у животных первой группы удои в этот период были на одном уровне и составили 813 и 810 кг. Показатели живой массы и удоя коров представлены в табл. 1.

Молочная продуктивность имеет непосредственную связь с обменными процессами в организме. Результат биохимического анализа крови дает нам развернутую картину о том, правильно ли протекают обменные процессы в организме коровы. Так, при нарушении протекания обмена веществ концентрация общего белка в крови коров изменяется [6, 7]. У здоровых животных уровень общего белка находится в пределах от 72 до 86 г/л. По показателем общего белка в крови можно оценить протекание физиологических процессов в организме животного и общую обеспеченность организма питательными и пластическими веществами, которая в значительной степени определяется функцией печени, так как она синтезирует самые важные сывороточные белки.

По результатам анализа крови было выявлено, что у животных с высокой молочной

Таблица 1

Показатели живой массы и удоя коров
Live weight and milk yield parameters

Показатели	Первая группа	Вторая группа
Живая масса, кг	585,4±1,8	570,4±1,2
Удой, кг	7300,1±38,8	6719,5±48,5
МДЖ, %	3,70±0,01	3,70±0,01
МДЖ, кг	269,14±1,51	249,63±1,62

продуктивностью содержание белка в крови было повышенным – в среднем $80,2 \pm 0,5$ г/л, что можно объяснить более интенсивным протеканием обменных процессов. В период интенсивного молокообразования, который приходился на третий месяц лактации, и в сухостойный период содержание белка в крови у экспериментальных животных было самым высоким. Когда у опытных коров в крови концентрация общего белка увеличивалась или уменьшалась, изменялась одна или несколько белковых фракций. В сухостойный период у животных происходило увеличение содержания альбумина и γ -глобулинов. Коэффициент А/Г был в пределах от 0,70 до 0,75.

При протекании лактации в организме животного физиологическая активность всех функций увеличивается, в связи с чем повышается активность ферментов переаминирования. В первый, второй и пятый месяц лактации отмечено увеличение активности аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы. У опытных животных первой группы показатель аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в крови варьировал от $62,49 \pm 1,51$ до $65,44 \pm 1,35$ ЕЕ/л в период начала лактации и от $28,96 \pm 1,45$ до $31,60 \pm 1,12$ к концу лактации, второй группы – от $59,76 \pm 0,83$ до $61,74 \pm 0,88$ в начале лактации и от $29,50 \pm 1,61$ до $31,65 \pm 1,52$ ЕЕ/л к концу лактации соответственно.

Важный источник энергии для жвачных – это летучие жирные кислоты, а уксусная кислота (CH_3COOH) является метаболитом всех

полезных бактерий кишечника, благодаря которой пополняется 50–70% энергии, потребляемой организмом [7, 8]. В период лактации увеличивается потребность в углеводах, но рацион животных не всегда восполняет эту потребность, в связи с чем мы должны обеспечить животных сбалансированным рационом, и при суточном удое 30–35 кг сахара они должны получать не менее 2,5 кг [8].

Нашими исследованиями было доказано, что энергия, которая не поступает в нужном количестве с кормами в организм, снижает уровень глюкозы и влечет за собой снижение метаболических процессов и образования молока в первый месяц лактации. Увеличение уровня глюкозы наблюдается в третий месяц лактации. Это можно объяснить тем, что в этот период усиливается функция гипофиза и действие гипергликемических гормонов.

В то время когда кончается лактация и заканчивается рост плода, у коров изменяется гормональный фон, увеличение выработки инсулина влечет за собой резкое падение количества глюкозы в крови [8, 9]. Биохимические показатели крови опытных животных представлены в табл. 2.

Анализ сыворотки крови показал, что у опытных животных происходят изменения метаболитов липидного обмена в период сухостоя, а также на протяжении лактации вследствие усиления липидного обмена из-за интенсивного лактогенеза. В первой группе показатели общего содержания липидов на протяжении всех меся-

Таблица 2

Биохимические показатели крови опытных животных, г/л
Biochemical blood parameters of experimental animals, g/l

Месяц лактации	Общий белок	Альбумины	α -глобулины	β -глобулины	γ -глобулины	А/Г
1	$79,2 \pm 0,5$	$31,0 \pm 0,2$	$12,9 \pm 0,2$	$9,2 \pm 0,2$	$26,0 \pm 0,2$	0,69
	$78,0 \pm 0,4$	$33,5 \pm 0,4$	$12,0 \pm 0,3$	$9,1 \pm 0,1$	$25,8 \pm 0,3$	0,72
3	$82,3 \pm 0,4$	$34,1 \pm 0,2$	$12,5 \pm 0,2$	$9,9 \pm 0,1$	$25,9 \pm 0,1$	0,75
	$81,3 \pm 0,3$	$33,3 \pm 0,5$	$12,1 \pm 0,1$	$9,5 \pm 0,2$	$25,5 \pm 0,3$	0,74
5	$78,3 \pm 0,5$	$33,0 \pm 0,5$	$11,7 \pm 0,2$	$9,0 \pm 0,1$	$24,9 \pm 0,4$	0,76
	$79,7 \pm 0,6$	$33,1 \pm 0,3$	$11,4 \pm 0,4$	$8,9 \pm 0,6$	$25,3 \pm 0,2$	0,75
10	$80,3 \pm 0,6$	$32,6 \pm 0,2$	$11,8 \pm 0,1$	$9,6 \pm 0,2$	$25,7 \pm 0,3$	0,77
	$78,6 \pm 0,4$	$31,7 \pm 0,2$	$11,5 \pm 0,2$	$9,3 \pm 0,2$	$25,2 \pm 0,1$	0,78
Сухостойный период	$84,0 \pm 0,5$	$36,5 \pm 0,4$	$12,5 \pm 0,2$	$9,9 \pm 0,1$	$26,7 \pm 0,1$	0,74
	$81,3 \pm 0,6$	$35,6 \pm 0,5$	$13,0 \pm 0,2$	$10,1 \pm 0,3$	$26,3 \pm 0,3$	0,70

цев лактации были в пределах $5,55 \pm 0,04$, но в сухостойный период снизились до $4,70 \pm 0,01$ г/л.

Холестерол – основной источник образования гормонов. Благодаря ему происходит обновление мембранных липидов в молочной железе вымени коров [10]. Из этого можно сделать вывод, что при интенсивном молокообразовании уровень холестерина увеличивается, это связано с обменом веществ и с тем, что после отела происходит увеличе-

ние количества железистой ткани в вымени. Показатели жирового обмена у высокопродуктивных коров представлены в табл. 3.

Было выявлено снижение холестерина на десятом месяце лактации и в сухостойный период. Это можно объяснить тем, что у коров происходит интенсивный рост плода, и расход холестерина увеличивается на синтез стероидных гормонов.

У высокопродуктивных животных часто происходят нарушения кальциево-фосфорно-

Таблица 3

Показатели жирового обмена у высокопродуктивных коров
Indicators of fat metabolism in highly-productive cows

Месяца лактации	Общие липиды, г/л	Холестерол, г/л	Фосфолипиды, ммоль/л
<i>Первая группа</i>			
1	$6,35 \pm 0,02$	$2,11 \pm 0,06$	$2,8 \pm 0,07$
3	$5,55 \pm 0,04$	$2,80 \pm 0,05$	$2,55 \pm 0,08$
5	$5,30 \pm 0,07$	$3,15 \pm 0,02$	$2,85 \pm 0,05$
10	$5,00 \pm 0,03$	$2,78 \pm 0,01$	$2,06 \pm 0,04$
Сухостойный период	$4,70 \pm 0,01$	$2,87 \pm 0,07$	$1,96 \pm 0,06$
<i>Вторая группа</i>			
1	$6,00 \pm 0,05$	$2,9 \pm 0,05$	$2,01 \pm 0,03$
3	$5,7 \pm 0,03$	$2,79 \pm 0,08$	$2,64 \pm 0,13$
5	$5,29 \pm 0,01$	$2,98 \pm 0,03$	$2,79 \pm 0,21$
10	$4,80 \pm 0,05$	$3,01 \pm 0,09$	$2,57 \pm 0,8$
Сухостойный период	$4,63 \pm 0,02$	$2,53 \pm 0,02$	$2,73 \pm 0,05$

го обмена, что приводит к серьезным последствиям [11]. По результату анализа крови, у двух опытных групп показатели фосфора и кальция находились на одном уровне – в среднем $2,36$ ммоль/л, а в сухостойный период достигли максимума – $2,40 \pm 0,08$ ммоль/л. На третьем месяце лактации по сравнению с первым месяцем показатель кальция снизился у первой группы на $0,06$ и второй – на $0,05$ ммоль/л, поскольку в этот период усиливается выведение кальция с молоком у животных. Фосфорная кислота играет большую роль в обменных процессах у животных. Так как фосфор входит в состав нуклеиновых кислот, фосфорилирование обеспечивает кишечную адсорбцию, метаболизм аминокислот, гликолиз, прямое окисление углеводов и транспорт липидов. У животных его содержание увеличилось в первой группе в начале лактации с $1,51$ до $1,86$ и второй – с $1,48$ до

$1,77$ ммоль/л, но в период стельности находилось в норме.

ВЫВОДЫ

1. Метаболические изменения в различные физиологические периоды (стельность, лактация и т.д.) изменялись и влекли за собой различные изменения в биохимическом составе молока и крови. Эти зависимости дают возможность для коррекции продуктивности животных в целях получения высококачественной продукции.

2. Период стельности повлек за собой увеличение количества общего белка, альбуминов, γ -глобулинов, кальция и неорганического фосфора, это доказывает, что все процессы организма животного в период стельности работают в загруженном режиме.

3. Метаболические нарушения у коров сопровождались снижением концентрации

кальция, фосфора, изменениями метаболитов липидного обмена в крови. Это все указывает на средний уровень метаболизма у исследованных дойных коров, так как для них характерен интенсивный обмен веществ.

4. В организме происходит замещение микрофлоры, генерирующей пропионовую кислоту и различные формы кобаламина, на микроорганизмы, вырабатывающие уксусную, масляную или молочную кислоты. Последние при этом не только не могут продуцировать витамин В₁₂, но и закисляют содержимое преджелудков (ацидоз рубца), тормозя жиз-

недеятельность микрофлоры, генерирующей этот витамин.

5. Усиливается катаболизм пуриновых мононуклеотидов, сопряженный с чрезмерной продукцией ксантинооксидазой активных кислородных метаболитов, повреждающих мембранные структуры клеток, и способствующий развитию полиорганной недостаточности. Из-за этого развиваются метаболические нарушения, что приводит к нарушению обмена веществ с последующим прогрессирующим снижением продуктивности, развитием полиорганной недостаточности, приводящими к преждевременной выбраковке коров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Курилов Н. В., Короткова А. П. Физиология и биохимия пищеварения жвачных: учеб. пособие. – М.: Колос, 2014. – 432 с.
2. Наумова А. А., Шеховцова Т. А. Влияние минерального питания на обмен веществ дойных коров // Вестн. Курск. ГСХА. – 2014. – № 3. – С. 59–61.
3. Конвай В. Д. Метаболические нарушения у высокопродуктивных коров / В. Д. Конвай, М. В. Заболотных // Вестн. Ом. гос. аграр. ун-та. – 2017. – № 3 (27). – С. 130–136.
4. Быкова О. А. Рубцовое пищеварение сухостойных коров при включении в рацион сапропеля и сапроверма «Энергия Еткуля» // Кормление с.-х. животных. – 2015. – № 4. – С. 66–70.
5. Лешонок О. И. Влияние наследственных факторов на молочную продуктивность коров-первотелок уральского типа // Агропродовольственная политика России. – 2014. – № 4. – С. 33–35.
6. Механизмы развития метаболических нарушений у высокопродуктивных коров / В. Д. Конвай [и др.] // Вестн. Ом. гос. агр. ун-та. – 2013. – № 1 (9). – С. 59–63.
7. Таганович А. Д. Патологическая биохимия / А. Д. Таганович, Э. И. Олецкий, И. Л. Котович. – М.: Бином, 2015. – 448 с.
8. Зеленина О. В. Биохимические показатели сыворотки крови коров в летний период / О. В. Зеленина, Л. В. Пузачев // С.-х. науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2015. – № 9. – С. 8–13.
9. Евлевский А. А., Турнаев С. Н., Тарасов В. Ю. Проблемы обеспечения здоровья высокопродуктивных коров в промышленном животноводстве и практические пути ее решения // Вестн. Курск. ГСХА. – 2017. – № 4. – С. 26–30.
10. Горелик В. С. Молочная продуктивность коров в зависимости от происхождения // Молодой ученый. – 2014. – № 9. – С. 88–91.
11. Hachenberg S., Weinkauff C. Evaluation of classification modes potentially suitable to identify metabolic stress in healthy dairy cows during the peripartur period // J. Anim. Sci. – 2017. – Vol. 10. – P. 85–88.

REFERENCES

1. Kurilov N. V., Korotkova A. P. *Fiziologiya i biokhimiya pishchevareniya zhvachnykh*: ucheb. posobie, M.: Kolos, 2014. – 432 p.
2. Naumova A. A., Shekhovtsova T. A. Vliyanie mineral'nogo pitaniya na obmen veshchestv doinykh korov, *Vestn. Kursk. GSKhA*, 2014, No. 3, pp. 59–61. (In Russ.)
3. Konvai V. D., Zabolotnykh M. V. Metabolicheskie narusheniya u vysokoproduktivnykh korov, *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, No. 3 (27), pp. 130–136. (In Russ.)
4. Bykova O. A. Rubtsovoe pishchevarenie sukhostoinykh korov pri vkluyuchenii v ratsion sapropelya i saproverma «Energiya Etkulya», *Kormlenie s. – kh. zhivotnykh*, 2015, No. 4, pp. 66–70. (In Russ.)

5. Leshonok O.I. Vliyanie nasledstvennykh faktorov na molochnuyu produktivnost» korov-pervotelok ural'skogo tipa, *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii*, 2014, No. 4, pp. 33–35. (In Russ.)
6. Konvai V.D. Mekhanizmy razvitiya metabolicheskikh narushenii u vysokoproduktivnykh korov, *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, No. 1 (9), pp. 59–63. (In Russ.)
7. Taganovich A.D., Oletskii E.I., Kotovich I.L. *Patologicheskaya biokhimiya*, M.: Iz-vo Binom, 2015, 448 p.
8. Zelenina O.V., Puzachev L.V. Biokhimicheskie pokazateli syvorotki krovi korov v letnii period, *S. – kh. nauki i agropromyshlenniy kompleks na rubezhe vekov*, 2015, No. 9, pp. 8–13. (In Russ.)
9. Evglevskii A.A., Turnaev S.N., Tarasov V. Yu. Problemy obespecheniya zdorov'ya vysokoproduktivnykh korov v promyshlennom zhivotnovodstve i prakticheskie puti ee resheniya, *Vestn. Kursk. GSKhA*, 2017, No. 4, pp. 26–30. (In Russ.)
10. Gorelik V.S. Molochnaya produktivnost» korov v zavisimosti ot proiskhozhdeniya, *Molodoi uchenyi*, 2014, No. 9, pp. 88–91. (In Russ.)
11. Hachenberg S., Weinkauff C. Evaluation of classification modes potentially suitable to identify metabolic stress in healthy dairy cows during the peripartal period, *J. Anim. Sci.*, 2017, pp. 85–88.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОЛЕТНИХ И МНОГОЛЕТНИХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР В ПОЛЕВОМ КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ

В. Ф. Кадоркина, соискатель

М. С. Шевцова, кандидат сельскохозяйственных наук

Научно-исследовательский институт аграрных проблем

Хакасии, Абакан, Россия

E-mail: veenmaria@yandex.ru

Ключевые слова: однолетние травы, химический состав кормов, многолетние травы, питательная ценность

Реферат. С использованием многолетних показателей (2012–2017 гг.) установлено, что в структуре посевных площадей 51,9% составляют кормовые культуры, из них на долю многолетних трав приходится 60,3%, преимущественно старше 6 лет использования, однолетних – 32,6 и кукурузы – 3,9%. Животноводство в Хакасии традиционно было и остается основной отраслью сельскохозяйственного производства, напрямую связанной с созданием полноценной кормовой базы. В структуре рационов преобладают концентрированные и объемистые корма, энергетическая питательность которых должна составлять не менее 10 МДж объемной энергии (0,80 к. ед.) в 1 кг сухого вещества при содержании сырого протеина свыше 14%. Содержание сырого протеина в сене составляет 7,65–8,34%, обменной энергии – 7,4–8,65 МДж, что соответствует третьему классу качества. Природно-климатические условия Хакасии, нарушение технологий возделывания, заготовки кормов обусловили их низкие показатели качества и питательности. Пути интенсификации кормопроизводства – это расширение видового и сортового состава многолетних и однолетних агрофитоценозов за счет пырея бескорневищного Абакан, Чулымский, эспарцета Тасхыл 3, люцерны Абаканская 3, могоара Степняк 1, проса кормового Абаканское кормовое, суданской травы Ташебинская, Туран 2 и Росинка, обладающих высокой биологической пластичностью, урожайностью зелёной массы и оптимальными параметрами питательной ценности; совершенствование структуры и увеличение посевов многолетних бобовых до 20–25, суданской травы и проса – 8 до 10%; использование смешанных посевов однолетних трав на основе бобовых. Например, кормосмеси суданки и вики, суданки и кормовых бобов обеспечивают урожайность сухого вещества до 34–39 ц/га со сбором переваримого протеина 3,0–2,0 ц/га.

APPLICATION OF ANNUAL AND PERENNIAL AGRICULTURAL PHYTOCENOSES OF FORAGES IN FIELD FORAGE PRODUCTION IN THE SOUTH OF MIDDLE SIBERIA

Kadorkina V.F., PhD-student

Shevtsova M.S., Candidate of Agriculture

Research Institute of Agricultural Problems in Khakassia, Abakan, Russia

Key words: annual grasses, chemical composition of forages, perennial grasses, nutritive value.

Abstract. The authors found out that 51.9% of the crop areas are fodder crops, of which 60.3% are perennial grasses, generally older than 6 years of use, 32.6% are annual grasses and 3.9% are maize. The authors used many-years indicators of 2012-2017. Animal husbandry in Khakassia is the main branch of agricultural production, related to creation of a complete feeding basis. The cattle diet contains concentrated and bulky feedstuffs, which energy den-

sity should be at least 10 MJ of volume energy (0.80 k. units) in 1 kg of dry substance with crude protein over 14%. According to nutritive and energy value, the crude protein content in hay is 7.65-8.34%, while the available energy is 7.4-8.65 MJ. These parameters correspond to the third class of quality. The climate conditions of Khakassia, the breaches in cultivation technologies, and fodder preparation caused forage low quality and nutritional status. Forage production intensification assumes expansion of species and varieties of perennial and annual agricultural phytocenoses by means of wheatgrass Abakan, Chulymsky; Taskhyl 3 sainfoin; Abakanskaya 3 alfalfa; Stepnyak 1 mound; Abakanskoe kormovoe smut, Sudan grass Tashebinskaya, Turan 2 and Rosinka, that have high biological plasticity, green mass yield and appropriate parameters of nutritive value; improvement of the structure and increase of perennial legumes sowings up to 20 - 25, Sudan grass and smut to 8 - 10%; use of mixed sowings of annual herbs on the basis of legumes. For instance, feed mixtures of Sudan grass and Viki, Sudan grass and fodder beans provide dry substance yield up to 34 - 39 c/ha with digestible protein of 3.0 - 2.0 c/ha.

К началу второго тысячелетия сельское хозяйство в аридной зоне Средней Сибири, пережившее широкомасштабную кампанию по повсеместному освоению целинных и залежных земель и последующее реформирование, характеризовалось масштабным сокращением посевных площадей и поголовья скота. По своим объёмам оно оказалось на уровне 30–40-х гг. XX в. [1]. В сельскохозяйственном производстве на засушливых территориях преимущественное значение должно иметь животноводство, основанное на производстве кормов [2].

Кормопроизводство является важным составным элементом системы ведения агропромышленного производства Хакасии, представляющей собой совокупность взаимосвязанных мероприятий, направленных на максимальное обеспечение потребности различных отраслей животноводства в высококачественных кормах, и развивающейся с учётом имеющихся в республике ресурсов и достижений науки [3]. Основная задача кормопроизводства в земледелии и растениеводстве – обеспечить адаптивную интенсификацию сельского хозяйства, сохранение ценных сельскохозяйственных земель, повышение плодородия почв, устойчивое продуктивное развитие растениеводства и животноводства [4]. В связи с этим научное исследование должно охватывать сферы выращивания кормовых культур, производства, заготовки и качества кормов, их себестоимости и обосно-

ванного типа кормления животных. Ведение сельскохозяйственного производства, в том числе и кормопроизводства, должно соответствовать условиям климата и влагообеспеченности территорий. В основу ведения кормопроизводства в Хакасии положена концепция кормопроизводства засушливых районов Средней Сибири [1].

Развитие животноводства и повышение его продуктивности зависят от кормовой базы. Одним из направлений развития кормопроизводства в современных условиях является расширение площадей под кормовыми культурами и совершенствование их структуры, а также существенный рост продуктивности на основе максимального использования потенциала многолетних и однолетних агрофитоценозов [5]. Кормопроизводство, основанное на широком использовании бобовых трав, позволит снизить дозы азотных удобрений или полностью отказаться от их применения, а также повысить обеспеченность травяных кормов протеином [6]. Улучшение состояния полевого кормопроизводства в условиях юга Средней Сибири, где характерно неравномерное выпадение осадков в течение вегетации, возможно за счет расширения видового состава кормовых культур и совершенствования технологий их возделывания.

Для обогащения сенокосных травостоев бобовыми травами наиболее часто используют клевер луговой, который в год посева

быстро развивается и может успешно приживаться в дернине луговых травостоев [7]. В условиях засушливого климата более широкого использования для этих целей заслуживает люцерна изменчивая, которая превосходит клевер по засухоустойчивости и долголетию [8].

Большая часть кормовых культур в республике возделывается в степном и лесостепном агроэкологическом районе, где сосредоточено основное количество крупного рогатого скота [9]. Возделывание многолетних и однолетних трав во многом определяется результативностью селекции в конкретном природном регионе и достоинствами новых сортов, что является наиболее эффективным способом хозяйственного использования климатических, экологически и фототенотически дифференцированных, хозяйственно специализированных, взаимодополняющих друг друга сортов кормовых растений, позволяющих повышать эффективность растениеводства [3].

Цель исследований – улучшение качества кормов на основе однолетних и многолетних агрофитоценозов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Использованы данные государственной статистики Республики Хакасии [10], отчёты Министерства сельского хозяйства и продовольствия. Для характеристики качества заготовленных кормов используются данные Станции агрохимической службы «Хакасская» и справочника по химическому составу и питательности кормов Республики Хакасия [11] за период 2012–2017 гг. При этом проанализированы материалы, включающие питательность кормов и распределение их по классам качества.

Питательность сена и сенажа рассчитывали по формуле $OЭ = 5,59 + 25,09/СК + 0,202 \times СП$; силоса: $OЭ = 0,07 + 0,099 \times СВ$, где $OЭ$ – обменная энергия, МДж; $СК$ – сырая клетчатка, г; $СП$ – сырой протеин, г; $СВ$ – сухое вещество, г; 5,59; 25,09; 0,202; 0,07; 0,099 –

постоянные коэффициенты. Коэффициенты перевода животных в условные головы: крупный рогатый скот – 1,0; молодняк – 0,1.

Использованы также многолетние экспериментальные данные научных исследований по кормопроизводству, селекции и семеноводству НИИАП Хакасии, касающиеся подбора кормовых культур для однолетних и многолетних агрофитоценозов и технологии их возделывания, обеспечивающих получение высокопитательных кормов. Статистическая обработка данных проводилась по Б.А. Доспехову с использованием программы Microsoft Office Excel. В 2011–2013 гг. проведены опыты по сравнительной оценке кормовых растений и их смесей, по продуктивности и питательности. Опыты проведены на основе Методических указаний по селекции многолетних трав [12], Методики государственного сортоиспытания [13], а также изданий «Агротехнологии производства кормов в Сибири» [14], «Кормопроизводство в засушливых районах Средней Сибири» [2].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Хозяйства всех форм собственности Республики Хакасии, в том числе и личные подсобные хозяйства, специализируются главным образом на производстве и реализации продукции животноводства. Более половины всех заготавливаемых кормов в сельскохозяйственных организациях республики получают за счет полевого кормопроизводства.

Посевные площади кормовых культур в республике за 2012–2017 гг. составили 131,1 тыс. га, или 51,9% от посевных площадей всех категорий хозяйств. Из них на долю многолетних трав приходится 60,3%, однолетних – 32,6, кукурузы – 3,9%. По возрастному составу наиболее продуктивными являются многолетние травостои с использованием до 6 лет. Доля посевов многолетних трав текущего года в республике составляет 20%. Урожайность многолетних трав в среднем по Республике за 6

лет составила 9,0 ц/га, а в трех основных агроэкологических районах (сухостепном, степном и лесостепном) соответственно 7,0; 9,2; 9,5 ц/га. Это свидетельствует о том, что они представлены в основном старовозрастными посевами. Урожайность однолетних трав на сено составляет 11,9 ц/га, а в указанных районах соответственно 9,6; 12,8 и 27,3 ц/га. Урожайность кукурузы – 153,5 ц/га. Посевные площади под кукурузой в 2000–2005 гг. составляли 20,5 тыс. га, в 2006–2010 гг. – 7,8 и 2011–2015 гг. – 5,5 тыс. га, в том числе и орошаемых. Одной из причин уменьшения посевов и снижения объемов заготовки силоса является раз-

укрупнение хозяйств до крестьянских (фермерских) и частных.

Животноводство в Хакасии традиционно было и остается основной отраслью сельскохозяйственного производства. Полученный с пашни корм в основном используют для кормления крупного рогатого скота, общее поголовье которого за 2012–2017 гг. снизилось со 184,7 до 174,4 тыс. голов. Наибольшее количество скота отмечено в 2015 и 2016 гг. (184,7 и 184,0 тыс. голов). Из заготовленных кормов в республике от общего их количества на долю сена приходится 40,0–77,9%, силоса и сенажа – соответственно 12,7–14,0 и 9,4–40,0% (табл. 1).

Таблица 1

Динамика заготовки кормов собственного производства на сельскохозяйственных предприятиях Хакасии, тыс. т

Dynamics of forage of domestic production at agricultural enterprises of Khakassia, thousand tones

Корм	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Сено	112698,0	522547,0	123320,0	105128,0	157660,0	139056,0
Силос	85095,0	40054,0	44722,0	36807,0	41486,0	41527,0
Сенаж	120806,0	102824,0	82795,0	63294,0	80217,0	84245,0
Расход кормов в расчете на 1 усл. гол. крупного скота, т к. ед.	2,51	2,60	2,65	2,72	2,74	2,66

Расход кормов в расчете на одну условную голову крупного рогатого скота по Хакасии составляет 2,64 т к.ед. До 60% сельскохозяйственных организаций заготавливают сено из сеяных многолетних и однолетних трав, оставшуюся часть получают на естественных сенокосах. По видовому составу наиболее распространенные культуры среди многолетних бобовых трав – люцерна, эспарцет, донник; из злаковых – костреч безостый, пырей бескорневищный. По этим культурам институтом созданы новые сорта, такие как люцерна Абаканская 3, эспарцет песчаный Тасхыл 3, пырей бескорневищный Абакан и Чулымский, приспособленные к почвенно-климатическим условиям региона. Из однолетних трав – это могоар Степняк 1, просо кормовое Абаканское кормовое, суданская трава Ташебинская, Туран 2, Росинка, способные давать стабильные урожаи кормовой массы в условиях Хакасии.

От общего объема заготовленных кормов в республике для оценки качества исследовано сена 10–22%, силоса – 25–63 и сенажа – 22–63% (рис. 1). Заготовленное сено относится в основном к 3-му классу – 34,4% и неклассному – 31,0%; силос – ко 2-му классу – 37,3% и к 3-му классу – 28,6%; сенаж – к 3-му классу – 28,7%, 2-му – 23,4 и неклассному 21,7%, а к 1-му только 5,74%.

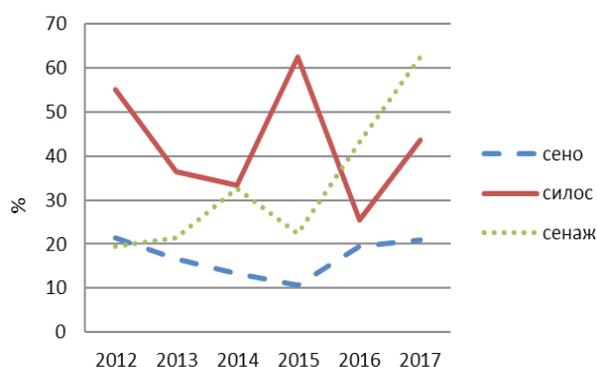


Рис. 1. Объемы исследования качества сена, силоса и сенажа за 2012–2017 г.
Research on the quality of hay, silage and haylage in 2012-2017

Анализ данных за 2012–2017 гг. по питательности и энергетической ценности кормов показал, что содержание сырого протеина в 1 кг сухого вещества сена составило 8,10%, сенажа –

5,05, силоса – 2,38%, заготовленный силос отнесен к 3-му классу по влажности – 79,3% (с нормой 75%). Концентрация обменной энергии соответственно 8,05; 6,64; 1,99 МДж (табл. 2).

Таблица 2

Средняя питательность и энергетическая ценность кормов по республике Хакасия за 2012–2017 гг.
Average nutritive value and energy value of forage in Khakassia in 2012-2017

Корм	Кормовые единицы	Переваримый протеин, г	Сырой протеин, %	Сахар, г	Общая влага, %	ОЭ, МДж
Сено	0,47	63,80	8,10	52,0	18,0	8,05
Силос	0,18	21,75	2,38	2,42	79,31	1,99
Сенаж	0,41	31,90	5,09	5,31	66,33	6,64

Из рис. 2 прослеживается, что в 2016–2017 гг. по всем показателям наименьшая питательность отмечена во всех видах кормов.

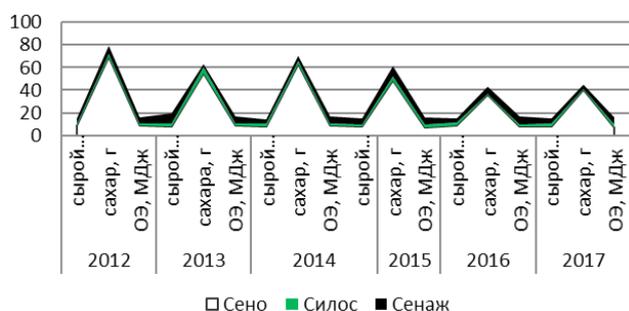


Рис. 2. Питательная ценность кормов по республике Хакасия за 2012–2017 гг.
Forage nutritive value in the Republic of Khakassia in 2012-2017

Вышеуказанные показатели всех видов кормов не отвечают требованиям кормления высокопродуктивных животных, поэтому предложены пути улучшения качества кормов в кормопроизводстве.

Высокопитательное сено получается из многолетних злаковых и бобовых трав в чистом виде и их смесей при уборке в ранние фазы вегетации растений. Люцерна, скошенная в фазу бутонизации, содержит в растительной массе протеина на 10% больше, чем в фазу цветения, и на 30–35% больше, чем растения в фазе боба. При совместном посеве бобовых и злаковых трав получается сбалансированный по сахару и белку сенаж и другие виды кормов. Многолетние бобовые травы позволяют решить проблему кормового белка, учитывая, что они дают легкоусвояемые белки полноценного аминокислотного состава.

Необходимо совершенствовать структуру посевных площадей за счет увеличения доли посевов многолетних бобовых трав от 25 до 30%.

Однолетние травы противостоят повышенным температурам и продолжительным засухам, хорошо используют осадки второй половины лета и формируют большую надземную массу. Оптимальные сроки посева и уборки однолетних трав для производства высококачественных сочных и объёмистых кормов – первая декада июня и первая декада августа.

Суданская трава принадлежит к числу наиболее распространенных злаковых культур, ценность которой обусловлена хорошей продуктивностью, универсальностью использования, способностью противостоят продолжительным засухам, быстротой отрастания после укуса. Она даёт более технологичное силосное сырьё, так как к моменту уборки его влажность на 2–3% ниже, чем у кукурузы. В структуре однолетних трав необходимо расширять площади суданской травы, проса кормового, которые должны занимать 8–10% посева.

Одним из резервов растительного белка является использование смешанных посевов однолетних трав на основе бобовых (горох, вика, бобы). К наиболее перспективным следует отнести смеси на основе суданской травы, особенно с викой. При скашивании и подвяливания в валках до влажности 50–55% они обеспечивают корм с повышенным содержанием углеводов, так как в суданской

траве содержится до 12–15 % сахара. В республике хорошим дополнением к кукурузе для производства силоса может стать суданская трава. По данным опытов НИИАП Хакасии за 2011–2013 гг. установлено, что по отношению к одновидовым посевам смешанные отличаются наибольшим сбором протеина с гектара.

Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином оказалась равной 132–160 г, что составило 126–155 % по отношению к чистым посевам культур. Высокое содержание сахаров наблюдается у суданки и её смесей с викой и бобами – 161; 142 и 148 г на 1 к. ед. (табл. 3).

Таблица 3

Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином и сахаром в травосмесях в среднем за 2011–2013 гг.

Average feed availability of digestible protein and sugar in grass mixture in 2011-2013

Культуры	Урожайность зелёной массы, ц/га	Урожайность сухого вещества, ц/га	Сбор кормовых единиц, ц/га	Сбор переваримого протеина, ц/га	Сахар, г
Овес	110,0	42,0	21,0	2,0	96,0
Овес + горох	136,0	46,0	23,0	4,0	105,0-
Суданская трава	118,0	43,0	28,0	2,0	161,0
Овес + вика	126,0	53,0	24	5,0	121,0
Ячмень + вика	106,6	26,0	26,0	4,0	132,0
Суданка + вика	109,0	34,0	20,0	3,0	142,0
Суданка + кормовые бобы	120,0	39,0	21,0	2,0	148,0
Просо кормовое	89,0	26,0	17,0	2,0	48,0

Однолетние травы на сенаж, силос и сено, возделываемые в республике, в настоящее время в основном состоят из овса в чистом виде и кормовых смесей овса, ячменя и пшеницы. Следует увеличивать площади посевов суданской травы, проса кормового и злаково-бобовых смесей (горох + овес, суданка + вика, овес + рапс). В структуре посевных площадей суданская трава позволит решить проблему сахара в кормах, а бобовые компоненты увеличат их протеиновую питательность.

ВЫВОДЫ

1. Кормовая база сельскохозяйственных предприятий основывается преимущественно на возделывании многолетних трав, посевы которых занимают 60,3 % от площади кормовых культур, а однолетние – 32,6 %.

2. Для улучшения ведения кормопроизводства необходимо совершенствование структуры кормовых культур, расширение видового и сортового состава злаковых и бобовых трав за счет пырея бескорневищного, люцерны, эспарцета, обладающих продуктивным долголетием, а из однолетних – за счет могоара, проса кормового, суданской травы и их кормосмесей с бобовыми.

3. По питательности и энергетической ценности заготовленные корма в республике соответствуют в основном 3-му классу. Содержание сырого протеина в сене составляет 7,65–8,34 %, концентрация обменной энергии – 7,4–8,65 МДж. Основные пути улучшения качества кормов – оптимальные сроки посева и уборки, использование смешанных злаково-бобовых травосмесей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савостьянов В. К. Концепция ведения сельскохозяйственного производства в аридной зоне Средней Сибири и Монголии и её реализация в современных условиях // Продовольственное обеспечение Сибири в условиях глобализации мировой экономики: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию создания Сиб. НИИ экономики сел. хоз-ва. – Новосибирск, 2015. – С. 1–20.
2. Савостьянов В. К. Кормопроизводство в засушливых районах Средней Сибири. – Абакан: Тип. ООО «Фирма “Март”», 2006. – 20 с.

3. *Кадоркина В. Ф.* Кормопроизводство в различных почвенно-климатических зонах Республики Хакасия: развитие и влияние на другие отрасли АПК // Кормопроизводство. – 2018. – № 7. – С. 6–11.
4. *Гончаров П. Л., Гончаров Н. П.* Методические основы селекции растений. – Новосибирск, 1999. – 308 с.
5. *Изучение кормовых культур и их смесей в условиях юга Средней Сибири / В. Ф. Кадоркина [и др.] // Актуальные проблемы ведения сельскохозяйственного производства в аридной зоне Центрально-Азиатского региона: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2013. – С. 129–133.*
6. *Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe / A. Luscher, I. Mueller-Harvey, J. F. Soussana [et al.] // Proceedings of the 17th Symposium of the European Grassland Federation Akureyri, Iceland, 23–26 June, 2013. – P. 3–29.*
7. *Direkt sowing of red clover and inter – genus hybrids – field emergence and weight of sown plants / A. Kohoutek, P. Komarek, V. Odstcilova [et al.] // Proceedings of the 17th Symposium of the European Grassland Federation Akureyri, Iceland, 23–26 June, 2013. – P. 228–230.*
8. *Kadziuliene Z. The functionality of legume-grass swards in a long-term pasture: productivity and stability / Z. Kadziuliene, L. Sarunaite, L. Kadziulis // Proceedings 22nd International Grassland Congress. Australia, 15–19 September, 2013. – P. 485–486.*
9. *Основные направления и результаты селекции и семеноводства многолетних трав для условий Центрально-Чернозёмного региона / И. С. Иванов, И. М. Шатский, Р. М. Лабанская [и др.] // Кормопроизводство. – 2018. – № 9. – С. 30–35.*
10. *Официальный сайт Красноярскстата. Официальная статистика Республики Хакасия 2012–2017 гг. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.krasstat.gks.ru>.*
11. *Справочник по химическому составу и питательности кормов Республики Хакасии / Н. А. Градобоева [и др.]; отв. за выпуск В. К. Савостьянов; Станция агрохим. службы «Хакасская», НИИ аграр. проблем Хакасии Россельхозакадемии. – Абакан: Изд-во Хакас. гос. ун-та им Н. Ф. Катанова, 2010. – 67 с.*
12. *Методические указания по селекции многолетних трав / А. С. Новоселова, А. М. Константинова, П. А. Вошинин [и др.]. – М., 1978. – 132 с.*
13. *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – 267 с.*
14. *Агротехнологии производства кормов в Сибири: практ. пособие / Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние. Сиб. НИИ кормов. – Новосибирск, 2013. – 42 с.*

REFERENCES

1. *Savost'yanov V. K. Konceptiya vedeniya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva v aridnoj zone Srednej Sibiri i Mongolii i eyo realizaciya v sovremennyh usloviyah (The concept of agricultural production in the arid zone of Central Siberia and Mongolia and its implementation in modern conditions), Proceeding of the International Scientific and Practical Conference, posvyashchennoj 60-letiyu sozdaniya Sibirskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ekonomiki sel'skogo hozyajstva, Novosibirsk, 2015. pp. 1–20. (In Russ.)*
2. *Savost'yanov V. K. Kormoproizvodstvo v zasushlivykh rajonah Srednej Sibiri (Forage production in arid regions of Central Siberia), Abakan: Tipografiya OOO Firma Mart, 2006, 20 p.*
3. *Kadorkina V. F. Kormoproizvodstvo, 2018, No. 7, pp. 6–11. (In Russ)*
4. *Goncharov P. L., Goncharov N. P. Metodicheskie osnovy selekcii rastenij (Methodical bases of plant breeding), Novosibirsk, 1999, 308 p.*
5. *Kadorkina V. F. Aktual'nye problemy vedeniya sel'skohozyajstvennogo proizvodstva v aridnoj zone Central'no-Aziatskogo regiona (Actual problems of agricultural production in the arid zone of the Central Asian region), Proceeding of the International Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, 2013, pp. 129–133. (In Russ.)*
6. *Luscher A., Mueller-Harvey I., Soussana J. F., Rees R. M., Peyrand J. L. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe, Proceedings of the 17th Symposium of the European Grassland Federation Akureyri, Iceland, 23–26 June, 2013. pp. 3–29.*

7. Kohoutek A., Komarek P., Odstcilova V., Nerusil P., Nemcova P. Direkt sowing of red clover and inter, genus hybrids, field emergence and weight of sown plants, Proceedings of the 17th Symposium of the European Grassland Federation Akureyri, Iceland, 23–26 June, 2013. pp. 228–230.
8. Kadziulienė Z., Sarunaite L., Kadziulis L. The functionality of legume-grass swards in a long-term pasture: productivity and stability, Proceedings 22nd International Grassland Congress. Australia, 15–19 September, 2013, pp. 485–486.
9. Ivanov I. S., Shatskij I. M., Labanskaya R. M., Osnovnye napravleniya i rezul'taty selekcii i semenovodstva mnogoletnih trav dlya uslovij Central'no-Chernozyomnogo regiona, *Kormoproizvodstvo*, No 9, 2018, pp. 30–35. (In Russ.)
10. Available at: <http://www.krasstat.gks.ru>
11. Gradoboeva N. A., Chebochakov E. Ja., Karpenko E. G. *Spravochnik po himicheskomu sostavu i pitatel'nosti kormov Respubliki Hakasii* (Handbook of chemical composition and nutrition of feed of the Republic of Khakassia), Abakan: Izdatel'stvo GOU VPO Hakasskij gosudarstvennyj universitet im N.F. Katanova, 2010, 67 p.
12. Novoselova A. S., Konstantinovna A. M., Voshchinin P. A. *Metodicheskie ukazaniya po selekcii mnogoletnih trav* (Methodical instructions on selection of perennial grasses), Moscow, 1978, 132 p.
13. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur*. (Methods of state variety testing of agricultural crops), Moscow, 1985, 267 p.
14. *Agrotehnologii proizvodstva kormov v Sibiri: prakticheskoe posobie*. (Agro-technologies of forage production in Siberia: a practical guide), Ros. akad. s. – h. nauk, Sib. region otd-nie, Sib. NII Kormov, Novosibirsk, 2013, 42 p.

ВЛИЯНИЕ НАБИКАТА НА МОРФОБИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ КАРПА ЧЕШУЙЧАТОГО

И. А. Лыкасова, доктор ветеринарных наук, профессор
Г. П. Макарова, аспирант

Южно-Уральский государственный аграрный университет,
Троицк, Россия
E-mail: gulfiya@mail.ru

Ключевые слова: Набикат, морфобиохимические показатели, сеголетки карпа, кровь

Реферат. *Научно-исследовательский опыт по изучению влияния Набиката (нанобиологический катализатор, продукт механохимического синтеза кремниевых соединений рисовой шелухи и зелёного чая, выпускаемый компанией «Центр Внедрения Технологий», г. Новосибирск) на организм карпа был проведен в мае–ноябре 2017 г. на базе ЗАО «Троицкий рыбозавод». Для опыта было отобрано 500 особей карпа чешуйчатого, из которых сформировали две аналогичные группы. Первая группа служила контролем и получала корма, используемые на рыбозаводе, карпам второй группы в корм добавляли Набикат в дозе 2 кг на 1 т корма. Перед применением добавки у 10 особей рыб из каждой группы была взята кровь для морфобиохимических исследований. Гематологический анализ включал определение следующих показателей: содержание гемоглобина, число эритроцитов, общее число лейкоцитов. Из биохимических показателей определяли общий белок, альбумины, мочевины, глюкозу, общие липиды, кальций, фосфор, магний. До опыта все исследуемые показатели были в пределах нормативных данных, за исключением альбуминов и кальция, концентрация которых была низкой. После применения добавки Набикат в крови у рыбы опытной группы наблюдается изменение содержания основных макроэлементов: понижение кальция на 20,68 % ($P < 0,001$), магния – на 8,51 % и повышение фосфора по сравнению с контролем. У карпов опытной группы наблюдается также увеличение количества альбуминов на 10,08 %, эритроцитов – на 4,76 и гемоглобина – на 31,51 % по сравнению с контролем. Применение Набиката обуславливает улучшение физиолого-биохимического статуса крови рыбы опытной группы, что проявилось в усилении дыхательной функции крови.*

IMPACT OF NABICATE ON MORPHOLOGICAL BIOCHEMICAL PARAMETERS OF EUROPEAN CARP

Lykasova I.A., Doctor of Veterinary Sc., Professor
Makarova G.P., PhD-student

South-Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia

Key words: nabikat, morphological biochemical parameters, carp fingerlings, blood.

Abstract. *The paper reveals the scientific and research experience when exploring the impact of Nabikat (nanobiological catalyst, a product of mechanochemical synthesis of silicon compounds of rice husks and green tea, produced by the Centre for Technology Implementation in Novosibirsk) on the carp organism. The experiment was conducted in May–November of 2017 at Troitsk Fish Factory. The researchers selected 500 specimens of Scaly Carp of which 2 similar groups were arranged. The first group served as a control group and received the feed from the fish factory, while the second group of carps received Nabikat dosed 2 kg per 1 ton of feed. The researchers took blood of 10 fish from each group for morpho-*

logical biochemical analysis. Hematological analysis included the following indicators exploring: hemoglobin content, number of red blood cells and total number of leukocytes. The researchers determined total protein, albumins, urea, glucose, total lipids, calcium, phosphorus and magnesium as biochemical parameters. All the indicators were within the standard before the experiment, except for albumins and calcium, which concentrations were low. When applying Nabikat, the authors observed changes of the main microelements in the blood: lower calcium concentration by 20.68% ($P < 0.001$), magnesium - by 8.51% and higher phosphorus concentration in comparison with the control group. The carps of the experimental group had higher concentrations of albumins by 10.08%, erythrocytes by 4.76 and hemoglobin by 31.51% compared to the control group. Application of Nabikat results in improvement of physiological and biochemical blood parameters of the fish from the experimental group. This was revealed in facilitating of the blood respiratory function.

Кровь с лимфой и межклеточной жидкостью составляют внутреннюю среду организма, т.е. среду, в которой функционируют клетки, ткани и органы. Механизм поддержания гомеостаза у рыб не так совершенен (из-за их эволюционного положения), как у теплокровных животных [1]. Кроветворение (гемопоз) как процесс гистогенеза является ответной реакцией ряда тканевых систем организма рыбы на изменение как внешних, так и внутренних факторов [2]. Известно, что сеголетки карпа в отличие от рыб старших возрастов плохо переносят зимовку. Карп с наступлением низких температур перестает питаться, и основной причиной гибели сеголетков зимой обычно считают истощение. И. Н. Остроумова, Л. Я. Штерман [3] на основании экспериментальных данных сделали вывод, что основной причиной гибели карпа во время зимовки является не истощение, а нарушение общего гомеостаза внутренней среды организма под влиянием длительного воздействия предельно низких температур, приводящих к расстройству физиологических функций организма.

Эффективным способом улучшения физиологического состояния и повышения продуктивности рыб является применение добавок, которые оказывают многообразное действие как на микрофлору желудочно-кишечного тракта, так и на обменные функции рыб [4].

В настоящее время хорошо себя зарекомендовал многокомпонентный препарат Набикат – нанобиологический катализатор, продукт механохимического синтеза крем-

ниевых соединений рисовой шелухи и зелёного чая, созданный компанией ООО «Центр Внедрения Технологий», г. Новосибирск. Компания при производстве продукции использует хелаты макроэлементов (водорастворимые формы) и галлокатехины [5]. Действие макроэлемента (кремния), входящего в состав Набиката, на организм обширно. Кремний играет ключевую роль в борьбе с вирусными и бактериальными инфекциями. Он способен регулировать обмен веществ, повышая степень усвоения кальция, фтора, кобальта, марганца и других полезных элементов. Крепость костной ткани зависит от количества кальция, а вот ее рост, эластичность и состояние хрящей – от концентрации кремния. Кремний входит в состав всех мягких и эластичных составляющих костной системы [6].

Предпосылкой для введения в рацион карпов добавки Набикат послужили исследования, ранее проведенные на бройлерах [7–9], свиньях [10] и крупном рогатом скоте [11], которые показали стимулирующее влияние на их мясную продуктивность, жизнеспособность и улучшение морфологического состава и биохимических свойств крови.

Целью работы явилось изучение изменений показателей крови сеголетков карпа при применении добавки Набикат.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыт по изучению влияния Набиката на организм карпа был проведен в мае–ноябре 2017 г. на базе ЗАО «Троицкий рыбо-

завод» (пос. Бобровка Троицкого района Челябинской области). Рыбохозяйство занимается выращиванием и продажей карпа, толстолобика, амура и другой товарной рыбы, реализует рыбопосадочный материал, а также перерабатывает выращенную рыбу. Для опыта было отобрано 500 особей карпа чешуйчатого, из которых сформировали две группы. Первая группа служила контролем и получала корма, используемые на рыбозаводе, карпам второй группы в корм добавляли Набикат в дозе 2 кг на 1 т корма. Карпов содержали в садках, условия содержания были одинаковыми.

Перед применением добавки у 10 особей рыб из каждой группы была взята кровь. Кровь отбирали до кормления сразу после извлечения рыбы из воды путем отсечения хвостового стебля. Для этого срезали спинной и анальный плавники, удаляли чешую, слизь, протирали кожу спиртом, затем отсекали хвостовой стебель по медиальной линии позади анального плавника и собирали кровь в стерильные пробирки. При взятии крови инструменты предварительно обрабатывали водным раствором гепарина – 1000 ЕД/мл [12]. Гепарин применялся как антикоагулянт, сыворотку крови получали без стабилизации.

В стабилизированной крови определяли количество эритроцитов, лейкоцитов и гемоглобина, в сыворотке крови – биохимические показатели: общий белок, альбумины, мочевины, глюкозу, общие липиды, кальций, фосфор, магний.

Морфологические исследования были проведены по стандартным методикам для исследования крови рыб. Концентрацию

гемоглобина определяли фотометрически с помощью наборов фирмы «Эко-сервис». Количество лейкоцитов рассчитывали прямым и косвенным методом. Исследования биохимических показателей крови проводили на биохимическом фотометре КФК «ЗОМЗ» и с использованием биохимических наборов фирмы «Эко-сервис» и «Вектор-Ново». Продолжительность опыта составила 6 месяцев.

Результаты исследований обработаны с применением общепринятых методов биологической статистики и программы Microsoft Office Excel. Уровень различий оценивали с помощью критерия достоверности Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

При оценке физиологического состояния рыб важное значение имеют гематологические показатели, изменение которых зависит от возрастных и сезонных особенностей. В крови рыб общее количество лейкоцитов сильно изменяется в течение года, у карпа оно повышается летом и понижается зимой при голодании в связи со снижением интенсивности обмена. Количество гемоглобина постоянно и также зависит от сезона года: зимой выше, чем летом, что можно считать адаптацией к гипоксии, поскольку зимой насыщенность воды кислородом снижается. Вводимые в корм добавки способны изменять скорость обменных реакций, что может отражаться на морфологическом составе клеток крови.

Как видно из табл. 1, количество эритроцитов, лейкоцитов и содержание гемоглобина

Таблица 1

Гематологические показатели сеголетков карпа ($X \pm S_x$)
Hematological parameters of carp fingerlings ($X \pm S_x$)

Показатели	Результаты исследований			Норма
	В начале опыта (до применения добавки)	В конце опыта		
		контрольная группа	опытная группа	
Эритроциты, $10^{12}/л$	$0,61 \pm 0,01$	$0,63 \pm 0,02$	$0,66 \pm 0,02$	0,50–2,0
Лейкоциты, $10^9/л$	$5,56 \pm 0,26$	$5,50 \pm 0,13$	$5,30 \pm 0,14$	4,90–8,10
Гемоглобин, г/л	$96,36 \pm 1,88$	$60,23 \pm 1,88$	$79,21 \pm 1,96^{**}$	30,0–100,0

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

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

крови, взятой у рыб в начале опыта (до применения добавки Набикат), соответствовало физиологической норме. В крови карпов опытной группы сохранилось высокое количество эритроцитов, что сопровождалось более высоким содержанием гемоглобина в крови – на 31,51% ($P < 0,01$). Это может свидетельствовать о повышении дыхательной функции крови у рыбы опытной группы, о лучшем снабжении организма кислородом. Количество лейкоцитов снизилось, но изменения были недостоверны и в пределах нормативных цифр.

Результаты биохимического исследования сыворотки крови карпа, представленные в табл. 2, показывают, что большая часть показателей сыворотки крови сеголетков карпа в начале опыта соответствовала физиологической норме. Но содержание альбуминов у рыбы в начале опыта было ниже нормативных данных. В начале опыта было отмечено также незначительное увеличение общих липидов, повышение содержания магния. Г.Н. Гусаров [13] считает, что интенсивное формирование данной фракционной структуры белка у молоди в период выращивания происходит в течение первого месяца жизни. В дальнейшем, по мере увеличения возраста и массы тела, обменные процессы нормализуются [13]. Так, из данных табл. 2 видно, что после применения кормовой добавки Набикат в крови у рыбы опытной группы наблюдается достоверное увеличение количества альбуминов – на 10,08% при достоверно пони-

женном содержании общего белка в крови. Концентрация альбуминов – транспортных белков в крови опытной группы в конце эксперимента стала низкой, меньше нижней границы нормативных цифр на 7,74 г/л. Это свидетельствует о расходе белковых запасов во время зимовки.

В крови рыб опытной группы был отмечен высокий уровень мочевины, что может быть свидетельством быстрого разрушения белка в организме в борьбе с неблагоприятными погодными условиями [14]. Следует отметить, что в крови опытных карпов мочевины было достоверно больше – на 69,8%. Повышение глюкозы в крови – доказательство того, что запасы белка, предназначенные для зимовки, истощены, и организм начал расходовать углеводы. Однако в группе, где использовали Набикат в качестве прикормки, содержание альбуминов и глюкозы было достоверно выше, чем в контрольной группе. Показатели липидов в сыворотке крови опытных и контрольных рыб отличались недостоверно и незначительно.

Для формирования тканей и нормального течения обменных процессов у рыб им необходим ряд минеральных веществ. Содержание кальция, фосфора, магния в крови указывает на состояние минерального обмена [15]. Во время зимовки, в связи со снижением температуры воды, в которой обитает карп, наступает состояние, свойственное глубокому стрессу. Кальций и магний – это элементы, стабилизирующие течение процессов адаптации, их участие в про-

Таблица 2

Изменение биохимических показателей сыворотки крови карпа в ходе опыта ($X \pm S_x$)
Changes in biochemical parameters of carp blood serum during the experiment ($X \pm S_x$)

Показатели	Результаты исследований		Норма	
	В начале опыта (до применения добавки)	В конце опыта		
		контрольная группа	опытная группа	
Общий белок, %	4,38±0,10	4,60±0,13	4,16±0,05**	2,6–50
Альбумины, г/л	13,73±0,23	10,19±0,33	11,30±0,33**	18,30–30,30
Глюкоза, ммоль/л	3,93±0,23	2,55±0,17	3,25±0,10**	1,50–4,0
Общие липиды, г/л	6,50±0,27	7,88±0,14	8,13±0,10	3,9–6,4
Кальций, ммоль/л	2,33±0,15	2,95±0,08	2,34±0,10***	2,90–4,0
Фосфор, ммоль/л	6,19±0,16	5,45±0,11	7,13±0,04***	0,40–9,60
Магний, ммоль/л	1,54±0,09	1,41±0,07	1,29±0,08	0,8–1,0
Мочевина, ммоль/л	2,15±0,16	2,22±0,16	3,77±0,12***	1,83–6,20

цессе метаболизма белка и углеводов сопровождается снижением их в сыворотке крови. Вследствие этого в крови повышается уровень фосфора, который регулирует кислотно-щелочной баланс организма [16].

Из табл. 2 видно, что кальция в крови опытных карпов на 20,68% меньше, чем у контрольных, магния – на 8,51%, а содержание фосфора достоверно выше, чем в контроле – это путь к большей сохранности сеголетков карпа во время зимовки.

ВЫВОДЫ

1. Применение в рационе карпа Набиката обуславливает улучшение физиолого-биохимического статуса крови рыбы опытной группы, что проявилось в увели-

чении числа эритроцитов, сопровождавшемся повышением количества гемоглобина в крови, что, в свою очередь, приводит к лучшему снабжению организма кислородом и усилению окислительно-восстановительных процессов.

2. В связи с неблагоприятными погодными условиями в крови рыб происходит распад запасов белка, поэтому отмечен низкий уровень альбуминов и высокие уровни мочевины и глюкозы. Однако в группе, где использовали Набикат, содержание альбуминов было выше, чем в контрольной группе. Это говорит о том, что альбуминосинтезирующая и белковообразовательная функции печени у карпа опытной группы протекают более интенсивно, что повышает степень приспособления карпа к условиям окружающей среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гришин В.Н. Современные проблемы пресноводной аквакультуры: учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 138 с.
2. Пищенко Е.В. Гематология пресноводной рыбы: учеб. пособие/ Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2002. – 48 с.
3. Остроумова И.Н., Штерман Л.Я., Черникова В.В. О нарушении постоянства внутренней среды у сеголетков карпа под влиянием низкой температуры воды во время зимовки // Экологическая физиология рыб: тез. докл. Всесоюз. конф., 24–26 янв. 1973 г. – М., 1973. – С. 39–40.
4. Щербина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. – М.: Из-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
5. Нанобиологический катализатор «НаБиКат» [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://nabikat.com> (дата обращения: 15.12.2018).
6. Пищевые добавки [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://dobavki.chernykh.net/mikrojelementy/snippet-id667> (дата обращения: 25.12.2018).
7. Лыкасова И.А., Макарова З.П., Мижевикина А.С. Влияние препаратов Набикат и Синбилайт на химический состав мяса бройлеров// Актуальные вопросы биотехнологии и ветеринарной медицины: теория и практика: материалы нац. науч. конф. Ин-та вет. медицины/ под ред. М.Ф. Юдина. – Троицк, 2018. – С. 121–128.
8. Макарова З.П. Сенсорные показатели мяса цыплят-бройлеров при использовании кормовых добавок Набикат и Синбилайт// Лучшая научная статья 2017: сб. ст. XII Междунар. науч.-практ. конкурса. –2017. – С. 188–191.
9. Еремин С.В. Влияние нанобиологической кормовой добавки Набикат в рационах цыплят-бройлеров на их продуктивность и гематологические показатели// Политем. сетевой электрон. науч. журн. Куб. гос. аграр. ун-та. – 2016. – № 121. – С. 2165–2176.
10. Бочкарев А.К. Эффективность применения кормовой добавки Набикат в кормлении супоросных свиноматок// Междунар. науч.-исслед. журн. – 2017. – № 11–3 (65). – С. 107–110.
11. Шурыгина К.А., Арапова А.В. Влияние биологически активных добавок на продуктивность дойных коров// Актуальные вопросы биотехнологии и ветеринарной медицины: теория и практика: материалы нац. науч. конф. Ин-та вет. медицины / под ред. М.Ф. Юдина. – Троицк, 2018. – С. 160–164.

12. Ахметова В. В., Басина С. Б. Оценка морфологической и биохимической картины крови карповых рыб, выращиваемых в ООО «Рыбхоз» Ульяновского района Ульяновской области // Вестн. Ульянов. гос. с.-х. акад. – 2015. – № 3 (31). – С. 53–58.
13. Гусаров Г. Н., Корягина В. Н. Прудовое рыбоводство: учеб.-метод. комплекс. – Ульяновск, 1999. – 160 с.
14. Solopova H., Vishchur O. Hematological and microbiological parameters, the state of the natural defense mechanisms of carp under the influence of the drug «flyumek» // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. – 2016. – Т. 18, № 3–2 (71). – С. 100–104.
15. Болезни рыб, вызываемые дефицитом или избытком минеральных веществ [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pisci-culture.ru/disease?id=514> (дата обращения: 10.01.2019).
16. Карневич А. Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. – М.: Пищ. пром-сть, 1975. – 432 с.

REFERENCES

1. Grishin V.N. *Sovremennye problemy presnovodnoi akvakul'tury* (Modern problems of freshwater aquaculture), Moscow, RUDN, 2008, 138 p.
2. Pishchenko E. V. *Gematologiya presnovodnoi ryby* (Hematology of freshwater fish), Novosib. gos. agrar. un-t, Novosibirsk, 2002, 48 p.
3. Ostroumova I. N., Shterman L. Ya., Chernikova. V.V., *Vsesoyuznoi konferentsii po ekologicheskoi fiziologii ryb* (All-Union conference on ecological physiology of fish), Abstracts of Papers, 24–26 January 1973, Moscow, 1973, pp. 39–40.
4. Shcherbina M. A., Gamygin E. A. *Kormlenie ryb v presnovodnoi akvakul'ture* (Feeding fish in freshwater aquaculture), Moscow, Iz-vo VNIRO, 2006, 360 p.
5. Available at: <http://nabikat.com> (December 15, 2018).
6. Available at: <http://dobavki.chernykh.net/mik-rojelementy/snippet-id667> (December 25, 2018).
7. Lykasova I. A., Makarova Z. P., Mizhevnikina A. S., *Aktual'nye voprosy biotekhnologii i veterinarnoi meditsiny: teoriya i praktika*, Proceeding of the National Scientific Conference, *Pod red. M. F. Yudina*, 2018, pp 121–128. (In Russ.)
8. Makarova Z. P., *LUChShAYa NAUChNAYa STAT"Ya 2017 sbornik statei XII Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo konkursa*, 2017, 188–191 pp. (In Russ.)
9. Eremin S. V., *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, No 121, 2165–2176 pp. (In Russ.)
10. Bochkarev A. K., *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 2017, No 11–3 (65), 107–110 pp. (In Russ.)
11. Shurygina K. A., Arapova A. V., *Aktual'nye voprosy biotekhnologii i veterinarnoi meditsiny: teoriya i praktika*, Proceeding of the National Scientific Conference, *Pod red. M. F. Yudina*, 2018, 160–164 pp. (In Russ.)
12. Akhmetova V. V. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2015, No 3 (31), 53–58 pp. (In Russ.)
13. Gusarov G. N., Koryagina V. N. *Prudovoe rybovodstvo* (Pond fish farming), Ul'yanovsk, 1999, 160 p.
14. Solopova H. Hematological and microbiological parameters, the state of the natural defense mechanisms of carp under the influence of the drug «flyumek», Solopova H., Vishchur O., Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, 2016, Т.18, No.2 (71), 100–104 pp.
15. Available at: <http://www.pisci-culture.ru/disease?id=514> (January 10, 2019).
16. Karpevich A. F. *Teoriya i praktika akklimatizatsii vodnykh organizmov* (Theory and practice of acclimatization of aquatic organisms), Moscow, *Pishch. promyshlennost'*, 1975, 432 p.

**ОСТРАЯ, ХРОНИЧЕСКАЯ ТОКСИЧНОСТЬ
И РАЗДРАЖАЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ СМ-КОМПЛЕКСА**

А. В. Мифтахутдинов, доктор биологических наук,
профессор

А. С. Алешина, аспирант

Южно-Уральский государственный аграрный
университет, Троицк, Россия

E-mail: anna.mitrohina@inbox.ru

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, СМ-комплекс, бутафосфан, стимулятор метаболизма, стимулятор роста, острая токсичность, хроническая токсичность, раздражающее действие

Реферат. В условиях кафедры морфологии, физиологии и фармакологии Южно-Уральского государственного аграрного университета был разработан фармакологический комплекс СМ, который в своем составе содержит бутафосфан, витамины, витаминоподобные вещества, подобранные по принципу синергического действия на организм. Параметры острой токсичности СМ-комплекса изучены в опыте на клинически здоровых половозрелых белых мышах обоего пола путем однократного введения через зонд раствора в максимально возможной дозе согласно ГОСТ 31926–2013. Определение раздражающего действия на кожу животных проводилось в соответствии с ГОСТ Р ИСО 10993.10–2009. Для оценки раздражающего действия СМ-комплекса на конъюнктиву глаза руководствовались ГОСТ Р ИСО 10993.10–99. Хроническая токсичность была изучена на нелинейных крысах, разделенных на 4 группы по 6 животных. Первая группа служила контролем, 2-я получала СМ-комплекс в терапевтической дозе (255 мг/кг), 3-я – в 5-кратной терапевтической дозе (1275 мг/кг), 4-я – в 10-кратной (2550 мг/кг). Фармакологическое средство задавали через зонд в виде водного раствора на протяжении 30 суток. В результате исследований определено, что при однократном пероральном введении СМ-комплекса в максимально возможных дозах он не оказывает летального действия на организм мышей и относится к 4-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007–76. При местном применении в виде аппликаций на кожу и слизистые оболочки кроликов комплекс не оказывает местного раздражающего действия. Длительное использование фармакологической композиции (в течение 30 дней) в высоких дозах вызывает функциональные и морфологические изменения печени в виде серых очагов и дряблости, а также увеличение органа в объеме. Но в связи с тем, что терапевтические дозы ниже токсических в 5 и 10 раз и период использования не превышает 7–14 суток, можно сделать заключение, что СМ-комплекс относительно безопасен и может быть использован без ограничения в рекомендуемых дозах.

ACUTE CHRONICAL TOXICITY AND INTOLERANCE OF SM - COMPLEX

Mifatkhudinov A.V., Doctor of Biological Sc., Professor

Aleshina A.S., PhD-student

South-Ural State Agrarian University, Troitsk, Russia

Key words: broilers, SM-complex, butafosfan, metabolism stimulator, growth stimulator, acute toxicity, chronic toxicity, intolerance.

Abstract. The researchers elaborated pharmacological complex of SM at the Chair of Morphology, Physiology and Pharmacology at South-Ural State Agrarian University. The complex contains buta-

fosfan, vitamins, vitamin-like substances, selected on the basis of synergistic effect on the body. The parameters of acute toxicity of the SM-complex were explored in the experiment on clinically healthy adult white mice of both genders by a single injection of the solution in the maximum permissible dose according to GOST 31926-2013. Intolerance on the skin of animals was detected in line with GOST R ISO 10993.10-2009. GOST R ISO 10993.10-99 became a guideline for evaluating SM-complex intolerance on the eye conjunctiva. Chronic toxicity was investigated on non-linear rats; the rates were divided into 4 groups of 6. The first group became a control group, the second group received the SM-complex in a therapeutic dose (255mg/kg), the third group - in a 5-fold therapeutic dose (1275mg/kg), the fourth group - in a 10-fold dose (2550mg/kg). Pharmacological substance was applied through the probe in the form of an aqueous solution for 30 days. The researchers found out that at single oral introduction of SM-complex in the maximum possible doses it does not affect mice organism and it is referred to the 4th class of danger according to GOST 12.1.007-76. Local application in the form of applications on the skin and mucous membranes of rabbits, the complex does not have a local irritant effect. Long-term application of pharmacological composition (30 days) in high doses causes functional and morphological changes of the liver in the form of gray foci and flabbiness, as well as it increases the volume of the organ. Due to the fact that the therapeutic doses are 5 and 10 times lower than the toxic ones and the period of application does not exceed 7-14 days, the authors make a conclusion that SM-complex is safe and secure and can be used in the recommended doses.

Развитие бройлерного птицеводства остается одним из актуальных направлений последних лет. Так как в настоящее время существует необходимость увеличения в рационах населения доли потребления животноводческой продукции, данная сфера АПК динамично развивается [1, 2]. Этому способствуют физиологические особенности птицы: скороспелость, интенсивный рост, высокая продуктивность, приспособленность к индустриальным условиям содержания поголовья, а также, что немаловажно, низкий уровень материальных затрат и живого труда на единицу продукции.

Актуальным остается вопрос поиска путей интенсификации птицеводства, таких как селекция высокопродуктивных кроссов птиц [3, 4], усовершенствование технологического процесса [5], развитие адаптации птицы к различным производственным стресс-факторам [6, 7], улучшение качества и питательности кормов [8, 9], применение различных стимуляторов роста и развития [10].

Одним из веществ, способствующих интенсивному росту и развитию, а также оказывающих стимулирующее воздействие на метаболизм животных и птиц, является фосфор. За последние годы создано много фосфорсодержащих соединений, одним из кото-

рых является бутафосфан [11, 12]. Именно он был взят за основу созданной на базе кафедры морфологии, физиологии и фармакологии ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет» фармакологической композиции СМ-комплекс (стимулятор метаболизма).

Кроме бутафосфана, СМ-комплекс содержит витамины и другие безопасные для животных и человека сертифицированные фармацевтические субстанции, подобранные по принципу синергического действия на организм. «Он оказывает стимулирующее влияние на все виды обмена веществ, способствует более эффективному использованию глюкозы, что способствует росту и развитию, особенно в первые дни жизни и повышает резистентность животных с признаками слабого развития» [13].

Эффективность СМ-комплекса доказана на цыплятах-бройлерах кросса Hubbard F15. При его использовании сохранность поголовья повышается на 1,8–2,3, а масса цыплят на убой – на 1,4–4,5% [14]. Несмотря на высокую эффективность разработанного фармакологического средства и наличие в составе только сертифицированных фармацевтических субстанций, не обладающих токсично-

стью, особого внимания при его изучении заслуживает вопрос потенциальной опасности.

В связи с этим цель исследований – определение параметров острой токсичности СМ-комплекса, местного раздражающего воздействия, а также его воздействия на организм лабораторных животных при длительном применении.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом данного исследования является токсическое и раздражающее действие СМ-комплекса на организм грызунов.

Параметры острой токсичности изучены в опыте на клинически здоровых половозрелых белых мышах обоего пола путем однократного введения через зонд раствора СМ-комплекса в максимально растворимой концентрации согласно ГОСТ 31926–2013. Для этого животных распределили на две группы по 10 мышей в каждой. Первой группе выпаивали дистиллированную воду в объеме 1 мл, 2-й группе вводили раствор СМ-комплекса в дозе 7880 мг/кг. Наблюдение за животными осуществлялось в последующие 14 суток. При этом внимание было направлено на такие признаки интоксикации, как общее состояние, поведенческие реакции, динамика массы тела, время появления и характер интоксикации, её тяжесть, обратимость, сроки гибели животных.

Взвешивание экспериментальных животных производилось до введения раствора, в течение первых трех суток и в конце опыта. По окончании наблюдения животные подверглись эвтаназии при помощи диэтилового эфира и диагностическому вскрытию для макроскопического исследования внутренних органов.

Определение раздражающего действия на кожу животных проводилось в соответствии с ГОСТ Р ИСО 10993.10–2009. Для этого пяти половозрелым кроликам-альбиносам массой 2,8–3,0 кг и пяти половозрелым морским свинкам массой 0,5–0,8 кг на выстриженный за сутки до эксперимента участок кожи методом аппликаций наносили насыщенный во-

дный раствор СМ-комплекса и выдерживали 4 ч. Наблюдение проводили через 1, 24, 48 и 72 часа. Контролем служил симметричный участок кожи животного, на который производились аппликации с дистиллированной водой. Реакция кожного покрова оценивалась по соответствующей классификации.

Для оценки раздражающего действия СМ-комплекса на конъюнктиву глаза руководствовались ГОСТ Р ИСО 10993.10–99. Эксперимент проводили на пяти половозрелых кроликах-альбиносах массой 2,8–3,0 кг. В один глаз вводили насыщенный раствор фармакологической композиции в объеме двух капель, во второй глаз (контрольный) – дистиллированную воду. Осмотр слизистой оболочки глаза проводили через 15 мин, 1, 3, 24, 48 и 72 ч.

Хроническая токсичность была изучена на нелинейных крысах, разделенных на 4 группы по 6 животных. Первая группа служила контролем, 2-я получала СМ-комплекс в терапевтической дозе (255 мг/кг), 3-я – в 5-кратной терапевтической дозе (1275 мг/кг), 4-я – в 10-кратной (2550 мг/кг). В соответствии с Руководством по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ фармакологическое средство задавали через зонд в виде водного раствора на протяжении 30 суток. В ходе эксперимента ежедневно наблюдали за животными, при этом обращали внимание на общее состояние, потребление корма и воды, состояние волосяного покрова и слизистых оболочек, поведение, а также проводили ежедневное взвешивание. По окончании опыта производили забор крови методом декапитации и диагностическое вскрытие для макроскопической оценки органов и тканей.

Биохимические исследования крови и вскрытие животных проводили на базе межкафедральной лаборатории ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ».

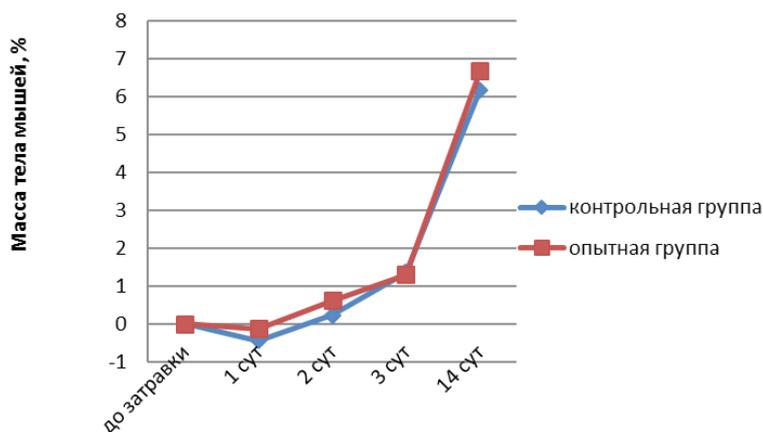
Полученные результаты были обработаны методом однофакторного дисперсионного анализа с использованием апостериорного критерия наименьшей значимой разницы (Statistica 10).

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Изучение острой токсичности при однократном пероральном введении раствора СМ-комплекса в максимально возможной дозе показало отсутствие каких-либо изменений в общем состоянии, аппетите, поведенческой реакции животных в пери-

од всего наблюдения. Гибели подопытных мышей за период эксперимента отмечено не было, ввиду чего ЛД₅₀ выявить не удалось.

Динамика изменения массы тела животных опытной и контрольной групп за период наблюдения относительно массы тела до введения СМ-комплекса отображена на рисунке.



Динамика массы тела мышей в период 14-суточного наблюдения относительно массы тела до затравки
Dynamics of mice body weight in relation to body weight before application during 14 days of the experiment

Из графика видно, что в первые сутки после затравки как в опытной, так и в контрольной группах наблюдается небольшое снижение массы (<1%). Данное явление можно связать с развитием стрессовой реакции в результате манипуляций с мышами в процессе введения раствора. В дальнейшем отмечается

прирост массы тела всех животных в соответствии с возрастом.

В период наблюдения не выявлено принципиальных различий в приросте живой массы между мышами опытной и контрольной групп (табл. 1).

Таблица 1

Динамика массы тела мышей после однократного перорального введения максимально возможной дозы фармакологического СМ-комплекса
Dynamics of mice body weight after single peroral application of maximum permissible dose of pharmacological SM-complex

Масса тела, г	Группа	
	опытная	контрольная
До затравки	22,94±2,06	22,2±1,84
P=0,4075		
В 1-е сутки наблюдения	22,91±2,01	22,10±1,79
P=0,3545		
На 2-е сутки наблюдения	23,08±2,0	22,25±1,72
P=0,3332		
На 3-и сутки наблюдения	23,24±2,03	22,5±1,80
P=0,3992		
На 14-е сутки наблюдения	24,47±2,03	23,57±1,58
P=0,2826		
Прирост массы тела за 14 суток	1,53	1,37
Прирост массы тела за 14 суток относительно массы тела до затравки,%	6,67	6,17

При патолого-анатомическом вскрытии экспериментальных животных по окончании опыта с целью выявления действия СМ-комплекса на внутренние органы видимых изменений со стороны сердца, легких, селезенки печени, желудка, тонкого и толстого отделов кишечника, а также почек и мочевого пузыря не обнаружено.

По результатам проведенного эксперимента можно сделать заключение, что СМ-комплекс острой токсичностью не обладает.

При определении местного раздражающего действия фармакологического СМ-комплекса в период наблюдения у кроликов не обнаружены какие-либо функциональные и морфологические изменения со стороны кожного покрова в месте аппликаций в виде эритем и отеков, т.е. отсутствует раздражающее действие на кожу.

Во время изучения раздражающих свойств композиции на слизистую оболочку глаза не наблюдалось гиперемии конъюнктивы, выделений, отека век, а также какого-либо беспокойства животного.

На основании полученных данных можно судить об отсутствии местного раздражающего действия СМ-комплекса на слизистые оболочки и кожный покров.

В опыте по изучению хронической токсичности установлено, что применение различных доз СМ-комплекса в течение 30 дней не вызывает внешних изменений в поведении, потреблении корма и воды, состоянии кожного и волосяного покровов. На протяжении всего опыта не отмечено гибели среди животных всех групп.

В табл. 2 представлена динамика массы тела крыс в период наблюдения.

Таблица 2

Воздействие СМ-комплекс на массу тела крыс
Impact of SM-complex on the body of mice

Масса тела	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
До заправки	235,0±20,7	223,3±21,6	225,8±19,6	240,8±21,8
	P=0,7212			
На 7-е сутки	243,3±19,4	226,3±21,9	223,8±17,6	233,7±19,9
	P=0,8766			
На 14-е сутки	245,3±18,6	235,7±20,3	233,7±23,0	243,3±26,6
	P=0,3916			
На 21-е сутки	250,2±19,0	243,5±20,1	237,8±18,7	247,5±22,5
	P=0,9181			
На 28-е сутки	254,7±17,85	250,5±19,5	239,5±20,2	251,2±18,8
	P=0,5606			
На 31-е сутки	256,8±19,2	253,5±19,7	241,2±19,5	253,7±17,9
	P=0,2615			
Прирост массы тела относительно первоначальной, %	9,29	13,57	6,79	5,33

Из таблицы видна характерная зависимость динамики массы тела животных от вводимой дозы фармакологического комплекса. Так, терапевтическая доза СМ-комплекса не вызывает снижения массы тела в период всего наблюдения, что, в свою очередь, наблюдается в группах с 5- и 10-кратным увеличением терапевтической дозы. В этих группах снижение массы тела в первые 7 суток составило 0,9 и 3,0% соответственно. В дальнейшем у животных 3-й и 4-й групп наблюдается увеличение живой массы, и к завершению периода она составляет

в 3-й группе 6,79, а в 4-й – 5,33% относительно массы тела животных до заправки. Прирост массы тела во 2-й группе животных за 30-суточный период составляет 13,57%, что также превышает прирост в контрольной группе (9,29%).

При патолого-анатомическом осмотре внутренних органов животных в 1-й и 2-й группах не отмечено каких-либо макроскопических изменений. В 3-й группе у 50% крыс, а в 4-й – у 66,7% наблюдаются признаки интоксикации в виде серых очагов и дряблости печени, а также увеличение органа в объеме (табл. 3).

Таблица 3

Относительная масса внутренних органов животных, %
Relative mass of mice organs, %

Органы	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Сердце	0,332±0,018	0,343±0,028	0,328±0,028	0,338±0,050
	P=0,0833			
Печень	3,762±0,327	3,790±0,305	3,915±0,484	4,028±0,306
	P=0,8435			
Селезенка	0,317±0,011	0,309±0,223	0,290±0,024	0,322±0,057
	P=0,0833			
Почки	0,593±0,071	0,625±0,092	0,618±0,070	0,604±0,093
	P=0,7212			

Установлено, что относительная масса печени животных увеличивается соответственно повышению дозы фармакологической субстанции. Так, в группе животных, получающих терапевтическую дозу, она незначительно отличается от массы печени в контрольной группе (на 0,74%), а в группах с 5- и 10-кратным превышением терапевтической

дозы СМ- комплекса отмечается увеличение массы органа по сравнению с контролем на 4,07 и 7,07% соответственно.

О воздействии фармакологического комплекса на печень свидетельствуют биохимические показатели, представленные в табл. 4.

У животных 3-й и 4-й группы животных отмечается повышение содержания в крови

Таблица 4

Биохимические показатели крови лабораторных крыс
Biochemical parameters of laboratory rats blood

Показатели	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Сухое вещество, %	10,700±0,170	10,700±0,170	11,030±0,450	11,100±0,660
	P=0,7212			
Общий белок, г%	7,510±0,0630	7,700±0,380	7,810±0,330	7,750±0,540
	P=0,7212			
АЛТ	2,060±0,190	2,060±0,190	2,240±0,360	2,240±0,540
	P=0,7943			
АСТ	1,380±0,180	1,380±0,180	1,610±0,080	1,860±0,001
	P=0,0293			
Билирубин	6,870±2,500	5,330±2,310	6,670±4,620	14,670±6,110
	P=0,3916			
Глюкоза, ммоль/л	7,400±1,070	7,810±0,360	7,400±0,620	5,760±0,360
	P=0,2872			

ферментов АЛТ и АСТ, что указывает на разрушение гепатоцитов, об этом же свидетельствует количество билирубина в крови у животных 4-й группы. Показатели крови крыс 2-й группы незначительно отличаются от контроля.

ВЫВОДЫ

1. При однократном пероральном введении СМ-комплекса в опыте на мышах не удалось обнаружить его воздействия на орга-

низм, приводящего к летальному исходу, что позволяет отнести СМ-комплекс к 4-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007–76.

2. При местном применении в виде аппликаций СМ-комплекса на кожу и слизистые оболочки кроликов местного раздражающего действия не выявлено.

3. Применяемая фармакологическая композиция при длительном воздействии на организм вызывает функциональные и морфологические нарушения печени. Но так как

СМ-комплекс рекомендуется к применению в течение 7–14 суток в терапевтической дозе, то можно сделать заключение, что он относительно безопасен.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Фисинин В. И.* Состояние и вызовы будущего в развитии мирового и отечественного птицеводства// Инновационное обеспечение яичного и мясного птицеводства России: материалы XVIII Междунар. конф. Всемир. науч. ассоц. по птицеводству (ВНАП). Рос. отд-ние «Научный центр по птицеводству». – Сергиев Посад, 2015. – С. 9–25.
2. *Афанасьев Е. В., Рудой Е. В., Федяев П. М.* Основные задачи и пути развития АПК по улучшению продовольственного обеспечения населения Сибирского федерального округа//Вестн. Ом. гос. аграр. ун-та. – 2016. –№ 2 (22). – С. 268–274.
3. *Анализ* генетического разнообразия исходных линий мясного кросса бройлерного типа Смена-8/ Я. И. Алексеев, О. П. Малюченко, Н. В. Коновалова [и др.] //Изв. ТСХА. – 2018. – № 2. – С.136–144.
4. *Кочиш И. И., Мясникова О. В., Галкин В. А.* Повышение вывода цыплят-бройлеров путем контроля «окна вывода» и корректировки срока инкубации//Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2018. – № 3. – С. 43–47.
5. *Повышение* эффективности мясного птицеводства на основе разработки ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий / Т.В. Усова, Н.Н. Ланцева, К.Я. Мотовилов [и др.] // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии: сб. науч. докл. XX Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2017. – С. 47–51.
6. *Адаптационные* механизмы и особенности липидного обмена у кур с разной устойчивостью к стрессам/ А.В. Мифтахутдинов, Э.М. Аминова, Н.М. Колобкова [и др.] //Аграр. наука. – 2018. – № 10. – С. 15–19.
7. *Фисинин В.И., Мифтахутдинов А.В., Аносов Д.Е.* Фармакологическая профилактика стресса у цыплят при дебикировании// Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2015. – № 6. – С. 50–53.
8. *Яичная* продуктивность кур-несушек и морфометрический состав яиц при скармливании природной кормовой добавки/ А.Г. Кошцаев, Н. А. Юрина, С. И. Кононенко [и др.] // Advancesin Agriculturaland Biological Sciences. – 2018. – Т. 4, № 2. – С. 13–20.
9. *Lupine* in diets for broilers, commercial laying hens, and layer parental flock/ E. Andrianova, I. Egorov, V. Fisinin [et al] // Congress book World’s Poultry Science Association (WPSA), Turkish Branch. – 2018. – P. 390–392.
10. *Интенсивность* роста гусей при использовании пробиотического препарата Ветом 20.76/ Г.А. Ноздрин, А.И. Леляк, А.А. Леляк [и др.] // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. III Всерос. (нац.) науч. конф. – Новосибирск, 2018. – С. 768–771.
11. *First report* about the mode of action of combined butafosfan and cyanocobalamin on hepatic metabolism in nonketotic early lactating cows / L. Kreipe, A. Deniz, R. M. Bruckmaier [et al.] // J Dairy Sci. – 2011. – Vol. 94 (10) – P. 4904–4914.
12. *Nuber U. van Dorland H. A., Bruckmaier R. M.* Effects of butafosfan with or without cyanocobalamin on the metabolism of early lactating cows with subclinical ketosis//J Anim Physiol Anim Nutr (Berl). – 2016. – Vol. 100 (1) – P. 146–155.
13. *Митрохина А. С.* Влияние СМ-комплекса на мясную продуктивность цыплят-бройлеров// Фундаментальные основы современных аграрных технологий и техники: сб. тр. Всерос. молодеж. науч.-практ. конф. – Юрга, 2015. – С. 152–155.
14. *Митрохина А. С.* Сравнительная эффективность разных доз фармакологической композиции СМ-комплекс при откорме цыплят-бройлеров// АПК России. – 2015. – Т. 73. – С. 156–159.

REFERENCES

1. *Fisinin V.I. Innovatsionnoe obespechenie yaichnogo i myasnogo pitsevodstva Rossii* (Innovative provision of egg and meat poultry farming in Russia) Proceeding of the XVIII International Conference. World

- Scientific Association for Poultry Farming Russian Branch Scientific Center for Poultry Farming, Sergiev Posad, 2015, pp. 9–25. (In Russ.)
2. Afanas'ev E.V., Rudoi, E.V., Fedyaev P.M. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, No 2 (22), pp. 268–274. (In Russ.)
 3. Alekseev Ya.I., Malyuchenko O.P., Konovalova N.V. Efimov D.N., Emanuilova Zh.V. Ogneva O.A., Fisinin V.I. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2018, No 2, pp.136–144. (In Russ.)
 4. Kochish I.I. *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya*, 2018. No 3. pp. 43–47. (In Russ.)
 5. Usova T.V., Lantseva N.N., Motovilov K.Ya., Shvydkov A.N., Ryabukha L.A. *Agrarnaya nauka – sel'skokhozyaistvennomu proizvodstvu Sibiri, Kazakhstana, Mongolii, Belarusii i Bolgarii* (Agrarian science – agricultural production of Siberia, Kazakhstan, Mongolia, Belarus and Bulgaria) Collection of scientific reports of the XX International Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, 2017, pp. 47–51. (In Russ.)
 6. Miftakhutdinov A. V., Amineva E. M., Kolobkova N. M., Kolobkov D. M., *Agrarnaya nauka*, 2018, No 10, pp. 15–19. (In Russ.)
 7. Fisinin V.I., Miftakhutdinov A. V., Anosov D.E. *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*, 2015, No. 6, pp. 50–53. (In Russ.)
 8. Koshchaev A. G., Yurina N.A., Kononenko S. I., Vlasov A. B., Danilova A. A., Maksim E. A. *Advances in Agricultural and Biological Sciences*, 2018, No. 2 (4), pp. 13–20. (In Russ.)
 9. Andrianova E., Egorov I., Fisinin V., Grigoryeva E. Lupine in diets for broilers, commercial laying hens, and layer parental flock, *Congress Book World's Poultry Science Association (WPSA)*, Turkish Branch, 2018, pp. 390–392.
 10. Nozdrin G.A., Lelyak A.I. Lelyak., A.A., Yakovleva N.S. *Rol» agrarnoy nauki v ustoychivom razvitii sel'skikh territoriy* (The role of agrarian science in the sustainable development of rural areas) The collection of the III All-Russian National Scientific Conference, Novosibirsk, 2018, pp. 768–771. (In Russ.)
 11. Kreipe L., Deniz A., Bruckmaier R.M., van Dorland H.A. First report about the mode of action of combined butafosfan and cyanocobalamin on hepatic metabolism in nonketotic early lactating cows, *J Dairy Sci*, 2011, Oct. 94 (10):4904–4914.
 12. Nuber U., van Dorland H.A, Bruckmaier R. M. Effects of butafosfan with or without cyanocobalamin on the metabolism of early lactating cows with subclinical ketosis, *J Anim Physiol Anim Nut*, Berl. 2016, Feb 100 (1):146–55.
 13. Mitrokhina A. S. *Fundamental'nye osnovy sovremennykh agrarnykh tekhnologii i tekhniki* (Fundamentals of modern agricultural technology and technology), Collection of works of the All-Russian Youth Scientific and Practical Conference, Yurga, 2015, pp. 152–155. (In Russ.)
 14. Mitrokhina A. S., *APK Rossii*, Vol. 73, 2015, pp. 156–159. (In Russ.)

**ДИНАМИКА ПРИРОСТОВ У ГУСЕЙ В УСЛОВИЯХ СОЧЕТАННОЙ
ФАРМАКОПРОФИЛАКТИКИ ГОМОБИОТИКАМИ, ПРОБИОТИКАМИ
НА ОСНОВЕ РЕКОМБИНАНТНЫХ ШТАММОВ БАЦИЛЛ И ЭНРОФЛОКСАЦИНА**

Г. А. Ноздрин, доктор ветеринарных наук, профессор

Н. А. Готовчиков, аспирант

М. С. Яковлева, аспирант

Н. С. Яковлева, аспирант

М. В. Лазарева, кандидат ветеринарных наук

Ключевые слова: абсолютная масса, ветом, гомобиотики, пробиотик, среднесуточный прирост, энрофлоксацин

Новосибирский государственный аграрный университет,

Новосибирск, Россия

E-mail: pharmgenpath@mail.ru

Реферат. Изучалось сочетанное действие гомобиотиков, пробиотиков на основе рекомбинантных штаммов бацилл и энрофлоксацина на динамику приростов живой массы у гусей. По принципу пар-аналогов были сформированы одна контрольная и пять опытных групп по 10 гусей в каждой группе. Гусям опытных групп применяли гомобиотики ветом 15.1; ветом 13.1 в сочетании с энрофлоксацином с последующей заменой на пробиотический препарат ветом 1.2. Абсолютная масса тела и среднесуточный прирост у гусей под действием изучаемых препаратов повышаются. Выраженность эффекта зависела от фармакологической композиции применяемых препаратов. Максимальный прирост абсолютной массы отмечали при применении препаратов по схеме: ветом 13.1 в дозах 25–50 мг/кг массы в течение 16 суток с дальнейшим применением 10 %-го раствора энрофлоксацина в дозе 0,5 мл/кг в течение 5 суток и в завершающий период эксперимента ветома 1.2 в дозе 50 мг/кг массы в течение 16 суток. После прекращения применения препаратов интенсивность роста повышалась в течение 30 суток при назначении препаратов по схеме: ветом 13.1 в дозе 50 мг/кг массы 16 суток с дальнейшим введением в организм птицы гомобиотика ветом 1.2 в дозе 50 мг/кг в течение 16 суток. Максимальный среднесуточный прирост живой массы гусей наблюдали в период с 16-х по 32-е сутки при схеме введения: гомобиотик ветом 13.1 в дозе 25 мг/кг живой массы тела 1 раз в сутки 5 дней подряд, затем через сутки в течение 16 суток, затем ежедневно 10 %-й раствор энрофлоксацина в дозе 0,5 мл/кг живой массы тела в течение 5 дней, затем ветом 1.2 в дозе 25 мг/кг 1 раз в сутки 16 дней подряд. А максимальный среднесуточный прирост в период последствия препарата наблюдали на 32-е сутки исследования при схеме введения: гомобиотик ветом 15.1 в дозе 50 мг/кг живой массы тела 1 раз в сутки ежедневно в течение 16 суток, в дальнейшем ежедневно ветом 1.2 в той же дозе 1 раз в сутки в течение 16 суток. Изучаемые препараты в применяемых дозах не оказывали токсического действия на гусей.

DYNAMICS OF GROWTH IN THE GOUSES UNDER CONDITIONS OF THE COMBINED PHARMACOPROPHYLACTIC HOMOBIOLOGICS, PROBIOTICS BASED ON THE RECOMBINANT BASILL AND ENROFLOXACIN STRAIN**G.A. Nozdrin, Doctor of Veterinary Sc., Professor****N.A. Gotovchikov, PhD-student****M.S. Yakovleva, PhD-student****N.S. Yakovleva, PhD-student****M.B. Lazareva, Candidate of Veterinary Sc.**

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: absolute mass, vetom, homobiotics, probiotic, average daily gain, enrofloxacin.

Abstract. The combined effect of homobiotics, probiotics based on recombinant strains of *g. Bacillus*, & enrofloxacin on the dynamics of body weight gain in geese was studied. According to the principle of steam-analogs, one control and five experimental groups of 10 goslings in each group were formed. Gosyatam experimental groups used homobiotics vetom 15.1; vetom 13.1 in combination with enrofloxacin followed by replacement with a probiotic preparation Vetom 1.2. The absolute body weight and average daily gain in geese under the influence of the studied drugs increases. The severity of the effect depended on the pharmacological composition of the drugs used. The maximum absolute weight gain was observed when using the drugs according to the scheme: vetom 13.1 at doses of 25–50 mg/kg for 16 days, with further use of a 10% enrofloxacin solution at a dose of 0.5 ml/kg for 5 days and in The experiment period was 1.2 at a dose of 50 mg/kg for 16 days. After the cessation of the use of drugs, the growth rate increased for 30 days when prescribing the drugs according to the scheme: veto 13.1 at a dose of 50 mg/kg for 16 days and with further introduction of homobiotic veto 1.2 into the bird in a dose of 50 mg/kg for 16 days. The maximum average daily gain in live weight of geese was observed in the period from the 16th to the 32nd day with the administration scheme: homobiotic vetom 13.1 at a dose of 25 mg/kg of body weight 1 time per day for 5 consecutive days, then every other day for 16 days, then daily 10% solution of enrofloxacin at a dose of 0.5 ml/kg of body weight for 5 days, then vetom 1.2 at a dose of 25 mg/kg once a day for 16 days in a row. And the maximum average daily gain in the post using period of the drug was observed on the 32nd day of the study according to the scheme: homobiotic veto 15.1 at a dose of 50 mg/kg of body weight 1 time per day for 16 days, then daily with vetom 1.2 at the same dose 1 once a day for 16 days. The studied drugs in the applied doses did not have a toxic effect on the physiological state of geese.

Гусеводство в России на современном этапе является одной из перспективных отраслей. С переходом к промышленному гусеводству и использованию высокопродуктивных пород изменились как способы выращивания и разведения гусей, так и показатели продуктивности и воспроизводства птицы. Так, в настоящее время отличительной особенностью гусей от других видов сельскохозяйственной птицы является увеличение яйценоскости с возрастом: на втором году по сравнению с первым она возрастает на 15–25%, на третьем – на 30–40, а у некоторых пород даже в возрасте 5 лет – на 10–25% [1–3].

В условиях современного птицеводства активно используются антибиотики и синтетические антимикробные средства в технологических схемах выращивания [4, 5]. Антимикробные препараты имеют нежелательные побочные эффекты, а их остаточные количества с мясом могут попасть в организм человека, оказывая негативное действие, на его организм [6, 7].

Для обеспечения высокой эффективности отрасли при выращивании птицы необходимо использовать микробиологические кормовые добавки, которые стимулируют интенсивность роста и повышают качество получае-

мой продукции. В настоящее время с этой целью успешно применяются пробиотические препараты [8].

Нормальная микрофлора, для модуляции которой предназначены пробиотические препараты, способствует улучшению пищеварения, обмена веществ, формированию устойчивости к патологии различного характера. Она обеспечивает высокий иммунитет, повышая при вакцинациях титры специфических антител и длительность их циркуляции. Важным свойством является снижение заболеваемости и потерь продуктивности, связанных с технологическим стрессом [9].

Таким образом, заселение желудочно-кишечного тракта молодняка птицы активной нормальной микрофлорой с первых дней жизни обеспечивает профилактику кишечных инфекций, большую эффективность вакцинаций, со стороны пищеварительной системы резко снижается поступление в организм субстратов с потенциальной токсичностью. Уменьшение использования лекарственных препаратов позволяет снизить себестоимость и получать продукцию, соответствующую современным экологическим стандартам. Если в состав пробиотика введены штаммы с сильными ферментативными свойствами, то улучшается и конверсия корма без дополнительного применения энзимов [10].

Главное преимущество пробиотиков заключается в том, что они, оптимизируя кишечный микробиологический баланс, оказывают позитивное влияние на интенсивность роста и развития животных, физиологичны и безвредны для животных [11].

Пробиотические препараты по их составу подразделяются на три группы: аутобиотики, гетеробиотики и гомобиотики. Гомобиотики – это пробиотики на основе бактерий, выделенных от конкретного вида животных [5, 12].

Большой интерес представляет изучение особенностей действия на организм птицы гомобиотиков. Действие пробиотиков и гомобиотиков на фоне применения антибиотиков также изучено недостаточно [13, 14].

Цель нашей работы – изучить динамику интенсивности роста у гусей в условиях со-

четанного применения гомобиотиков, пробиотиков на основе рекомбинантных штаммов и антибиотика энрофлоксацина у гусей.

ОБЪКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования служили пробиотический препарат ветом 1.2, гомобиотики ветом 13.1 и ветом 15.1, и антибактериальное средство энрофлоксацин в форме 10%-го раствора.

В состав пробиотика ветом 1.2 входят сухая бактериальная масса живых спорообразующих бактерий штамма *Bacillus subtilis* ВКПМ В-10641, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 и *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, а также вспомогательные вещества – сахарная пудра и крахмал. В 1 г препарата содержится: живых микробных клеток бактерий *B. subtilis* – не менее 1×10^6 КОЕ (колониобразующих единиц), живых микробных клеток бактерий *B. amyloliquefaciens* – не менее 2×10^6 КОЕ.

В состав гомобиотиков ветом 13.1 и ветом 15.1 входят микроорганизмы *B. amyloliquefaciens* штаммов ВКПМ-В 10561 и ВКПМ-В 10563 соответственно.

Энрофлоксацин – препарат из группы фторированных хинолонов, которые оказывают антимикробное действие, нарушая синтез ДНК в микробной клетке.

Для реализации цели исследования по принципу пар-аналогов были сформированы 1 контрольная и 5 опытных групп по 10 гусей в каждой в возрасте 1 месяца.

Гусятам 1-й опытной группы с кормом задавали гомобиотик ветом 15.1 в дозе 50 мг/кг живой массы тела 1 раз в сутки ежедневно в течение 16 суток, в дальнейшем ежедневно ветом 1.2 в дозе 50 мг/кг живой массы тела 1 раз в сутки ежедневно в течение 16 суток.

Гусям 2-й опытной группы задавали гомобиотик ветом 13.1 в дозе 25 мг/кг живой массы тела 1 раз в сутки 5 дней подряд, затем через сутки в течение 16 суток, затем ежедневно 10%-й раствор энрофлоксацина в дозе 0,5 мл/кг живой массы тела ежедневно в течение

5 дней, затем ветом 1.2 в дозе 25 мг/кг 1 раз в сутки 16 дней подряд.

Гусям 3-й опытной группы задавали гомобиотик ветом 13.1 в дозе 50 мг/кг живой массы тела 1 раз в сутки 5 дней подряд, затем через сутки в течение 16 суток, затем ежедневно 10%-й раствор энрофлоксацина в дозе 0,5 мл/кг живой массы тела ежедневно в течение 5 дней, затем ветом 1.2 в дозе 50 мг/кг живой массы тела 1 раз в сутки 16 дней подряд.

Гусям 4-й опытной группы задавали гомобиотик ветом 15.1 в дозе 25 мг/кг живой массы тела 1 раз в сутки 5 дней подряд, затем через сутки в течение 16 суток, далее назначали 10%-й раствор энрофлоксацина в дозе 0,5 мл/кг живой массы тела ежедневно в течение 5 дней, потом ветом 1.2 в дозе 25 мг/кг живой массы тела 1 раз в сутки 16 дней подряд.

Гусям 5-й опытной группы применяли гомобиотик ветом 15.1 в дозе 50 мг/кг живой массы тела 1 раз в сутки 5 дней подряд, затем через сутки в течение 16 суток, затем ежедневно 10%-й раствор энрофлоксацина в дозе 0,5 мл/кг живой массы тела ежедневно в течение 5 дней, затем ветом 1.2 в дозе 50 мг/кг живой массы тела 1 раз в сутки 16 дней подряд.

Гусям контрольной группы указанные препараты не назначались.

Абсолютную массу и среднесуточный прирост определяли до опыта, на 16, 32, 64 и 128-е сутки. Для описательной статистики вычисляли медиану, её статистическую ошибку и коэффициент вариации. Достоверность различий полученных данных проверяли по критерию Данна. Для расчетов использовали программу Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучаемые препараты в применяемых дозах не оказывали токсического действия на организм гусей.

До применения препаратов абсолютная масса тела у птицы подопытных групп не имела достоверных отличий. Под действием изучаемых препаратов и схем их применения абсолютная масса тела у гусей изменялась (табл. 1). На 16-е сутки эксперимента медиана

абсолютной массы тела у гусей 2–3-й опытных групп была выше на 1,33 и 1,33% соответственно, а у гусей 1-й и 4–5-й опытных групп не имела отличий от аналогов из контроля. На 32-е сутки эксперимента медиана абсолютной массы тела гусей 1-й и 4-й опытных групп была ниже на 8,15 ($P<0,01$) и 3,00, а у гусей 2–3-й и 5-й опытных групп – выше на 18,45; 13,30 ($P<0,01$) и 0,43% соответственно по сравнению с аналогами из контроля. На 64-е сутки эксперимента медиана абсолютной массы тела у гусей 4–5-й опытных групп была ниже на 0,63 и 7,18 ($P<0,01$), а у 1-й и 3-й опытных групп – выше на 4,48 и 7,21 ($P<0,01$)% соответственно, а у гусей 2-й опытной группы не имела отличий от контроля. На 128-е сутки эксперимента у гусей 1–5-й опытных групп медиана абсолютной массы тела была выше на 6,79; 5,77; 10,75 ($P<0,01$); 0,24 и 5,38% соответственно, чем у аналогов из контроля.

Таким образом, абсолютная масса тела у гусей подопытных групп под действием изучаемых препаратов и схем их применения повышается по сравнению с аналогами из контроля. Более выраженные изменения по абсолютной массе регистрировали при применении гомобиотика ветом 15.1 с последующей его заменой на ветом 1.2, а также при последовательном применении ветома 13.1, 10%-го раствора энрофлоксацина и ветома 1.2. Более продолжительный положительный эффект последствия отмечали при применении ветома 13.1 в дозе 50 мг/кг массы.

Среднесуточный прирост живой массы тела у гусей под действием изучаемых препаратов и схем применения также изменялся (табл. 2). В период от начала эксперимента до 16-х суток медиана среднесуточного прироста живой массы тела у гусей 1–5-й опытных групп была выше на 16,17; 37,50; 8,33; 41,67 ($P<0,05$) и 12,50% соответственно, чем у аналогов из контроля. В период с 16-х по 32-е сутки эксперимента медиана среднесуточного прироста живой массы у гусей 1-й и 4–5-й опытных групп была ниже на 25,28 ($P<0,01$); 16,28 и 9,30, а у гусей 2–3-й опытных групп – выше на 36,05 ($P<0,01$) и 25,58 ($P<0,01$)% соответственно, чем у аналогов из контроля.

Таблица 1

Динамика прироста абсолютной массы тела у гусей, г
Dynamics of absolute body weight gain in geese, g

Группа	До опыта		16-е сутки		32-е сутки		64-е сутки		128-е сутки	
	Me±me	Cv, %	Me±me	Cv, %	Me±me	Cv, %	Me±me	Cv, %	Me±me	Cv, %
Контрольная	1275,00± 12,84	13,09	1875,00± 11,76	7,69	2912,50± 10,52	4,52	3550,50± 34,46	12,30	4092,00± 41,95	10,43
1-я опытная	1175,00 ± 21,03	21,26	1875,00± 9,71	6,40	2675,00± 17,71**	8,04	3709,50± 22,66	7,82	4370,00± 37,59	9,03
2-я опытная	1225,00± 17,23	17,56	1900,00± 12,53	8,08	3450,00± 94,86**	40,19	3550,50± 34,46	12,30	4328,00± 40,61	10,11
3-я опытная	1275,00± 15,94	16,24	1900,00± 13,11	8,48	3300,00± 34,16**	12,91	3806,50± 14,42**	4,77	4532,00± 82,20**	18,44
4-я опытная	1125,00± 18,67	20,45	1875,00± 8,95	5,86	2825,00± 11,67	5,15	3528,00± 29,65	10,65	4102,00± 29,54	7,52
5-я опытная	1200,00± 15,48	16,51	1875,00± 10,65	7,03	2925,00± 15,66	6,76	3295,50± 41,42**	15,37	4312,00± 40,48	10,11

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

Таблица 2

Динамика среднесуточного прироста живой массы тела у гусей, г
Dynamics of average daily weight gain in geese, g

Группа	Период, сутки				
	0-16	16-32	32-64	64-128	0-128
	Me±me	Me±me	Me±me	Me±me	Me±me
Контрольная	37,50±1,19	67,19±1,08	16,42± 1,13	8,40± 2,06	23,39± 0,37
1-я опытная	43,75±1,23	50,00±1,37**	25,63± 0,76**	10,23± 1,13	24,34± 0,41
2-я опытная	51,56±1,29	91,41±6,00**	12,61± 3,13	12,40± 1,97	24,78± 0,39
3-я опытная	40,63±1,21	84,38±2,15**	13,38± 1,05	11,30± 2,72	24,91± 0,62
4-я опытная	53,13±1,24*	56,25±0,67	19,94± 1,01	8,93± 1,01	24,38± 0,31
5-я опытная	42,19±1,21	60,94±1,08	14,31± 1,32**	15,34± 0,94**	24,59± 0,38

За период с 32-х по 64-е сутки эксперимента медиана среднесуточного прироста живой массы тела у гусей 1-й и 4-й опытных групп была выше на 56,04 (P<0,01) и 21,84, а у гусей 2–3-й и 5-й опытных групп – ниже на 23,22; 18,55 и 12,84 (P<0,01)% соответственно, чем у аналогов из контроля. За период от 64-х до 128-х суток медиана среднесуточного прироста живой массы тела у гусей 1–5-й опытных групп оставалась более высокой по сравнению с аналогами из контроля. За период от начала эксперимента до 128-х суток медиана среднесуточного прироста живой массы тела у гусей 1–5-й опытных групп была выше на 4,07; 5,95; 6,48; 4,21 и 5,14% соответственно, чем у аналогов из контроля.

Таким образом, под действием изучаемых препаратов повышается среднесуточный прирост массы тела гусей. Интенсивность изменений среднесуточного прироста зависела от применяемых препаратов и их композиции. Наиболее выраженные и устойчивые показатели интенсивности роста через 30 суток после прекращения введения препаратов регистрировали при сочетанном применении ветома 15.1 и ветома 1.2.

ВЫВОДЫ

1. Абсолютная масса тела гусей под действием изучаемых препаратов повышается. Выраженность эффекта зависела от фармако-

логической композиции применяемых препаратов.

2. Среднесуточный прирост живой массы у гусят повышался как в период введения препаратов, так и в течение до 30 суток после прекращения их применения.

3. Максимальный прирост абсолютной массы у гусят отмечали при применении препарата ветом 13.1 в дозах 25–50 мг/кг массы в течение 16 суток с дальнейшей заменой на 10%-й раствор энрофлоксацина в дозе 0,5

мл/кг в течение 5 суток и в завершающий период эксперимента – ветома 1.2 в дозах 25–50 мг/кг массы в течение 16 суток.

4. После прекращения применения препаратов интенсивность роста оставалась более высокой в течение 30 суток при назначении ветома 15.1 и ветома 1.2 в дозе 50 мг/кг по 16 суток.

5. Изучаемые препараты в применяемых дозах не оказывали токсического действия на организм гусей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гуцин В.В. Развитие промышленной переработки мяса птицы в России // Мясн. индустрия. – 2009. – № 6. – С. 11–13.
2. Имангулов Ш.А., Егоров И.А., Околелова Т.М. Рекомендации по кормлению сельскохозяйственной птицы / ВНИТИП. – Сергиев Посад, 2000. – 68 с.
3. Ройтер Я.С., Лукьянов А.Ф., Герасименко В.В. Научные и практические аспекты разведения гусей: монография. – М.: Весь; Сергиев Посад, 2004. – 204 с.
4. Трухачев В.И., Злыднев Н.З., Самокиш Н.В. Альтернатива антибиотикам в птицеводстве // Вестн. АПК Ставрополя. – 2015. – № 2. – С. 149–153.
5. Антибиотики в птицеводстве: альтернативные методы профилактики заболеваний и лечения птицы / Э.Д. Джавадов, И.Н. Вихрева, Т.Т. Папазян [и др.] // Птицеводство. – 2017. – № 11. – С. 41–46.
6. Шульга Н.Н., Шульга И.С., Плавшак Л.П. К проблеме антибиотиков в продуктах животноводства // Дальневост. аграр. вестн. – 2017. – № 4 (44). – С. 150–156.
7. Явников Н.В. Определение адгезивных свойств лакто- и бифидобактерий // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 4. – С. 218–220.
8. Цапалова Г.Р., Хабиров А.Ф. Возрастные изменения гематологических показателей и микробиологического статуса гусят-бройлеров при использовании пробиотиков // Вестн. Башкир. гос. аграр. ун. – 2014. – № 4. – С. 31–34.
9. Суханова С.Ф., Махалов А.Г. Пробиотики серии Ветом в составе комбикормов для гусят-бройлеров // Вестн. Курган. ГСХА. – 2014. – № 3 (11). – С. 59–62.
10. Пробиотики на основе бактерий рода *Bacillus* в птицеводстве / Н.В. Феоктистова, А.М. Марданова, Г.Ф. Хадиева [и др.] // Уч. зап. Казан. ун-та Сер.: Естественные науки. – 2017. – Т. 159, № 1. – С. 85–107.
11. Фармакологические аспекты применения пробиотиков на основе *Bac. subtilis* для стимуляции роста животных / Г.А. Ноздрин, А.Б. Иванова, А.Г. Ноздрин [и др.] // Новые фармакологические средства в ветеринарии: материалы междунар. науч.-практ. конф. – СПб., 2003. – С. 27–28.
12. Соколенко Г.Г., Лазарев Б.П., Миньченко С.В. Пробиотики в рациональном кормлении животных // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2015. – № 1 (5). – С. 72–28.
13. Хорошилова Н.В. Пробиотики и бактериальные иммуномодуляторы для профилактики респираторных инфекций // Вопросы современной педиатрии. – 2014. – Т. 13, № 4. – С. 93–95.
14. Ноздрин Г.А. Пробиотики на основе *Bacillus subtilis* и их роль в поддержании здоровья животных разных видов // Сиб. вестн. с. – х. науки. – 2007. – № 7. – С. 67–68.

REFERENCES

1. Gushhin V.V. Razvitie promyshlennoj pererabotki mjasa pticy v Rossii, *Mjasn. industrija*, 2009, No. 6, pp. 11–13. (In Russ.)

2. Imangulov Sh.A., Egorov I.A., Okolelova T.M. *Rekomendacii po kormleniju sel'skhozajstvennoj pticy* (Recommendations for feeding poultry), VNITIP, Sergiev Posad, 2000, 68 p.
3. Rojter Ja.S., Luk'janov A.F., Gerasimenko V.V. *Nauchnye i prakticheskie aspekty razvedenija gusej* (Scientific and practical aspects of breeding geese), M.: Ves», Sergiev Posad, 2004, 204 p.
4. Truhachev V.I., Zlydnev N.Z., Samokish N.V. Al'ternativa antibiotikam v pticevodstve, *Vestn. APK Stavropol'ja*, 2015, No. 2, pp. 149–153. (In Russ.)
5. Dzhavadov Je.D., Vihreva I.N., Papazjan T.T. Antibiotiki v pticevodstve: al'ternativnye metody profilaktiki zabolevanij i lechenija pticy, *Pticevodstvo*, 2017, No. 11, pp. 41–46. (In Russ.)
6. Shul'ga N.N., Shul'ga I.S., Plavshak L.P. K probleme antibiotikov v produktah zhivotnovodstva, *Dal'nevost. agrar. vestn.*, 2017, No. 4 (44), pp. 150–156. (In Russ.)
7. Javnikov N.V. Opredelenie adgezivnyh svojstv lakto- i bifidobakterij, *Innovacii v APK: problemy i perspektivy*, 2017, No. 4, pp. 218–220. (In Russ.)
8. Capalova G.R., Habirov A.F. Vozrastnye izmenenija gematologicheskikh pokazatelej i mikrobiologicheskogo statusa gusjat-brojlerov pri ispol'zovanii probiotikov, *Vestn. Bashkir. gos. agrar. un.*, 2014, No. 4, pp. –31–34. (In Russ.)
9. Suhanova S.F., Mahalov A.G. Probiotiki serii Vetom v sostave kombikormov dlja gusjat-brojlerov, *Vestn. Kurgan. GSHA*, 2014, No. 3 (11), pp. 59–62. (In Russ.)
10. Feoktistova N.V., Mardanova A.M., Hadieva G.F. Probiotiki na osnove bakterij roda Bacillus v pticevodstve, *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Serija: Estestvennye nauki*, 2017, No. 1 (159), pp. 85–107. (In Russ.)
11. Nozdrin G.A., Ivanova A.B., Nozdrin A.G. Farmakologicheskie aspekty primenenija probiotikov na osnove Bac. subtilis dlja stimuljaciei rosta zhivotnyh, *Novye farmakologicheskie sredstva v veterinarii* (New pharmacological agents in veterinary medicine), Proceeding of International Scientific and Practical Conference, SPb., 2003, pp. 27–28. (In Russ.)
12. Sokolenko G.G., Lazarev B.P., Min'chenko S.V. Probiotiki v racional'nom kormlenii zhivotnyh, *Tehnologii pishhevoj i pererabatyvajushhej promyshlennosti APK – produkty zdorovogo pitaniya*, 2015, No. 1 (5), pp. 72–28. (In Russ.)
13. Horoshilova N.V. Probiotiki i bakterial'nye immunomoduljatory dlja profilaktiki respiratornyh infekcij, *Voprosy sovremennoj pediatrii*, 2014, No. 4 (13), pp. 93–95. (In Russ.)
14. Nozdrin G.A. Probiotiki na osnove Bacillus subtilis i ih rol» v podderzhanii zdorov'ja zhivotnyh raznyh vidov, *Sib. vestn. s. – h. nauki*, 2007, No. 7, pp. 67–68. (In Russ.)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОНТОГЕНЕЗА СОЦИАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ ВОДЯНОЙ ПОЛЁВКИ *ARVICOLA AMPHIBIUS* L. В РАННИЙ ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

¹М.О. Петрова, магистрант

²Г.Г. Назарова, доктор биологических наук

²Л.П. Проскурняк, младший научный сотрудник

¹С.П. Князев, кандидат биологических наук

¹Новосибирский государственный аграрный университет,
Новосибирск, Россия

²Институт систематики и экологии животных СО РАН,
Новосибирск, Россия

E-mail: knyser@rambler.ru

Ключевые слова: водяная полёвка, социальное поведение, социальный статус, онтогенез, соотношение полов в выводке

Реферат. *Изучено влияние пола и возраста детенышей, а также массы тела матери, величины и полового состава пометов на онтогенез социального поведения водяных полёвок *Arvicola amphibius* L. С этой целью проведены экспериментальные тестирования взаимодействий между детёнышами каждого выращиваемого в лабораторных условиях выводка в два ключевых периода постнатального онтогенеза. Всего экспериментально исследован онтогенез поведения 88 детёнышей водяных полёвок в 19 выводках. Регистрировали поведение в процессе тестов при ссаживании детенышей всего помета на нейтральной арене – первый раз в возрасте 10 дней и повторно в возрасте 20 дней. При тестировании оценивали двигательную активность и элементы миролюбивого и агрессивного поведения. Результаты показали, что самки чаще, чем самцы, демонстрируют миролюбивые формы социального поведения. Установлена отрицательная зависимость частоты миролюбивых контактов между сибсами от массы тела матери после родов и доли самцов в помете. При достижении полёвками 20-дневного возраста частота миролюбивых телесных контактов между сибсами уменьшается, а агрессивных – увеличивается. Межполовые отличия частоты агрессивных контактов не обнаружены. Установлено, что частота агрессивных контактов с сибсами, инициированных самками, положительно связана с величиной пометов, в которых они родились и выросли, а агрессивность самцов от величины их выводков не зависит.*

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF SOCIAL BEHAVIOR ONTOGENESIS OF *ARVICOLA AMPHIBIUS* L. IN THE EARLY POSTNATAL PERIOD

¹ Petrova M.O., MSc-student

² Nazarova G.G., Doctor of Biological Sc.

² Proskurniak L.P., Junior Research Fellow

¹ Kniazev S.P., Candidate of Biology

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

²Institute of Systematics and Animal Ecology SD RAS, Novosibirsk, Russia

Key words: water vole, social behavior, social status, ontogenesis, relation between the genders in the breed.

Abstract. *The paper explores the influence of littering sex and age, as well as mother's body weight, size and sex composition of breed onto the ontogenesis of social behavior of water vole *Arvicola**

amphibius L. The authors conducted experiments and explored the relation among the littlings of each breed in two key periods of postnatal ontogenesis. The authors explored behavior ontogenesis of 88 water voles' littlings in 19 breeds. The behavior was recorded conducting the tests by means of placing the littlings on a neutral arena; first time it was conducted when the littlings aged 10 days and then at the age of 20 days. The researchers evaluated motor activity and elements of peaceful and aggressive behavior. The results showed that females more often demonstrate peaceful forms of social behavior than males. Negative relationship between frequency of peaceful contacts among the littlings on the mother's body weight after birth and the proportion of males in the breed. When water voles age 20 days, the frequency of peaceful contacts among the littlings decreases, and the frequency of aggressive contacts increases. Inter-sex differences in the frequency of aggressive contacts have not been detected. The authors found out that aggressive contacts among sibs are initiated by females. The frequency of these contacts relates to the number of breeds in which they were born and grew up, while the aggressiveness of males does not depend on the amount of their breeds.

Водяная полевка *Arvicola amphibius L.* (Rodentia, Cricetinae) представляет интерес для лабораторного животноводства как перспективный новый вид, поскольку характеризуется широкой вариабельностью окраски шерстного покрова, пластичностью физиологических и поведенческих характеристик. В природе водяная полевка – важный элемент биоценозов, а в годы высокой численности – вредитель полевых культур, древесной растительности и пастбищ [1–3]. В экспериментальной биологии она стала новым и перспективным видом лабораторных животных для исследования различных важных вопросов теоретической и прикладной проблематики [4–6].

На протяжении последних десятилетий проводятся полевые и экспериментальные исследования популяционной экологии и адаптивного потенциала этого вида. Выяснено, что социальное поведение водяных полевок зависит от сезона года и популяционной численности [7] и играет ключевую роль в регуляции внутривидовых территориальных отношений, выборе брачного партнера и реализации отдельных звеньев репродуктивной функции [5].

Изучение онтогенеза поведения имеет как теоретическое, так и практическое значение, прежде всего, в отношении перспектив введения в культуру новых видов млекопитающих и планирования зоотехнической работы с лабораторными коллекциями.

Онтогенез поведения – усложнение организации поведения, появление его новых

форм в результате непрерывного взаимодействия между организмом и средой в процессе его развития [8]. Период новорожденности является критическим, поскольку на этом этапе апробируются важнейшие реакции организма на факторы окружающей среды и закладываются физиологические функции и поведение взрослого животного [9]. На физиологические функции и поведение млекопитающих существенное влияние оказывают факторы материнской и семейной среды [10]. Частота тактильной стимуляции со стороны матери в неонатальный период предопределяет материнское поведение дочерей, что ранее было показано на мышах [11]. У многоплодных млекопитающих индивидуальные различия по поведению могут быть обусловлены не только физиологическими и поведенческими особенностями матери, но и взаимодействиями между сибсами. Роль сибсового окружения, а именно, величины и полового состава пометов, в формировании социального поведения грызунов, в том числе и водяной полевки, изучена слабо.

Цель исследования – изучить закономерности онтогенеза социального поведения водяной полевки в ранний постнатальный период.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены на водяных полках, содержащихся в 2017 г. в виварии лаборатории популяционной экологии и генетики ИСиЭЖ СО РАН. Кормящие самки

с детенышами содержались (каждый выводок отдельно) в клетках размером 48×25×25 см. В качестве подстилки использовали сено. Доступ к воде и корму (распаренная зерновая смесь, морковь, зелень) был неограниченным. Температура в помещении была комнатной и поддерживалась в диапазоне 18–22°C, световой режим – естественный.

Всего экспериментально исследован онтогенез поведения 88 детёнышей водяных полёвок в 19 выводках. В пометах было по 3–6 детенышей, в среднем $5,0 \pm 0,3$. Соотношение полов (доля самцов) варьировало от 0,00 до

0,83. Детенышей каждого помета тестировали дважды: в возрасте 10 и 20 дней. В возрасте 10 дней тестировано 46 самок и 42 самца, а в возрасте 20 дней соответственно 45 и 40 особей. Таким образом, соотношение самцов и самок в исследованной выборке не отличалось достоверно от теоретически ожидаемого 1:1.

Возраст матерей исследуемых пометов ($n = 19$) составлял 12–15 мес. В качестве характеристики физического состояния матерей использовали массу тела после родов. Сведения о размерах выборок приведены в табл. 1.

Таблица 1

Число исследованных выводков и протестированных в них особей молодняка водяной полёвки
The number of explored breeds and littings of water vole

Возраст	Число			
	выводков	особей	в том числе	
			самок	самцов
10 дней	19	88	46	42
20 дней	19	85	45	40

Тестирование проводили с 10.00 до 13.00 ч в круглой арене диаметром 50 см. Перед каждым тестом арену тщательно промывали водой и протирали спиртом. Для адаптации всех детенышей выводка помещали в цилиндр из прозрачного пластика (диаметр – 15 см, высота – 20 см), расположенный в центре арены. Через 3 мин цилиндр убрали и в течение 5 мин с помощью видеозаписи регистрировали поведенческие акты между всеми детенышами. При просмотре видеозаписей подсчитывали число актов двигательной активности, телесных контактов с сибсами, инициированных каждым детенышем: контакты в покое, подлезание под кого-либо, налезание, перелезание. Кроме вышеописанных видов взаимодействия и двигательной активности, учитывали также элементы агрессивного поведения (агрессивный выпад, атака и драка).

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы Statistica 6.1 помощью классических методов биометрии: корреляционного анали-

за, дисперсионного анализа (двухфакторных комплексов), множественного регрессионного анализа. Сравнение средних проводили с помощью критериев Манна-Уитни или Стьюдента, в зависимости от характера распределения признака.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Распределение числа миролюбивых и агрессивных поведенческих актов протестированных выводков водяной полёвки (рис. 1) не соответствовало нормальному закону: критерий Колмогорова-Смирнова оказался равен $d = 0,19$ ($P < 0,01$) и $d = 0,28$ ($P < 0,01$) соответственно.

Далее мы исследовали возможное влияние различных факторов на вариабельность поведенческих актов молодых водяных полёвок.

Влияние пола и возраста на социальное поведение. Миролюбивые контакты. Для выяснения влияния возраста и пола животных на частоту миролюбивых контактов (телесный контакт в покое, налезание, подле-

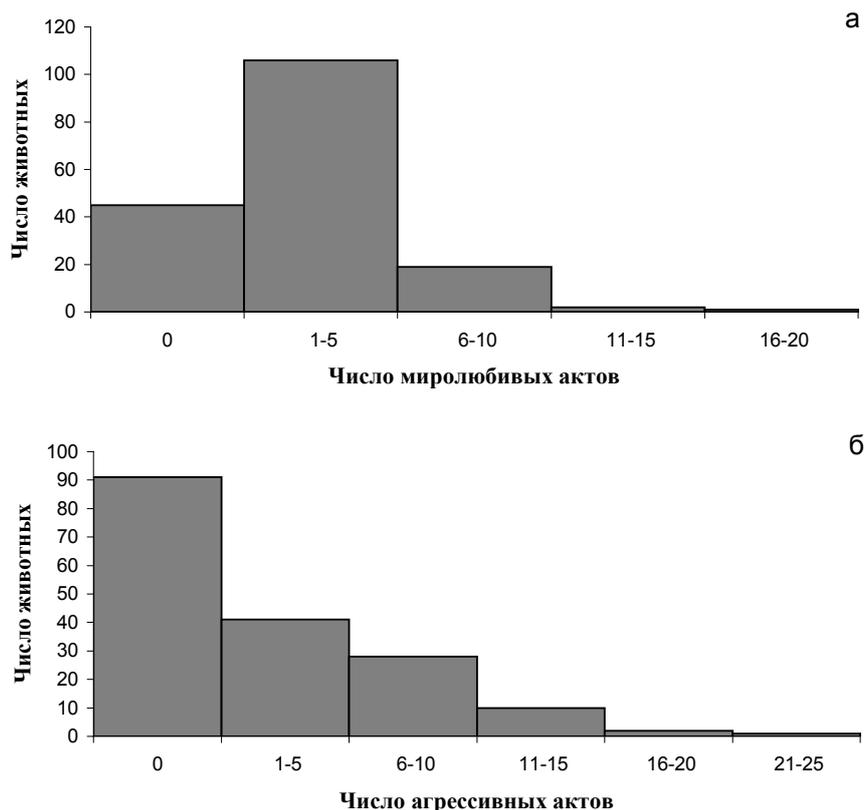


Рис. 1. Распределение числа актов социального поведения в тестах:
 а – миролюбивые акты; б – агрессивные акты
 The distribution of the number of acts of social behavior in the tests:
 а – loving acts; б – aggressive acts

вание, перелезание) применяли модуль программы Statistica 6.1 «Обобщенные линейные модели», или GLM. Для характеристики распределения зависимой переменной (сумма всех телесных контактов) использовали рас-

пределение Пуассона, а в качестве функции связи – логарифм.

Результаты статистического оценивания влияния возраста и пола представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты оценивания влияния пола и возраста на частоту миролюбивых контактов с помощью GLM
 Evaluation results of the impact caused by sex and age on the frequency of peaceful contacts by means of GLM

Показатель	Значения факторов	Параметры уравнения регрессии	Стандартная ошибка	Статистика Вальда	P
Свободный член		0,82	0,05	251,17	< 0,001
Возраст	10 дней	0,30	0,05	35,44	<0,001
Пол	Самец	-0,12	0,05	6,39	0,01

Рисунок 2, а иллюстрирует возрастные изменения частоты миролюбивых поведенческих актов у детёнышей водяных полёвок. В возрасте 10 дней среднее число миролюбивых контактов было выше, чем в возрасте 20 дней.

Выяснено также, что самки инициировали такие контакты чаще, чем самцы (см.

рис. 2, б). В частности, самки чаще, чем самцы, проявляли такие формы миролюбивого поведения по отношению к сибсам, как телесные контакты в покое (соответственно $1,05 \pm 0,12$ и $0,66 \pm 0,13$, $P < 0,05$) и подлезания под сибсов (соответственно $0,81 \pm 0,13$ и $0,38 \pm 0,13$, $P < 0,05$).

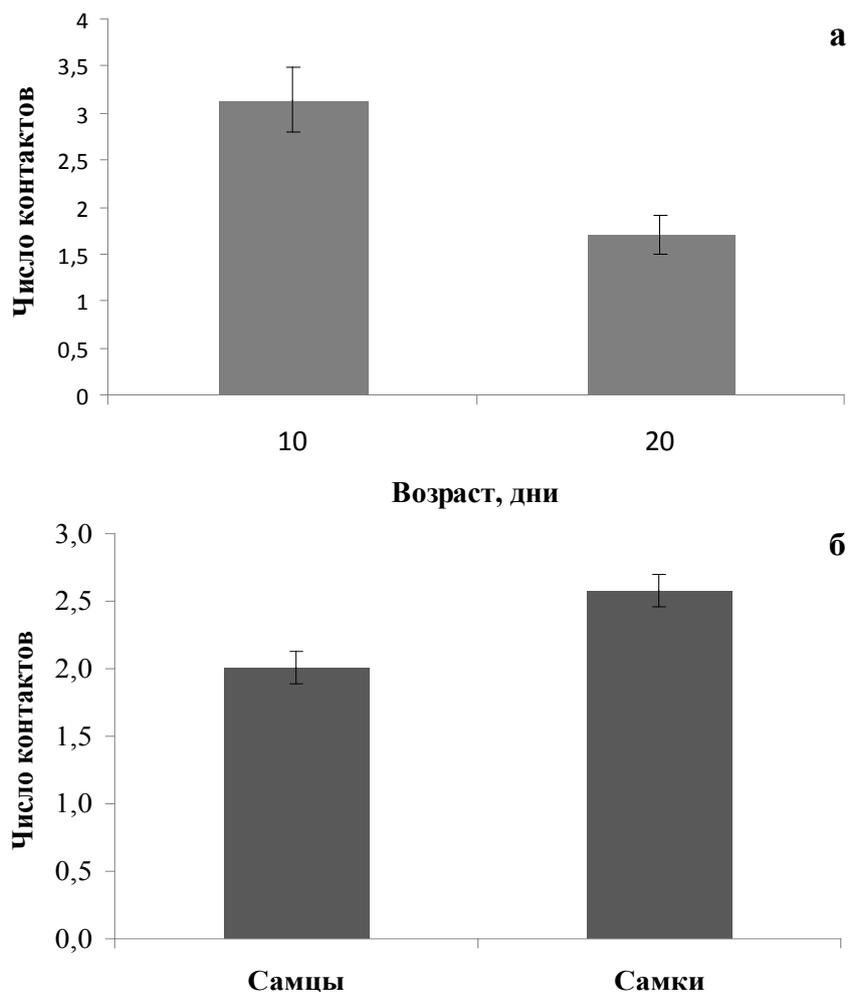


Рис. 2. Влияние возраста (а) и пола (б) на частоту миролюбивых контактов между сибсами
Influence of age (a) and gender (b) on the frequency of peace-loving contacts between siblings

Агрессивные контакты. Как показали результаты статистического анализа с применением GLM (табл. 3) и сравнение выборочных средних, возраст статистически высокодостоверно влияет на частоту проявления агрессивных поведенческих актов: с возрастом агрессивность полевок повыша-

лась, а число миролюбивых взаимодействий соответственно снижалось (рис. 3). При этом влияние пола на агрессивное поведение молодняка оказалось недостоверным: среднее число агрессивных поведенческих актов у самок и самцов не различалось: $2,12 \pm 0,28$ и $2,71 \pm 0,31$.

Таблица 3

Результаты оценивания влияния пола и возраста на частоту агрессивных контактов с помощью GLM
Evaluation results of the impact caused by sex and age on the frequency of aggressive contacts by means of GLM

Показатель	Значения факторов	Параметры уравнения регрессии	Стандартная ошибка	Статистика Вальда	Р
Свободный член		-0,54	0,22	5,92	< 0,05
Возраст	10 дней	-2,33	0,22	107,28	<0,001
Пол	Самец	-0,08	0,04	2,95	0,08

Влияние массы тела матери, величины помета и соотношения полов на индивидуальное и социальное поведение. Оценку влияния комплекса факторов раннего разви-

тия – физического состояния матери, численного и полового состава пометов – на двигательную активность и миролюбивое социальное поведение полевок в ювенильном возраст-

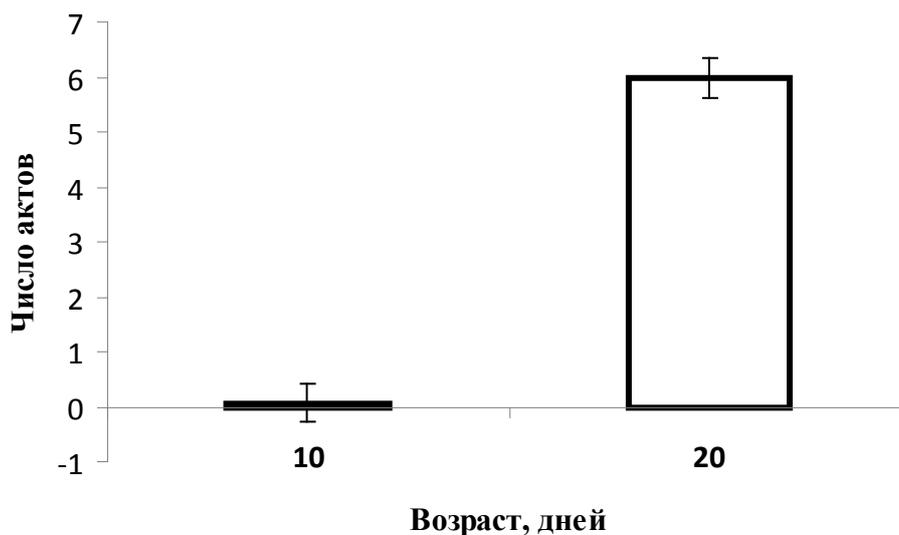


Рис. 3. Число агрессивных поведенческих актов с сибсами в разном возрасте
The number of aggressive behavioral acts with siblings at different ages

те проводили с помощью GLM. В качестве категориальных переменных использовали возраст и пол животных, а в качестве непрерывных предикторных переменных – массу матери после родов, величину помета и соотношение полов при рождении (доля самцов среди новорождённых водяных полёвок).

Двигательная активность. При обработке полученных данных обнаружено достоверное влияние возраста на двигательную активность молодняка ($df = 1$, статистика Вальда – 324,22, $P < 0,05$) и отсутствие влияния пола ($df = 1$, статистика Вальда – 1,22, $P > 0,05$).

С возрастом двигательная активность повышалась. Так, у 10-дневных полевок в среднем зарегистрировано в тесте $7,16 \pm 0,46$ акта двигательной активности, а у 20-дневных – $16,94 \pm 0,97$ ($t = 10,91$, $P < 0,001$).

Установлено достоверное отрицательное влияние физических кондиций матери на двигательную активность её детенышей ($df = 1$, статистика Вальда – 14,10, $P < 0,001$). И в первом, и во втором тесте детеныши более крупных (на момент родов) матерей двигались меньше (рис. 4). Величины статистически достоверных коэффициентов корреляции между

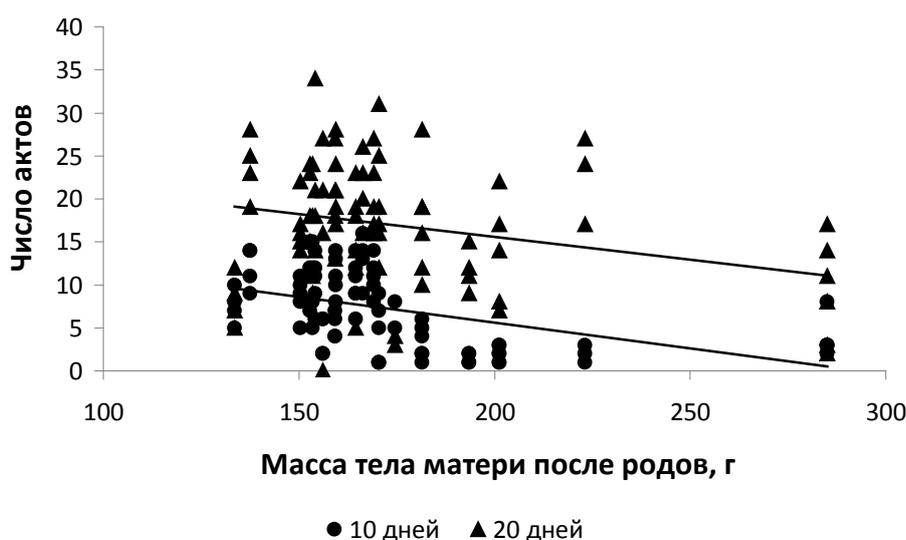


Рис. 4. Корреляции между массой тела матерей после родов и двигательной активностью их потомства в возрасте 10 и 20 дней
Correlations between the weight of mothers after childbirth and the motor activity of their offspring at the age of 10 and 20 days

массой тела матерей после родов и двигательной активностью их потомства в возрасте 10 и 20 дней равны $r = -0,49$ ($n = 88$, $P < 0,001$) и $r = -0,27$ ($n = 85$, $P < 0,05$) соответственно. Таким образом, потомство матерей с лучшими физическими кондициями в период молочного вскармливания характеризуется более низкой двигательной активностью.

Миролюбивые контакты. Статистический анализ данных с использованием GLM подтвердил наличие достоверного влияния возраста детёнышей на частоту тактильных миролюбивых контактов между сибсами ($df = 1$, статистика Вальда – 21,93, $P < 0,001$). Кроме этого, установлено высокодостоверное влияние на этот показатель массы тела матери после родов ($df = 1$, статистика Вальда – 35,65, $P < 0,001$) и доли самцов в помете ($df = 1$, статистика Вальда – 10,60, $P = 0,001$).

Рисунок 5 демонстрирует наличие отрицательной зависимости между массой тела матери после родов и частотой всех миролюбивых контактов между сибсами в возрасте 10 и 20 дней. Эта зависимость обусловлена, вероятно, более низкой двигательной

активностью детёнышей крупных матерей. Статистически значимое влияние физических кондиций матери на частоту миролюбивых актов социального поведения потомства выявлено только в раннем возрасте детёнышей. Коэффициент корреляции Спирмена между массой тела матерей и частотой миролюбивых поведенческих актов их детей в возрасте 10 дней составил $-0,26$ ($P < 0,05$), а в возрасте 20 дней он оказался слабым и недостоверным ($-0,16$; $P > 0,05$).

Анализ связи между частотой миролюбивых контактов между сибсами и долей самцов в помете показал, что она обнаруживается только в раннем возрасте, в период прозревания: для детёнышей в возрасте 10 дней частая корреляция, исключая влияние массы тела матери и величины помета, составила $-0,32$ ($P < 0,001$). Обнаруженная зависимость свидетельствует о том, что в этом возрасте юные самки более миролюбивы, чем самцы. В возрасте 20 дней зависимость миролюбивого социального поведения от полового состава пометов уже не выявлена.

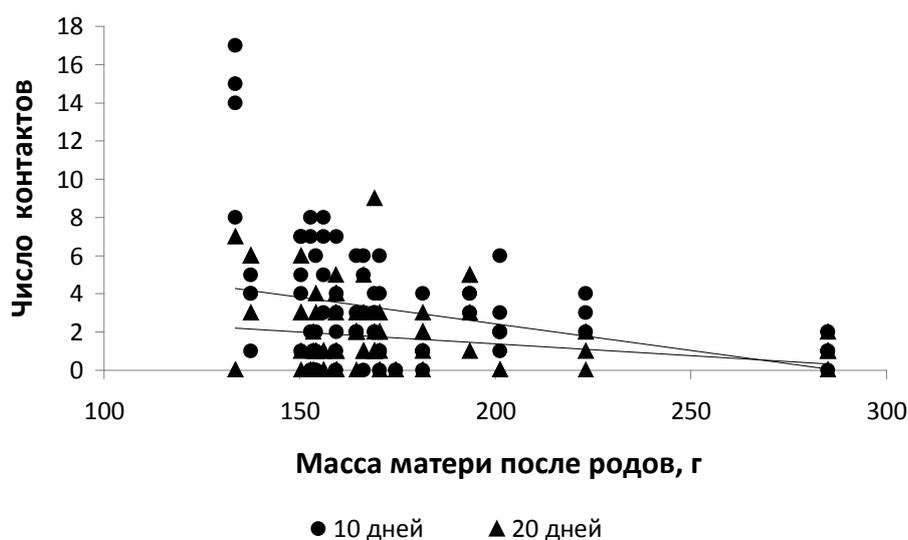


Рис. 5. Корреляции между массой тела матерей после родов и миролюбивым поведением их потомства в двух периодах раннего постнатального развития
Correlations between the weight of mothers after childbirth and the peaceful behavior of their offspring in two periods of early postnatal development

Агрессивные контакты. Наличие зависимости между агрессивностью потомства, физическими кондициями матерей, численным и половым составом пометов анализировали только в возрасте 20 дней, поскольку, как показано выше, в более раннем возрасте агрессивные контакты были единичными (см. рис. 4).

При статистическом анализе данных с помощью GLM в качестве категориальной пере-

менной использовали пол, а непрерывными предикторными были масса тела матери после родов, величина помета и соотношение полов при рождении.

Результаты статистического анализа представлены в табл. 4. Из них следует, что выраженность агрессивных взаимодействий между сибсами зависит от физических кондиций их матерей после родов, числа детенышей в помете и соотношения полов.

Таблица 4

Результаты статистического оценивания с помощью GLM влияния условий раннего развития на частоту агрессивных контактов между сибсами в возрасте 20 дней
GLM statistical assessment of the influence of early development conditions on the frequency of aggressive contacts among the sibs aged 20 days

Показатель	Значения факторов	Параметры уравнения регрессии	Стандартная ошибка	Статистика Вальда	P
Свободный член		3,56	0,35	101,64	<0,001
Масса матери после родов		-0,01	0,002	36,72	<0,001
Величина помета при рождении		0,13	0,05	5,62	<0,05
Доля самцов при рождении		-0,01	0,002	37,64	<0,001
Пол	Самец	0,03	0,05	0,40	0,52

Между выраженностью агрессивных взаимодействий детей-однопометников в возрасте 20 дней, с одной стороны, массой тела их матерей и долей самцов в пометах – с другой, обнаружены высокодостоверные отрицательные корреляции: соответственно $r_s = -0,27$, $P < 0,05$ и $r_s = -0,38$, $P < 0,001$ (рис. 6). Связь между агрессивностью потомства и массой тела матери может быть опосредована отрицательным влиянием физических кондиций матери на двигательную активность ее детенышей и вовлеченность в социальные взаимодействия с сибсами. Снижению частоты агрессивных контактов в пометах с преобладанием самцов может способствовать установление иерархических отношений между ними к возрасту отъема от матери.

Достоверная связь между частотой агрессивных поведенческих актов и величиной помета при рождении обнаружена только у самок. Детеныши-самки из больших пометов были более агрессивны при взаимодействии с сибсами. Частный коэффициент корреляции между частотой агрессивных поведенческих актов и величиной помета (при

исключении влияния массы тела матери после родов и полового состава помета) составил 0,28 ($P < 0,05$).

Таким образом, анализ результатов наших экспериментов позволяет сформулировать основные выявленные закономерности онтогенеза поведения водяной полевки в период раннего постнатального развития молодняка – от возраста наступления прозревания до возраста обретения самостоятельности. Мы выяснили, что на характер социальных взаимодействий между сибсами влияют физические кондиции матерей, величина помета и соотношение полов. В 20-дневном возрасте по сравнению с 10-дневным резко снижается частота миролюбивых контактов между сибсами и повышается частота агрессивных взаимодействий. Изменения в социальном поведении молодняка могут способствовать дезинтеграции пометов и последующему расселению сибсов с материнского участка обитания на новые территории, являясь несомненным фактором расширения ареала и более эффективного использования видом пригодных для жизни биоценозов.

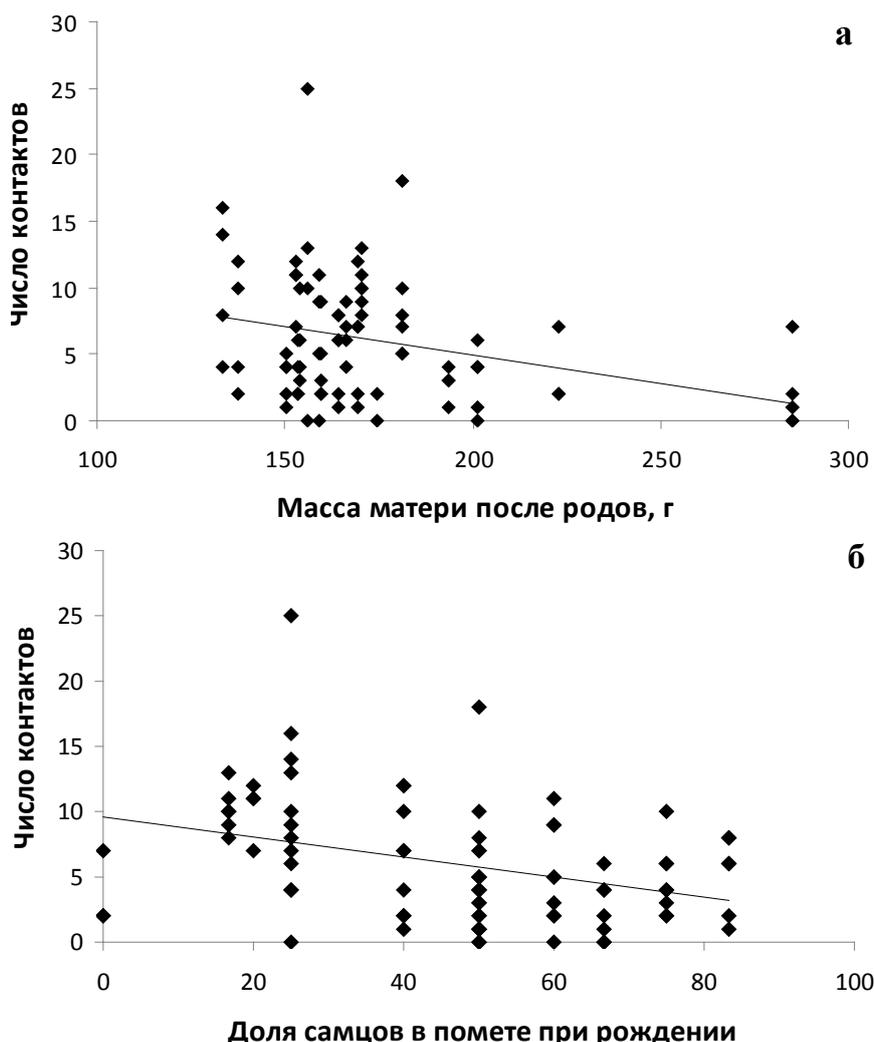


Рис. 6. Связь между агрессивным поведением потомства, массой тела матерей (а) и долей самцов в пометах (б)
The relationship between the aggressive behavior of the offspring, the weight of the mothers (a) and the proportion of males in litters (b)

Полученные нами результаты экспериментального изучения онтогенеза поведения лабораторных грызунов на примере детенышей водяных полевок, описанные в настоящей статье, а также опубликованные нами ранее [12–15], имеют как общебиологическое, так и практическое значение. Перспективы этих исследований связаны с тем, что полученные модели могут успешно применяться при решении базисных проблем экологии млекопитающих в природных экосистемах и их контролируемого разведения [16]. Новые сведения о факторах, влияющих на формирование социального поведения водяной полевки в раннем онтогенезе, могут быть использованы в мероприятиях по контролю численности

этого грызуна в природе. Это актуально для разработки прогнозных моделей экстраполяции динамики «волн жизни».

ВЫВОДЫ

1. На формирование социального поведения молодняка водяной полевки влияют факторы, связанные с условиями его раннего постнатального развития: величина помета (число детенышей в выводке), соотношение полов однопометников, физиологическое состояние их матерей.

2. От более крупных матерей происходят менее подвижные и менее агрессивные потомки, чем от матерей с меньшей массой тела.

3. Агрессивность детенышей водяной полевки не связана с их полом, но самки более контактны, чем самцы. Вследствие этого в пометах с численным преобладанием самок выше частота всех социальных взаимодействий – как миролюбивых, так и агрессивных.

4. В процессе раннего постнатального онтогенеза у водяных полевок изменяется репертуар социального поведения. На этапе

перехода молодняка от подсосного периода на самостоятельное питание частота миролюбивых контактов между однопометниками со статистической достоверностью снижается, но при этом возрастает их агрессивность.

Работа выполнена по Программе ФНИ государственных академий наук на 2013–2020 гг. (VI.51.1.8)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Водяная полевка. Образ вида* / П. А. Пантелеев (ред.). – М.: Наука, 2001. – 527 с.
2. *Влияние гидрологических условий на внутривидовую конкуренцию, структуру поселений и воспроизводство у водяной полевки *Arvicola terrestris** / В. Ю. Музыка, Г. Г. Назарова, М. А. Потапов [и др.] // Сиб. экол. журн. – 2010. – № 5. – С. 827–833.
3. *The effect of winter food stores on body mass and winter survival of water voles, *Arvicola terrestris*, in Western Siberia: the implications for population dynamics* / М. А. Potapov, V. G. Rogov, L. E. Ovchinnikova [et al.] // *Folia Zool.* – 2004. – Vol.53 (1). – P. 37–46.
4. *Назарова Г. Г., Евсиков В. И.* Влияние метаболических ресурсов в период беременности у водяной полевки (*Arvicola terrestris* L.) на вторичное соотношение полов // Зоол. журн. – 2004. – Т. 83, № 12. – С. 1488–1494.
5. *Евсиков В. И., Назарова Г. Г., Потапов М. А.* Половой отбор и роль внутрисемейных отношений в реализации адаптивного потенциала млекопитающих // *Успехи современной биологии.* – 2014. – Т. 134, № 4. – С. 323–338.
6. *Генетические компоненты массы новорождённых у двух видов многоплодных млекопитающих* / Г. Г. Назарова, Л. П. Проскурняк, С. П. Князев, С. В. Никитин // *Научное обозрение.* – 2015. – № 20 (октябрь). – С. 26–36.
7. *Социальное поведение самцов водяной полёвки *Arvicola amphibius* L. в зимний и весенний сезоны* / Г. Г. Назарова, С. П. Князев, К. И. Старченко [и др.] // *Вестн. НГАУ.* – 2016. – № 3 (40). – С. 84–91.
8. *Feldman R.* Sensitive periods in human social development: New insights from research on oxytocin, synchrony, and high-risk parenting // *Development and Psychopathology.* – 2015. – Vol. 27. – P. 369–395.
9. *Назарова Г. Г., Евсиков В. И.* Наследуемая по материнской линии способность накапливать жировые резервы в период беременности повышает жизнеспособность и репродуктивный потенциал дочерей (на примере водяной полевки, *Arvicola amphibius*) // *Докл. Акад. наук.* – 2012. – Т. 445, № 6. – С. 704.
10. *Development of the social behavior of two mice species with contrasting social systems* / P. Szenczi, O. Bánszegi, Z. Groó, V. Altbäcker // *Aggress. Behav.* – 2012. – Vol. 38 (4). – P. 288–97.
11. *Pedersen C. A.* How love evolved from sex and gave birth to intelligence and human culture // *Journal of Bioeconomics.* – 2004. – Vol. 6. – P. 39–63.
12. *Исаева Э. В., Князев С. П., Назарова Г. Г.* Масса органов репродуктивной системы у половозрелых самцов водяной полевки разного социального статуса // *Вестн. НГАУ.* – 2012. – № 1 (22). – С. 53–57.
13. *Южик Е. И., Проскурняк Л. П., Назарова Г. Г.* Динамика морфофизиологических показателей самок водяной полевки (*Arvicola amphibius* L.) в период беременности // *Журн. эволюцион. биохимии и физиологии.* – 2013. – Т. 49, № 4. – С. 290–295.
14. *Nazarova G. G., Knyazev S. P., Nikitin S. V.* A comparative study on the genetic basis of birth weight in Water Vole and Domestic Pigs // *Modern Achievements in Population, Evolutionary, and Ecological Genetics: International Symposium. Vladivostok – Vostok Marine Station.* – September 1–10, 2015: Program and Abstracts. – Vladivostok, 2015. – P. 46.
15. *Зависимость способности к доминированию самцов водяной полевки *Arvicola amphibius* L. от величины помета при рождении* / Г. Г. Назарова, Л. П. Проскурняк, М. О. Петрова, С. П. Князев // *Вестн. НГАУ.* – 2017. – № 4 (45). – С. 50–56.

16. Никитин С.В., Князев С.П., Ермолаев В.И. Вариация массы новорожденной особи у домашних свиней и процесс адаптации // Вавил. журн. генетики и селекции. – 2014. – Т. 18, № 2. – С. 263–278.

REFERENCES

1. Panteleev P.A. *Vodjanaja polevka. Obraz vida* (Water vole. The shape of species), M.: Nauka, 2001, 527 pp.
2. Muzyka V. Ju., Nazarova G.G., Potapov M.A., Potapova O. Ph., Evsikov V.I. *Sibirskijj ekologicheskij zhurnal*, 2010, No. 5, pp. 827–833. (In Russ.)
3. Potapov M.A., Rogov V.G., Ovchinnikova L.E., Muzyka V. Yu., Potapova O.F., Bragin A.V., Evsikov V.I. The effect of winter food stores on body mass and winter survival of water voles, *Arvicola terrestris*, in Western Siberia: the implications for population dynamics, *Folia Zool.*, 2004, No. 1 (53), pp. 37–46.
4. Nazarova G.G., Evsikov V.I. *Zoologicheskij zhurnal*, 2004, No. 12 (83), pp. 1488–1494. (In Russ.)
5. Evsikov V.I., Nazarova G.G., Potapov M.A. *Uspehi sovremennoj biologii*, 2014, No. 4 (134), pp. 323–338. (In Russ.)
6. Nazarova G.G., Proskurnjak L.P., Knyazev S.P., Nikitin S.V. *Nauchnoe obozrenie*, 2015, No. 20, pp. 26–36. (In Russ.)
7. Nazarova G.G., Knyazev S.P., Starchenko K.I., Ul'shina A.V. *Vestnik NGAU*, 2016, No. 3 (40), pp. 84–91. (In Russ.)
8. Feldman R. Sensitive periods in human social development: New insights from research on oxytocin, synchrony, and high-risk parenting, *Development and Psychopathology*, 2015, Vol. 27, pp. 369–395.
9. Nazarova G.G., Evsikov V.I. *Doklady Akademii nauk*, 2012, No. 6 (445), p. 704. (In Russ.)
10. Szenczi P., Bánszegi O., Groó Z., Altbäcker V. *Aggress. Behav.* 2012. 38 (4), pp.288–97.
11. Pedersen C.A. How love evolved from sex and gave birth to intelligence and human culture, *Journal of Bioeconomics*, 2004, Vol. 6, pp. 39–63.
12. Isaeva Je.V., Knyazev S.P., Nazarova G.G., *Vestnik NGAU*, 2012, No. 1 (22), pp. 53–57. (In Russ.)
13. Juzhik E.I., Proskurnjak L.P., Nazarova G.G. *Zhurnal evoljucionnoj biohimii i fiziologii*, 2013, No. 4 (49), pp. 290–295. (In Russ.)
14. Nazarova G.G., Knyazev S.P., Nikitin S.V. A comparative study on the genetic basis of birth weight in Water Vole and Domestic Pigs, *Modern Achievements in Population, Evolutionary, and Ecological Genetics: International Symposium*, Vladivostok, 2015, 46 p.
15. Nazarova G.G., Proskurnjak L.P., Knyazev S.P., Petrova M.O., *Vestnik NGAU*, 2017, No. 4 (45), pp. 50–56. (In Russ.)
16. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Ermolaev V.I., *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2014, No. 2 (18), pp. 263–278. (In Russ.)

КАЧЕСТВО ОВЧИН И ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОЖИ МОЛОДНЯКА ОВЕЦ, ПОЛУЧЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРОДЫ ДОРПЕР

В. А. Погодаев, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Н. В. Сергеева, аспирант

Г. В. Завгородняя, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

Ключевые слова: баранчики,
дорпер, гистология, овчина,
кожа

Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

E-mail: pogodaev_1954@mail.ru

Реферат. Целью исследований явилось изучение качественных показателей овчин и гистологического строения кожи баранчиков калмыцкой курдючной породы и помесей, полученных на основе скрещивания овцематок калмыцкой курдючной породы с баранами породы дорпер. Научно-производственный опыт проводился в ООО «Агрофирма Адуци» (Республика Калмыкия) в 2018 г. Изучение особенностей товарных свойств овчин на гистологическом уровне проводилось на баранчиках после откорма в возрасте 6 месяцев. По площади овчин помесные баранчики 2-й (опытной) группы имели превосходство на 11,08 дм², или на 11,8%, по сравнению со сверстниками 1-й (контрольной) группы. Такая разница обусловлена более высокими откормочными качествами помесного молодняка, у которого длина овчины меньше, а ширина больше, что объясняется компактностью телосложения животного после откорма. Животные контрольной группы имели более развитый эпидермис, ретикулярный слой и большую общую толщину кожи, что свойственно грубошерстным породам овец. У молодняка опытной группы более развит пиллярный слой, что характерно для животных с полутонкими и тонкими сортименстами шерсти. Общая плотность волосяных фолликулов у помесных баранчиков по сравнению со сверстниками контрольной группы была больше на 3,3%, а показатель плотности (отношение вторичных фолликулов к первичным) на 12,7%. У баранчиков контрольной группы шерсть 44-го качества (39,65 мкм), она имеет пух, переходный волос, ость, т.е. грубая, а у помесей опытной группы – 56-го качества (29,25 мкм), т.е. полутонкая, поэтому изделия из этой овчины с более мягким ворсом будут иметь и более высокую стоимость.

THE QUALITY OF SHEEPSKIN AND HISTOLOGICAL STRUCTURE OF DORPER SHEEPSKIN

Pogodaev V.A., Doctor of Agricultural Sc., Professor

Sergeeva N.V., PhD-student

Zavgorodniaia G.V., Candidate of Agriculture, Associate Professor

North-Caucasus Federal Research Agricultural Centre, Mikhailovsk, Russia

Key words: lambs, Dorper, histology, sheepskin, skin.

Abstract. The research explores the qualitative parameters of sheepskin and histological structure of Kalmyk lambs skin and cross breeds obtained when crossing Kalmyk lambs and Dorper sheepskinned lambs. Scientific and production experience was conducted at “Agrofirma Aduciya” enterprise in the Republic of Kalmykia in 2018. The authors explored sheepskin commodity properties at the histological level was conducted on the lambs after fattening at the age of 6 months. According to the area of sheep-

skin, the crossbred lambs of the 2nd (experimental) group surpassed the lambs of the 1st (control) group by 11.08 dm² (or 11.8%). This difference is explained by higher fattening qualities of the weighed young stock, which have shorter length and wider width of sheepskin. This is explained by the blackness of the animal's body after fattening. The lambs of the control group had more developed epidermis, a reticular layer and a larger skin thickness, which is characteristic of rough-wool sheep breeds. The lambs of the experimental group have more developed pilar layer, which is typical for the cattle with semi-fine and thin woolen assortments. The density of wool follicles in the crossbred lambs was 3.3% higher in comparison with the control group lambs; the density index (the ratio of secondary to primary follicles) was 12.7% higher. The lambs of the control group have 44th quality wool (39.65 mkm), it has down, crossing hair, beard hair, i.e. rough wool; the crossing lambs of the experimental group have 56th quality wool (29.25 μm), i.e. semi-fine wool. The sheepskin products with softer pile will cost higher.

В Республике Калмыкия находятся известные в России и за ее пределами племенные заводы тонкорунных овец, а также хорошо развивается овцеводство мясного направления. Качество овцеводческой продукции этих овец изучено недостаточно, а исследования на микроструктурном уровне фактически полностью отсутствуют [1, 2], хотя овцеводство данного направления играет решающую роль в обеспечении населения определенных регионов бараниной хорошего качества и может давать ценное сырье для шубно-меховой промышленности в виде овчин, из которых вырабатываются высококачественные меховые полуфабрикаты. Вопросы расширения ассортимента меховых полуфабрикатов более высокого качественного уровня необходимо решать в совокупности с проблемами повышения качества сырья [3, 4].

Экономическое состояние, народно-хозяйственная значимость и перспективы развития овцеводства в нашей стране напрямую зависят от мясной продуктивности овец. В связи с этим возникает большой интерес к ее улучшению на основе использования имеющегося в наличии породного генофонда мясных пород овец, создания новых пород более продуктивных, хорошо адаптированных к местным природным и технологическим условиям их разведения. Поэтому необходимо совершенствование генетических ресурсов овец, обладающих скороспелостью и высокой мясной продуктивностью [5–7]. В связи с этим обрела свою популярность мясная порода дорпер.

В 2016 г. в Республику Калмыкия были завезены бараны породы дорпер. В РФ эта порода является новой, и данных по ее ис-

пользованию при скрещивании с другими породами мало.

В связи с этим актуальным является изучение продуктивности и интерьерных показателей помесных овец, полученных на основе породы дорпер, с применением микроструктурных морфометрических методов исследований.

Целью наших исследований явилось изучение качественных показателей овчин и гистологического строения кожи баранчиков калмыцкой курдючной породы и помесей, полученных на основе скрещивания овцематок калмыцкой курдючной породы с баранами породы дорпер.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научно- производственный опыт проводился в ООО «Агрофирма Адучи» Республики Калмыкия в 2018 г.

Изучение особенностей товарных свойств овчин на гистологическом уровне проводилось на баранчиках калмыцкой курдючной породы (1-я группа, контрольная) и помесей (½ калмыцкая курдючная порода × ½ дорпер) (2-я группа, опытная) после откорма в возрасте 6 месяцев.

Для изучения гистологических показателей кожи были отобраны образцы от трех баранчиков каждой группы. Отбирали образцы кожи сразу после убоя на правом боку животного, на расстоянии ладони от спины и лопатки, в том месте, которое служит для оценки качества шерсти при бонитировке. Предварительно на этом участке выстригали шерсть в размере квадрата 10×10 см, затем на очищенном участке пальцами левой руки, не сильно сдавливая, фиксировали кожную

складку диаметром около 2–2,5 см и аккуратно ножницами Купера вырезали кусочек кожи до мышечной ткани. В качестве фиксаторов для гистологических исследований кожи применяли 10% -й нейтральный формалин, который через 24 ч разбавляли в 2 раза – до 5%.

Для изучения строения кожи подопытного молодняка овец были проведены измерения толщины кожи и ее отдельных слоев, подсчет густоты фолликулов на гистологических препаратах.

Гистологические исследования кожи проводили по общепринятым методикам [8–10] в лаборатории морфологии и качества продукции ВНИИОК – филиал ФГБНУ «Северо-

Кавказский ФНАЦ». Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики с использованием пакета программного обеспечения Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Овчины представляют собой единую систему двух основных элементов – кожной ткани и шерстного покрова. Физико-механические свойства овчин включают такие показатели, как площадь шкуры, ее масса, толщина, шерстность, плотность и прочность. Полученные данные по измерению основных показателей парных овчин представлены в табл. 1.

Таблица 1

Средняя масса и площадь овчин подопытных баранчиков после откорма (n=3)
Average mass and area of sheepskin of the experimental lambs after fattening (n=3)

Показатели	Группа	
	1-я	2-я
Предубойная живая масса, кг	39,44 ± 0,26	45,47 ± 0,64
Масса овчины, кг	4,10 ± 0,21	3,63 ± 0,34
Длина овчины, см	114,33 ± 7,31	110,00 ± 3,79
Ширина овчины, см	82,00 ± 1,00	95,30 ± 6,98
Площадь овчины, дм ²	93,75 ± 0,49	104,83 ± 0,85

Масса парных овчин у помесного молодняка оказалась меньше на 11,5% по сравнению с контрольной группой баранчиков, что объясняется более тонкой и короткой шерстью у животных опытной группы. Однако по площади овчин помесные баранчики 2-й группы имели превосходство на 11,08 дм², или на 11,8%, по сравнению со сверстниками 1-й группы (P>0,999). Такая разница обусловлена более высокими откормочными качествами помесного молодняка, у которого длина овчины меньше, а ширина больше, что объясняется компактностью телосложения животных после откорма.

Существенным показателем качества овчин является гистоструктура самой кожной ткани и особенно ретикулярного слоя. В отли-

чие от пилярного слоя, ретикулярный имеет равномерную вязь более мощных пучков коллагеновых волокон и поэтому является самым прочным и плотным слоем дермы. Для изучения строения кожи невыделанных овчин проводилось измерение общей толщины кожи и ее отдельных слоев на гистологических препаратах под микроскопом. Результаты исследования приводятся в табл. 2 и на рис. 1.

Толщина слоев кожи в общей ее толщине у 1-й группы молодняка распределилась следующим образом: эпидермис – 0,99%, пилярный слой – 72,46, ретикулярный – 26,55; у 2-й группы – 0,84; 74,07; 25,09% соответственно.

У баранчиков 1-й группы более толстый слой эпидермиса (на 9,1%), несколько боль-

Таблица 2

Толщина кожи подопытных баранчиков
Skin thickness of the experimental lambs

Группа	Толщина слоев, мкм			
	эпидермис	пилярный	ретикулярный	общая
1-я	26,61 ± 2,01	1949,44 ± 12,95	714,32 ± 92,53	2690,37 ± 80,16
2-я	22,34 ± 1,12	1971,57 ± 120,28	667,87 ± 44,94	2661,78 ± 159,91

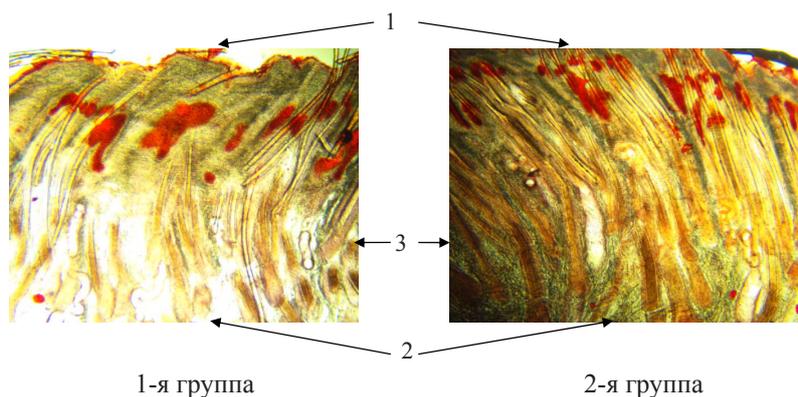


Рис. 1. Толщина слоев кожи подопытных баранчиков:
1 – эпидермис; 2 – ретикулярный слой; 3 – пилярный слой
Skin thickness of the experimental lambs:
1 – epidermis; 2 – reticular layer; 3 – pilar layer

ше ретикулярный слой (на 6,9%) и больше общий показатель толщины кожи (на 10,7%) по сравнению со 2-й группой молодняка, у которого, в свою очередь, более развит пилярный слой (на 11,3%).

Представленные исследования гистологии кожи 6-месячных баранчиков показали, что контрольная группа животных имела более развитый эпидермис, ретикулярный слой и общую толщину кожи, что свойственно грубошерстным породам овец.

У опытной группы молодняка более развит пилярный слой, что характерно для жи-

вотных с полутонкими и тонкими сортимен- тами шерсти, а ретикулярный слой, чем меньше размером, тем плотнее, т.е. коллагеновые волокна в этом слое имеют плотную вязь, что положительно влияет на прочность кожи и на готовые изделия из нее.

Немаловажное значение имеет показатель густоты шерсти, который определяет качество выделанной овчины, а в конечном итоге готового изделия.

Результаты исследований показали (табл. 3, рис. 2), что общая густота волосяных фолликулов у помесных баранчиков по срав-

Таблица 3

Густота шерсти овчины подопытных баранчиков
Sheepskin wool density of the experimental lambs

Группа баранчиков	Густота на 1 мм ² кожи			
	ПФ (первичные фолликулы)	ВФ (вторичные фолликулы)	общая	соотношение ВФ/ПФ
1-я	3,71±0,26	26,24±0,70	29,95±0,52	7,07±0,63
2-я	3,43±0,13	27,50±2,57	30,93±2,70	7,97±0,43

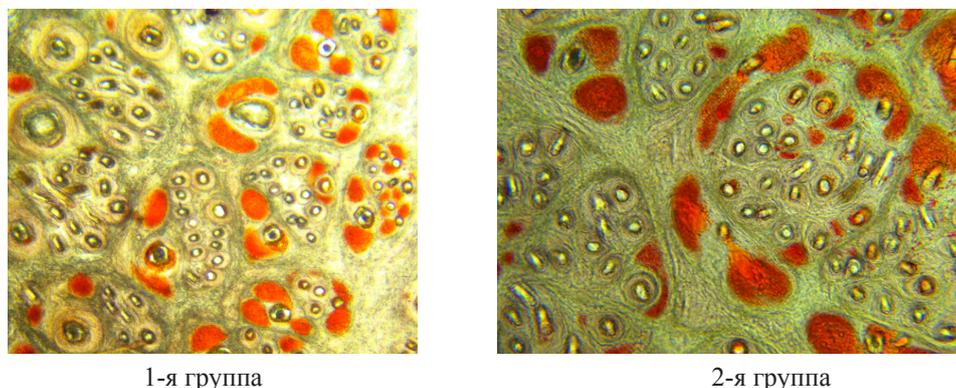


Рис. 2. Густота волосяных фолликулов баранчиков
Density of wool follicles of the lambs

нению со сверстниками контрольной группы была больше на 3,3%, а показатель густоты – отношение ВФ/ПФ – на 12,7% ($P > 0,95$).

Исследования тонины показали, что у баранчиков 1-й группы шерсть 44-го качества (39,65 мкм), она имеет пух, переходный волос, ость, т.е. грубая, а у помесей 2-й группы – 56-го качества (29,25 мкм), т.е. полутонкая, поэтому изделия из этой овчины с более мягким ворсом будут иметь и более высокую стоимость.

ВЫВОДЫ

1. Помесный молодняк, полученный от маток калмыцкой породы и баранов породы дорпер, превосходит чистопородных сверстников калмыцкой курдючной породы по площади парной овчины и показателю густоты шерстного основания овчины.

2. У помесного молодняка более прочные и эластичные овчины в результате компактности ретикулярного слоя – плотного переплетения коллагеновых волокон, с превышающей нормы площадью – 104,83 дм², которые идут первосортным сырьем для промышленного производства меховых изделий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гревцев Е. А. Товароведение животного сырья // Экономика. – М., 1977. – С.24–31.
2. Дмитрик И. И., Завгородняя Г. В., Павлова М. И. Качество овчин и мясная продуктивность курдючных овец // Сб. науч. тр. СКНИИЖ по материалам международной науч.-практ. конф. – Краснодар, 2014. – Ч. 2. – С. 88–93.
3. Дмитрик И. И. Использование гистологических показателей при оценке качества овцеводческой продукции // Вестн. АПК Ставрополя. – 2017. – № 1 (25). – С. 87–91.
4. Дмитрик И. И., Завгородняя Г. В., Павлова М. И. Использование инструментальных методов при оценке шерсти баранов-производителей // Сб. науч. тр. ФГБНУ ВНИИОК. – Ставрополь, 2003. – Т. 1, № 1–1. – С.62–65.
5. Характеристика кожно-шерстного покрова полугрубошерстных овец / И.И. Дмитрик, М.И. Селионова, З.К. Гаджиев [и др.] // Вестн. АПК Ставрополя. – 2017. – № 1 (25). – С. 81–86.
6. Характеристика шерсти баранчиков породы дорпер / В. А. Погодаев, А.Н. Арилов., Б.К. Адучиев, Н.В. Сергеева // Изв. Горск. гос. аграр. ун-та. – Владикавказ, 2017. – Т. 54, ч. 1. – С.73–77.
7. Сергеева Н.В. Дорпер – перспективная мясная порода овец // Животноводство юга России. – 2016. – № 7 (17). – С.19–21.
8. Дмитрик И. И. Способ гистологической оценки качества кожи овец: учеб.-метод. указания / ГНУ СНИИЖК. – Ставрополь, 2013. – 32 с.
9. Метод комплексной оценки рун племенных овец тонкорунных пород: учеб.-метод. указания / Г.В. Завгородняя, И. И. Дмитрик, В. И. Сидорцов [и др.] ГНУ СНИИЖК. – Ставрополь, 2013. – 40 с.
10. Кулаков Б. С., Завгородняя Г. В., Дмитрик И. И. Методы улучшения качества овчин и научные методы их применения: метод. рекомендации по изучению гистоструктуры кожи овец. – Ставрополь, 2001. – 29 с.

REFERENCES

1. Grevcev E. A. *Jekonomika*, M., 1977, pp. 24–31. (In Russ.)
2. Dmitrik I. I., Zavgorodnjaja G. V., Pavlova M. I. *Sheepskin quality and meat productivity of fat-tailed sheep*, Proceeding of the International Scientific and Practical Conference, Sb. nauch. tr. SKNIIZh, Krasnodar, 2014, No.2, pp. 88–93. (In Russ.)
3. Dmitrik I. I. *Vestn. APK Stavropol'ja*, 2017, No 1 (25), pp. 87–91. (In Russ.)
4. Dmitrik I. I., Zavgorodnjaja G. V., Pavlova M. I. *Sb. nauch. tr. FGBNU VNIIOK, Stavropol*», 2003, No 1–1. pp. 62–65. (In Russ.)
5. Dmitrik I. I., Selionova M. I., Gadzhiev Z. K., Khamiruyev T. N., Volkov I. V. *Vestn. APK Stavropol'ja*, 2017, No 1 (25), pp. 81–86. (In Russ.)

6. Pogodaev V.A., Arilov A.N., Aduchiev B.K., Sergeeva N.V. *Izv. Gorsk. gos. agrar. un.*, Vladikavkaz, 2017, Vol. 54–1, pp.73–77. (In Russ.)
7. Sergeeva N. V. *Zhivotnovodstvo juga Rossii*, 2016, No. 7 (17), pp.19–21. (In Russ.)
8. Dmitrik I.I. *Method for histological evaluation of the quality of sheepskin*, GNU SNIIZhK, Stavropol», 2013, 32 pp.
9. Zavgorodnjaja G. V., Dmitrik I.I., Sidorcov V.I., *Method of complex assessment of the runes of breeding sheep of fine-wool breeds*, GNU SNIIZhK, Stavropol», 2013, 40 pp.
10. Kulakov B.S., Zavgorodnjaja G. V., Dmitrik I.I. *Metod. rekomend acii po izucheniju gistostrukturny kozhi ovec*, Stavropol», 2001, 29 pp.

**СРОКИ РАЗВИТИЯ БУНОСТОМ КРУПНОГО И МЕЛКОГО РОГАТОГО СКОТА
В УСЛОВИЯХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Т. И. Трухина, кандидат сельскохозяйственных наук

И. А. Соловьева, кандидат биологических наук

Г. А. Бондаренко, младший научный сотрудник

Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт, Благовещенск, Россия

E-mail: toma.trukhina@mail.ru

Ключевые слова: буностомоз, распространенность, возраст, зараженность, сроки развития, выживаемость, крупный и мелкий рогатый скот

Реферат. Борьба с наиболее распространенными гельминтозными заболеваниями сельскохозяйственных животных занимает важное место в системе ветеринарных мероприятий. Одним из таких заболеваний является буностомоз – гельминтозная болезнь жвачных животных, вызываемая нематодами *Bunostomum trigonocephalum* (у овец и коз) и *Bunostomum phlebotomum* (преимущественно у крупного рогатого скота), паразитирующими в тонких кишках. Болезнь характеризуется поносами, истощением и гибелью жвачных животных. Заболевание распространено повсеместно и наносит большой экономический ущерб. В условиях Амурской области изучена распространенность буностомоза и возрастная зараженность буностомами методами овоскопии и лярвоскопии. Обследовано 2655 животных, из них мелкого рогатого скота – 1415, крупного рогатого скота – 1240 голов, из пяти районов Амурской области. Для изучения сроков развития буностом в организме животных были взяты 4 теленка и 4 ягненка в возрасте 4 месяцев, которых заражали перкутанно и перорально. Материалом для заражения служили инвазионные личинки буностом, выращенные из фекалий спонтанно инвазированных животных. Развитие и выживаемость личинок буностом в окружающей среде изучали в период 2016–2017 гг. В результате проведенного исследования установлено, что в условиях Амурской области личинки буностом развиваются при температуре окружающей среды выше 4°C. Срок развития при температурном диапазоне от 4°C до 9°C составил 23 дня. При повышении температуры сроки развития сокращаются до 5–7 дней. Начиная с октября развитие личинок прекращается. Оставшиеся недоразвитыми яйца и личинки за зиму погибают. В хозяйствах Амурской области зараженность буностомами крупного рогатого скота составляет 31,9, овец – 49,6%. Зараженность буностомами крупного рогатого скота в возрасте 1–11 месяцев – 59,8%; 1–2 года – 26,0; 3 года и старше – 19,9; овец в возрасте 4–11 месяцев – 52,9; 1 год – 60,9; 3 года и старше – 38,7%. В условиях Приамурья в организме жвачных до половозрелой стадии буностомы развиваются за 89–102 дня.

**THE PERIOD OF THE CATTLE BUNOSTOM DEVELOPMENT
OF THE IN THE AMUR REGION**

Trukhina T.I., Candidate of Agriculture

Solovieva I.A., Candidate of Biology

Bonadrenko G.A., Junior Research Fellow

Far-Eastern Research Institute of Veterinary Science, Blagoveshchensk, Russia

Key words: bunostomosis, incidence, age, infection, development period, livability, cattle.

Abstract. The authors focus on the fight against the most common helminthic diseases of agricultural animals as they see it as an important part of the veterinary science. Bunostomosis is one of such diseases; it is a helminthiasis of ruminants caused by *vipostomum trigonocephalum* nematodes (in sheep and goats) and *vipostomum phlebotomum* (mainly in the cattle), which are parasitic in the small intestines. The disease is characterized by diarrhea, exhaustion and death of ruminants. The disease is widespread and causes great economic damage. The authors explored the prevalence of tuberculosis and age-related infection with tuberculosis by ovoscopy and levoscopy in the Amur region. They examined 2655 animals, including 1415 small ruminants and 1240 cattle from five districts of the Amur region. The researchers examined 4 calves and 4 lambs aged 4 in order to study the period of bunostom development in the organism of animals, which were infected with percutaneously and orally. Brown larvae received from faeces of spontaneously infested animals is considered to be the material for infection. The development and survival of larvae in the environment were investigated in 2016-2017. The authors found out that in the Amur region larvae develop at the temperatures above 4°C. The period of development at the temperature from 4°C to 9 °C was 23 days. When the temperature was increasing, the development period was reduced to 5-7 days. In October larvae stop their development. The underdeveloped eggs and larvae left die in winter. At the farms of the Amur region, the infection rate of cattle and sheep is 31.9 and 49.6%. The bunostome infection of the cattle aged 1-11 months is 59,8%; 1-2 years - 26,0; 3 years and more - 19,9; sheep aged 4-11 months infection rate is 52,9; 1 year - 60,9, 3 years and more - 38,7%. The authors observed bunostomes development during 89-102 days in the ruminant organism before the sexually mature stage in the conditions of the Amur region.

Особое место среди заболеваний, регистрируемых у продуктивных животных, занимают инвазионные болезни, характеризующиеся многообразием вредоносного воздействия на организм животного, широкой распространенностью, а также разнообразием родов и видов гельминтов [1].

Буностомоз – широко распространенное заболевание жвачных животных, которое наносит большой экономический ущерб животноводству – вызывается нематодами из рода *Bunostomum*, которые паразитируют в содержимом кишечника (в тонком кишечнике) [2]. Возбудитель буностомоза овец и коз – *Bunostomum trigonocephalum*, крупного рогатого скота, зебу, буйволов – *Bunostomum phlebotomum*. Болезнь характеризуется поносами, истощением и гибелью жвачных животных. Источником инвазии являются больные животные и паразитоносители. Наиболее интенсивно заражается взрослый скот.

Это заболевание редко регистрируется как самостоятельный гельминтоз, чаще проявляет себя как смешанная инвазия, но по интенсивности в большинстве случаев преобладает над другими [1, 10].

В условиях Амурской области нематоды *Bunostomum trigonocephalum* и *Bunostomum phlebotomum* семейства Ancylostomatidae наносят большой экономический ущерб животноводству [1–4]. Заражение животных буностомами в основном происходит при заглатывании инвазионных личинок с кормом и водой, однако в литературе имеются сообщения и о перкутанном заражении [5]. Противоречивы данные и о сроках развития личинок в организме животных [4–6, 9].

У крупного и мелкого рогатого скота паразитируют гельминты преимущественно из класса нематод, реже цестод и трематод. Буностомы – это нематоды серо-белого цвета, длиной до 2,6 см. Головной конец дорсально загнут, ротовая капсула имеет вид воронки, с двумя режущими пластинками. У самца спиккулы одинаковые, коричневого цвета, длиной 0,6 мм. Яйца (стронгилидного типа) овальной формы, среднего размера (0,080–0,085 x 0,04–0,045 мм) [7]. Гельминты паразитируют в тонких кишках.

Несмотря на достаточную изученность у животных многих инвазионных болезней, ликвидировать их до сих пор не удается [1].

Одним из таких заболеваний является и буностомоз [4].

Цель исследований – изучить сроки развития буностомом с учетом возрастных особенностей крупного и мелкого рогатого скота в условиях Амурской области.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена на базе отдела паразитологии ФГБНУ Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт. Распространенность буностомоза изучена в 15 пунктах 5 районов (Белогорский, Благовещенский, Ивановский, Тамбовский, Магдагачинский) Амурской области. Обследовано 2655 животных, из них мелкого рогатого скота – 1415 (от 4 месяцев до 3 лет и старше), крупного рогатого скота – 1240 голов (от 1 месяца до 3 лет и старше). Возрастная зараженность буностомом изучена методами овоскопии и лярвоскопии (по инвазионным личинкам фекалий от крупного и мелкого рогатого скота).

Для изучения сроков развития и выживаемости буностомом во внешней среде свежие фекалии (1,5–2,0 кг) от спонтанно зараженных животных помещали на шести делянках размером (1 x 1) м² (в 5 г фекалий содержалось не менее 15 яиц). С января по март закладку фекалий проводили через каждые 14 дней, с апреля по сентябрь – через 7 дней и с октября по декабрь – через каждые 10 дней. Фекалии, траву и почву с делянок исследовали методами культивирования по А. М. Петрову, В. Г. Гагарину и Берману в соответствии с МУК 4.2.735–99 «Паразитологические методы лабораторной диагностики гельминтозов и протозоозов» (в течение года) [8].

В бактериологические чашки помещали по 10 г свежих фекалий животных, увлажняли и ставили в термостат при температуре 28°С на 7–10 дней, ежедневно перемешивая. После указанного срока пробы фекалий помещали в аппарат Бермана для выделения личинок буностомом. На узкий конец стеклянной воронки надевали резиновую трубку с зажимом

и укрепляли ее на металлическом штативе. В воронку помещали металлическую сетку, на которой находится 10 г кала. Приподняв сетку, заполняли воронку подогретой до 40–50 °С водой, чтобы нижняя часть сетки с калом была погружена в воду. Личинки из кала активно переходят в теплую воду и скапливаются в нижней части резиновой трубки, надетой на воронку. Через 4 ч зажим на трубке открывали и спускали жидкость в одну-две центрифужные пробирки. Смесь центрифугировали при 3000 об/мин в течение 1 мин. После центрифугирования надосадочную жидкость быстро сливали, а осадок перенесли на предметное стекло и исследовали под микроскопом XZS-107 ARMED при увеличении: объектив x10, окуляр x5 с целью дифференциальной диагностики.

Для изучения сроков развития буностомом в организме были взяты 4-месячные телята (n=4) и ягнята (n=4), которые заражены перкутанно и перорально. Жвачные животные заражаются при заглатывании инвазионных личинок вместе с травой и водой (перорально) или через неповрежденную кожу (перкутанно). В этом случае личинки проходят гепато-пульмональный путь миграции. Материалом для заражения служили инвазионные личинки буностомом, выращенные из фекалий спонтанно инвазированных животных. Фекалии от подопытных животных исследованы методом культивирования через каждые 10 дней на протяжении всего периода опыта. Анализ результатов, полученных в исследовании, проводили с использованием показателей экстенсивности инвазии.

Полученные данные были подвергнуты математической обработке общепринятыми методами [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В хозяйствах Амурской области зараженность мелкого рогатого скота буностомом составила 49,6, крупного рогатого скота – 31,9%. Зараженность крупного рогатого скота в возрасте 1–11 месяцев – 59,8%; 1–2

года – 26,0; 3 года и старше – 19,9; овец в возрасте 4–11 месяцев – 52,9; 1 год – 60,9; 3 года и старше – 38,7%.

Изучение развития и выживаемости личинок буностом во внешней среде показало, что в пробах, заложенных в январе, феврале и начале марта 2016 г., буностом не обнаружено. Первые личинки появились в пробах, заложенных 26 марта (через 23 дня), диапазон температур был от 4°С до 9°С. Максимальное число личинок появилось через 30 дней.

В пробах, заложенных в мае, личинки буностом развились на 18–22-й день, при температуре внешней среды от 15°С до 22°С. В пробах, заложенных в первой декаде июня, личинки достигали инвазионной стадии за 11–13 суток, в конце июня – за 9 суток.

Наибольшее число личинок было обнаружено через 5–6 дней в пробах, заложенных в июле – августе 2016 г. при температуре внешней среды от 29°С до 37°С. В сентябре личинки буностом были обнаружены через 18–19 дней.

В пробах, заложенных в январе, феврале 2017 г. личинок буностом не обнаружили. Первые личинки появились в пробах, заложенных 5 марта (через 24 дня), при диапазоне температур от 2°С до 7°С. В пробах заложенные 1 апреля по 1 мая, личинки буностом развились за 19–20 дней при температуре во внешней среде от 12°С до 21°С. В пробах, заложенных 5 мая, личинки развивались за 14 дней. В июне максимальное количество личинок в фекалиях наблюдали через 9–10 дней. В пробах, заложенных в июле–августе 2017 г., наибольшее число личинок обнаружили через

5–7 дней при температуре во внешней среде от 27°С до 39°С. В сентябре личинки буностом обнаружили через 19–20 дней.

В результате проведенного исследования установлено, что в условиях Амурской области личинки буностом развиваются при температуре внешней среды выше 4°С. Срок развития при температурном диапазоне от 4°С до 9°С составил 23 дня. При повышении температуры сроки развития сокращаются до 5–7 дней. Начиная с октября развитие личинок прекращается. Оставшиеся недоразвитыми яйца и личинки за зиму погибают.

ВЫВОДЫ

1. В хозяйствах Амурской области зараженность буностомами крупного рогатого скота составляет 31,9, овец – 49,6%. Зараженность буностомами крупного рогатого скота в возрасте 1–11 месяцев – 59,8%; 1–2 года – 26,0; 3 года и старше – 19,9; овец в возрасте 4–11 месяцев – 52,9; 1 год – 60,9; 3 года и старше – 38,7%.

2. В условиях Приамурья в организме жвачных до половозрелой стадии буностома развиваются за 89–102 дня.

3. Во внешней среде личинки буностом начинают развиваться при температуре окружающей среды от 4°С до 9°С за 23 дня, при повышении температуры развитие сокращается до 5–7 дней.

4. На пастбищах инвазионные личинки появляются во второй декаде мая и обнаруживаются до середины сентября. За зимний период яйца и личинки (на пастбищах) теряют свою жизнеспособность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козлова В.Н., Городович Н.М. Буностомоз у домашних жвачных в Приамурье // Рос. вет. журн. С.-х. животные. – 2008. – № 1. – С.31–32.
2. Сафиуллин Р.Т. Распространение и экономический ущерб от основных гельминтозов жвачных животных // Ветеринария. – 1997. – № 6. – С. 28–32.
3. Трухина Т.И., Козлова В.Н. Распространение буностомоза и возрастная зараженность жвачных в Амурской области // Болезни животных и пчел на Дальнем Востоке, лечение и профилактика: Бюл. науч. исслед. / Дальневост. зон. НИИ вет. ин-т. – 2008. – Вып.14. – С. 67–70.
4. Трухина Т.И., Козлова В.Н., Соловьева И.А. Сроки развития буностом в организме овец в Амурской области // БИО. – 2018. – № 1 (208). – С.18–19.

5. Сусаев А. Н., Гадаев Х. Х. Сроки развития буностом в организме ягнят // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями / Всерос. НИИ фундам. и приклад. паразитологии животных и растений им. К. И. Скрябина. – 2011. – Вып. 12. – С. 493–496.
6. Магомедов О. А. Сроки развития буностом, эзофагостом и нематодир в организме ягнят // Тр. Всерос. ин-та гельминтологии. – 2006. – Т. 44. – С. 119–127.
7. Магомедов О. А. Изучение выживаемости яиц и личинок эзофагостом, нематодир и буностом на сезонных пастбищах и трассах перегона овец // Основные проблемы ветеринарной медицины и стратегия борьбы с заболеваниями сельскохозяйственных животных в современных условиях / Прикасп. зон. н.-и. вет. ин-т. – 2007. – С. 198–202.
8. МУК 4.2.735–99 Паразитологические методы лабораторной диагностики гельминтозов и протозоозов: метод. указания [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: – [https:// docs.cntd.ru/document/1200038948](https://docs.cntd.ru/document/1200038948) (дата обращения: 20.04.2018).
9. Белиев С. М., Атаев А. М., Газимагомедов М. Г. Сроки паразитирования *Bunostomum trigonocephalum* (RUD, 1808), *Nematodirus spathiger* (RAILLIET, 1896), *Trichostrongylus axei* (COB, 1879) в организме овец // Аграрная наука: Современные проблемы и перспективы развития. – 2012. – С. 59–62.
10. Сеидов Я. М., Акберова Р. Н. Буностомоз овец в южной республике Азербайджан и некоторые морфологические уточнения его возбудителей // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2016. – № 3. – С. 91–94.
11. Волкова Е. С. Методы научных исследований в ветеринарии: учеб. пособие / Е. С. Волкова, В. Н. Байматов. – М.: Колос, 2010. – 184 с.

REFERENCES

1. Kozlova V. N., Gorodovich N. M. *Ros. vet. zhurn.. S. – kh. Zhivotnyye*, 2008, No 1, pp. 31–32. (In Russ.)
2. Safiullin R. T., *Veterinariya*, 1997, No 6, pp. 28–32. (In Russ.)
3. Trukhina T. I., Kozlova V. N., *Bolezni zhivotnykh i pchel na Dal'nem Vostoke, lecheniye i profilaktika: Byul. nauch. – issled. Dal'nevost. zon. NII vet. in-t*, 2008, Issue 14, pp. 67–70. (In Russ.)
4. Trukhina T. I., Kozlova V. N., Solov'yeva I. A., *BIO*, 2018, No 1 (208), pp. 18–19. (In Russ.)
5. Susayev A. N., Gadayev Kh. Kh., *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami*, Vseros. NII fundam. i priklad. parazitologii zhivotnykh i rasteniy im. K. I. Skryabina, 2011, Issue 12, pp. 493–496. (In Russ.)
6. Magomedov O. A., *Tr. Vseros. in-ta gel'mintologii*, 2006, Vol. 44, pp. 119–127. (In Russ.)
7. Magomedov O. A., *Osnovnyye problemy veterinarnoy meditsiny i strategiya bor'by s zabolevaniyami sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh v sovremennykh usloviyakh*, Prikasp. zon. n. – i. vet. in-t, 2007, pp. 198–202. (In Russ.)
8. МУК 4.2.735–99 *Parazitologicheskiye metody laboratornoy diagnostiki gel'mintozov i protozoozov: metod. ukazaniya* (Parasitological methods of laboratory diagnostics of helminthiasis and protozoosis: method. directions), Available at: [https:// docs.cntd.ru/document/1200038948](https://docs.cntd.ru/document/1200038948) (April 20, 2018)
9. Belyev S. M., Atayev A. M., Gazimagomedov M. G., *Agrarnaya nauka: Sovremennyye problemy i perspektivy razvitiya*, 2012, pp. 59–62. (In Russ.)
10. Seidov Ya. M., Akberova R. N., *Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii*, 2016, No 3, pp. 91–94. (In Russ.)
11. Volkova Ye. S., Baymatov V. N. *Metody nauchnykh issledovaniy v veterinarii* (Methods of scientific research in veterinary medicine), Moscow: Kolos, 2010, 184 p.

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.