

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

СИБИРСКИЙ ВЕСТНИК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

УЧРЕДИТЕЛИ: СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ОСНОВАН В 1971 г.

Том 47, № 2 (255)



2017
март–апрель

Главный редактор академик РАН А.С. ДОНЧЕНКО
Заместитель главного редактора О.Н. ЖИТЕЛЕВА

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В.В. Альт	академик РАН, Новосибирск, Россия
А.Н. Власенко	академик РАН, Новосибирск, Россия
В.В. Власов	академик РАН, Новосибирск, Россия
Г.П. Гамзиков	академик РАН, Новосибирск, Россия
И.М. Горобей	доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия
А.С. Денисов	доктор технических наук, Новосибирск, Россия
Н.А. Донченко	доктор ветеринарных наук, Новосибирск, Россия
Н.М. Иванов	доктор технических наук, Новосибирск, Россия
В.К. Каличкин	доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия
Н.И. Кашеваров	академик РАН, Новосибирск, Россия
С.Н. Магер	доктор биологических наук, Новосибирск, Россия
К.Я. Мотовилов	член-корреспондент РАН, Новосибирск, Россия
П.М. Першукевич	академик РАН, Новосибирск, Россия
Н.И. Пыжикова	доктор экономических наук, Красноярск, Россия
В.А. Солощенко	академик РАН, Новосибирск, Россия
Н.А. Сурин	академик РАН, Красноярск, Россия
И.Ф. Храмцов	академик РАН, Омск, Россия
И.Н. Шарков	доктор биологических наук, Новосибирск, Россия

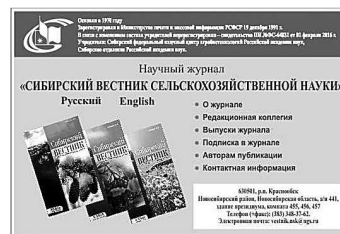
Иностранные члены редколлегии

В.В. Азаренко	доктор технических наук, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, академик-секретарь Отделения аграрных наук НАН Беларуси, Минск, Беларусь
Б. Бямбаа	доктор ветеринарных наук, академик Академии наук Монголии, президент Монгольской академии аграрных наук, Улан-Батор, Монголия
А.М. Наметов	доктор ветеринарных наук, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан, председатель правления Национального аграрного научно-образовательного центра Республики Казахстан, Астана, Казахстан
Т. Трифонова	профессор доктор, председатель Сельскохозяйственной академии Республики Болгария, София

Научный журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» включен в утвержденный ВАК Перечень периодических научных и научно-технических изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны публиковаться основные научные результаты диссертационных работ на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Журнал представлен в международной библиографической базе данных Agris, включен в международный каталог периодических изданий “Ulrich’s Periodicals Directory” (издательство “Bowker”, США).

«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» входит в Russian Science Citation Index (RSCI) на базе Web of Science.



www.sorashn.ru



Редакторы Г.Н. Ягунова, О.В. Пахомова
Корректор и оператор электронной верстки В.Е. Селянина
Переводчик М.Е. Розулькина

Свидетельство о регистрации средств массовой информации ПИ ФС77-64832 выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 2 февраля 2016 г.

Издатель: Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук

Адрес редакции: 630501, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, р.п. Краснообск, здание СФНЦА РАН, к. 456, а/я 463.

Тел./факс (383)348-37-62

e-mail: vestnik.nsk@ngs.ru; <http://www.sorashn.ru>

Сдано в набор 11.04.17. Подписано в печать 14.05.17. Формат 60 × 84 1/8. Бумага тип. № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 14,5.
Уч.-изд. л. 15,5. Тираж 300 экз. Цена свободная.

Отпечатано в Сибирском федеральном научном центре агробιοтехнологий Российской академии наук

©ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук», 2017

©ФГБУ «Сибирское отделение Российской академии наук», 2017



СОДЕРЖАНИЕ

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ХИМИЗАЦИЯ

Ирмулатов Б.Р., Власенко А.Н. Повышение влагообеспеченности агроценозов и урожайность культур в условиях Павлодарского Прииртышья

САДОВОДСТВО

Горбунов А.Б., Курлович Т.В., Асбаганов С.В., Снакина Т.И. Происхождение бруснично-голубичного гибрида селекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси

Кошева О.Н. Применение регуляторов роста при зеленом черенковании селекционных сортообразцов смородины черной

КОРМОВАЯ БАЗА

Куркова С.В., Беребердин Н.А. Изменчивость хозяйственно ценных признаков овса в условиях степной зоны Западной Сибири

Садохина Т.А., Бакшаев Д.Ю., Ломова Т.Г. Продуктивность зернофуражных культур в смешанных посевах и качество сенажа из них в условиях степной зоны Северной Кулунды

CONTENTS

AGRICULTURE AND CHEMICALIZATION

5 Irmutatov B.R., Vlasenko A.N. Improvement of moisture availability of agrocenoses and productivity of crops in the areas of Pavlodar Region near the Irtysh

HORTICULTURE

13 Gorbunov A.B., Kurlovich T.V., Asbaganov S.V., Snakina T.I. A study on the origin of the cowberry-blueberry hybrid bred at the Central Botanical Garden of NASB

23 Kosheva O.N. The use of growth regulators in propagation of black currant variety specimens by herbaceous cuttings

NUTRITIVE BASE

28 Kurkova S.V., Bereberdin N.A. Variability of economic traits of oats under conditions of the West Siberian steppe

35 Sadokhina T.A., Bakshayev D.Yu., Lomova T.G. Productivity of fodder-grain crops in mixed sowings and quality of haylage from them under conditions of the North Kulunda steppe

- | | | |
|---|----|---|
| <p>Андреева О.Т., Пилипенко Н.Г. Возделывание силосных культур на лугово-черноземной почве Восточного Забайкалья</p> | 43 | <p>Andreyeva O.T., Pilipenko N.G. Silage crop cultivation on meadow-chernozem soils in Eastern Transbaikalia</p> |
| <p>Уразова Л.Д., Литвинчук О.В. Селекция многолетних злаковых трав в таежной зоне Западной Сибири</p> | 51 | <p>Urazova L.D., Litvinchuk O.V. Breeding of perennial grasses in the taiga zone of Western Siberia</p> |

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ**PLANT PROTECTION**

- | | | |
|---|----|--|
| <p>Костюк А.В., Лукачёва Н.Г. Оценка эффективности гербицида МайсТер в посевах кукурузы в Приморье</p> | 59 | <p>Kostyuk A.V., Lukacheva N.G. Evaluating the effectiveness of MaisTer herbicide in maize sowings in Primorsky Territory</p> |
|---|----|--|

ЖИВОТНОВОДСТВО**ANIMAL HUSBANDRY**

- | | | |
|---|----|---|
| <p>Крыщина Т.И., Кочнев Н.Н., Юдин Н.С. Генетическое разнообразие крупного рогатого скота по комплексу генотипов локусов TNF-α и TNFR1</p> | 66 | <p>Krytsyna T.I., Kochnev N.N., Yudin N.S. Genetic diversity of cattle on a complex of genotypes of loci TNF-α and TNFR1</p> |
| <p>Базарон Б.З. Прирост живой массы молодняка забайкальских лошадей и их помесей с русским тяжеловозом</p> | 74 | <p>Bazaron B.Z. Liveweight gain in Zabai-kalskaya young horses and their hybrids with Russian Draft horses</p> |
| <p>Мерзлякова О.Г., Рогачёв В.А. Использование шишки сосны корейской в кормлении цыплят-перепелов</p> | 79 | <p>Merzlyakova O.G., Rogachev V.A. The use of Korean pine cones in feeding quails</p> |

ВЕТЕРИНАРИЯ**VETERINARY SCIENCE**

- | | | |
|--|----|---|
| <p>Шкиль Н.Н., Шкиль Н.А., Бурмистров В.А., Юхин Ю.М. Фармакотоксикологические характеристики наночастиц препаратов серебра и висмута</p> | 85 | <p>Shkil N.N., Shkil N.A., Burmistrov V.A., Yukhin Yu.M. Pharmacotoxicological characteristics of nanoparticles in silver- and bismuth-based preparations</p> |
| <p>Лукьянова Г.А., Хлевная Г.С., Куценко Ю.П., Белявцева Е.А., Полищук С.В. Зависимость морфометрических показателей жирового тела пчел от обработки акарицидными препаратами</p> | 91 | <p>Lukyanova G.A., Khlevnaya G.S., Kutsenko Yu.P., Belyavtseva E.A., Polishchuk S.V. Morphometric parameters of the fat body of bees treated with acaricidal drugs</p> |

**МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION
OF AGRICULTURE**

Торопов В.Р. Оценка эффективности
универсальных зерноочистительно-
сушильных комплексов

97

Toropov V.R. Evaluation of the effectiveness
of unified cleaning and drying complexes

НАУЧНЫЕ СВЯЗИ

SCIENTIFIC RELATIONS

Гасанов В.Г., Исмаилов Б.Н. Влияние
орошения на морфогенетические по-
казатели аллювиально-лугово-лесных
почв Куба-Хачмазского массива
Азербайджана

105

Gasanov V.G., Ismailov B.N. An impact of
irrigation on morphogenetic diagnostics of
alluvial meadow-forest soils in the
Khuba-Khachmas region of Azerbaijan



УДК 631.474

**ПОВЫШЕНИЕ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ АГРОЦЕНОЗОВ
И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ
ПАВЛОДАРСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ**

**Б.Р. ИРМУЛАТОВ¹, кандидат сельскохозяйственных наук, генеральный директор,
А.Н. ВЛАСЕНКО², академик РАН, руководитель научного направления**

¹Павлодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
140909, Республика Казахстан, Павлодарская область, с. Красноармейка, ул. 60 лет Октября
e-mail: nii07@inbox.ru

²Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации СФНЦА РАН
630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск
e-mail: vlas_nata@ngs.ru

Рассмотрены результаты многолетних исследований по влиянию технологии накопления, сохранения и использования запасов продуктивной влаги на урожайность зерновых, зернобобовых, крупяных, масличных культур на черноземах южных карбонатных, темно-каштановых и лугово-каштановых почвах агроландшафтных районов Павлодарского Прииртышья. Определено, что важным средством в решении проблемы оптимизации влагообеспеченности почв является применение разработанной технологии снегозадержания путем оставления сплошной очесанной стерни при уборке зерновых культур специальным очесывающим устройством. Технология обеспечивает повышение запасов влаги в черноземах южных перед посевом яровых культур в среднем на 25,8–26,3 мм и практически не уступает чистым кулисным парам, но с более высокой эффективностью сохранения плодородия почвы и защиты ее от ветровой эрозии. Применение нулевых и интенсивных технологий подготовки предшественников (оставление высокой стерни, посев кулис, разбрасывание измельченной соломы и др.) способствует повышению влагообеспеченности темно-каштановых легкосуглинистых почв перед посевом сельскохозяйственных культур на 30,5–33,0 и 15,6–27,1 мм, на лугово-каштановых почвах – на 17,8–20,2 и 11,5–19,2 мм соответственно по сравнению с традиционной технологией и способствует увеличению урожайности зерновых культур на 1,2–3,3 ц/га. Повышение влагообеспеченности южных карбонатных черноземов на вариантах с ежегодным очесыванием стерни способствует дополнительному накоплению зимних осадков, увеличению урожайности пшеницы и зернофуражных культур на 0,5–2,2 ц/га в сравнении с урожайностью этих культур, размещенных второй культурой после пара, но без очесывания стерни.

Ключевые слова: черноземы южные карбонатные, темно-каштановые и лугово-каштановые почвы, запас продуктивной влаги, предшественники, урожайность.

По данным научных учреждений Северного Казахстана и Сибири, формирование запасов продуктивной влаги происходит в основном за счет осадков осенне-зимнего периода. Установлено, что осенние осадки аккумулируются почвой на 30–40 %, зимние – на 70–80 %. В приходной части водно-

го баланса основную роль играют осенне-зимние осадки, промачивающие почвенный профиль в зависимости от снегового покрова на 60–120 см [1–6].

Усвоение выпавших осадков почвой зависит от многих причин: степени иссушенности почвы растениями, неодинакового

количества осадков по сезонам года, влияния предшественника, температурного режима, гидрологических показателей почв, механической обработки, изменяющей плотность сложения, скваженность и водопроницаемость почвы [7–14]. Установлено, что в южном карбонатном черноземе только 50 % влаги находится в доступном для растений состоянии, в каштановых супесчаных почвах – 75, легкосуглинистых – 61, среднесуглинистых – 62 %. При этом лишь незначительная ее часть может передвигаться в жидкой форме, основная (ВЗ-ВРК) трудно подвижна, что характерно для структурных почв [8, 9].

Цель работы – провести обобщение и анализ экспериментальных данных по накоплению продуктивной влаги в зависимости от предшественников в черноземах южных, темно-каштановых легкосуглинистых и лугово-каштановых почвах, а также ее влияние на урожайность сельскохозяйственных культур.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами полевых экспериментальных исследований стали черноземы южные карбонатные, темно-каштановые и лугово-каштановые почвы подзон засушливых и умеренно сухих степей Павлодарской области.

Чернозем южный карбонатный опытного участка содержит в пахотном слое 3,65 % гумуса, 0,25 % валового азота, обеспеченность подвижным фосфором низкая – 10–16 мг/кг, гранулометрический состав тяжелосуглинистый. Темно-каштановые почвы по гранулометрическому составу легкосуглинистые, по содержанию гумуса – слабогумусированные (2,19 %). Обеспеченность подвижными формами фосфора очень низкая – 4,6–5,55 мг/100 г почвы по Труогу, калием – высокая, очень высокая: 17,0–60,5 мг/100 г почвы по Кирсанову. Лугово-каштановые почвы опытного участка содержат в пахотном слое 2,94 % гумуса, 0,133 – валовых форм азота, 0,099 % фосфора, гранулометрический состав – легкий суглинок.

Изучение влияния различных технологий снегозадержания на урожайность яровой пшеницы по мере ее отдаленности от пара проводили на черноземах южных с 1996 по 2000 г. по схеме: высота стерни 15 см (контроль); стерневые кулисы шириной 2 м с межкулисным пространством 5 м; сплошной очес. С 2001 по 2005 г. в схему опыта внесены изменения. Наряду с яровой пшеницей изучали ячмень, овес, гречиху, просо, горох, подсолнечник по таким предшественникам, как пар ранний кулисный; вторая культура после пара (2КПП), где уборку предшественника проводили на обычном срезе и зимой осуществляли снегозадержание с помощью снегопах СВУ-2,6; вторая культура после пара, где уборку проводили с помощью очесывающего устройства МОН-4, разработанного Павлодарским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства.

С 2001 по 2005 г. исследовали разработку экологически безопасных технологий повышения влагообеспеченности пашни и возделывания пшеницы, проса, гречихи в разрезе севооборотов в условиях темно-каштановых и лугово-каштановых почв. Полевой опыт был заложен в пятипольном зернопаровом севообороте по схеме: фактор А – элементы рельефа: А₁ – возвышенность (плакорные земли); А₂ – низина; фактор В – предшественники: В₁ – пар ранний кулисный, озимая рожь, пар сидеральный, зернобобовые (нут), кукуруза; фактор С – технологии: традиционная (ежегодная плоскорезная обработка осенью 10–12 см + весной бороной БИГ-3А), нулевая (без обработки почвы + гербицидная обработка), интенсивная (ежегодная обработка осенью 10–12 см + весной БИГ-3 + катком кольчатым шпоровым ЗККШ).

С 2006 по 2008 г. в указанных почвах в качестве предшественников изучали пар ранний кулисный с основной обработкой на темно-каштановых и лугово-каштановых почвах плоскорезом на глубину 18–20 см, на южных черноземах на 22–25 см; пар минимальный с основной обработкой почвы соответственно на 10–12 и 12–14 см; пар сидеральный с основной обработкой почвы плоскорезом на глубину 18–20 и 22–25 см соответственно и пар гербицидный без механической обработки.

За годы проведения исследований в подзоне засушливых степей в 50 % сельскохозяйственных годов количество выпавших осадков было ниже нормы, в 12,5 % – в пределах нормы, 37,5 % годов – выше нормы. В подзоне умеренно сухих степей в 43,8 % сельскохозяйственных годов отмечалось проявление засухи, когда количество выпавших осадков было значительно ниже среднегодовой нормы, в 31,2 % годов их выпало в пределах нормы и в 25 % – выше нормы.

Наблюдения в опытах проведены общепринятыми методами с учетом типа почвы. Дисперсионные анализы опытных данных осуществлены по Б.А. Доспехову.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение нулевых и интенсивных технологий (посев кулис, оставление высокой стерни, разбрасывание измельченной соломы и др.) на темно-каштановых почвах обеспечило повышение влагообеспеченности парового поля и других предшественников перед посевом яровой пшеницы на 32,5–35,0 и 14,6–27,1 мм соответственно по сравнению с традиционной технологией. При этом ранний кулисный пар при традиционной технологии подготовки по сравнению с другими предшественниками не имел существенного преимущества, тогда как при

нулевой и интенсивной технологиях его эффективность резко повышалась и запас влаги увеличивался на 14,7–25,5 и 9,5–27,5 мм соответственно. Аналогичная особенность по накоплению запасов продуктивной влаги отмечена на пониженных участках рельефа лугово-каштановых почв (табл. 1).

Своеобразную динамику запасов продуктивной влаги наблюдали в различных парах на черноземах южных, темно-каштановых и лугово-каштановых почвах. Перед уходом в зиму, т.е. за период парования, наибольшее количество продуктивной влаги в метровом слое черноземов южных было в раннем кулисном и минимальном парах (131,1–131,8 мм). Это на 33,0–33,7 мм больше по сравнению с сидеральным паром (98,1 мм), где влага использовалась сидеральной культурой, и на 8,5–9,2 мм больше по сравнению с гербицидным паром. Углубление основной обработки как на черноземах, так и на темно-каштановых почвах не повлияло на влагонакопление, так как запасы влаги на фонах кулисного и минимального паров оказались практически одинаковыми. После схода снега более высокое и практически одинаковое содержание влаги в черноземах южных отмечено в раннем кулисном, минимальном и гербицидном парах (143,6–145,5 мм). Более эффективное накопление влаги за зиму наблюдали в сидеральном и гербицидном парах – 25,4 и 21,0 мм

Таблица 1

Запасы продуктивной влаги в слое 0–100 см темно-каштановых и лугово-каштановых почв перед посевом яровой пшеницы (среднее за 2001–2005 гг.), мм

Элементы рельефа, почвы	Предшественник	Технология		
		традиционная	нулевая	интенсивная
Равнинная поверхность, темно-каштановые	Ранний кулисный пар	78,2	110,7	113,2
	Озимая рожь	76,6	96,0	103,7
	Кукуруза	72,7	92,0	90,0
	Нут	69,1	85,2	85,7
	Сидеральный пар	80,4	95,0	98,3
Пониженный участок, лугово-каштановые	Ранний кулисный пар	138,0	158,2	155,8
	Озимая рожь	140,8	155,0	150,0
	Кукуруза	141,6	157,0	155,6
	Нут	137,6	149,1	156,8
	Сидеральный пар	138,3	151,0	151,0

соответственно, что на 7,3–12,3 мм больше по сравнению с ранним кулисным и минимальным парами при наименьшем содержании влаги в целом в сидеральном паре – 123,5 мм.

На темно-каштановых почвах после схода снега несколько более высокие запасы продуктивной влаги обеспечивали ранний кулисный и минимальный пары – 116,1–112,5 мм, что на 5,4–9,4 и 1,8–5,8 мм соответственно больше по сравнению с гербицидным и сидеральным парами. В опытах технология ранневесенней обработки почвы по всем предшественникам включала следующие варианты: обработка бороной БИГ-3А (традиционная), гербицидная (нулевая), комбинированная, боронование с одновременным прикатыванием (интенсивная). На южных черноземах на фоне раннего кулисного пара по сравнению с исходным содержанием потери влаги по вариантам проведения ранневесенней обработки составили 30,3–33,9 мм, на фоне сидерального пара – 13,9–20,6, минимального – 30,7–44,3 и гербицидного – 16,9–20,9 мм. Наименьшие потери влаги в ранневесенний период отмечены в гербицидном и сидеральном парах. Это обусловлено большим количеством растительных остатков на поверхности почвы, которые, создавая мульчирующий слой, способствовали созданию оптимальных условий для сохранения влаги. По раннему кулисному и минимальному парам больше потери влаги происходило на варианте проведения ранневесенней гербицидной обработки по сравнению с вариантами механической.

На темно-каштановых почвах на вариантах проведения ранневесенней гербицидной обработки по раннему и минимальному парам потери влаги были выше по сравнению с вариантами механической обработки – в среднем на 4,0–10,3 мм. Более высокое содержание влаги в почве перед посевом яровой пшеницы обеспечили гербицидный и сидеральный пар, где ее запасы по вариантам ранневесенней обработки варьировали в среднем от 84,2 до 87,0 и от 85,7 до 89,4 мм соответственно. Данные показатели по раннему кулисному пару составили от 77,5 до

81,8 мм, по минимальному – от 69,2 до 74,2 мм.

На лугово-каштановых почвах технологии подготовки предшественников заметного влияния на формирование запасов влаги не оказали. Сохранение продуктивной влаги весной наиболее эффективно обеспечивала интенсивная ранневесенняя технология, при которой потери составили 1,7–4,6 %, по традиционной технологии – 3,3–7,8, наибольшими они были при нулевой технологии – 12,2–14,1 %.

Применение снегозадержания на основе оставления сплошной очесанной стерни обеспечивало накопление продуктивной влаги в метровом слое почвы к посеву второй культуры после пара практически в таком же количестве (120,5 мм), как ранний кулисный пар к посеву по нему первой культуры (121,5 мм). Это обусловлено значительно большим накоплением снега в кулисном пару на сплошной очесанной стерне по сравнению с вариантом проведения механического снегозадержания. Так, на поле кулисного пара высота снежного покрова без очеса стерни составила 46,0 см с запасом воды в снеге 134,3 мм, на поле со сплошным очесом – 44,2 см и 124,9 мм, на фоне обычной стерни с механическим снегозадержанием 34,5 см и 100,6 мм, что на 33,7 и 24,3 мм соответственно меньше по сравнению с паровым полем и со сплошным очесом стерни (табл. 2).

На фоне очесанной стерни снегозадерживающая способность поля резко повышалась даже в годы с меньшими зимними осадками (2003, 2005 гг.), что дает основание утверждать о приближении роли очесанной стерни к природным факторам саморегулирующегося режима в накоплении зимних осадков стерней дикорастущих растений. В связи с этим обеспеченность растений влагой на фоне очесанной стерни была значительно выше, чем на фоне традиционной технологии.

На темно-каштановых легкосуглинистых почвах выявлена высокая эффективность раннего кулисного пара в местных условиях как в засушливых, так и в благоприятных по увлажнению годам. При разме-

Таблица 2

Запасы продуктивной влаги в снеге и в метровом слое почвы на южных карбонатных черноземах перед посевом сельскохозяйственных культур (среднее за 2001–2005 гг.), мм

Предшественник	Высота снежного покрова, см	Запасы воды в снеге, мм	Культура	Запасы влаги в почве, мм
Пар ранний кулисный (контроль)	46,0	134,3	Зерновые	121,5
2КПП, обычная стерня с механическим снегозадержанием	34,5	100,6	Крупяные	104,5
			Зерновые	94,7
2КПП, сплошной очес	44,2	124,9	Крупяные	82,4
			Зерновые	120,5
			Крупяные	108,7

щении второй и третьей культурой после пара урожайность пшеницы прогрессивно снижалась по всем предшественникам – 61,3 и 45,2 % соответственно от ее урожайности по пару.

Установлена высокая эффективность интенсивных технологий на полугидроморфных лугово-каштановых почвах. Урожайность пшеницы на фоне озимой ржи, кукурузы и зернобобовых на 2,6 ц/га, по сидеральному пару на 2,4 ц/га выше по сравнению с традиционной технологией. По раннему кулисному пару, озимой ржи урожайность пшеницы в среднем выше урожайности на вариантах нулевой и традиционной технологии на 2,3–3,3 и 1,7–2,1 ц/га соответственно. По кукурузе, зернобобовым и сидеральному пару данные показатели составили 2,2–2,4; 2,2–2,7; 1,2–2,1 ц/га соответственно.

Сидеральные пары (озимая рожь, овес, суданская трава) способствовали сохранению продуктивной влаги в метровом слое темно-каштановых легкосуглинистых почв после схода снега к посеву яровой пшеницы на 18,6–19,4 мм больше по сравнению с ранним паром, где потери влаги составили за этот период 47,9 мм, по сидеральным парам – 7,7–16,6 мм, или 36,3 и 7,0–13,9 % соответственно от запасов, накопленных

за осенне-зимний период (2002–2004 гг.). Это обеспечило повышение урожайности яровой пшеницы по сидеральным парам на 2,1–2,7 ц/га по сравнению с урожайностью по раннему пару, где она составила в среднем 8,5 ц/га.

Повышение урожайности различных культур на южных карбонатных черноземах также свидетельствует об улучшении условий их влагообеспеченности за счет непаровых предшественников. Так, третья пшеница после пара на фоне ежегодной очесанной стерни в среднем за 7 лет (1996–2003) обеспечила урожайность последующей пшеницы на уровне парового предшественника – 17,7 ц/га, тогда как по второй пшенице после пара по обычной стерне она была на 2,2 ц/га ниже. Урожайность зернофуражных культур ячменя, овса составила 19,6 и 23,4 ц/га, что также на 1,9 и 0,5 ц/га соответственно выше по сравнению с их урожайностью, полученной по второй пшенице после пара с обычной стерней (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от предшественников (среднее за 1996–2003 гг., чернозем южный карбонатный), ц/га

Предшественник	Пшеница	Ячмень	Овес	Просо	Горох	Гречиха
Пар ранний кулисный	17,7	23,6	30,3	18,3	19,4	12,5
Вторая пшеница после пара, обычная стерня	15,5	17,7	22,9	16,0	18,0	10,2
Третья пшеница после пара, очесанная стерня МОН-4	17,7	19,6	23,4	17,7	19,0	12,3
Горох на фоне очесанной стерни МОН-4	17,2	18,1	16,4	14,4	13,5	9,4
Овес, уборка МОН-4	16,9	14,6	13,2	13,9	17,2	9,2

Горох, выращенный на фоне очесанной стоящей стерни, обеспечил урожайность пшеницы на уровне 17,2 ц/га, что составляет 97,9 % урожайности по пару.

Урожайность ячменя, овса, проса и гороха была выше, чем яровой пшеницы при размещении по чистому куливному пару – от 0,6 до 12,6 ц/га, по второй пшенице после пара по обычной стерне – от 0,5 до 7,4 ц/га. По третьей пшенице после пара на фоне ежегодной очесанной стерни просо сформировало урожайность на уровне пшеницы, у остальных данных культур она выше на 1,3–5,7 ц/га.

Лучшими предшественниками для гречихи стали ранний кулисный пар и вторая – третья пшеница после пара, убираемые с оставлением стерневых кулис и разбрасыванием измельченной соломы, удовлетворительными – горохоовсяная смесь и овес.

Хорошие урожаи проса формируются при размещении по раннему куливному пару, высокой стерне и третьей пшенице после пара. Несколько ниже урожайность проса по овсу и гороху, где в среднем за 7 лет она ниже на 3,9–4,4 ц/га по сравнению с ранним паром и на 3,3–3,8 ц/га по очесанной стерне пшеницы.

ВЫВОДЫ

1. Важным средством в решении проблемы оптимизации влагообеспеченности почв Павлодарского Прииртышья является применение технологии снегозадержания специальным очесывающим устройством МОН-4 путем оставления сплошной очесанной стерни или стерневых кулис при уборке зерновых культур. Технология обеспечивает повышение запасов влаги в черноземах южных перед посевом яровых культур в среднем на 25,8–26,3 мм и практически не уступает чистым кулисным парам.

2. Улучшение влагообеспеченности южных карбонатных черноземов путем интенсификации значительно повышает эффективность непаровых предшественников, особенно зерновых, по увеличению урожайности последующих культур.

3. Применительно к условиям темно-каштановых почв с легким грануломет-

рическим составом выявлены альтернативные раннему пару предшественники (кукуруза, сидеральные пары, озимая рожь, первая, вторая пшеница после пара) с обязательным оставлением высокой стерни или стерневых кулис при уборке зерновых с помощью очесывающих устройств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ирмулатов Б.Р., Иорганский А.И., Мустафеев Б.А. Адаптивная интенсификация земледелия в сельскохозяйственных ландшафтах Павлодарской области. – Павлодар, 2016. – 116 с.
2. Березин Л.В., Ершов В.Л., Казанцев В.П., Мощенко Ю.Б., Неклюдов А.Ф., Силантьев А.Н., Холмов В.Г., Храмцов И.Ф., Юшкевич Л.В. Земледелие на равнинных ландшафтах и агротехнологии зерновых в Западной Сибири (на примере Омской области) – Новосибирск: Изд-во “Ревик-К”. – 2003. – 412 с.
3. Яшутин Н.В. Факторы успешного земледелия. – Барнаул, 2007. – 524 с.
4. Храмцов И.Ф., Юшкевич Л.В. Ресурсы парового поля в лесостепи Западной Сибири. – Омск, 2013. – 184 с.
5. Fruhauf M., Schmidt G., Meinel T. Development of land use and soil degradation in the steppes of south west Siberia and their significance for the carbon cycle // Диверсификация растениеводства и NO-TILL как основа сберегающего земледелия и продовольственной безопасности. – Астана, 2011. – С. 57–65.
6. Киреев А.К. Концепция развития систем земледелия Казахстана // Вестн. с.-х. науки Казахстана. – 2015. – № 9. – С. 30–36.
7. Иорганский А.И. Проблемы ресурсосбережения и повышения продуктивности земледелия в элементарных ареалах агроландшафтов юго-востока Казахстана // От зональной почвозащитной системы к адаптивно-ландшафтной. – Алматы, 2008. – С. 32–36.
8. Ирмулатов Б.Р., Сарбасов А.К. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от атмосферных осадков и фона интенсификации в агроландшафтах Павлодарского Прииртышья // Исторические аспекты, состояние и перспективы развития земледелия в Сибири и Казахстане: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию освоения целинных и залежных земель (12–13 марта 2014 г., Омск). – Омск: ЛИТЕРА, 2014. – С. 152–154.

9. Госсен Э.Ф., Куришбаев А.К., Ажбенов В.К., Черненко В.Г., Сарбаев А.Т. Разработка и развитие системы почвозащитного земледелия в Казахстане в условиях глобального изменения климата // Вестн. с.-х. науки Казахстана. – 2015. – № 11. – С. 38–47.
10. Заболотских В.В., Власенко Н.Г. Влияние обработки почвы на урожайность гороха в условиях засушливой степи Северного Казахстана // Земледелие. – 2012. – № 6. – С. 31–33.
11. Сурова Г.А. Использование зимних осадков в областях Центра Нечерноземья // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 25–26.
12. Ирмулатов Б.Р., Иорганский А.И., Сарбасов А.К. Влияние системы мер по повышению влагообеспеченности агроценозов на урожайность сельскохозяйственных культур на северо-востоке Казахстана // Инновационная наука. – 2016. – № 10 (3). – С. 52–59.
13. Власенко А.Н., Шарков И.Н., Шоба В.Н., Иодко Л.Н. Экономические аспекты интенсификации технологий возделывания зерновых культур в лесостепи Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 5. – С. 13–20.
14. Власенко А.Н., Шоба В.Н., Шарков И.Н., Власенко Н.Г. Достижения и перспективы научного земледелия Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 5. – С. 20–28.
- и prodovol'stvennoj bezopasnosti – Astana, 2011. – S. 57–65.
6. Kireev A.K. Konceptija razvitija sistem zemledelija Kazahstana // Vestn. s.-h. nauki Kazahstana. – 2015. – № 9. – S. 30–36.
7. Iorganskij A.I. Problemy resursosberezhenija i povyshenija produktivnosti zemledelija v jelementarnyh arealah agrolandschaftov jugo-vostoka Kazahstana // Ot zonal'noj pochvozashhitnoj sistemy k adaptivno-landshaftnoj – Almaty, 2008. – S. 32–36.
8. Irmulatov B.R., Sarbasov A.K. Urozhajnost' jarovoj pshenicy v zavisimosti ot atmosferyh osadkov i fona intensifikacii v agrolandschaftah Pavlodarskogo Priirtysh'ja // Istoricheskie aspekty, sostojanie i perspektivy razvitija zemledelija v Sibiri i Kazahstana: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashhennoj 60-letiju osvoenija celinnyh i zaleznyh zemel' (12–13 marta 2014 g., Omsk). – Omsk: LITERA. – S. 152–154.
9. Gossen Je.F., Kurishbaev A.K., Azhbenov V.K., Chernenok V.G., Sarbaev A.T. Razrabotka i razvitie sistemy pochvozashhitnogo zemledelija v Kazahstane v uslovijah global'nogo izmenenija klimata // Vestn. s.-h. nauki Kazahstana. – 2015. – № 11. – S. 38–47.
10. Zabolotskih V.V., Vlasenko N.G. Vlijanie obrabotki pochvy na urozhajnost' goroha v uslovijah zasushlivoj stepi Severnogo Kazahstana // Zemledelie. – 2012. – № 6. – S. 31–33.
11. Surova G.A. Ispolzovanie zimnih osadkov v oblastjah Centra Nechernozem'ja // Zemledelie. – 2012. – № 1. – S. 25–26.
12. Irmulatov B.R., Iorganskij A.I., Sarbasov A.K. Vlijanie sistemy mer po povysheniju vlagoobespechennosti agrocenozov na urozhajnost' sel'skohozjajstvennyh kul'tur na severo-vostoke Kazahstana // Innovacionnaja nauka. – 2016. – № 10 (3). – S. 52–59.
13. Vlasenko A.N., Sharkov I.N., Shoba V.N., Iodko L.N. Ekonomicheskie aspekty intensifikatsii tekhnologiy vozdeljvaniya zernovykh kul'tur v lesostepi Sibiri // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2014. – № 5. – S. 13–20.
14. Vlasenko A.N., Shoba V.N., Sharkov I.N., Vlasenko N.G. Dostizheniya i perspektivy nauchnogo zemledelija Sibiri // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2014. – № 5. – S. 20–28.

REFERENCES

1. Irmulatov B.R., Iorganskij A.I., Mustafaev B.A. Adaptivnaja intensifikacija zemledelija v sel'skohozjajstvennyh landschaftah Pavlodarskoj oblasti. – Pavlodar, 2016. – 116 s.
2. Berezin L.V., Ershov V.L., Kazancev V.P., Moshenko Ju.B., Nekljudov A.F., Silant'ev A.N., Holmov V.G., Hramcov I.F., Jushkevich L.V. Zemledelie na ravninnyh landschaftah i agrotehnologii zernovyh v Zapadnoj Sibiri (na primere Omskoj oblasti) – Novosibirsk: Izd-vo OOO “Revik-K”. – 2003. – 412 s.
3. Jashutin N.V. Faktory uspehnogo zemledelija. – Barnaul, 2007. – 524 s.
4. Hramcov I.F., Jushkevich L.V. Resursy parovogo polja v lesostepi Zapadnoj Sibiri. – Omsk, 2013. – 184 s.
5. Fruhauf M, Schmidt G., Meinel T. Development of land use and soil degradation in the steppes of south west Siberia and their significance for the carbon cycle // Diversifikacija rastenievodstva i NO-TILL kak osnova sberegajushhego zemledelija

**IMPROVEMENT OF MOISTURE AVAILABILITY OF AGROCENOSSES
AND PRODUCTIVITY OF CROPS IN THE AREAS
OF PAVLODAR REGION NEAR THE IRTYSH**

B.R. IRMULATOV¹, Candidate of Science in Agriculture, Director General,

A.N. VLASENKO², Member of RAS, Research Chairman

¹Pavlodar Research Institute of Agriculture

60 Let Oktyabrya St, Krasnoarmeika, Pavlodar Region, 140909, Kazakhstan

e-mail: nii07@inbox.ru

²Siberian Research Institute of Soil Management and Chemicalization of Agriculture, SFSCA RAS

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: vlas_nata@ngs.ru

Results are given from long-term studies on impacts of techniques for accumulating, conserving and using available moisture reserves on productivity of cereal, grain-legume groats and oil crops grown on chernozems of southern calcareous, dark chestnut and chestnut-like meadow soils in the agricultural areas of Pavlodar Region near the Irtysh. It has been found that an important means for solving problems in optimizing moisture availability of soils is to use a snow retention technology, developed at the Pavlodar Research Institute of Agriculture, by leaving stubble combed with a special comb-type stripper in the fields after harvesting. The technology makes it possible to increase moisture reserves in southern chernozems before sowing spring crops by 25.8–26.3 mm on average, and does not practically yield to bare coulisse-strip fallows, but with higher efficiency of soil fertility conservation and wind protection. The use of zero and intensive technologies for preparing predecessors (leaving high stubble, sowing coulisses, broadcasting chopped straw, and etc.) contributes to improving moisture reserves in dark chestnut, light-loam soils before sowing agricultural crops by 30.5–33.0 and 15.6–27.1 mm, in chestnut-like meadow soils by 17.8–20.2 mm and 11.5–19.2 mm, respectively, as compared to conventional technologies, that results in increasing productivity of cereal crops by 0.12–0.33 t/ha. The improvements in moisture availability of southern calcareous chernozems in the variants with annual stubble combing contribute to additional accumulation of winter precipitation, increase in productivity of wheat and fodder-grain crops by 0.05–0.22 t/ha as compared to productivity of these crops cultivated as a second crop after fallow but without stubble combing.

Keywords: southern calcareous chernozem, dark chestnut and chestnut-like meadow soils, available moisture reserves, predecessors, productivity.

Поступила в редакцию 19.04.2017



УДК 634.737/738+634.739.1:631.527(476)

**ПРОИСХОЖДЕНИЕ БРУСНИЧНО-ГОЛУБИЧНОГО ГИБРИДА
СЕЛЕКЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА НАН БЕЛАРУСИ**

А.Б. ГОРБУНОВ¹, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией,
Т.В. КУРЛОВИЧ², кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник,
С.В. АСБАГАНОВ¹, кандидат биологических наук, научный сотрудник,
Т.И. СНАКИНА¹, кандидат биологических наук, научный сотрудник

¹Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
630090, Россия, Новосибирск, ул. Золотолинская, 101
e-mail: gab_2002ru@ngs.ru

²Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси
225431, Республика Беларусь, Ганцевичи, ул. Строителей 25–19
e-mail: vaccinium@mail.ru

Исследование бруснично-голубичного гибрида, созданного в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси, было проведено совместно с Центральным сибирским ботаническим садом СО РАН с целью установления его происхождения. Предметом исследования послужили полученные в 1996 г. межвидовые гибриды аборигенной *Vaccinium uliginosum* L. ($2n = 48$) с естественным тетраплоидом *Vaccinium vitis-idaea* L. ($2n = 48$), использованным в качестве отцовского растения. Гибрид F_1 характеризовался рядом признаков, в большей степени совпадавших с характеристиками голубики. В связи с тем, что плоды гибрида по своей фиолетово-черной окраске походили на гибриды F_1 , полученные в Финляндии, Польше и в России от скрещивания голубики топяной с сортами высокорослой голубики, а цветки при опылении не изолировались и в поколении F_2 отсутствовали красноплодные плоды, возникла необходимость проверить их происхождение. Межвидовые скрещивания *Vaccinium uliginosum* ($2n = 48$) $\times$ *Vaccinium vitis-idaea* ($2n = 48$) выполнены в 2006–2015 гг. с кастрацией и изоляцией цветков. Всего 32 комбинации скрещивания по 30–50 цветков в каждой. Сделано морфологическое описание бруснично-голубичного гибрида и предполагаемых исходных видов. Выделение ДНК проводили по модифицированной методике. Выполнены RAPD- и ISSR-ПЦР анализы. Многолетние скрещивания *Vaccinium uliginosum* $\times$ *Vaccinium vitis-idaea* дали положительные результаты в 2009, 2013 и 2015 гг. Наибольший процент (3,3–35,0 %) завязавшихся ягод отмечен в 2013 г. Число выполненных семян в ягоде от 2 до 26. Всхожесть их была низкой, а проросшие сеянцы постепенно погибали. В реципрокных скрещиваниях ягоды не завязывались. По комплексу морфологических признаков межвидовой гибрид в наибольшей степени близок к полувысокой голубике, в меньшей – к голубике топяной, но далек от брусники. Выявлены наиболее информативные праймеры ОРА08 и 17899А. В спектрах амплифицированных фрагментов у гибридов *Vaccinium uliginosum* $\times$ *Vaccinium vitis-idaea* отсутствовали уникальные для *Vaccinium vitis-idaea* ($2n = 48$) компоненты, однако присутствовали характерные для *Vaccinium corymbosum* L., *Vaccinium angustifolium* Aiton и их гибрида *Vaccinium corymbosum* $\times$ *Vaccinium angustifolium*. Слабая репродуктивная совместимость тетраплоидной брусники с голубикой топяной, близость бруснично-голубичного гибрида по морфологическим признакам к полувысокой голубике и топяной и результаты полимеразной цепной реакции (ПЦР) анализа свидетельствуют о том, что исследованный межвидовой гибрид является не бруснично-голубичным, а голубичным. Наиболее вероятным отцовским растением может быть гибрид *Vaccinium corymbosum* $\times$ *Vaccinium angustifolium*.

Ключевые слова: гибрид, межвидовые скрещивания, морфология, молекулярные маркеры, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium corymbosum*, *Vaccinium angustifolium*, брусника, голубика.

Брусничные (*Vaccinioideae* Arn.) – перспективные для интродукции и селекции в России и Беларуси ягодные культуры. Особый интерес представляют высокорослая (*Vaccinium corymbosum* L.), полуввысокая (*Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium*) и узколистная (*Vaccinium angustifolium* Aiton) голубики, а также клюква крупноплодная – *Oxycoccus macrocarpus* (Aiton) Pursh.

В 1992 г. в природных условиях Магаданской области обнаружен естественный тетраплоид брусники обыкновенной – *Vaccinium vitis-idaea* L. ($2n = 48$), который интродуцирован на Ганцевичской научно-экспериментальной базе Журавинка Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси (ЦБС НАНБ) [1]. В 1996 г. получены межвидовые гибриды аборигенной голубики топяной – *Vaccinium uliginosum* L. ($2n = 48$) с тетраплоидной брусникой, использованной в качестве отцовского растения [2]. Гибрид F_1 характеризовался рядом признаков, которые в большей степени напоминали параметры голубик. Плоды по окраске (фиолетово-черные) были похожи на гибриды F_1 , полученные в Финляндии, Польше и в России от скрещивания голубики топяной с сортами высокорослой голубики [3–6]. Как отмечает О.В. Морозов, при опылении цветки не изолировались [7]. Поэтому не исключалась возможность посещения лишенных околоцветника цветков шмелями и пчелами и переноса пыльцы с произрастающих рядом североамериканских голубик на кастрированные цветки голубики топяной. Кроме того, О.В. Морозов сообщил, что у гибридов в поколении F_2 отсутствует признак красноплодности, характерный для брусники. Все это привело к необходимости проверить происхождение бруснично-голубичного гибрида путем создания аналогичных, изучения морфобиологических признаков и молекулярно-генетического анализа гибридов и их предполагаемых родительских форм.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в Центральном сибирском ботаническом саду (ЦСБС)

СО РАН (Новосибирск) и на Ганцевичской экспериментальной базе Центрального ботанического сада НАН Беларуси (Ганцевичи). В работе использовали материал уникальной научной установки «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте» Центрального сибирского ботанического сада.

Межвидовые скрещивания *Vaccinium uliginosum* ($2n = 48$) × *Vaccinium vitis-idaea* ($2n = 48$) проведены в 2006–2015 гг. в ЦСБС с кастрацией и изоляцией цветков. В каждой комбинации опыляли по 30–50 цветков. Выполнено 32 комбинации скрещивания. Опылено около 1300 цветков. Морфологическое описание сделано на 35 гибридах селекции ЦБС НАН Беларуси, 33 из которых произрастают на Ганцевичской экспериментальной базе, а два были переданы О.В. Морозовым в ЦСБС в 2008 г.

Для морфологического описания исходных видов брусничных было взято по 10 растений голубики топяной, тетраплоидной брусники обыкновенной и полуввысокой голубики сорта Northblue ($2n = 48$).

Молекулярно-генетические анализы гибридов и предполагаемых видов выполнены в ЦСБС. При этом выделение ДНК проводилось по модифицированной методике [8, 9]. Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили на амплификаторе C-1000 (Bio-Rad, USA) в объеме 15 µl. Стандартная реакция содержала однократный Taq буфер, смесь по 0,2 mM каждого dNTP, 4 mM свободного Mg^{2+} в виде раствора $MgCl_2$, 1 µM RAPD или ISSR праймер, 5 ng/µl геномной ДНК – 2 мкл, 1 ед. HS Taq ДНК полимеразы (Евроген, РФ). Использовали следующий оптимизированный температурный профиль: первичная денатурация при 94 °C – 4 мин; 38 циклов: денатурация 94 °C – 25 с, отжиг праймеров X °C – 30 с, элонгация при 72 °C – 2 мин; финальная элонгация – 10 мин при 72 °C и хранение при 4 °C до дальнейшего использования. Аликвоту ПЦР, содержащую исследуемый фрагмент, анализировали электрофорезом в 1,7%-м агарозном геле в однократном TAE-буфере при напряжении 4 V/cm. Температуры отжига праймеров: OPA-08 (5'-GTGACGTAGG-3', 46 °C); 17899A (5'-(CA)₆AG-3', 58 °C).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Скрещивание голубики топяной с высококорослой эффективнее, когда в качестве материнского растения используется первый вид [3]. В своих исследованиях мы придерживались данных указаний А. Rousi, но сделали также и скрещивания в реципрокных комбинациях. Проводимые нами в течение 10 лет работы по искусственной гибридизации аборигенной сибирской голубики топяной с интродуцированной из Ганцевичей тетраплоидной брусникой обыкновенной, использованной нами в качестве отцовского растения, дали положительные результаты в 2009, 2013, 2015 гг. [10]. В остальные годы ягоды не завязывались. Самый большой процент завязавшихся ягод отмечен в 2013 г., при разбросе от 3,3 до 35,0 % в среднем он составил 10,7 %. Число выполненных семян в ягоде от 2 до 26. Всхожесть их была низкой, а проросшие сеянцы постепенно погибали. Плохая совместимость пыльцы тетраплоидной брусники с тетраплоидной голубикой топяной и слабая жизнеспособность гибридных сеянцев свидетельствуют о генетической отдаленности этих видов. В реципрокном скрещивании *Vaccinium vitis-idaea* ($2n = 48$) $\times$ *Vaccinium uliginosum* было опылено 33 цветка брусники, которые не завязали плоды [11]. Такой же отрицательный результат в этой комбинации получен и в экспериментах О.В. Морозова [7, 12].

Особенности морфологии гибрида и предполагаемых родителей представлены на рис. 1 и в таблице.

По высоте куста и ширине кроны гибриды занимают промежуточное положение между голубикой топяной и полувысокой голубикой сорта Northblue. Лист по большинству параметров походит на лист полувысокой голубики и частично голубики топяной и совсем не походит на лист тетраплоидной брусники обыкновенной. У гибрида, как и у предполагаемых исходных видов голубик, лист опадающий, мезоморфный, средней плотности, а у тетраплоидной брусники вечнозеленый, кожистый и жесткий. По длине листа гибрид приближается к по-

лувысокой голубике, частично к топяной. По ширине листа, длине черешка и кисти он близок к обоим видам голубики и к бруснике, даже превышает их показатели. Цветков в кисти формируется у гибрида 1–8. Это примерно столько, сколько у полувысокой голубики (4–7), но больше, чем у голубики топяной (1–3), и значительно меньше, чем у брусники (3–16). Гибрид, как и все голубики, имеет кувшинчатую форму цветка, а брусника – колокольчатую. Окраска венчика гибрида в большей степени напоминает таковую у полувысокой голубики. Длина и диаметр цветка также приближаются к параметрам полувысокой голубики. По отгибу лепестков венчика гибрид и голубики одинаковы, а у брусники он больше. Число тычинок в цветке у гибрида такое же, как у голубик, и даже больше. У брусники отмечено наименьшее их число – 8. По длине столбика все образцы близки, но гибрид по этому признаку ближе всего к полувысокой голубике. У гибрида и голубик столбик находится на уровне зева цветка, у брусники он сильно выдается. Цветоножка у гибрида длинная (3,0–12,0 мм), такая же, как и у голубики топяной, и больше, чем у полувысокой голубики, самая маленькая – у брусники (1,5–4,0 мм). Форма ягоды у гибрида разнообразная, но ближе к голубикам, чем к бруснике. По длине плода ягоды гибрида близки к ягодам голубик, но превосходят ягоды брусники. Диаметр ягоды меньше, чем у полувысокой голубики, но больше, чем у голубики топяной и особенно брусники. Масса одной ягоды гибрида одинакова с таковой у голубики топяной, но меньше, чем у полувысокой голубики, и больше, чем у брусники. Окраска кожицы плодов у гибрида фиолетово-черная, у голубики топяной – темно-синяя с сизым восковым налетом, у полувысокой голубики – синяя с сизым налетом, у брусники – темно-красная. Окраска мякоти плода синевато-белая и белая у гибрида, синевато-белая у голубики топяной, белая у полувысокой голубики и брусники. Число семязачатков и нормально развитых из них семян у гибрида больше, чем у голубик и брусники, и приближается к полувысокой голубике.



Рис. 1. Цветение (слева) и плодоношение (справа) брусничных:
 1 – *Vaccinium uliginosum* L., 2 – гибрид F_1 *Vaccinium uliginosum* × *Vaccinium vitis-idaea* ($2n = 48$),
 3 – *Vaccinium vitis-idaea* L. ($2n = 48$), 4 – *Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium*, сорт Northblue

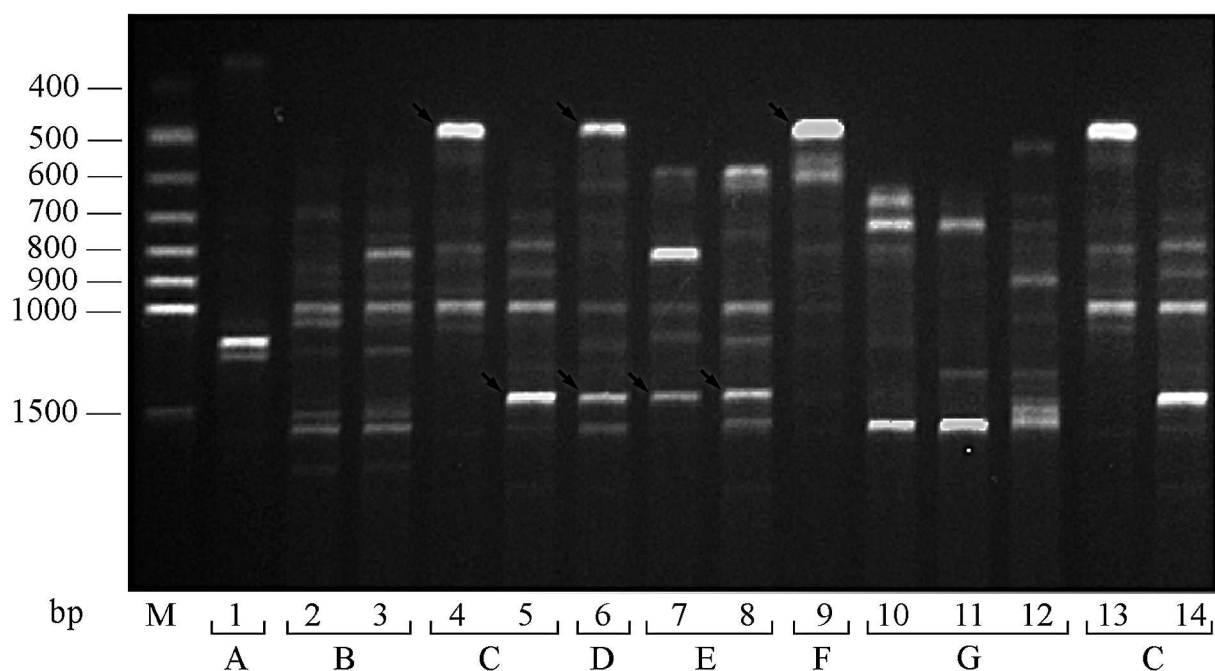


Рис. 2. Электрофореграмма RAPD-PCR геномной ДНК с праймером OPA08

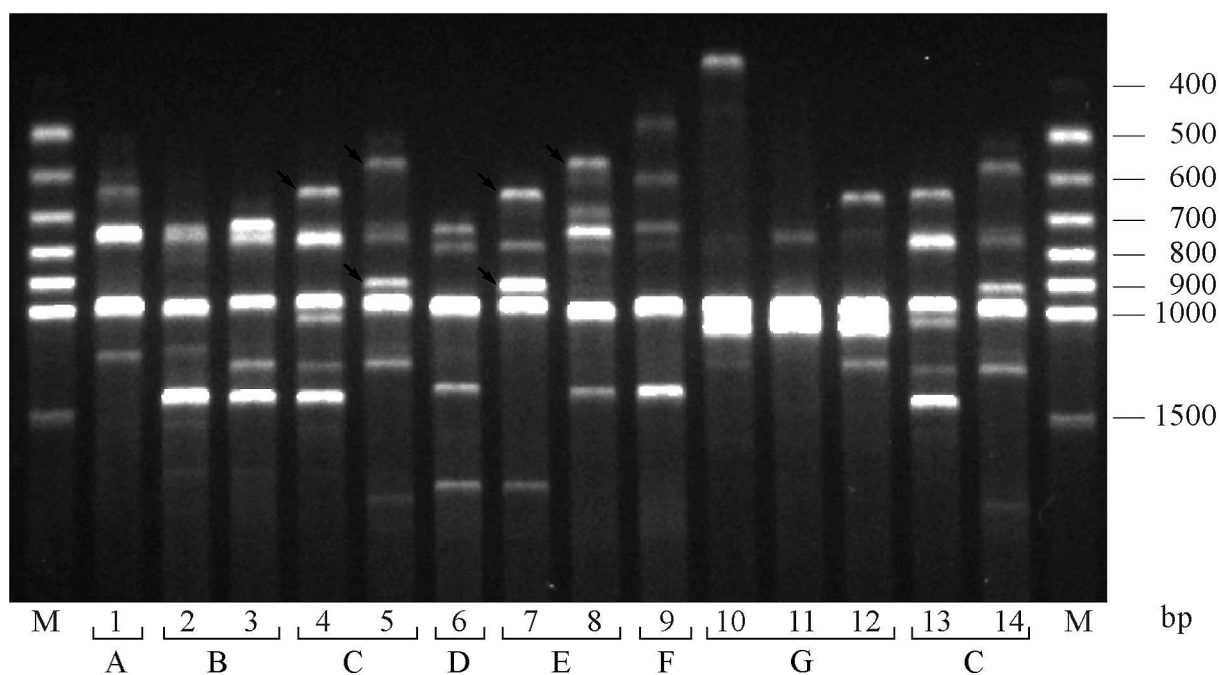


Рис. 3. Электрофореграмма ISSR-PCR геномной ДНК с праймером 17899A

A – *Vaccinium macrocarpus* (Aiton) Pursh, Ben Lear; B – *Vaccinium uliginosum* L., формы № 5–35 (2) и № 9–23 (3); C – *Vaccinium uliginosum* × *Vaccinium vitis-idaea* ($2n = 48$), формы № 4-50-1 и № 4-50-2; D – *Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium*, Northblue; E – *Vaccinium corymbosum* L., Reka (7) и Bluecrop (8); F – *Vaccinium angustifolium* Aiton, форма № 3–4; G – *Vaccinium vitis-idaea* L., 10 – Koral-le ($2n = 24$), 11 – Акташ-Улаган ($2n = 24$), 12 – Магадан ($2n = 48$).
1–14 – порядковые номера электрофоретических треков

Характеристика межвидового гибрида и предполагаемых исходных родительских форм

Морфологические признаки	<i>Vaccinium uliginosum</i> L.	<i>Vaccinium uliginosum</i> × <i>Vaccinium vitis-idaea</i> (2n = 48)	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L. (2n = 48)	<i>Vaccinium corymbosum</i> × <i>Vaccinium angustifolium</i> , Northblue
Жизненная форма	Кустарник (свыше 50 см высотой) или кустарничек (высотой до 50 см)	Кустарник, реже кустарничек	Кустарничек	Кустарник, реже кустарничек
Высота растения, см	30–160	30–140	8–15	60–130
Ширина кроны растения, см	35–160	56–124	8–24	70–110
Характеристика листа	Кожистый, средней плотности, опадающий, обратно-яйцевидный или эллиптический, со слегка загнутыми книзу краями, на верхушке округлый, иногда с шипиком, основание клиновидное, цельнокрайный, верхняя сторона голубовато-, нижняя светло-зеленая	Средней плотности, опадающий, округлый или яйцевидный, основание округлое или клиновидное, цельнокрайный, со слабой пильчатостью, верхняя сторона темно-, нижняя светло-зеленая	Кожистый, плотный, вечнозеленый, овальный, со слегка загнутыми книзу краями, на верхушке тупой или выямчатый, иногда с шипиком, основание листа округлое, цельнокрайный или в верхней части слегка зазубренный, верхняя сторона темно-, нижняя светло-зеленая	Средней плотности, опадающий, овальный, основание клиновидное или округлое, цельнокрайный, верхняя сторона темно-, нижняя светло-зеленая
Длина листа, см	0,5–3,8	3,1–5,2	1,4–2,3	2,2–5,6
Ширина листа, см	0,4–2,4	1,1–2,9	0,8–1,5	1,3–2,4
Длина черешка, мм	0,5–3,0	1,0–4,0	0,5–3,0	0,5–1,0
Длина кисти, см	0,5–1,8	0,2–2,7	0,4–1,8	0,6–2,6
Число цветков в кисти	1–3, реже 4–7	1–8	3–16	4–7
Форма цветка	Кувшинчатая	Кувшинчатая	Колокольчатая	Кувшинчатая
Окраска цветка	Белая или розовая	Белая, редко белая с розовыми полосками	Розово-белая	Розово-белая
Длина цветка, мм	5–8	7–10	5–8	10–13
Ширина цветка, мм	4–5	6–7	3–4	7–9
Отгиб лепестков венчика	Слабый	Слабый	Средний	Слабый
Количество тычинок, шт.	8–10	10–11	8	10
Длина столбика, мм	3,0–7,0	6,0–10,0	4,0–8,0	7,0–9,5
Расположение столбика относительно венчика	Не выдается из венчика	Не выдается	Сильно выдается	Не выдается
Длина цветоножки, мм	3,0–12,0	3,0–12,0	1,5–4,0	4,0–8,5

Форма ягоды	Округлая, овальная, грушевидная	Яйцевидная, шаровидная, овальная, приплюснутая, эллиптическая	Шаровидная	Приплюснута-шаровидная
Длина ягоды, мм	7,0–15,0	6,0–12,0	5,0–7,0	9,0–15,0
Диаметр ягоды, мм	7,0–12,0	5,0–18,0	6,0–8,0	13,0–22,0
Масса 1 ягоды, г	0,4–0,9	0,3–0,9	0,1–0,2	0,7–3,3
Окраска кожицы ягоды	Темно-синяя с сизым восковым налетом	Фиолетово-черная	Темно-красная	Синяя с сизым налетом
Окраска мякоти ягоды	Синевато-белая	Синевато-белая, белая	Белая	Белая
Число нормальных семян, шт.	11–13	4–39	4–12	7–25
Число шуплых семян, шт.	4–7	5–34	4–15	13–32

Таким образом, по морфологическим признакам межвидовой гибрид ближе к полувысокой голубике, в меньшей степени близок к голубике топяной, но далек от брусники.

Анализ Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) и ISSR-PCR выявил наиболее информативные праймеры OPA08 и 17899A (рис. 2, 3). В электрофоретических спектрах амплифицированных фрагментов у гибридов *Vaccinium uliginosum* × *Vaccinium vitis-idaea* не обнаружено уникальных для *Vaccinium vitis-idaea* ($2n = 48$) компонентов. Однако в спектрах этого гибрида присутствовали компоненты, характерные для *Vaccinium corymbosum* L., *Vaccinium angustifolium* и их гибрида *Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium* (указано стрелками). Полученные спектры RAPD-праймера OPA 08 включали 4–11 фрагментов длиной 350–1800 п.н. Фрагмент уникальный для *Vaccinium corymbosum* имел размер 1450 п.н. (рис. 2, E) и выявлялся в спектрах *Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium* (рис. 2, D) и у одного из гибридов *Vaccinium uliginosum* × *Vaccinium vitis-idaea* (рис. 2, C, спектр 5). Фрагмент уникальный для *Vaccinium angustifolium* имел размер 500 п.н. (рис. 2, F) и выявлялся в спектрах *Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium* (рис. 2, D) и у гибрида *Vaccinium uliginosum* × *Vaccinium vitis-idaea* (рис. 2, C, спектр 4). Оба этих фрагмента отсутствовали в спектрах *Vaccinium vitis-idaea*. Спектры ISSR-праймера 17899A включали 4–8 фрагментов размером 350–1900 п.н. Этот праймер выявлял уникальные фрагменты только для *Vaccinium corymbosum* длиной 900, 630 и 570 п.н. (рис. 3, E), которые также были обнаружены у гибридов *Vaccinium uliginosum* × *Vaccinium vitis-idaea* (рис. 3, C), но отсутствовали в спектрах *Vaccinium vitis-idaea*.

Таким образом, результаты молекулярно-генетического анализа не подтверждают происхождение исследуемого межвидового гибрида путем скрещивания *Vaccinium uliginosum* с тетраплоидной *Vaccinium vitis-idaea*, а свидетельствуют о происхождении в результате гибридизации *Vaccinium uligi-*

nosum с *Vaccinium corymbosum*, *Vaccinium angustifolium* или их гибридом *Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium*. Последний гибрид является наиболее вероятным отцовским растением, так как в нем присутствуют компоненты, присущие и *Vaccinium corymbosum*, и *Vaccinium angustifolium*.

Таким образом, слабая совместимость пыльцы тетраплоидной брусники с голубикой топяной, близость бруснично-голубичного гибрида по морфологическим признакам к полувысокой голубике и топяной, отсутствие в электрофоретических спектрах гибрида уникальных для брусники компонентов и наличие характерных для *Vaccinium corymbosum*, *Vaccinium angustifolium* и их гибрида *Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium*, свидетельствуют о том, что полученный в Ганцевичах межвидовой гибрид является не бруснично-голубичным, а голубичным. Наиболее вероятным отцовским растением может быть гибрид *Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium*.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Марозаў А.У.** Аўтатетраплоіды *Vaccinium vitis-idaea* L. у прыродных умовах // Весці АН Буларусі. Сер. біял. навук. – 1995. – № 2. – С. 5–11.
2. **Морозов О.В.** Основные биологические признаки и свойства бруснично-голубичного гибрида F₁ (*Vaccinium uliginosum* L. × *Vaccinium vitis-idaea* L.) // Весці НАН Буларусі. Сер. біял. навук. – 2004. – № 3. – С. 17–23.
3. **Rousi A.** Hybridization between *Vaccinium uliginosum* L. and cultivated blueberry // Ann. Agric. Fenn. – 1963. – Vol. 2. – P. 12–18.
4. **Härsalmi H.** Breeding of highbush blueberry in Finland // Acta Hort. – 1984. – № 165. – P. 71–78.
5. **Czesnik E.** Investigation of F₁ generation of interspecific hybrids *Vaccinium corymbosum* L. × *Vaccinium uliginosum* L. // Acta Hort. – 1985. – N 165. – P. 85–91.
6. **Горбунов А.Б.** Состояние сортимента и перспективы селекции голубики в Сибири // Состояние сортимента плодовых и ягодных культур и задачи селекции: тез. докл. и выступл. на междунар. науч.-практ. конф. Орел, 2–5 июля 1996 г. – Орел: ВНИИСПК, 1996. – С. 52–54.
7. **Morozov O.V.** Compatibility of remote crossing components involving *Vaccinium vitis-idaea* L. // Problems of rational utilization and reproduction of berry plants in boreal forests on the eve of the XXI century: Proc. Internat. Conf., 11–15 September 2000. – Glubokoye-Gomel, Belarus, 2000. – P. 183–187.
8. **Khanuja S.P., Shasany A.K., Darokar M., Kumar S.** Rapid Isolation of DNA from Dry and Fresh Samples of Plants Producing Large Amounts of Secondary Metabolites and Essential Oils // Plant Molecular Biology Reporter. – 1999. – Vol. 17. – P. 1–7. DOI:10.1023/A: 1007528101452.
9. **Asbaganov S.V., Kobozeva E.V., Agafonov A.V.** Application of the electrophoresis of cotyledon storage protein and ISSR-markers to the identification of hybrids between *Sorbus sibirica* Hedl. and *Sorboctoneaster pozdnjakovii* Pojark // Russian Journal of Genetics: Applied Research. – 2015. – Vol. 5, № 1. – P. 33–40. doi:10.1134/S2079059715010013
10. **Горбунов А.Б., Снакина Т.И.** Голубика // Интродукция нетрадиционных плодовых, ягодных и овощных растений в Западной Сибири / А.Б. Горбунов, В.С. Симагин, Ю.В. Фотев и др.; СО РАН, Центральный сибирский ботанический сад. – Новосибирск: Гео, 2013. – С. 109–127.
11. **Горбунов А.Б., Снакина Т.И.** Отдаленная гибридизация брусничных в ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры: материалы междунар. конф., посвящ. 80-летию Центр. бот. сада. Нац. акад. наук Беларуси (19–22 июня 2012, Минск, Беларусь). В 2 ч. – Минск, 2012. – Ч. 2. – С. 287–291.
12. **Морозов О.В.** Научные основы культуры и селекции брусники обыкновенной (*Vaccinium vitis-idaea* L.) в условия Беларуси: дис. ... д-ра. биол. наук. – Минск, 2005. – 274 с.

REFERENCE

1. **Marozay A.U.** Awtatetraploidy *Vaccinium vitis-idaea* L. u pryrodnykh umovakh // Vestsi AN Bularusi. Ser. biyal. navuk. – 1995. – № 2. – S. 5–11.
2. **Morozov O.V.** Osnovnye biologicheskie priznaki i svoystva brusnichno-golubichnogo gibrida F₁ (*Vaccinium uliginosum* L. × *Vaccinium vitis-idaea*

- L.) // Vestsi NAN Bularusi. Ser. biyal. navuk. – 2004. – № 3. – S. 17–23.
3. **Rousi, A.** Hybridization between *Vaccinium uliginosum* L. and cultivated blueberry // Ann. Agric. Fenn. – 1963. – Vol. 2. – P. 12–18.
4. **Hiirsalmi, H.** Breeding of highbush blueberry in Finland // Acta Hort. – 1984. – № 165. – P. 71–78.
5. **Czesnik, E.** Investigation of F1 generation of interspecific hybrids *Vaccinium corymbosum* L. × *Vaccinium uliginosum* L. // Acta Hort. – 1985. – N 165. – P. 85–91.
6. **Gorbunov A.B.** Sostoyanie sortimenta i perspektivy selektsii golubiki v Sibiri // Sostoyanie sortimenta plodovykh i yagodnykh kul'tur i zadachi selektsii: tez. dokl. i vystupl. na mezhdunar. Nauchno-praktich. konf. Orel, 2–5 iyulya 1996 g. – Or 1: VNIISPK, 1996. – S. 52–54.
7. **Morozov O.V.** Compatibility of remoute crossing components involving *Vaccinium vitis-idaea* L. // Problems of rational utilization and reproduction of berry plants in boreal forests on the eve of the XXI century: Proc. Internat. Conf., 11–15 September 2000. – Glubokoye-Gomel, Belarus, 2000. – P. 183–187.
8. **Khanuja S.P., Shasany A.K., Darokar M., Kumar S.** Rapid Isolation of DNA from Dry and Fresh Samples of Plants Producing Large Amounts of Secondary Metabolites and Essential Oils // Plant Molecular Biology Reporter. – 1999. – Vol. 17. – P. 1–7. doi:10.1023/A:1007528101452.
9. **Asbaganov S.V., Kobozeva E.V., Agafonov A.V.** Application of the electrophoresis of cotyledon storage protein and ISSR-markers to the identification of hybrids between *Sorbus sibirica* Hedl. and *Sorbocotoneaster pozdnjakovii* Pojark // Russian Journal of Genetics: Applied Research. – 2015. – Vol. 5. – № 1. P. 33–40. doi:10.1134/S2079059715010013
10. **Gorbunov A.B., Snakina T.I.** Golubika // Introduktsiya netraditsionnykh plodovykh, yagodnykh i ovoshchnykh rasteniy v Zapadnoy Sibiri / A.B. Gorbunov, V.S. Simagin, Yu.V. Fotev [i dr.]; SO RAN, Tsentral'nyy sibirskiy botanicheskiy sad. – Novosibirsk: Geo, 2013. – S. 109–127.
11. **Gorbunov A.B., Snakina T.I.** Otdalennaya gibridizatsiya brusnichnykh v TsSBS SO RAN, g. Novosibirsk // Introdukiya, sokhranenie i ispol'zovanie biologicheskogo raznoobraziya mirovoy flory: mater. mezhdunar. konf., posvyashch. 80-letiyu Tsentr. bot. sada. Nats. akad. nauk Belarusi. (19–22 iyunya 2012, Minsk, Belarus'). V 2 ch. Ch. 2. – Minsk, 2012. – S. 287–291.
12. **Morozov O.V.** Nauchnye osnovy kul'tury i selektsii brusniki obyknovennoy (*Vaccinium vitis-idaea* L.) v usloviya Belarusi: dis. ... d-ra. biol. nauk. – Minsk, 2005. – 274 s.

A STUDY ON THE ORIGIN OF THE COWBERRY-BLUEBERRY HYBRID BRED AT THE CENTRAL BOTANICAL GARDEN OF NASB

**A.B. GORBUNOV¹, Candidate of Science in Biology, Laboratory Head,
T.V. KURLOVICH², Candidate of Science in Biology, Lead Researcher,
S.V. ASBAGANOV¹, Candidate of Science in Biology, Researcher,
T.I. SNAKINA¹, Candidate of Science in Biology, Researcher**

¹Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

101, Zolotodolinskaya St, Novosibirsk, 630090, Russia

e-mail: gab_2002ru@ngs.ru

²Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus

25–19, Stroiteley St, Gantsevichi, 225431, Republic of Belarus,

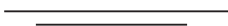
e-mail: vaccinium@mail.ru

A study on the cowberry-blueberry hybrid developed at the Central Botanical Garden of NASB was conducted jointly with the Central Siberian Botanical Garden SB RAS in order to determine its origin. Subjects of research were interspecific hybrids between native *Vaccinium uliginosum* L. (2n=48) and a natural tetraploid *Vaccinium vitis-idaea* L. (2n=48) used as a paternal plant, which were obtained in 1996. Hybrid F1 was characterized by a range of features resembling to a greater extent to those of blueberry. In connection with the fact that hybrid fruits were black-purple colored and resembled hybrids F1 obtained in Finland, Poland and Russia as a result of crossing of bog blueberry and high-bush blueberry cultivars, and flowers when pollinating were not isolated and red fruits of the cowberry type were absent in the generation F2, a demand for checking their origin arose. Interspecific crossings of *Vaccinium uliginosum* L. (2n=48) × *Vaccinium vitis-idaea* L.

($2n=48$) were carried out in 2006–2015, with emasculation and isolation of flowers. Thirty two combinations of crossing, 30–50 flowers each, were made. A morphological description of the cowberry-blueberry hybrid and assumed initial species was given. Extraction of DNA was conducted by a modified procedure. RAPD- and ISSR-PCR analyses were performed. Multi-year *Vaccinium uliginosum* $\times$ *Vaccinium vitis-idaea* crossings produced good results only in 2009, 2013, and 2015. The greatest percentage (3.3–35.0%) of berry setting was observed in 2013. The number of plump seeds in a berry was from 2 to 26. Their germinating ability was poor, and seedlings gradually died off. Berries were not set in reciprocal crossings. By a complex of morphological characters, the interspecific hybrid was closer to half-high blueberry, to a lesser extent to bog blueberry, but it was rather different from cowberry. The most informative primers OPA08 and 17899A were revealed. In the spectra of amplified fragments, components unique for *Vaccinium vitis-idaea* L. ($2n=48$) were not found in *Vaccinium uliginosum* $\times$ *Vaccinium vitis-idaea* hybrids, however, components typical of *Vaccinium corymbosum* L., *Vaccinium angustifolium* Aiton and their hybrid *Vaccinium corymbosum* $\times$ *Vaccinium angustifolium* were available. Poor reproductive compatibility of tetraploid cowberry with bog blueberry, affinity of the cowberry-blueberry hybrid to half-high blueberry and bog blueberry by morphological characters, as well as results of PCR analysis testify to the fact that the interspecific hybrid studied is blueberry, not cowberry-blueberry. The most likely paternal plant may be a *Vaccinium corymbosum* $\times$ *Vaccinium angustifolium* hybrid.

Keywords: hybrid, interspecific crossings, morphology, molecular markers, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium corymbosum*, *Vaccinium angustifolium*, cowberry, blueberry.

Поступила в редакцию 21.04.2017



ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ЗЕЛЕНОМ ЧЕРЕНКОВАНИИ СЕЛЕКЦИОННЫХ СОРТООБРАЗЦОВ СМОРОДИНЫ ЧЕРНОЙ*

О.Н. КОШЕВА, младший научный сотрудник

*Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции –
филиал Института цитологии и генетики СО РАН
630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск
e-mail: koscheva.olesia@yandex.ru*

Представлены результаты применения регуляторов роста при зеленом черенковании селекционных сортов смородины черной различного генетического происхождения – Глариоза, 1-32, 2-13, 195-9-81. Исследования проведены в 2015, 2016 гг. в Новосибирской области. Исходным материалом стали однолетние зеленые побеги смородины черной. Изучали влияние стимуляторов роста Циркон, Эпин-экстра, Биостим на укореняемость, длину корневой системы, число корней у черенков. Рабочий раствор составлял 0,5 мл препарата на 1 л воды. Черенки смородины замачивали в стимуляторах роста на 16 ч. В контроле вместо стимуляторов использовали воду. Посадку черенков осуществляли на гряды больших пленочных теплиц. Укореняемость всех сортов за 2 года составила 100 %, кроме 195-9-81 (от 90,6 до 100 %). Регуляторы роста по-разному влияли на корнеобразование. У сорта 2-13 прирост надземной части укорененного черенка в 2015 г. в варианте с препаратом Биостим имел наилучший результат – 23,7 см. Наибольшее число корней в 2016 г. отмечено у сорта Глариоза в варианте со стимулятором Биостим – 41,3, гибрида 2-13 с Цирконом – 38,4, в 2015 г. у гибрида 2-13 с применением Циркона – 38,1. Стимуляторы роста Циркон, Эпин-экстра, Биостим оказывали положительное влияние на увеличение числа корней смородины черной по сравнению с контролем. Число и длина корней под воздействием препаратов и концентраций зависят от состояния маточных растений и черенкуемых побегов.

Ключевые слова: смородина черная, зеленое черенкование, регуляторы роста, сортотип, гибрид, укоренение.

Смородина черная – одна из наиболее распространенных ягодных культур, что объясняется ее зимостойкостью, высокой урожайностью, неприхотливостью к условиям возделывания [1]. Ценность ягод смородины черной обусловлена богатым биохимическим составом ягод, прежде всего высоким содержанием биологически активных веществ [2]. В настоящее время в производственных, дачных, приусадебных хозяйствах существует высокая потребность в качественном чистосортном посадочном материале смородины. Зеленое черенкование с применением стимуляторов роста – один из эффективных способов вегетативного размножения садовых культур [3, 4]. Регуляторы роста при черенковании облегчают адаптацию растений к колебаниям погодных условий, защищают от заболеваний, повышают укоренение, улучшают качество посадочного материала [5, 6].

Цель исследования – изучить влияние регуляторов роста на укореняемость, длину корневой системы, прирост черенков, число корней у смородины черной при зеленом черенковании.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В условиях Западной Сибири в 2015, 2016 гг. проведено изучение стимуляторов роста Циркон, Эпин-экстра, Биостим на сортотипах смородины черной 1-32, 2-13, 195-9-81 и Глариоза. Осуществлена оценка регенерационной способности четырех сортотипов различного генетического происхождения. Исследования по вегетативному размножению и биометрические показатели черенков проводили по общепринятым программам и методикам [7].

Опыты по размножению зелеными черенками проводили в теплицах тоннельного

*Работа выполнена при финансовой поддержке бюджетного проекта ИЦиГ СО РАН № 0324-2016-0001.

типа. Исходным материалом стали однолетние зеленые побеги смородины черной, заготовленные с маточных насаждений 3–6 лет. Для черенков использовали интенсивно растущие, но не жирующие побеги длиной не менее 20 см. Черенки заготавливали однородными, равной силы роста, имеющими хорошо развитые пазушные почки и здоровые листья. Длина и толщина побега, окраска были типичными для сорта. Нарезку черенков проводили в утренние часы. Затем их замачивали в воде и стимуляторах роста на 16 ч. Посадку черенков осуществляли на гряды больших пленочных теплиц 7×5 см (280 шт./м^2). Опыт проходил в трехкратной повторности.

Субстрат, в который высаживали черенки, состоял из двух слоев: нижний – плодородная смесь из дерновой почвы, перегноя и торфа (2 : 1 : 1) толщиной 4–5 см, верхний – просеянный песок 2–3 см.

В период образования корней в теплице поддерживали влажность воздуха 95–100 %, субстрата – 70–80 % [8]. После укоренения черенков и возобновления роста побегов влажность воздуха в теплице понижали до 65–70 %.

В качестве веществ, стимулирующих процессы корнеобразования у зеленых черенков, использовали следующие препараты (0,5 мл/л): Циркон Эпин-экстра, Биостим. За контроль принимали обработку черенков водой. Закладку опытов проводили в 2015 и 2016 гг. в одни и те же сроки (конец III декады июня). Приживаемость высаженных черенков в питомнике определяли через месяц после посадки. Систематически наблюдали за динамикой роста корневой системы и длиной черенков. В конце вегетационного периода оценивали качество посадочного материала и параметры их развития – высоту черенков, число и длину корней.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Укореняемость зеленых черенков смородины черной колебалась от 90,6 до 100 %. В целом за 2 года укоренение всех сортов составило 100 %.

Укоренение зеленых черенков в контроле было очень высоким. Результаты соответствовали ранее проведенным исследованиям, в которых существенной разницы в укоренении черенков различных сортов смородины черной в контроле и растворах Эпин-экстра и Циркон не выявлено [9]. На укоренение влияют созданный в теплице микроклимат и хорошо подготовленный субстрат [10], а также биологические особенности смородины черной.

Важные показатели физиологической активности стимуляторов корнеобразования и вегетативной массы – число корней, их длина и прирост надземной части черенка. Свойство черенков образовывать придаточные корни заложено генетически и у разных сортов смородины черной проявляется по-разному. Проведенные исследования с использованием физиологически активных веществ для стимулирования корнеобразования показали различные результаты (см. таблицу).

Наилучший прирост надземной части укорененного черенка в 2015 г. у сортаобразца 2-13 в варианте с препаратом Биостим (23,7 см), наименьший – у 195-9-81 (во всех вариантах опыта – 13,2–15,0 см). Длина прироста в 2016 г. с применением Циркона у гибридов 1-32 и 2-13 составила 27,1 и 27,5 см соответственно.

Наибольшее число корней в 2016 г. отмечено у сорта Гладиоза в варианте со стимулятором Биостим – 41,3, гибрида 2-13 с Цирконом – 38,4; в 2015 г. у гибрида 2-13 с применением Циркона – 38,1. Применяемые стимуляторы роста оказывали положительное влияние на увеличение корней сортобразцов по сравнению с контролем.

Наибольшая длина основных корней в 2015 г. отмечена в варианте с использованием Эпин-экстра у гибрида 1-32 (17,2 см против 7,1 см в контроле, т.е. на 142,2 % больше). Наименьшая длина зарегистрирована у сортобразца 195-9-81 в варианте со стимулятором Биостим (6,8 см).

В 2016 г. длина основных корней у всех сортобразцов была выше, чем в 2015 г. Наибольшей (29,6 см) она отмечена у сорта Гладиоза с применением препарата Эпин-экстра (в контроле 17,4 см).

Влияние стимуляторов роста на развитие корневой и надземной системы зеленых черенков смородины черной (в среднем)

Сортообразец	Стимулятор роста	Длина прироста, см		Число основных корней		Длина основных корней, см	
		Год					
		2015	2016	2015	2016	2015	2016
Глариоза	Контроль	17,1	14,5	20,4	20,1	7,3	17,4
	Циркон	19,7	16,7	33,1	40,3	8,6	21,2
	Биостим	21,3	16,3	32,2	41,3	15,4	20,8
	Эпин-экстра	19,2	17,1	22,1	39,4	10,2	29,6
НСР ₀₅ 1-32	Контроль	3,3	2,6	1,0	2,9	2,3	2,2
	Циркон	20,1	25,0	14,6	16,1	7,1	16,2
	Биостим	21,1	27,1	25,2	26,4	15,2	18,3
	Эпин-экстра	19,3	26,4	22,6	34,1	13,6	18,8
НСР ₀₅ 2-13	Контроль	21,2	19,8	24,7	21,2	17,2	17,3
	Циркон	2,4	3,2	2,4	2,2	2,5	1,9
	Биостим	19,2	19,3	31,2	22,8	10,9	15,4
	Эпин-экстра	19,3	27,5	38,1	38,4	13,9	20,4
НСР ₀₅ 195-9-81	Контроль	23,7	20,1	32,9	37,2	11,7	18,4
	Циркон	19,3	25,1	36,2	37,4	13,6	18,8
	Биостим	2,4	2,6	2,9	2,4	1,8	1,3
	Эпин-экстра	14,1	16,0	24,4	17,4	6,3	16,3
НСР ₀₅	Контроль	13,2	19,5	28,0	34,4	10,2	19,2
	Циркон	15,0	14,2	26,4	30,1	6,8	19,4
	Биостим	14,1	17,0	28,7	31,4	7,2	24,2
	Эпин-экстра	1,2	1,6	2,1	1,5	1,8	1,6

ВЫВОДЫ

1. Стимуляторы роста Циркон, Эпин-экстра, Биостим оказывают положительное влияние на увеличение числа корней смородины черной по сравнению с контролем. Число и длина корней под воздействием одних и тех же препаратов и концентраций зависят от состояния маточных растений и черенкуемых побегов, которое определяется условиями внешней среды.

2. Сорта смородины черной имеют значительные различия по регенерационной способности в условиях искусственного тумана. У гибрида 1-2 отмечена наибольшая длина прироста корней от применения стимулятора Циркон (24,1 см). На число корней влияние оказывает Биостим: средний показатель за 2 года – 28,3. Гибрид 195-9-81 имел хорошо развитую корневую систему, но невысокие черенки (13,2–15,0 см).

3. На сортообразец 2-13 положительное воздействие оказало применение Циркона: прирост корней в 2016 г. составил 27,5 см, число корней – 38,4, длина основных корней 20,4 см. Для сорта Глариоза эффективно применение препаратов, которые улучшают качество черенка (число корней, длину основных корней).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Князев С.Д., Огольцева Т.П. Селекция черной смородины на современном этапе. – Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2004. – С. 237–238.
2. Янчук Т.В. Оценка генофонда смородины черной по содержанию аскорбиновой кислоты и фенольных соединений в ягодах // Совр. садоводство. – 2013. – № 4. – С. 1–10.
3. Акимова С.В., Аладина О.Н., Семенова Н.А. Разработка новых элементов технологии размножения жимолости зелеными черенками // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – Т. 38, № 1. – С. 14–20.

4. **Мистратова Н.А.** Совершенствование способа зеленого черенкования для размножения черной смородины и облепихи в условиях Красноярской лесостепи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 2013. – 8 с.
5. **Баранова Т.В., Воронин А.А., Калаев В.Н.** Экологически безопасные стимуляторы роста // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – Т. 40, № 1. – С. 41–45.
6. **Высоцкий В.А., Валиков В.А.** Использование регуляторов роста нового поколения на этапе адаптации микрорастений жимолости // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – Т. 38, № 1. – С. 86–90.
7. **Программа** и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцевой. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 680 с.
8. **Князев С.Д., Голяева О.Д., Жук Г.П., Джафарова В.Е., Андрианова А.Ю.** Производство оздоровленного посадочного материала ягодных и малораспространенных культур. – Орел, 2012. – С. 110–111.
9. **Тимушева О.К., Зайнуллина К.С.** Влияние регуляторов роста на укоренение зеленых черенков сортов смородины черной при выращивании // Плодоводство и ягодоводство России. – 2011. – Т. 28, № 2. – 260 с.
10. **Шарафутдинов Х.В.** Зеленое черенкование. Размножение садовых культур: метод. реком. – М.: Изд-во РГАУ–МСХА, 2016. – С. 7–9.
- fenol'nykh soedineniy v yagodakh // Sovr. sadovodstvo. – 2013. – № 4. – С. 1–10.
3. **Akimova S.V., Aladina O.N., Semenova N.A.** Razrabotka novykh elementov tekhnologii razmnzheniya zhimolosti zelenymi cherenkami // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2014. – Т. 38, № 1. – С. 14–20.
4. **Mistratova N.A.** Sovershenstvovanie sposoba zelenogo cherenkovaniya dlya razmnzheniya chernoy smorodiny i oblepikhi v usloviyakh Krasnoyarskoy lesostepi: avtoref. dis. kand. s.-kh. nauk. – Krasnoyarsk, 2013. – 8 s.
5. **Baranova T.V., Voronin A.A., Kalaev V.N.** Ekologicheski bezopasnye stimulyatory rosta // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2014. – Т. 40, № 1. – С. 41–45.
6. **Vysotskiy V.A., Valikov V.A.** Ispol'zovanie regul'yatorov rosta novogo pokoleniya na etape adaptatsii mikrorasteniy zhimolosti // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2014. – Т. 38, № 1. – С. 86–90.
7. **Programma** i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur / pod red. E.N. Sedova, T.P. Ogol'tsevoy. – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 680 с.
8. **Knyazev S.D., Golyaeva O.D., Zhuk G.P., Dzha-farova V.E., Andrianova A.Yu.** Proizvodstvo ozdorovlennogo posadochnogo materiala yagodnykh i malorasprostranennykh kul'tur. – Орел, 2012. – С. 110–111.
9. **Timusheva O.K., Zaynullina K.S.** Vliyanie regul'yatorov rosta na ukorenenie zelenykh cherenkov sortov smorodiny chernoy pri vyrashchivaniy // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2011. – Т. 28, № 2. – 260 s.
10. **Sharafutdinov Kh.V.** Zelenoe cherenkovanie. Razmnzhenie sadovykh kul'tur: metod. rekom. – М.: Из-во РГАУ–МСХА, 2016. – С. 7–9.

REFERENCES

THE USE OF GROWTH REGULATORS IN PROPAGATION OF BLACK CURRANT VARIETY SPECIMENS BY HERBACEOUS CUTTINGS

O.N. KOSHEVA, Junior Researcher

*Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding –
Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia
e-mail: koscheva.olesia@yandex.ru*

Results are given from studies on using growth regulators in the propagation of black currant variety specimens (Glarioza, 1-32, 2-13 and 195-9-81) of various genetic origins by herbaceous cuttings. The studies were conducted in Novosibirsk Region in 2015 and 2016. Annual green shoots of black currant specimens were the initial material. The effects of growth regulators Zircon, Epin Extra and Biostim on the rooting ability, extent of root growth and the number of roots in the cuttings were studied. The process solution was 0.5 ml of the

preparation per liter of water. The black currant cuttings were soaked in growth regulator solutions for 16 hours. In the control, solutions were replaced with water. The cuttings were planted in plastic green-house beds. The rooting ability of all the samples for two years made up 100 percent, except for 195-9-81 (90.6 to 100 percent). The growth regulators influenced root formation in different ways. In the variant of the 2-13 black currant specimens with Biostim, the growth of the above-ground part of the cutting rooted has the best result of 23.7 cm. In 2016, the largest number of roots was observed in the variant of Glarioza cultivar with Biostim, and amounted 41.3 cm, the variant of 2-13 hybrid with Zircon showed 38.4 cm; in 2015, the variant of 2-13 hybrid with Zircon showed 38.1 cm of growth. The growth regulators Zircon, Epin Extra and Biostim have positive effect on increasing the number of black currant roots as compared to the control. The number and the length of roots as influenced by various preparations and their concentrations depend on the state of parent plants and shoots cut.

Keywords: black currant, propagation by herbaceous cuttings, growth regulators, variety specimen, hybrid, rooting.

Поступила в редакцию 03.03.2017



УДК 631.527:633.13

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ОВСА
В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

С.В. КУРКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая сектором,
Н.А. БЕРЕБЕРДИН, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН
630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск
e-mail: sibkorma@ngs.ru

Представлены результаты трехлетних полевых исследований по изучению влияния генотипов сортов и погодных условий на изменчивость хозяйственно ценных признаков овса в степной зоне Западной Сибири (Северная Кулунда). Во все годы исследований наиболее высокую урожайность зерна формировали посевы среднеспелого сорта СИГ, которая в среднем составила 37,1 ц/га, что в сравнении с другими сортами (скороспелый Краснообский и среднепоздний Урал 2) больше на 5,9–8,7 ц/га (18,9–30,6 %). Известно, что генотипическая изменчивость определяется по результатам анализа фенотипического варьирования признака. В наших исследованиях проведена оценка доли влияния генотипа и условий внешней среды в общем фенотипическом варьировании урожайности зерна, ее структурных элементов, длины метелки и высоты растений при конкурсном испытании различных по скороспелости сортов овса. Наибольшее влияние на общую изменчивость урожайности зерна, массы и числа зерен метелки (от 60,0 до 73,5 %) оказали условия вегетационного периода, влияние генотипа составило не более 25 %. Изменчивость массы 1000 зерен была вызвана как внешними условиями (49,2 %), так и влиянием генотипа (42,0 %). Варьирование высоты растений и длины метелки больше зависело от генотипических особенностей сорта (41,4 и 44,0 %), чем от агрометеорологических условий (20,3 и 29,7 % соответственно). Достоверное совместное влияние (взаимодействие) генотипа и условий внешней среды на изменение элементов структуры урожайности установлено по высоте растений (20,3 %), продуктивной кустистости (16,8), длине метелки (14,2) и массе 1000 зерен (6,2 %).

Ключевые слова: овес, продуктивная кустистость, длина метелки, генотип, хозяйственно ценные признаки, элементы структуры урожайности, скороспелость овса.

Овес – одна из важнейших зернофуражных и кормовых культур в Западной Сибири. Его зерно – хороший концентрированный корм для всех видов сельскохозяйственных животных и птицы. Продукты его переработки (крупы, галеты, толокно, кофе) благодаря хорошей усвояемости белков, жира и крахмала, а также высокому содержанию витаминов имеют большое значение в диетическом и детском питании. При правильной агротехнике возделывания овес ежегодно способен давать высокие урожаи, поэтому для обеспечения экономической и экологической стабильности Сибирского региона необходимо в экстремальных условиях изме-

няющегося климата возделывать культуры с высоким потенциалом продуктивности [1–4]. Однако ориентация в селекционном процессе только на высокий потенциал продуктивности способствовала снижению устойчивости сортов к неблагоприятным воздействиям внешней среды [5].

Современная селекция достигла большого прогресса в совершенствовании культуры овса. В Западной Сибири возделывают сорта овса ярового селекции Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства – Иртыш 13, Орион, Памяти Богачкова, Тарский 2, Иртыш 21, Сибирский голозерный, Иртыш 22, Уран, Про-

гресс; селекции Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – СИР 4, Новосибирский 88, Ровесник; селекции Алтайского научно-исследовательского института земледелия и селекции – Алтайский крупнозерный, Корифей; селекции Сибирского научно-исследовательского института кормов – Краснообский, СИГ [6, 7].

В настоящее время важным направлением является разработка приемов повышения устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. Это вызывает необходимость вести селекцию в новых направлениях, основное из которых – повышение устойчивости растений к стрессовым факторам и стабильности урожайности создаваемых сортов [8–10]. Селекция овса в степной зоне должна быть направлена в первую очередь на повышение засухоустойчивости сортов.

Цель исследования – изучить влияние генотипа и условий вегетационного периода на изменчивость хозяйственно ценных признаков овса в условиях степной зоны Западной Сибири.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2011–2013 гг. на опытном поле Северо-Кулундинского отдела СибНИИ кормов (Баганский район Новосибирской области). Почвы опытного участка – чернозем южный солонцеватый, маломощный, малогумусный, слабодефлированный, легкосуглинистый. Реакция почвенного раствора слабощелочная ($\text{pH} = 7,3\text{--}7,4$).

Климат степной зоны Западной Сибири (Северная Кулунда) резко континентальный, зима продолжительная, суровая, лето жаркое и короткое, среднегодовое количество осадков 290–300 мм, за май – сентябрь выпадает 151–200 мм [11]. Среднегодовое количество осадков в мае и июне. Недостаток почвенной влаги и развитие процессов засоления также отрицательно отражаются на урожайности растений.

Агрометеорологические условия вегетационного периода в годы исследований значительно различались: в 2011, 2012 гг. они были типичными для зоны ($\text{ГТК} = 0,7\text{--}0,8$), в 2013 г. – достаточно влажными ($\text{ГТК} = 1,3$). Однако распределение осадков и температуры воздуха в межфазные периоды роста и развития растений, особенно в период налива зерна, в годы исследований отмечено очень неравномерным, что определило неодинаковый уровень урожайности зерна различных по скороспелости сортов овса.

Объекты исследований – сорта овса Краснообский, СИГ, Урал 2, созданные в СибНИИ кормов [12].

Сорт Краснообский выведен методом гибридизации (Крупнозерный $\times$ селекционный номер 206 СибНИИ кормов) с последующим индивидуальным отбором. Разновидность – аристата. Скороспелый, вегетационный период 76–80 дней. Характеризуется крупным зерном, высокой урожайностью, устойчивостью к полеганию и поражению пыльной и твердой головней, высоким качеством крупы, отнесен к группе ценных сортов. С 1991 г. включен в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию по Западно-Сибирскому региону.

Сорт СИГ выведен методом гибридизации (Орел $\times$ Таежник) $\times$ Сельма с последующим индивидуальным отбором. Разновидность – аристата. Среднеспелый, вегетационный период 82–90 дней, выровненный, созревает дружно, урожайный, устойчив к полеганию, засухе, пыльной головне. С 2008 г. включен в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию по Западно-Сибирскому региону.

Сорт Урал 2 создан совместно с Уральским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства методом индивидуально-семейственного отбора из сорта Урал. Разновидность – мутика. Среднепоздний, кормового направления, вегетационный период 95 дней, засухоустойчив, среднеустойчив к полеганию, устойчив к болезням, в том числе к головне. Рекомендуются использовать на зеленый корм и зерно для возделывания в степных и лесостепных районах Западной и Восточной Сибири. С 2015 г. включен в государственное сортоиспытание.

Сорта изучали в питомнике конкурсного сортоиспытания [13]. Срок посева – III декада мая. Посев проводили селекционной сеялкой СКС-6-10 по паровому предшественнику. Площадь делянки 25 м², повторность четырехкратная. Структурный анализ урожайности зерна проводили по растениям с двух площадок по 0,5 м² на двух повторностях. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли методом дисперсионного и корреляционного анализа по Б.А. Доспехову [14] с использованием пакета прикладных программ Snedecor [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Во все годы исследований наиболее высокую урожайность зерна формировали посеы среднеспелого сорта овса СИГ, которая в среднем за 2011–2013 гг. составила 37,1 ц/га, что в сравнении с другими сортами больше на 5,9–8,7 ц/га, или 18,9–30,6 % (табл. 1).

Существенное различие по продуктивности метелки по сортам наблюдали только в более засушливом 2011 г. Исследуемые сорта значительно различались между собой по длине и числу зерен в метелке, высоте растений, массе 1000 зерен, за исключением продуктивной кустистости. Незначительная и средняя изменчивость отмечена по длине метелки и продуктивной кустистости скороспелого сорта Краснообский (10,8 и 9,9 %) и среднеспелого сорта СИГ (4,7 и 10,8 % соответственно). Изменчивость массы 1000 зерен была незначительной у сорта Краснообский (6,6 %) и средней – у сортов СИГ и Урал 2 (12,9 и 15,1 %).

Значительная изменчивость массы зерен метелки и числа зерен в метелке проявлялась по всем сортам, в меньшей степени это выражено у сорта СИГ (24,6 и 29,9 % соответственно). Варьирование урожайности зерна у сортов было практически одинаковым (23,4–24,7 %). Вероятно, это связано с генетическим потенциалом данных сортов. Вариабельность высоты растений и длины метелки в большинстве случаев незначительная (4,7 %) или средняя (10,8–14,4 %).

Изменчивость элементов продуктивности растений под влиянием условий вегетации создает определенные трудности в оценке селекционного материала по урожайности зерна и слагающим ее элементам. Известно, что генотипы существенно различаются по реакции на изменения внешних условий. Это свойство в биометрической статистике рассматривается как взаимодействие между генотипом и средой, которое оценивается в результате испытания двух и более генотипов в разных условиях среды. Генотипическая изменчивость определяется по результатам анализа фенотипического варьирования признака [16]. В наших исследованиях проведена оценка доли влияния генотипа и условий внешней среды в общем фенотипическом варьировании урожайности зерна, ее структурных элементов, длины метелки и высоты растений при конкурсном испытании различных по скороспелости сортов овса.

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа показали, что в степной зоне Западной Сибири (Северная Кулунда) наибольшее влияние на общую изменчивость урожайности зерна, массы и числа зерен метелки (от 60,0 до 73,5 %) оказали условия вегетационного периода, влияние генотипа составило не более 25 % (табл. 2).

Вариабельность массы 1000 зерен вызвана как внешними условиями (49,2 %), так и влиянием генотипа (42,0 %). Варьирование высоты растений и длины метелки больше зависело от генотипических особенностей сорта (41,4 и 44,0 %), чем от агрометеорологических условий (20,3 и 29,7 % соответственно). На формирование крупности семян сортов овса (массы 1000 зерен) практически одинаковое влияние оказывали как генотипические особенности (42,0 %), так и условия вегетации (49,2 %).

Достоверное совместное влияние (взаимодействие) генотипа и условий внешней среды на изменение элементов структуры урожайности установлено по высоте растений (20,3 %), продуктивной кустистости (16,8), длине метелки (14,2) и массе 1000 зерен (6,2 %).

Таблица 1

Урожайность зерна и элементы ее структуры сортов овса конкурсного испытания

Сорт	Год			Среднее	Коэффициент вариации, %
	2011	2012	2013		
Урожайность, ц/га					
Краснообский	36,4	22,6	34,6	31,2	24,0
СИГ	40,8	26,7	43,9	37,1	24,7
Урал 2	33,1	20,8	31,3	28,4	23,4
НСР ₀₅	2,8	1,7	1,2		
Масса семян метелки, г					
Краснообский	0,7	1,8	1,3	1,3	43,3
СИГ	1,2	1,9	1,5	1,5	24,6
Урал 2	0,6	1,8	1,2	1,2	48,6
НСР ₀₅	0,2	$F\phi < F_{табл.}$	$F\phi < F_{табл.}$		
Высота растений, см					
Краснообский	71,2	77,6	89,2	79,3	11,5
СИГ	79,7	70,5	90,9	80,4	12,7
Урал 2	80,8	105,1	104,9	96,9	14,4
НСР ₀₅	2,6	7,3	2,5		
Длина метелки, см					
Краснообский	12,5	15,5	14,5	14,2	10,8
СИГ	15,6	17,0	15,8	16,1	4,7
Урал 2	17,2	23,3	19,0	19,8	21,1
НСР ₀₅	2,1	2,4	1,2		
Число зерен в метелке					
Краснообский	22	51	32	35	42,0
СИГ	39	61	44	48	29,9
Урал 2	19	48	29	32	46,0
НСР ₀₅	3,3	12,7	3,9		
Продуктивная кустистость					
Краснообский	1,1	1,1	1,3	1,2	9,9
СИГ	1,0	1,0	1,2	1,0	10,8
Урал 2	1,0	1,0	1,2	1,0	10,8
НСР ₀₅	$F\phi < F_{табл.}$	0,1	$F\phi < F_{табл.}$		
Масса 1000 зерен, г					
Краснообский	31,8	35,3	40,6	36,1	6,6
СИГ	30,8	31,1	34,1	32,0	12,9
Урал 2	31,6	37,5	41,4	36,8	15,1
НСР ₀₅	1,2	1,7	1,2		

Таблица 2

Доля влияния генотипа сортов овса и погодных условий в фенотипическом варьировании урожайности зерна и элементов ее структуры (среднее за 2011–2013 гг.)

Источник изменчивости	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fфакт.	Доля влияния, %
<i>Урожайность зерна</i>					
Общая	2393,9	35	68,4		100
Генотип (фактор А)	410,3	2	205,1	22,5*	17,1
Год (фактор В)	1678,2	2	839,1	92,0*	70,1
Взаимодействие АВ	59,1	4	14,8	1,6	2,5
Неучтенные факторы	246,3	27	9,1		10,3
<i>Масса зерен метелки</i>					
Общая	8,18	35	0,23		100
Генотип (фактор А)	0,75	2	0,37	8,3*	9,2
Год (фактор В)	6,01	2	3,00	66,8*	73,5
Взаимодействие АВ	0,20	4	0,05	1,10	2,4
Неучтенные факторы	1,22	27	0,04		14,9
<i>Высота растений</i>					
Общая	5668,4	35	161,2		100
Генотип (фактор А)	2346,9	2	1173,5	136,6*	41,4
Год (фактор В)	1941,5	2	957,2	111,4*	34,2
Взаимодействие АВ	1148,0	4	287,0	33,4*	20,3
Неучтенные факторы	232,0	27	8,6		4,1
<i>Длина метелки</i>					
Общая	347,6	35	9,9		100
Генотип (фактор А)	152,9	2	76,4	49,1*	44,0
Год (фактор В)	103,4	2	51,7	33,2*	29,7
Взаимодействие АВ	49,3	4	12,3	7,9*	14,2
Неучтенные факторы	42,0	27	1,6		12,1
<i>Число зерен в метелке</i>					
Общая	8706,9	35	248,8		100
Генотип (фактор А)	2196,2	2	1098,1	23,9*	25,2
Год (фактор В)	5230,2	2	2615,1	56,9*	60,0
Взаимодействие АВ	38,7	4	9,7	0,21	0,5
Неучтенные факторы	1241,8	27	46,0		14,3
<i>Продуктивная кустистость растений</i>					
Общая	1,28	35	0,04		100
Генотип (фактор А)	0,20	2	0,10	14,2*	15,7
Год (фактор В)	0,67	2	0,34	47,3*	52,5
Взаимодействие АВ	0,21	4	0,05	7,5*	16,8
Неучтенные факторы	0,19	27	0,01		15,0
<i>Масса 1000 зерен</i>					
Общая	829,7	35	23,7		100
Генотип (фактор А)	348,7	2	174,3	22,6*	42,0
Год (фактор В)	408,6	2	104,3	260,2*	49,2
Взаимодействие АВ	51,2	4	12,8	16,3*	6,2
Неучтенные факторы	21,2	27	0,78		2,6

*Достоверно на 99%-м уровне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях степной зоны Западной Сибири (Северная Кулунда) наибольший вклад в вариабельность урожайности зерна, массы и числа зерен в метелке различных по скороспелости сортов овса вносят условия вегетации растений (от 60,0 до 73,5 %), влияние генотипа составило не более 25 %. Изменчивость массы 1000 зерен вызвана существенным влиянием как погодных условий (49,2 %), так и генотипа (42,0 %). Варьирование высоты растений и длины метелки в большей мере зависит от генотипических особенностей сорта (41,4 и 44,0 %), чем от агрометеорологических условий вегетационного периода (20,3 и 29,7 % соответственно). Достоверное совместное влияние (взаимодействие) генотипа и условий внешней среды на изменение элементов структуры урожайности установлено по высоте растений, продуктивной кустистости, длине метелки и массе 1000 зерен.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козлова Г.Я., Акимова О.В. Ассимиляционная поверхность пленчатых и голозерных сортов овса в условиях Западной Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2008. – № 10. – С. 19–24.
2. Анкудович Ю.Н. Влияние климатических и агрохимических факторов на урожайность овса в условиях севера Томской области // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 5. – С. 40–47.
3. Комарова Г.Н. Селекция овса в Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 12. – С. 12–13.
4. Комарова Г.Н. Исцеляющая сила овса Нарымской селекции: реком. – Томск: Ветер, 2009. – 24 с.
5. Шаманин В.П., Петуховский С.Л. Создание исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Западной Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2012. – № 6. – С. 10–16.
6. Сорга сельскохозяйственных культур селекции ФГБНУ СибНИИСХ: науч.-практ. изд. / под ред. И.Ф. Храмцова. – Омск: ЛИТЕРА, 2016. – С. 75–86.
7. Каталог сортов сельскохозяйственных культур, созданных учеными Сибири и включен-

ных в Госреестр РФ (районированных) в 1929–2008 гг. / под ред. П.Л. Гончарова. – Новосибирск, 2009. – Т. 1. – С. 63–79.

8. Гончаров П.Л., Куркова С.В., Осипова Г.М. Реакция сортов яровой мягкой пшеницы на условия внешней среды в степной зоне Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 12. – С. 5–7.
9. Сурин Н.А. Состояние и перспективы селекции сельскохозяйственных культур в Сибирском федеральном округе // Селекция сельскохозяйственных растений на устойчивость к абиотическим и биотическим стрессорам: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Омск: Изд-во ЛИТЕРА, 2016. – С. 7–9.
10. Андреева З.В. Экологическая изменчивость урожайности зерна и генетический потенциал мягкой яровой пшеницы в Западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Новосибирск, 2011. – 271 с.
11. Агроклиматические ресурсы Новосибирской области. – М.: Гидрометеоиздат, 1971. – 155 с.
12. Сорга селекции Сибирского НИИ кормов: проспект. – Новосибирск, 2010. – 62 с.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1971. – Вып. 1. – 248 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 415 с.
15. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.
16. Цильке Р.А., Тимофеев А.А., Тимофеева Л.П. Взаимодействие генотип × среда и проблемы оценки селекционного материала // Повышение эффективности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: докл. и сообщ. VIII генет.-селект. шк. – Краснообск: РПО СО РАСХН, 2002. – С. 23–30.

REFERENCES

1. Kozlova G.Ya., Akimova O.V. Assimilyatsionnaya poverkhnost' plenchatykh i golozernykh sortov ovsa v usloviyakh Zapadnoy Sibiri // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2008. – № 10. – S. 19–24.
2. Ankudovich Yu.N. Vliyanie klimaticheskikh i agrokhimicheskikh faktorov na urozhaynost' ovsa v usloviyakh severa Tomskoy oblasti // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2015. – № 5 (246). – S. 40–47.
3. Komarova G.N. Seleksiya ovsa v Zapadnoy Sibiri // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2010. – № 12. – S. 12–13.

4. **Komarova G.N.** Istsel'yayushchaya sila ovsa Narymskoy selektsii: rekom. – Tomsk: Veter, 2009. – 24 s.
5. **Shamanin V.P., Petukhovskiy S.L.** Sozdanie iskhodnogo materiala dlya selektsii yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Zapadnoy Sibiri // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2012. – № 6. – S. 10–16.
6. **Sorta** sel'skokhozyaystvennykh kul'tur selektsii FGBNU SibNIISKh: nauch.-prakt. izd-e / pod red. I.F. Khramtsova. – Omsk: Izd-vo LITERA, 2016. – S. 75–86.
7. **Katalog** sortov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur, sozdannykh uchenymi Sibiri i vklyuchennykh v Gosreestr RF (rayonirovannykh) v 1929–2008 gg. / pod red. P.L. Goncharova. – Novosibirsk, 2009. – T. 1. – S. 63–79.
8. **Goncharov P.L., Kurkova S.V., Osipova G.M.** Reaktsiya sortov yarovoy myagkoy pshenitsy na usloviya vneshney sredy v stepnoy zone Zapadnoy Sibiri // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. – № 12. – S. 5–7.
9. **Surin N.A.** Sostoyanie i perspektivy selektsii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Sibirskom federal'nom okruge // Seleksiya sel'skokhozyaystvennykh rasteniy na ustoychivost' k abioticheskim i bioticheskim stressoram: materialy mezhdunar. nauch. –prakt. konf. – Omsk: Izd-vo LITERA, 2016. – S. 7–9.
10. **Andreeva Z.V.** Ekologicheskaya izmenchivost' urozhaynosti zerna i geneticheskii potentsial myagkoy yarovoy pshenitsy v Zapadnoy Sibiri: dis. ... d-ra s.-kh. nauk. – Novosibirsk, 2011. – 271 s.
11. **Agroklimaticheskie** resursy Novosibirskoy oblasti. – M.: Gidrometeoizdat, 1971. – 155 s.
12. **Sorta** selektsii Sibirskogo NII kormov: prospekt. – Novosibirsk, 2010. – 62 s.
13. **Metodika** gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. – M., 1971. – Vyp. 1. – 248 s.
14. **Dospekhov B.A.** Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1985. – 415 s.
15. **Sorokin O.D.** Prikladnaya statistika na komp'yutere. – Krasnoobsk: RPO SO RASKhN, 2004. – 162 s.
16. **Tsil'ke R.A., Timofeev A.A., Timofeeva L.P.** Vzaimodeystvie genotip i sreda i problemy otsenki selektsionnogo materiala // Povyshenie effektivnosti selektsii i semenovodstva sel'skokhozyaystvennykh rasteniy: dokl. i soobshch. VIII genett.-selekts. shk. – Krasnoobsk: RPO SO RASKhN, 2002. – S. 23–30.

VARIABILITY OF ECONOMIC TRAITS OF OATS UNDER CONDITIONS OF THE WEST SIBERIAN STEPPE

S.V. KURKOVA, Candidate of Science in Agriculture, Sector Head,
N.A. BEREBERDIN, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

Siberian Research Institute of Fodder Crops, SFSCA RAS

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: sibkorma@ngs.ru

Results are given from three-year field research on the influence of variety genotypes and weather conditions on variability of economic traits of oats in the steppe zone of Western Siberia (Northern Kulunda). During all the years of research, the mid-ripening cultivar SIG formed higher grain yields, which amounted to 3.71 t/ha on average that were 0.59–0.87 t/ha, or 18.9–30.6%, higher as compared with other varieties. It is known that genotypic variability is determined from results of an analysis of phenotypic variation of a trait. We in our studies evaluated a proportion of a genotype and environments in total phenotypic variation of grain productivity, yield attributes, the length of the panicle and the height of plants during a competitive trial of oat varieties differing in maturity. The greatest impact on total variation in grain productivity and the number and weight of kernels in the panicle (from 60.0 to 73.5%) was made by growing conditions; the impact of a genotype was not more than 25%. Variation in the thousand-kernel weight was caused by both environments (49.2%) and a genotype (42.0%). Variations in the height of plants and length of the panicle depended on genotypic characteristics of a variety (41.4 and 44.0%) rather than on weather conditions (20.3 and 29.7%, respectively). The significant combined impact of a genotype and environments on variation in yield attributes was found in terms of the plant height (20.3%), productive tillering (16.8%), panicle length (14.2%), and thousand-kernel-weight (6.2%).

Keywords: oats, productive tillering, panicle length, genotype, economic traits, yield attributes, early ripeness of oats.

Поступила в редакцию 20.04.2017

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР В СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ И КАЧЕСТВО СЕНАЖА ИЗ НИХ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОЙ КУЛУНДЫ

Т.А. САДОХИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
Д.Ю. БАКШАЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
Т.Г. ЛОМОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

*Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН
630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск
e-mail: bakshaevd@mail.ru*

Исследования проведены в 2013–2015 гг. в условиях полевого стационара в степной зоне Северной Кулунды, которая в соответствии со схемой агроклиматического районирования классифицируется как умеренно теплый, недостаточно увлажненный регион. Представлена динамика урожайности и питательной ценности одновидовых и смешанных посевов злаковых культур и пелюшки, приведены показатели энергетической эффективности однолетних бобово-злаковых смесей в зависимости от соотношения компонентов. Учет урожая зеленой массы и определение содержания сухого вещества в растениях показали, что при уборке на зеленый корм наиболее продуктивна смесь «овес 60 % – пелюшка 50 %» – 16,4 т/га. Доля бобового компонента в смесях от 12 до 40 %. Установлено, что в сравнении с одновидовыми посевами травосмеси урожайнее на 13–15 % и более пластичны к погодным условиям зоны. Анализ качества сенажа показал, что по вариантам опыта соотношение между молочной и уксусной кислотами было оптимальным, что свидетельствует об отрегулированном, гомоферментативном типе брожения. Масляная кислота обнаружена в незначительном количестве только в одном варианте, поэтому по биохимическим показателям опытные образцы сенажа можно отнести к отличному и хорошему корму. Сенаж, полученный из смесей, соответствует требованиям, предъявляемым по качеству к 1-му и 2-му классам. Наличие в корме влаги и сырой клетчатки соответствует ГОСТу. Содержание сырого протеина также соответствует требованиям, предъявляемым к высококачественному сенажу: для 1-го класса – не менее 13 %, для 2-го – не менее 11 %.

Ключевые слова: одновидовые и смешанные посевы, злаковые культуры, пелюшка, сенаж, кормовая единица, переваримый протеин, растворимость и расщепляемость протеина, биохимические показатели корма.

Создание полноценной кормовой базы для развития животноводства в конкретных почвенно-климатических условиях в значительной мере зависит от правильного набора культур. Большой интерес в производстве кормов представляют не только одновидовые, но и смешанные посевы кормовых культур, позволяющие получать более сбалансированную в кормовом отношении продукцию [1]. По сравнению с одновидовыми посевами смеси злаковых и бобовых культур, возделываемые на сенаж, дают возможность увеличить сбор белка с 1 га на 20–30 % [2, 3]. Правильно подобранные смеси из зернофуражных и зернобобовых культур обеспечивают оптимальную густоту и плотность травостоя, формирование ярусности, более равномерное и полное использование факторов жизни растений – света, влаги и пита-

тельных веществ [4]. Включение бобовых культур в смеси позволяет без внесения удобрений или с незначительным их применением получать высокие урожаи экологически чистой, сбалансированной по качеству продукции и заметно повысить содержание протеина в кормах из злаковых компонентов.

Фазы развития злаковых и бобовых зернофуражных культур имеют свои биологические особенности, которые учитываются при формировании смесей. Так, овес за счет высокого роста меньше угнетается другими культурами и значительно больше накапливает вегетативной массы, чем ячмень. Пелюшка (горох полевой) традиционно остается лучшим источником протеина среди полевых культур в зонах рискованного земледелия. Включение ее в смешанные по-

севы с зерновыми культурами позволяет эффективнее использовать плодородие почвы и значительно уменьшить дозы внесения минеральных удобрений. Пелюшку предпочтительнее возделывать в смесях с такими зерновыми культурами, как овес и ячмень, так как они различаются по строению и расположению корневой системы, за счет чего полнее используются факторы внешней среды и плодородия почвы [5, 6]. Двух- и поликомпонентные посевы из ячменя, пелюшки и овса содержат все основные составляющие оптимального рациона для животных: концентраты в виде недозревшего зерна, грубые фракции в виде злакового сена и сочные корма в виде зеленой массы [7, 8].

Земледелие в степной зоне Северной Кулунды ведется в сложных природно-климатических условиях. В степных районах достаточно тепло – среднегодовая сумма положительных температур больше +10 °C составляет 2350°, но при этом наблюдается дефицит влаги, за вегетационный период выпадает всего 175 мм осадков. Поэтому изучение и внедрение технологий возделывания смешанных посевов для заготовки сенажа особенно актуальны для данного региона.

Цель исследования – сравнить урожайность и кормовые достоинства одновидовых посевов и поликомпонентных смесей зернофуражных культур для получения высококачественного сенажа в условиях степной зоны Северной Кулунды.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2013–2015 гг. в степной зоне Северной Кулунды на опытном поле стационара Северо-Кулундинского отдела Сибирского научно-исследовательского института кормов (СибНИИ кормов) СФНЦА РАН. Почва опытного участка – чернозем южный солонцеватый маломощный легкосуглинистый. Климат зоны резко континентальный, с жарким летом и холодной зимой. Годовое количество осадков в среднем 250 мм, значительная часть которых (до 70–80 %) непродуктивно теряется. Гидротермический коэффициент за вегетационный период для зоны равен 0,5.

За контроль взяты одновидовые посевы пшеницы, овса, ячменя и пелюшки. Изучали двух-, трех- и четырехкомпонентные смеси. Нормы высева компонентов в смесях составляли 70–75 % от полной нормы злакового и 30–40 % бобового компонента (норма высева злакового компонента 3,0 млн семян/га, пелюшки 0,7 млн/га). Для посева использовали ячмень Баган, овес Сиг, яровую пшеницу Баганская 95, пелюшку сорта Дружная. Схема опыта включала 11 вариантов. Их размещение систематическое, в четырехкратной повторности. Посев проводили в I декаде мая (при наступлении физической спелости почвы). Предшественник – вторая культура после пара – овес. Учет урожая проведен в фазу цветения бобового компонента, что соответствовало началу цветения у злакового компонента. Закладку сенажа проводили по общепринятой технологии, сенаж из одновидовых посевов пелюшки готовили с использованием полиферментного препарата Феркон в дозе 300 г/т [8]. Биохимические исследования растений и кормов проведены по общепринятым методикам [9].

Вегетационный период 2013 г. можно охарактеризовать как неблагоприятный. Осадков выпало 239,9 мм, что на 80 мм больше среднемноголетней нормы, однако они носили ливневый характер, вызывали водную эрозию и способствовали полеганию культурных растений. Температура воздуха ниже среднемноголетней. В 2014 г. наблюдалась засушливость территории во все летние месяцы, особенно жесткие условия по влагообеспеченности для бобовых растений сложились в июне (ГТК 0,21). Отличительной особенностью вегетационного периода 2015 г. в степной зоне Западной Сибири оказалась сильная засуха с I декады мая по II декаду июля. За июнь выпало 19,6 мм осадков (54 % от среднемноголетней нормы), при этом среднемесячная температура воздуха на 1,8 °C выше среднемноголетней. Примерно такие же условия по влаго- и теплообеспеченности сложились и в июле. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в этот период были критически низкими – 37,5 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что наступление фаз вегетации, продолжительность межфазных и вегетационных периодов напрямую зависели от агрометеорологических условий года. Так, между продолжительностью периода «посев – цветение» и среднесуточной температурой воздуха выявлена сильная обратная корреляционная зависимость ($r = -0,73$). С увеличением среднесуточных температур и уменьшением суммы осадков период от посева до созревания сокращался. Между урожайностью зеленой массы и суммой осадков за вегетационный период наблюдалась тесная положительная связь ($r = 0,72$).

Наблюдения за наступлением фенологических фаз растений в различных агрометеорологических условиях, складывавшихся в разные годы исследований, позволили выявить некоторые особенности роста и развития зернофуражных культур в смешанных агроценозах.

Появление всходов наблюдалось на 6–13-й день после посева – в зависимости от погодных условий. Более дружные всходы отмечены у овса, ячменя и пелюшки. Кущение злаковых культур наблюдалось на 20–30-й день после появления всходов. Это

связано с тем, что наступление данного этапа органогенеза, как и большинства других, значительно запаздывает при неблагоприятных погодных условиях. Фазы начала цветения пелюшки и колошения злаковых наступали на 48–60-й день после появления всходов.

В среднем за 3 года исследований в условиях степной зоны Северной Кулунды высота растений злаковых культур в одновидовых посевах не превышала 59 см, что связано с неблагоприятными условиями произрастания (сильная воздушная и почвенная засуха). Высота пелюшки в одновидовых посевах 47 см, что в 1,5–2,0 раза больше, чем в смешанных агроценозах. Это свидетельствует об угнетении бобового компонента злаковыми культурами (рис. 1). Включение в смешанные посевы растений с различным темпом линейного роста дает возможность создания многоярусных агроценозов, позволяющих максимально рационально использовать факторы окружающей среды.

В опытах нижний ярус смешанных посевов был занят растениями пелюшки, высота которых от 26 до 47 см. Они уступали растениям ячменя и овса (48–55 см), занимавшим верхний ярус. Отметим, что в первона-



Рис. 1. Поликомпонентная смесь «овес 30 % + ячмень 30 % + пелюшка 50 %»

чальный период роста эти культуры находились примерно на одном уровне.

В среднем за годы исследований наиболее продуктивным по выходу зеленой массы среди одновидовых посевов оказался овес с урожайностью 15,7 т/га (табл. 1). Посевы ячменя за счет меньшей плотности травостоя формировали наименьшую урожайность – 7,8 т зеленой массы/га. Из смешанных посевов самыми продуктивными и стабильными были двухкомпонентные смеси «овес 60 % + пелюшка 50 %» (16,4 т/га), «пшеница 60 % + пелюшка 50 %» (15,5 т/га). Содержание сухого вещества в урожае по вариантам опыта изменялось от 30 до 37 %.

Трех- и четырехкомпонентные смеси формировали урожайность на 18–22 % меньше, чем двухкомпонентные агроценозы. При уборке зеленой массы смешанных посевов большое значение имеет содержание бобового компонента, от которого в дальнейшем зависит питательность готового корма.

Доля бобового компонента в изучаемых смесях изменялась от 12 до 22 %, в смеси пелюшки с пшеницей составила в среднем 40 %, что свидетельствует о более благоприятных условиях произрастания для бобовой культуры в таких посевах (рис. 2).

Из зеленой массы, полученной на вариантах опыта и подвяленной до влажности

Таблица 1

Урожайность смешанных посевов зернофуражных культур (среднее за 2013–2015 гг.)

Культура, норма высева (% от полной)	Урожайность зеленой массы, т/га	Содержание сухого вещества, %	Урожайность абсолютно сухой массы, т/га
Пшеница (100)	8,0	33	2,64
Овес (100)	15,7	30	4,71
Ячмень (100)	7,8	37	2,88
Пелюшка (100)	16,0	32	5,12
Ячмень (60) + пелюшка (50)	13,8	33	4,55
Овес (60) + пелюшка (50)	16,4	31	5,08
Пшеница (60) + пелюшка (50)	15,5	32	4,96
Ячмень (30) + пелюшка (50) + овес (30)	12,9	31	3,99
Ячмень (30) + пелюшка (50) + пшеница (30)	12,3	33	4,06
Овес (30) + пелюшка (50) + пшеница (30)	14,0	33	4,62
Ячмень (20) + овес (20) + пшеница (20) + пелюшка (50)	12,3	30	3,69
НСР ₀₅	1,2		

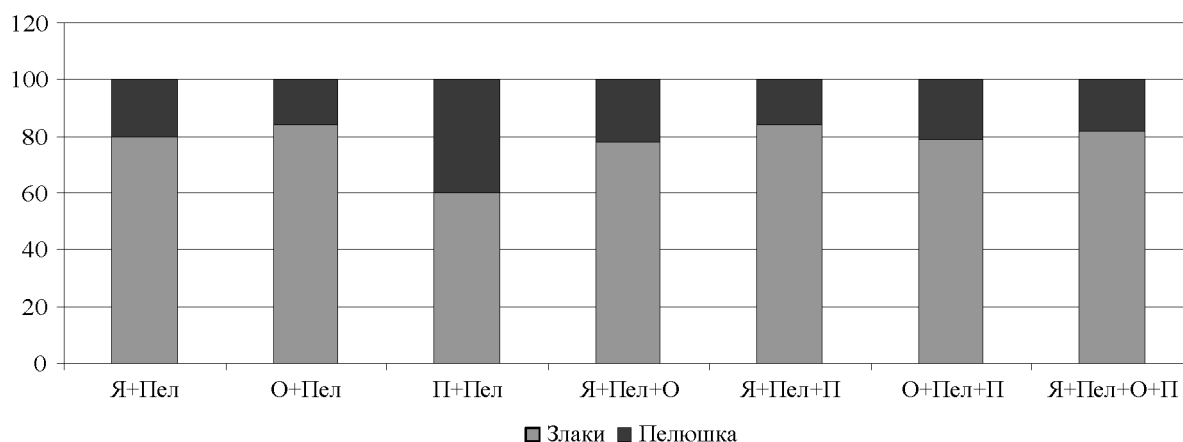


Рис. 2. Соотношение компонентов в урожае смесей зерновых культур, %
(среднее за 2013–2015 гг.)

Я – ячмень; О – овес; П – пшеница; Пел – пелюшка

45–55 %, был заложен сенаж. Консервирующим фактором в нем, обеспечивающим сохранность готового корма, служат не органические кислоты, как при силосовании, а физиологическая сухость растений.

Процесс молочнокислого брожения при силосовании в провяленных травах протекает медленно, в силу чего актуальная кислотность проявляется спустя довольно продолжительное время. У сенажа хорошего качества рН должен быть в пределах 4,7–5,5. Актуальная кислотность опытных партий сенажа составила 4,3–5,2 (табл. 2).

Качество консервированного корма во многом зависит от общего количества органических кислот, особенно от их соотношения. В хорошем сенаже по сравнению с силосом почти в 2–3 раза меньше органических кислот [10]. По всем опытным вариантам соотношение между молочной и уксусной кислотами можно признать благоприятным, что бывает в случае отрегулированного гомоферментативного типа брожения. Это подтверждается тем, что ни в одном из вариантов, кроме смеси «ячмень 60 % + пелюшка 50 %», масляная кислота не обнаружена.

Объективное представление о качестве полученного сенажа дает органолептическая оценка по цвету, запаху и структуре [10]. Доброкачественный сенаж имеет цвет от желто-зеленого до зеленовато-коричневого. Сенаж, полученный из смеси культур «пшеница 60 % + пелюшка 50 %»; «ячмень 60 % +

пелюшка 50 %»; «овес 60 % + пелюшка 50 %»; «овес 20 % + пшеница 20 % + ячмень 20 % + пелюшка 50 %», имел желто-зеленый цвет, остальной зеленовато-коричневый.

При хорошем качестве корма полностью сохраняется структура растений, ясно различаются листья, соцветия и стебли. Во всех образцах, полученных в наших исследованиях, все эти параметры были в норме. Высококачественный сенаж характеризуется приятным ароматным запахом фруктов или увлажненного сена. Опытные образцы имели запах от слабо фруктового до увлажненного сена, что указывает на хорошее качество кормов (табл. 3).

Классность сенажа устанавливается в соответствии с требованиями и нормами ГОСТ 23637–13. Сенаж всех опытных вариантов относится к 1-му или 2-му классу качества. Влажность корма и содержание сырой клетчатки соответствовали требованиям ГОСТа. Содержание сырого протеина также удовлетворяло требованиям высококачественного сенажа: для 1-го класса не менее 13 %, для 2-го – не менее 11 %.

Высокое качество корма, полученного из различных смесей злаковых культур с добавлением бобового компонента, подтверждается питательной ценностью, составившей 0,58–0,72 к.ед./кг и 6,1–7,5 МДж/кг (рис. 3).

Таким образом, в результате проведенных исследований по возделыванию одно-видовых и смешанных посевов злаковых

Таблица 2

Биохимические показатели сенажа из смесей зернофуражных культур
(среднее за 2013–2015 гг.)

Вариант	рН	Содержание кислот, %				Соотношение кислот, %	
		молочной	уксусной	масляной	сумма кислот	молочная	уксусная
Пелюшка	5,20	0,47	0,42	0	0,89	53	47
Ячмень + пелюшка	4,83	0,71	0,47	0,2	1,38	51	34
Овес + пелюшка	4,90	0,67	0,44	0	1,11	60	40
Пшеница + пелюшка	4,80	0,81	0,20	0	1,03	80	20
Ячмень + пелюшка + овес	4,56	0,91	0,40	0	1,31	69	31
Ячмень + пелюшка + пшеница	4,28	1,28	0,33	0	1,61	80	20
Овес + пелюшка + пшеница	4,33	1,43	0,35	0	1,78	80	20

Таблица 3

Качество сенажа из смесей зернофуражных культур (среднее за 2013–2015 гг.)

Вариант	Запах	Содержание, %			Класс
		сырого протеина	сырой клетчатки	молочной кислоты от суммы кислот	
Пелюшка	Фруктовый	18	25	55	2
Ячмень + пелюшка	Увлажненного сена	13	23	57	2
Овес + пелюшка	Фруктовый	12	26	66	2
Пшеница + пелюшка	»	13	22	82	1
Ячмень + пелюшка + овес	»	12	27	70	2
Ячмень + пелюшка + пшеница	»	14	25	79	1
Овес + пелюшка + пшеница	»	13	23	80	1
Ячмень + овес + пшеница + пелюшка	»	14	24	72	1

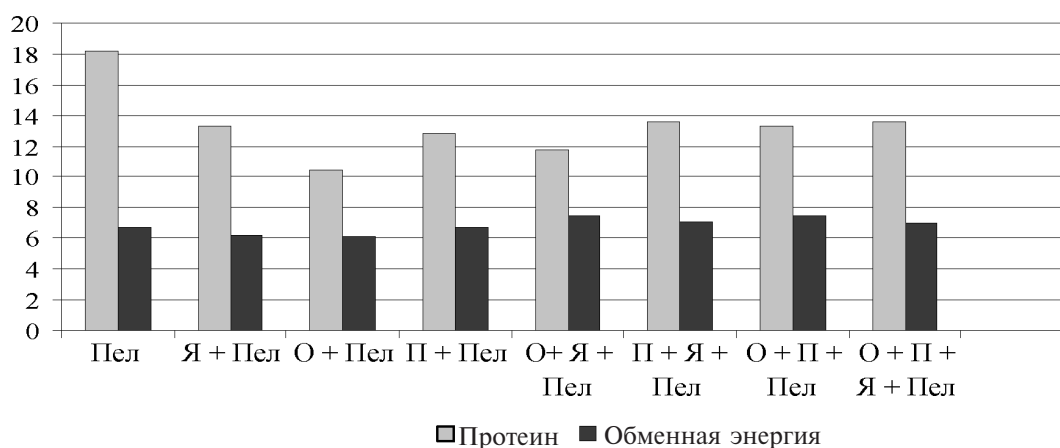


Рис. 3. Питательность сенажа из злаковых культур и пелюшки, МДж/кг
Я – ячмень; О – овес; П – пшеница; Пел – пелюшка

культур и пелюшки в степной зоне Северной Кулунды выявлено, что при уборке на зеленый корм наиболее продуктивной является смесь «овес 60 % + пелюшка 50 %» – 16,4 т/га. Качество сенажа, полученного из смесей с добавлением бобового компонента, соответствует требованиям ГОСТа, предъявляемым к 1-му и 2-му классам.

ВЫВОДЫ

1. При возделывании однолетних зернофуражных культур в степной зоне Северной Кулунды наиболее урожайной по зеленой массе (16,4 т/га) является смесь «овес 60 % +

пелюшка 50 %». Доля бобового компонента в смесях изменяется от 12 до 40 %.

2. Питательность сенажа, полученного из различных смесей зернофуражных культур с добавлением бобового компонента, составила 0,58–0,72 к.ед./кг и 6,1–7,5 МДж/кг, содержание молочной кислоты – 55–82 % от суммы кислот, что свидетельствует о высоком качестве корма. С учетом уровня влажности, содержания сырой клетчатки и сырого протеина качество сенажа из таких смесей соответствует требованиям, предъявляемым к корму 1-го, 2-го классов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агафонов В.А., Бояркин Е.В., Глушкова О.А., Гренда С.Г. Поливидовые фитоценозы новых сортов зернофуражных культур с бобовыми в лесостепи Предбайкалья // Кормопроизводство. – 2014. – № 10. – С. 14–18.
2. Васин А.В., Васина Н.В., Зуев Е.В., Кокотов М.Г. Продуктивность и кормовые достоинства урожая поливидовых посевов при возделывании на зернофураж // Кормопроизводство. – 2009. – № 2. – С. 27–30.
3. Бакшаев Д.Ю., Садохина Т.А. Поликомпонентные смеси зернофуражных культур для условий лесостепной зоны Западной Сибири // Вестн. Новосибирского ГАУ. – 2015. – № 4 (37). – С. 7–12.
4. Васина Н.В., Бордюговская А.В. Кормовая продуктивность культуры смесей раннего срока посева при разных уровнях минерального питания // Достижения науки агропромышленному комплексу. – Самара, 2014. – С. 16–19.
5. Кашеваров Н.И., Бакшаев Д.Ю., Садохина Т.А. Влияние зональных условий возделывания на урожайность и качество зерна фуражных культур в одновидовых и смешанных посевах // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 6. – С. 39–45.
6. Кашеваров Н.И., Сапрыкин В.С., Данилов В.П. Многокомпонентные сенажные смеси в решении проблемы дефицита кормового растительного белка // Кормопроизводство. – 2013. – № 1. – С. 3–6.
7. Насиев Б.Н. Подбор одновидовых и смешанных посевов кормовых культур для адаптивного земледелия Западного Казахстана // Кормопроизводство. – 2014. – № 3. – С. 35–38.
8. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Л.: Колос, 1972. – 456 с.
9. Мак-Дональд П. Биохимия силоса. – М.: Агропромиздат, 1983. – С. 224–244.
10. Таранов М.Т., Сабиров А.Х. Биохимия кормов. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 125–129.

REFERENCE

1. Agafonov V.A., Boyarkin E.V., Glushkova O.A., Grenda S.G. Polividyovye fitotsenozы novykh sortov zernofurazhnykh kul'tur s bobovymi v lesostepi Predbaykal'ya // Kormoproizvodstvo. – 2014. – № 10. – S. 14–18.
2. Vasin A.V., Vasina N.V., Zuev E.V., Kokotov M.G. Produktivnost' i kormovye dostoinstva urozhaya polividyovkh posevov pri vozdeleyvaniy na zernofurazh // Kormoproizvodstvo. – 2009. – № 2. – S. 27–30.
3. Bakshaev D.Yu., Sadokhina T.A. Polikomponentnye smesi zernofurazhnykh kul'tur dlya usloviy lesostepnoy zony Zapadnoy Sibiri // Vestn. Novosibirskogo GAU. – 2015. – №4 (37). – S. 7–12.
4. Vasina N.V., Bordyugovskaya A.V. Kormovaya produktivnost' kul'tury smesey rannego sroka poseva pri raznykh urovnyakh mineral'nogo pitaniya // Dostizheniya nauki agropromyshlennomu kompleksu. – Samara, 2014. – S. 16–19.
5. Kashevarov N.I., Bakshaev D.Yu., Sadokhina T.A. Vliyaniye zonal'nykh usloviy vozdeleyvaniya na urozhaynost' i kachestvo zerna furazhnykh kul'tur v odnovidyovkh i smeshannykh posevakh // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2015. – № 6. – S. 39–45.
6. Kashevarov N.I., Saprykin V.S., Danilov V.P. Mnogokomponentnye senazhnye smesi v reshenii problemy defitsita kormovogo rastitel'nogo belka // Kormoproizvodstvo. – 2013. – № 1. – S. 3–6.
7. Nasiev B.N. Podbor odnovidyovkh i smeshannykh posevov kormovykh kul'tur dlya adaptivnogo zemledeliya Zapadnogo Kazakhstana // Kormoproizvodstvo. – 2014. – № 3. – S. 35–38.
8. Ermakov A.I. Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy. Izd. 2-e, pererab. i dop. L.: Kolos, 1972. – 456 s.
9. Mak-Donal'd P. Biokhimiya silosa. – M.: Agropromizdat, 1983. – S. 224–244.
10. Taranov M.T., Sabirov A.Kh. Biokhimiya kormov. – M.: Agropromizdat, 1987. – S. 125–129.

**PRODUCTIVITY OF FODDER-GRAIN CROPS IN MIXED SOWINGS
AND QUALITY OF HAYLAGE FROM THEM
UNDER CONDITIONS OF THE NORTH KULUNDA STEPPE**

**T.A. SADOKHINA, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher,
D.YU. BAKSHAYEV, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher,
T.G. LOMOVA, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher**

Siberian Research Institute of Fodder Crops, SFSCA RAS

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: bakshaevd@mail.ru

Studies were conducted in 2013–2015 under conditions of a field experiment in the steppe zone of North Kulunda classified according to the agroclimatic zoning scheme as a lukewarm, insufficiently wet region. There is given the dynamics of yields and nutritive values of single-crop and mixed sowings of grain crops and field peas. Energy efficiency indices of annual grasses-and-legumes depending on their components are presented. Recording of green mass yields and determination of dry matter contents in the plants have shown that the 60% oats + 50% field peas mixture is most productive (16.4 tons per ha) when harvested for silage. The proportion of legume component in mixtures made up from 12 to 40 percent. It has been found that grass mixtures are more (by 13–15%) productive and adapted to weather conditions of the zone as compared with the annual sowings. The analysis of haylage quality showed that the lactic-acetic acids ratio was optimal across the variants, indicating the regulated homofermentative type of fermentation. Butyric acid has been found in small quantities in only the single variant, so the experimental samples of haylage can be related to feeds of high-class and good quality as to biochemical parameters. The haylage obtained from the mixtures corresponds to the requirements for I and II class feeds. The contents of moisture and crude fiber are in full accord with the State standard. The crude protein content also meets the requirements for high-quality haylage: not less than 13% for class I, and not less than 11% for class II.

Keywords: single-crop and mixed sowings, grain crops, field peas, haylage, fodder unit, digestible protein, solubility and degradability of protein, biochemical parameters of feeds.

Поступила в редакцию 28.03.2017

ВОЗДЕЛЫВАНИЕ СИЛОСНЫХ КУЛЬТУР НА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

О.Т. АНДРЕЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник,
Н.Г. ПИЛИПЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

*Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири –
филиал СФНЦА РАН*

672010, Россия, Чита, ул. Кирова, 49

e-mail: vetinst@mail.ru

Исследования проведены в Забайкальском крае в 1996–2005 гг. Изучено действие удобрений на содержание основных элементов питания почвы на лугово-черноземной почве в кормовом севообороте пар – турнепс – кукурузо-подсолнечниковая смесь – рапс яровой – горохоовсяная смесь. Определено влияние разных уровней удобренности (контроль – без удобрений, N_{30} , $N_{30}P_{15}$, N_{60} , $N_{60}P_{30}$, навоз 40 т + N_{60}) на продуктивность, питательную ценность и энергоагроэкономическую эффективность кукурузо-подсолнечниковой смеси на лугово-черноземной глубокопромерзающей почве. С повышением содержания основных элементов питания в почве увеличивались показатели продуктивности кукурузо-подсолнечниковой смеси: урожайность сырой массы на 6,45–20,40 т/га (на контроле – 21,55 т/га), выход сухого вещества на 0,86–2,48 (на контроле – 3,17), сбор кормовых единиц на 0,60–1,61 (на контроле – 2,19), переваримого протеина на 0,107–0,253 т/га (на контроле – 0,226 т/га). С повышением уровня удобренности выход валовой энергии увеличился от 69,7 тыс. до 97,2 тыс. МДж/га, приращенной валовой энергии от 63,2 тыс. до 77,0 тыс. МДж/га, энергетический коэффициент снизился от 10,7–11,2 до 4,8 ед. На удобренном варианте при высоком энергетическом коэффициенте (14,0) получено наименьшее приращение валовой энергии – 50,5 тыс. МДж/га. Наибольшая окупаемость удобрений дополнительной продукцией (20,0 кг к.ед./кг д.в., или 200 р.) получена при внесении норм N_{30} и N_{60} кг д.в./га, наименьшая (1,90 кг к.ед./кг д.в., или 190 р.) – при норме внесения навоза 40 т + N_{60} .

Ключевые слова: кукурузо-подсолнечниковая смесь, минеральные удобрения, продуктивность, питательная ценность, энергетический коэффициент, агроэкономическая эффективность.

В зимний период основным источником сочных кормов для животных служит силос. Он удовлетворяет потребность в питательных веществах, обладает диетическими свойствами и содержит биологические стимуляторы, ферменты, витамины, т.е. почти все полезные вещества, присущие зеленой траве. Подбор и технологию выращивания силосных культур необходимо определять в соответствии с почвенно-климатическими условиями хозяйства, специализацией животноводства, биологическими особенностями растений и их продуктивностью. Основные силосные культуры в Забайкальском крае – кукуруза и подсолнечник. Их возделывают в основном в смешанных посевах, что дает возможность получать более высокие и стабильные урожаи. Такие посевы устойчивее к полеганию и более пригодны к механизированной уборке. Смешанные посевы силосных культур позво-

ляют существенно повысить питательность, силосуемость и поедаемость корма, создают лучшие условия для возделывания последующих культур. Продуктивность 1 га смешанных посевов кукурузо-подсолнечниковой смеси в богарных условиях может составить до 36,0 т зеленой массы, 4,3 тыс. к. ед., 390 кг переваримого протеина. Для получения высоких урожаев кукурузо-подсолнечниковой смеси большое значение имеет внесение органических и минеральных удобрений [1–4].

Цель исследования – изучить действие удобрений на содержание основных элементов питания почвы на лугово-черноземной почве в кормовом севообороте.

В задачи исследования входило определить продуктивность, химический состав, питательную ценность, энергосодержание и агроэкономическую эффективность кукурузо-подсолнечниковой смеси.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 1996–2005 гг. на опытном поле Научно-исследовательского института ветеринарии Восточной Сибири (филиал СФНЦА РАН), расположенном в Ингодинско-Читинской лесостепи. Изучали пять уровней удобрённости посевов: N_{30} , $N_{30}P_{15}$, N_{60} , $N_{60}P_{30}$, навоз 40 т + N_{60} кг д.в./га. За контроль взят вариант без удобрений.

По данным Читинской гидрометеостанции среднемноголетняя норма осадков за вегетационный период (апрель – сентябрь) составляет – 276,0 мм, среднемесячная температура воздуха – 11,2 °С. Гидротермические коэффициенты (ГТК) вегетационных периодов в годы исследований составили 1,4; 1,2; 2,7; 1,3; 1,7; 0,9; 0,8; 2,1; 1,6; 1,6. Вегетационные периоды в годы с ГТК 1,2; 1,3; 1,4; 1,6 и 2,1 характеризуются благоприятными, с ГТК 2,7 – влажными, 0,8–0,9 – засушливыми.

Почва опытного участка лугово-черноземная мучнисто-карбонатная глубокопромерзающая. Гранулометрический состав – легкий суглинок. Объемная масса пахотного слоя 1,13 г/см³, влажность устойчивого завядания 5,5–6,4 %, наименьшая влагоемкость почвы полуметрового слоя 106,1 мм общей и 70,7 мм продуктивной влаги. По реакции почвенного раствора пахотный горизонт является слабокислым, подпахотный – нейтральным. Содержание органического вещества в слое 0–20 см – 3,67 %, общего азота – 0,31 %. Содержание подвижного фосфора низкое, обменного калия – среднее.

Общая площадь делянки 100 м², повторность опыта четырехкратная, размещение вариантов рендомизированное, форма делянки прямоугольная.

Кукурузо-подсолнечниковую смесь возделывали в пятипольном кормовом севообороте (пар – турнепс – кукурузо-подсолнечниковая смесь – рапс яровой – горохоовсяная смесь) по общепринятой в зоне агротехнике [6, 7]. Основную обработку почвы проводили в I декаде мая плугом

ПН-4-35, кольчатым катком на глубину 20–22 см с последующей культивацией КПЭ-3,8 на глубину 10–12 см. Навоз 40 т/га вносили навозоразбрасывателем под вспашку, аммиачную селитру в норме N_{30} и N_{60} кг д.в./га – под предпосевную культивацию сеялкой СЗП-3,6, двойной гранулированный суперфосфат в норме P_{15-30} кг д.в./га – при посеве с семенами в рядки. Для посева использовали районированный сорт кукурузы Краснодарская 194, подсолнечник Енисей. Высевали его в III декаде мая сеялкой СУПН-8с нормой посева кукурузы 75 тыс. всхожих зерен/га, подсолнечника – 177 тыс.

Экспериментальная работа выполнена в соответствии с методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами и удобрениями. В исследованиях использовали апробированные методики [5–10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Внесение минеральных и органоминеральных удобрений под кукурузо-подсолнечниковую смесь в пятипольном кормовом севообороте пар – турнепс – кукурузо-подсолнечниковая смесь – рапс яровой – горохоовсяная смесь оказало положительное влияние на показатели плодородия почвы как в пахотном, так и в подпахотном горизонтах. Состояние азотной обеспеченности в посевах кукурузо-подсолнечниковой смеси оценивали по количеству продуцируемых нитратов, содержание которых в большей степени зависело от условий увлажнения, особенностей температурного режима и уровня минерального питания растений (табл. 1). В среднем за вегетационный период неудобренная почва в пахотном горизонте содержала NO_3 1,7 мг/100 г почвы, удобренная – 3,05–4,50 мг. Повышение норм азотных удобрений от 30 до 60 кг д.в./га увеличивало концентрацию нитратов в посевах от 2,25–4,4 до 3,3–6,25 мг/100 г почвы.

Внесение азотных удобрений в чистом виде и совместно с фосфорными при посеве в рядки активизировало содержание подвижного фосфора в почве как в пахотном,

Таблица 1

Содержание основных элементов питания в слое 0–20 см в посевах кукурузо-подсолнечниковой смеси в зависимости от уровня удобрения (1996–2005 гг.), мг/100 г почвы

Вариант	I декада мая	II декада июля	III декада сентября	В среднем за вегетационный период
NO_3				
Контроль (без удобрений)	1,95	2,0	1,3	1,7
N_{30}	2,7	4,4	2,25	3,05
$N_{30} P_{15}$	2,85	4,6	2,45	3,25
N_{60}	3,3	6,25	4,0	4,50
$N_{60} + P_{30}$	3,1	6,3	3,0	4,15
P_2O_5				
Контроль (без удобрений)	3,45	4,1	3,5	3,65
N_{30}	6,75	6,75	5,8	6,4
$N_{30} P_{15}$	4,80	5,0	5,2	4,95
N_{60}	9,05	7,15	6,7	7,6
$N_{60} + P_{30}$	6,85	6,15	6,2	6,4
K_2O				
Контроль (без удобрений)	5,85	5,65	5,2	5,55
N_{30}	7,25	7,80	6,4	7,10
$N_{30} P_{15}$	6,40	6,65	6,25	6,40
N_{60}	10,1	8,4	7,30	8,55
$N_{60} + P_{30}$	7,0	6,70	5,55	6,35

так и в подпахотном горизонте, которое находилось в прямой зависимости от норм внесения азотно-фосфорных удобрений. В среднем за вегетационный период неудобренная почва в пахотном горизонте содержала P_2O_5 3,25 мг/100 г почвы, удобренная – 4,95–7,60 мг. Повышение норм азотно-фосфорных удобрений от $N_{30}P_{15}$ до $N_{60}P_{30}$ кг д.в./га увеличивало концентрацию P_2O_5 в посевах от 4,8–5,2 до 6,15–6,85 мг/100 г почвы, влияние азотных удобрений в чистом виде N_{30} и N_{60} кг д.в./га – от 5,8–6,75 до 6,7–9,05 мг/100 г почвы.

Внесение минеральных удобрений активизировало также содержание обменного калия в почве. В среднем за вегетационный период неудобренная почва в пахотном горизонте содержала K_2O 5,55 мг/100 г почвы, удобренная – 6,35–8,55 мг.

Положительное влияние удобрений на питательный режим почвы сказалось и на продуктивности кукурузо-подсолнечниковой смеси. По отношению к неудобренному варианту урожайность сырой массы увеличилась на 6,45–20,40 т/га (на контроле – 21,55 т/га), выход сухого вещества на 0,89–2,48 (на контроле – 3,17), сбор кормовых единиц на 0,60–1,61 (на контроле – 2,19), сбор переваримого протеина на 0,107–0,253 т/га (на контроле – 0,226 т/га). Наибольшую продуктивность кукурузо-подсолнечниковой смеси обеспечили нормы N_{60} и навоз 40 т + N_{60} , где урожайность сырой массы составила 35,45–41,95 т/га, выход сухого вещества – 5,01–5,65, сбор кормовых единиц – 3,39–3,80, переваримого протеина – 0,431–0,479 т/га (табл. 2). Наши данные согласуются с результатами других авторов [11–13].

С повышением урожайности кукурузо-подсолнечниковой смеси на удобренных вариантах существенно изменился химический состав и питательная ценность биомассы (табл. 3). Под влиянием разных видов и норм удобрений содержание протеина в сухом веществе увеличилось в кукурузе от 9,88 на контроле до 10,80–12,94 % на удобренных вариантах, жира – от 1,36 до 1,37–1,72, золы – от 9,18 до 9,20–10,13, фосфора – от 0,24 до 0,26–0,32, кальция – от 0,63 до 0,64–0,72, калия – от 2,11 до 2,13–2,99 %. В подсолнечнике данные показатели составили от 11,28 до 12,54–14,31 %, от 1,99 до 2,01–2,36, от 10,27 до 11,07–12,42, от 0,21 до 0,24–0,30, от 1,46 до 1,55–1,64, от 2,20 до 2,32–3,05 % соответственно. Овсяно-кормовая единица в расчете на 1 кг сырой массы и сухого вещества по вариантам опыта составила в кукурузе 0,10–0,11 и 0,74–0,75, в подсолнечнике 0,09–0,09 и 0,66–0,68. Содержание обменной энергии в 1 кг сухого вещества по вариантам опыта сравнительно высокое – в кукурузе 9,6–9,7 МДж, в подсолнечнике – 9,1–9,2 МДж. Обеспеченность переваримым протеином в овсяно-кормовой единице выше на удобренных вариантах: в кукурузе – 71,3–85,3 г (на контроле – 65,2 г), в подсолнечнике – 85,6–90,7 г (на контроле – 74,4 г).

Энергетические затраты на возделывание кукурузо-подсолнечниковой смеси в основном зависели от количества внесенных

удобрений и их стоимости. Минимальные затраты совокупной энергии (6,5–6,7 тыс. МДж) получены на варианте, где вносили N_{30} и $N_{30}P_{15}$, максимальные (20,2 тыс. МДж) при внесении 40 т навоза + N_{60} (табл. 4). На удобренных вариантах наименьший выход валовой и приращенной энергии (69,7 и 63,2 тыс. МДж) обеспечила норма удобрений N_{30} кг д.в./га, наибольший (97,2 и 77,0 тыс. МДж) – норма 40 т навоза N_{60} кг д.в./га

При небольших нормах минеральных удобрений (N_{30} и $N_{30}P_{15}$) энергетический коэффициент составил 10,7–11,2 ед., при их удвоенных нормах (N_{60} и $N_{60}P_{30}$) – 8,7–9,0 ед., т.е. с увеличением нормы удобрений этот показатель снижался от 10,7–11,2 до 8,7–9,0 ед.

С увеличением уровня питательных веществ, поступающих с удобрениями в почву, окупаемость удобрений дополнительной продукцией снижалась (табл. 5). Вариант с внесением удобрений N_{30} обеспечил окупаемость удобрений 20,0 кг к. ед./кг д.в., $N_{30}P_{15}$ – 18,0, N_{60} – 20,0, $N_{60}P_{30}$ – 10,2, навоз 40 т + N_{60} – 1,90 кг к.ед./кг д.в. Наибольшая окупаемость удобрений дополнительной продукцией (18,0–20,0 кг к. ед./кг д.в.) получена при нормах N_{30} , $N_{30}P_{15}$ и N_{60} кг д.в./га, наименьшая (1,90 кг к. ед./кг д.в.) – при норме внесения навоза 40 т + N_{60} .

Таблица 2

Урожайность кукурузо-подсолнечниковой смеси, выход сухого вещества, сбор кормовых единиц и переваримого протеина в зависимости от уровня удобренности (1996–2005 гг.), т/га

Вариант	Сырая масса	Прибавка к контролю	Сухое вещество	Прибавка к контролю	Кормовые единицы	Прибавка к контролю	Переваримый протеин	Прибавка к контролю
Контроль (без удобрений)	21,55	–	3,17	–	2,19	–	0,226	–
N_{30}	28,00	6,45	4,06	0,89	2,79	0,60	0,333	0,107
$N_{30}P_{15}$	31,95	10,40	4,37	1,20	3,00	0,81	0,381	0,155
N_{60}	35,45	13,90	5,01	1,84	3,39	1,20	0,431	0,205
$N_{60}P_{30}$	32,10	10,55	4,59	1,42	3,11	0,92	0,394	0,168
Навоз 40 т + N_{60}	41,95	20,40	5,65	2,48	3,80	1,61	0,479	0,253
$НСП_{05}$			0,25		0,17		0,21	

Таблица 3

Химический состав кукурузы и подсолнечника в зависимости от уровня удобренности (1996–2005 гг.)

Вариант	Содержание в сухом веществе, %								ОКЕ в 1 кг		Перевари- мый про- теин, г/ОКЕ	ОЭ в 1 кг сухого вещества МДж
	протеина	клетчатки	БЭВ	жира	золы	Р	Са	К	сырой массы	сухой массы		
Кукуруза												
Контроль (без удобрений)	9,88	30,94	48,66	1,36	9,18	0,24	0,63	2,11	0,11	0,75	65,2	9,6
N ₃₀	10,80	30,76	47,57	1,72	9,22	0,24	0,72	2,13	0,11	0,75	71,3	9,6
N ₃₀ P ₁₅	12,21	31,19	45,97	1,37	9,41	0,26	0,68	2,37	0,11	0,74	80,4	9,6
N ₆₀	12,94	29,78	46,84	1,45	9,20	0,30	0,69	2,27	0,11	0,75	85,3	9,7
N ₆₀ P ₃₀	12,52	30,40	46,79	1,49	9,30	0,29	0,67	2,11	0,11	0,75	82,4	9,6
Навоз 40 т + N ₆₀	12,15	30,44	45,99	1,44	10,13	0,32	0,64	2,99	0,10	0,74	80,2	9,6
НСП ₀₅	1,09		1,99					0,31			7,00	
Подсолнечник												
Контроль (без удобрений)	11,28	22,83	53,20	1,99	10,27	0,21	1,46	2,20	0,09	0,68	74,4	9,2
N ₃₀	13,12	23,56	50,76	2,21	10,29	0,21	1,56	2,32	0,09	0,68	86,5	9,2
N ₃₀ P ₁₅	13,77	23,78	49,36	2,15	11,07	0,24	1,58	2,47	0,09	0,67	90,7	9,2
N ₆₀	12,54	25,07	48,52	2,13	10,96	0,25	1,55	2,59	0,09	0,66	89,0	9,1
N ₆₀ P ₃₀	13,45	24,74	49,44	2,01	10,74	0,24	1,64	2,50	0,09	0,66	88,4	9,1
Навоз 40 т + N ₆₀	14,31	24,33	47,17	2,36	12,42	0,30	1,64	3,05	0,09	0,66	85,6	9,1
НСП ₀₅	1,14		2,32		0,95	0,02		0,38			7,5	

Таблица 4

**Биоэнергетическая оценка кукурузо-подсолнечниковой смеси в зависимости от уровня удобрённости
(1996–2005 гг.)**

Вариант	Затраты совокупной энергии, тыс. МДж/га	Выход валовой энергии, тыс. МДж/га	Энергетический коэффициент	Приращение валовой энергии, тыс. МДж/га
Контроль (без удобрений)	3,9	54,4	14,0	50,5
N ₃₀	6,5	69,7	10,7	63,2
N ₃₀ P ₁₅	6,7	75,1	11,2	68,4
N ₆₀	9,1	79,1	8,7	70,0
N ₆₀ P ₃₀	9,5	85,9	9,0	76,4
Навоз 40 т + N ₆₀	20,2	97,2	4,8	77,0

Таблица 5

Агроэкономическая эффективность удобрений в посевах кукурузо-подсолнечниковой смеси

Показатель	Контроль (без удобрений)	N ₃₀	N ₃₀ P ₁₅	N ₆₀	N ₆₀ P ₃₀	Навоз 40 т + N ₆₀
Сбор кормовых единиц, т/га	2,19	2,79	3,00	3,39	3,11	3,80
Прибавка, т/га	–	0,60	0,81	1,20	0,92	1,61
Окупаемость удобрений, кг	–	20,0	18,0	20,0	10,2	1,90
Окупаемость удобрений, р.	–	200,0	180,0	200,0	102,0	190,0

ВЫВОДЫ

1. Внесение удобрений в посевах кукурузо-подсолнечниковой смеси увеличивало в пахотном слое почвы концентрацию нитратов до 2,25–6,3 мг/100 г почвы (на контроле – 1,3–2,0 мг/100 г), содержание подвижного фосфора – до 4,80–9,05 (на контроле – 3,45–4,10), обменного калия – до 5,55–10,1 мг/100 г почвы (на контроле – 5,2–5,85 мг/100 г).

2. С увеличением содержания основных элементов питания в почве повышалась продуктивность кукурузо-подсолнечниковой смеси: по сырой массе на 6,45–20,40 т/га (на контроле – 21,55 т/га), сухому веществу на 0,89–2,48 (на контроле – 3,17), кормовым единицам на 0,60–1,61 (на контроле – 2,19), переваримому протеину на 0,107–0,253 т/га (на контроле – 0,226 т/га).

3. Под влиянием удобрений в химическом составе растений повышалось содержание питательных веществ в кукурузе: сырого протеина от 9,88 на контроле до 10,80–

12,94 % на удобренных вариантах, жира – от 1,36 до 1,37–1,72, золы – от 9,18 до 9,20–10,13, фосфора – от 0,24 до 0,26–0,32, кальция – от 0,63 до 0,64–0,72, калия – от 2,11 до 2,13–2,99 %; в подсолнечнике соответственно: от 11,2 до 12,54–14,31 %, от 1,99 до 2,01–2,36, от 10,27 до 11,07–12,42, от 0,21 до 0,24–0,30, от 1,46 до 1,55–1,64, от 2,20 до 2,32–3,05 %.

4. Повышение норм удобрений в посевах кукурузо-подсолнечниковой смеси увеличивало выход валовой энергии от 69,7 тыс. до 97,2 тыс. МДж/га, приращенной валовой энергии от 63,2 тыс. до 77,0 тыс. МДж/га. Наибольший выход валовой энергии 97,2 тыс. и приращенной 77,0 тыс. МДж/га обеспечила норма 40 т навоза + N₆₀ кг д.в./га.

5. С увеличением уровня питательных веществ, поступающих с удобрениями в почву, окупаемость удобрений дополнительной продукцией снижалась от 20,0 до 1,90 кг. Наибольшая окупаемость удобрений дополнительной продукцией (20,0 кг к.ед./кг д.в., или 200 р.) получена

при внесении нормы N_{30} и N_{60} кг д.в./га, наименьшая (1,90 кг к.ед./кг д.в., или 190 р.) – при норме внесения навоза 40 т + N_{60} .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Климова Э.В.** Технология производства продукции растениеводства в Забайкалье: учеб. пособие. – Чита: Поиск, 2004. – С. 319–323.
2. **Андреева О.Т., Шашкова Г.Г., Цыганова Г.П.** Агротехнологии производства кормов в Сибири: практ. пособие. – Новосибирск, 2013 – С. 178–195.
3. **Галкина О.В.** Долевое участие подсолнечника в поливидовых посевах // Актуальные проблемы аграрной науки и образования: материалы науч.-практ. конф. – Чита: Поиск, 2007. – С. 72–74.
4. **Шашкова Г.Г., Цыганова Г.П., Андреева О.Т.** Возделывание сельскохозяйственных культур в Забайкальском крае / под ред. Г.Г. Шашкова. – Чита: Экспресс-изд-во, 2012. – С. 163–175.
5. **Методические** указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: Изд-во ВНИИ кормов, 1983. – 197 с.
6. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
7. **Опытное** дело в полеводстве. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 190 с.
8. **Методика** государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – 267 с.
9. **Агрофизические** методы исследований почв. – М.: Наука, 1966. – 259 с.
10. **Агрохимические** методы исследования почв. – М.: Наука, 1965. – 435 с.
11. **Narval S.D., Malik D.S.** Response of Sunflower cultivars to plant density and nitrogen // J. agr. Sc. – 1985. – Vol. 104, N 1. – S. 95–97.
12. **Samui R.C., Singh R.K., Bhattacharyya P., Hazarika B.** Effekt of nitrogen and crop geometry on winter sunflower // ISHS Acta Horticulturae. – 1985. – P. 275–276.
13. **Stumpe H., Hagedorn E.** Die Wirkung von Stalmist und Mineraldüngung auf Pflanzenertrag und Humusgehalt des Bodens in einem 32-jährigen

Danerversuch in Halle // Tag.-Ber. Akad. Landwirtschaft. Wiss DDR. – Berlin, 1982. – N 205. – 65 s.

REFERENCES

1. **Klimova E.V.** Tekhnologiya proizvodstva produktsii rastenievodstva v Zabaykal'e: ucheb. posobie. – Chita: Poisk, 2004. – S. 319–323.
2. **Andreeva O.T., Shashkova G.G., Tsyganova G.P.** Agrotekhnologii proizvodstva kormov v Sibiri: prakt. posobie. – Novosibirsk, 2013 – S. 178–195.
3. **Galkina O.V.** Dolevoe uchastie podsolnechnika v polividovykh posevakh. // Aktual'nye problemy agrarnoy nauki i obrazovaniya: materialy nauch.-prakt. konf. – Chita: Poisk, 2007. – S. 72–74.
4. **Shashkova G.G., Tsyganova G.P., Andreeva O.T.** Vozdelyvanie sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Zabaykal'skom krae / pod red. G.G. Shashkova. – Chita: Ekspress-izd-vo, 2012. – S. 163–175.
5. **Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami.** – M.: Izd-vo VNII kormov, 1983. – 197 s.
6. **Dospikhov B.A.** Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
7. **Opytnoe delo v polevodstve.** – M.: Rossel'khozizdat, 1982. – 190 s.
8. **Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya s.-kh. kul'tur.** – M.: Kolos, 1985. – 267 s.
9. **Agrofizicheskie metody issledovaniy pochv.** – M.: Nauka, 1966. – 259 s.
10. **Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv.** – M.: Nauka, 1965. – 435 s.
11. **Narval S.D., Malik D.S.** Response of Sunflower cultivars to plant density and nitrogen // J. agr. Sc. – 1985. – Vol. 104, N 1. – S. 95–97.
12. **Samui R.C., Singh R.K., Bhattacharyya P., Hazarika B.** Effekt of nitrogen and crop geometry on winter sunflower // ISHS Acta Horticulturae. – 1985. – P. 275–276.
13. **Stumpe H., Hagedorn E.** Die Wirkung von Stalmist und Mineraldüngung auf Pflanzenertrag und Humusgehalt des Bodens in einem 32-jährigen

SILAGE CROP CULTIVATION ON MEADOW-CHERNOZEM SOILS IN EASTERN TRANSBAIKALIA

**O.T. ANDREYEVA, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher,
N.G. PILIPENKO, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher**

*Research Institute of Veterinary Science of Eastern Siberia – Branch of the SFSCA RAS
49, Kirova St, Chita, 672010, Russia
e-mail: vetinst@mail.ru*

Studies were conducted in Transbaikalian Territory in 1996–2005. There was studied the effect of fertilizers on the contents of major soil nutrition elements in meadow-chernozem soils in a fodder crop rotation: fallow – turnip – maize/sunflower mixture – spring rapeseed – peas/oats mixture. There were found impacts of different variants of fertilization (those were the control without fertilizers; N30; N30P15; N60; N60P30, and 40 tonnes of manure + N60) on productivity, nutritive value and agro-economic energy efficiency of maize/sunflower mixture grown on meadow-chernozem, deep-frozen soils. As the contents of major soil nutrition elements increased, yields of raw mass of maize/sunflower mixture increased by 6.45–20.40 t/ha (21.55 t/ha in the control), dry matter yield by 0.86–2.48 (3.17 in the control), fodder unit by 0.60–1.61 (2.19 in the control), digestible protein by 0.107–0.253 t/ha (0.226 t/ha in the control). As the fertilization level increased, the gross energy output increased from 69.7 to 97.2 ths MJ per ha, the incremental gross energy output from 63.2 to 72.0 ths MJ per ha; the energy ratio decreased from 10.7–11.2 to 4.8 units. The minimum increment of gross energy of 50.5 ths MJ per ha was in the fertilization variant with high energy ratio of 14.0. The maximum payback of fertilizers with extra produce (20 kg of fodder units per 1 kg a.i./ha, or 200 rubles) was received in the variants with N30 and N60 kg a.i./ha, the minimum (1.9 kg of fodder units per 1 kg a.i./ha, or 190 rubles) in the variant with 40 tons of manure + N60.

Keywords: maize/sunflower mixture, mineral fertilizers, productivity, nutritive value, energy ratio, agro-economic effectiveness.

Поступила в редакцию 21.04.2017

СЕЛЕКЦИЯ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВ В ТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л.Д. УРАЗОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
О.В. ЛИТВИНЧУК, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,

*Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа –
филиал СФНЦА РАН*

636464, Россия, Томская область, Колпашево, ул. Науки, 20
e-mail: narym@mail2000.ru

Приведены результаты 40-летних исследований в таежной зоне Томской области, в процессе которых создано девять сортов пяти видов многолетних злаковых трав, различающихся по урожайности и качественным показателям кормовой массы и семян. Климат в зоне исследований резко континентальный, с продолжительной суровой зимой и коротким умеренно теплым летом. Почвы опытных участков дерново-подзолистые супесчаные, с содержанием гумуса в пахотном горизонте не более 2 %. Методом отбора из дикорастущих популяций выведены сорта тимopheевки луговой Утро и бекмании обыкновенной Нарымская 2, отличающиеся зимостойкостью, высокой пластичностью. Урожайность сухого вещества у данных сортов составила 6,6–7,4 т/га, семян – до 0,43–0,70 т/га. Методом массового отбора с последующей внутривидовой гибридизацией лучших дикорастущих популяций Колпашевского района Томской области, а также разнокачественных географически и экологически отдаленных форм выведены сорта овсяницы луговой Мечта, ежи сборной Нарымская 3, Былина, двукисточника тростникового Витязь, Богатырь. На примере селекции овсяницы луговой и бекмании обыкновенной показана эффективность метода сложногибридных популяций. В результате получены высокоурожайные, устойчивые к биотическим и абиотическим стрессам сорта овсяницы луговой Вера и бекмании обыкновенной Русалочка. Средняя урожайность сухого вещества у сорта Вера составила 5,5 т/га, семян – 0,26 т/га, максимальная – 7,5 т/га и 0,38 т/га соответственно. Урожайность сухого вещества сорта Русалочка 5,4 т/га, семян – 0,29 т/га.

Ключевые слова: селекция, бекмания обыкновенная, ежа сборная, двукисточник тростниковый, тимopheевка луговая, овсяница луговая, дикорастущие популяции.

Необходимое условие успешного развития кормопроизводства – разработка системы создания и внедрения высокопродуктивных сортов многолетних бобовых и злаковых трав. С их помощью удастся решать проблемы обеспечения устойчивой продуктивности по годам, ресурсо- и энергонасыщенности, экологически безопасного производства высококачественных кормов. Основные задачи современной селекции кормовых культур – выведение новых, климатически и экологически дифференцированных, высокопродуктивных сортов на базе рационального использования генетических ресурсов культурной и природной флоры, достижений фундаментальной биологии, биотехнологии и иммунологии [1, 2].

Создание новых сортов кормовых культур, максимально адаптированных к неблагоприятным факторам внешней среды, обеспечивающих получение высококачественного корма в оптимальные сроки, – одно из основных направлений формирования стабильной базы кормопроизводства во всех регионах России [3].

В Сибири проблема обеспеченности кормами по-прежнему сохраняет свою актуальность, что во многом обусловлено природно-климатической спецификой региона. Экстремальные условия ограничивают видовой состав возделываемых кормовых культур и их продуктивность, приводят к большому колебанию урожайности и качества кормов. Создание сортов с высокой продуктивностью, позитивной средообразующей функцией и толерантностью к жестким почвенно-климатическим условиям Сибири – актуальная задача современной селекции [4].

В целом в России для нужд кормопроизводства возделывают более 60 видов кормовых культур, 5 из них служат объектами

селекционной работы, выполняемой в Нарымском отделе селекции и семеноводства Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства и торфа – филиала СФНЦА РАН. В настоящее время создано 9 адаптированных к суровым климатическим условиям сортов, отличающихся повышенной продуктивностью и устойчивостью к основным болезням. Полученные в процессе многократных сложных скрещиваний сорта и формы нового селекционного поколения не уступают лучшим зарубежным аналогам по продуктивности, а по таким важнейшим характеристикам, как зимостойкость, устойчивость к кислотности и засоленности почвы, превосходят их.

Цель исследования – создание адаптивных сортов тимopheевки луговой, овсяницы луговой, ежи сборной, двукисточника тростникового и бекмании обыкновенной для экстремальных условий Западной Сибири.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили на базе Нарымской государственной селекционной станции (ныне Нарымский отдел СибНИИСХиТ – филиала СФНЦА РАН), расположенной в центральной части Томской области. Район исследований относится к северной таежной зоне Томского Приобья. Селекция осуществлялась с целью создания кормовых трав, приспособленных к экстремальным условиям Сибири. Многие районы предполагаемого распространения сортов характеризуются неблагоприятными гидротермическими режимами, коротким безморозным периодом, суровыми зимами и высокой инсоляцией. Климат в зоне исследований резко континентальный, с продолжительной суровой зимой и коротким умеренно теплым летом. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом около 7 мес. Безморозный период длится 70–90 дней. Среднее количество осадков за вегетационный период более 300 мм. Сумма температур выше 10 °С равна 1300–1600°.

Почвы опытных участков дерново-подзолистые супесчаные, с содержанием гумуса

в пахотном горизонте не более 2 %. Обеспеченность почв питательными веществами в подвижной форме по нитратному азоту низкая (0,20–0,22 мг/100 г воздушно-сухой почвы), по обменному калию средняя (8,3–13,9), по подвижному фосфору высокая (12,1–18,1 мг/100 г воздушно-сухой почвы), рН_{сол} 4,3–4,5, содержание алюминия высокое (4,4–9,6 мг/100 г почвы) [5].

В целях повышения результативности селекционного процесса особое внимание уделялось подбору исходного материала, в качестве которого использовали образцы коллекции Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова, сорта учреждений-оригинаторов, семена дикорастущих трав, привозимые экспедициями из разных областей Западной и Восточной Сибири. Вовлечение дикорастущих генетических ресурсов в селекционные исследования дает возможность создавать сорта, предназначенные для возделывания на определенных территориях со специфическими природно-климатическими условиями [1].

В работе использовали метод массового отбора с последующей внутривидовой гибридизацией в результате свободного перекрестного опыления и метод создания сложного гибрида путем межклонового опыления.

Сочетание традиционных методов селекции и современных достижений науки, в том числе в смежных областях знаний, позволяет ученым полнее раскрыть генетический потенциал растений, расширяя ареал возделывания сельскохозяйственных культур [6].

Посев полевых питомников, учет и наблюдения проводили согласно общепринятым методикам [7–9]. Для статистической обработки данных использовали программы Snedecor [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При развертывании на Нарымской государственной селекционной станции в 1939 г. работы с многолетними злаковыми травами приоритетным направлением стало создание

сортов сенокосного и сенокосно-пастбищного типа для суходольных и пойменных лугов. При этом основное внимание обращали на продуктивность сорта и его устойчивость к неблагоприятным условиям среды. Работа проводилась при широком привлечении дикорастущих популяций и местных форм. На их основе при использовании массового и индивидуального отбора в результате переопыления лучших популяций были созданы сорта, не потерявшие своего значения и в настоящее время [11].

Дальнейшее развитие лугового и полевого кормопроизводства обусловило усиление селекционных исследований по выведению сортов многоукосного и пастбищного типа, обладающих комплексом хозяйственно важных признаков. Селекционная работа была направлена на создание сортов с высокой урожайностью зеленой и сухой массы, с улучшенными кормовыми достоинствами, повышенной устойчивостью к болезням (гельминтоспориоз, ржавчина, септориоз и др.). При этом учитывались и другие важные признаки и свойства: зимо-, веснотойкость, долготелетие, семенная продуктивность, равномерность распределения урожайности кормовой массы по укосам.

Среди методов селекции массовый отбор на многолетних травах приобрел наибольшее значение. При отборе по одному признаку организма затрагиваются и другие, соответственно изменяется и генетическая структура популяции [12].

Используя в качестве стандартов районированные сорта тимopheевки луговой Нарымская, бекмании обыкновенной Донская, мы приступили к созданию форм, обладающих комплексом характеристик устойчивости к экстремальным условиям Сибири. Анализ сортового состава исходного материала на ряд хозяйственно ценных признаков позволил выявить перспективные сорта для селекционного использования на высокую продуктивность. Лучшими были местные дикорастущие формы. После многократного массового отбора выделившиеся образцы оценивали в контрольных питомниках и конкурсном сортоиспытании. В результате многолетних исследований соз-

даны сорта тимopheевки луговой Утро и бекмании обыкновенной Нарымская 2, обладающие высокой зимостойкостью (100 %). Сорт Утро обладает повышенной семенной продуктивностью – до 0,7 т/га, урожайностью сухого вещества – до 7,4 т/га, характеризуется высокой экологической пластичностью, ввиду чего включен в Государственный реестр селекционных достижений (с 2000 г.) не только по Западной Сибири, но и по Волго-Вятскому и Северному регионам [13]. Бекмания обыкновенная Нарымская 2 – единственный сорт в Госреестре селекционных достижений по данной культуре (с 1991 г.), не имеющий аналогов по устойчивости к затоплению (более 100 дней выносит затопление паводковыми водами), допущен к использованию во всех регионах РФ [13]. Урожайность сухого вещества до 6,6 т/га, семян до 0,43 т/га.

Для получения новых сортов овсяницы луговой, ежи сборной, двукисточника тростникового провели массовый отбор с последующей внутривидовой гибридизацией лучших дикорастущих популяций Колпашевского района Томской области, а также разнокачественных и экологически отдаленных сортов из различных областей Российской Федерации. Активная реакция на условия формирования географически отдаленных популяций (пластичность) предполагает высокий гетерозис гибридных форм, а доминирование признаков обеспечивает использование в гибридизации дикорастущих образцов, обладающих большой силой наследственной передачи [14].

В процессе многолетних исследований созданы сорта овсяницы луговой (Мечта), ежи сборной (Нарымская 3, Былина), двукисточника тростникового (Витязь, Богатырь). С 1993 по 2009 г. они включены в Госреестр селекционных достижений. Сорта овсяницы луговой и ежи сборной допущены к использованию по Западно-Сибирскому региону, двукисточника тростникового – по всем регионам Российской Федерации [13].

Сорт овсяницы луговой Мечта сенокосно-пастбищного типа характеризуется высокой отавностью после стравливания и

скашивания, зимо- и морозостойкостью, засухоустойчивостью. В благоприятные годы способен сформировать основной укос и две отавы. Урожайность сухого вещества до 6,9 т/га, семян до 0,40 т/га, содержание протеина в сухой массе до 14,6 %.

Сорта ежи сборной отличаются долголетием, устойчивостью к недостаточному и избыточному увлажнению, высокой интенсивностью отрастания весной и после укосов. Очень хорошо приспособлены к условиям произрастания в пойме р. Оби на высоких сенокосных гривах с непродолжительным периодом затопления (до 30 дней). Обеспечивают урожайность сухого вещества до 6,6–7,6 т/га, семян до 0,58–0,60 т/га. Сорта двукисточника тростникового сенокосного типа используются на переувлажненных поймах, отличаются устойчивостью к длительному затоплению (более 50 дней), быстрыми темпами отрастания весной и после скашивания. Урожайность сухого вещества до 6,3–6,6 т/га, семян до 0,26–0,27 т/га, содержание сырого протеина до 14,6–16,5 %. В табл. 1 приведены средние данные по урожайности, содержанию протеина сортов овсяницы луговой, ежи сборной, двукисточника тростникового.

Выведение сортов кормовых злаковых трав, отвечающих современным требованиям кормопроизводства, вызвало необходимость применения не только массового отбора, но и других методов селекции. В качестве исходного материала кроме широкого привлечения мировой коллекции ВИР начали использовать синтетические популяции, составляемые на основе биотипического отбора с применением оценки общей и специфической комбинационной способности их компонентов [15, 16].

В работе с кормовыми злаковыми травами особенно широкое развитие получил метод создания сложногогибридных популяций путем межклонового опыления. Большинство видов многолетних злаковых трав хорошо приспособлено к вегетативному размножению на протяжении длительного времени, что дает возможность легко получать и сохранять клоны. Суть данного метода заключается в ограниченно-свободном переопылении растений, отобранных по комплексу хозяйственно ценных признаков.

Сложногогибридные популяции (сорта) овсяницы луговой Вера и бекмании обыкновенной Русалочка сформированы из лучших поликроссных потомств, обладающих высо-

Таблица 1

Характеристика сортов овсяницы луговой, ежи сборной, двукисточника тростникового в конкурсном сортоиспытании (средние данные)

Культура, сорт	Годы	Урожайность, т/га						Содержание протеина, %
		зеленой массы		сухого вещества		семян		
		т/га	% к стан- дарту	т/га	% к стан- дарту	т/га	% к стан- дарту	
Овсяница луговая Мечта НСР ₀₅	1987–1995	22,9 2,7	15,1	6,0 0,8	22,4	0,32 0,07	68,4	12,3
Ежа сборная Нарымская 3 НСР ₀₅	1981–1986	18,9 2,1	16,7	4,3 0,7	19,4	0,30 0,08	50,0	12,0
Ежа сборная Былина НСР ₀₅	1987–1995	22,0 1,7	32,5	5,3 0,8	26,2	0,38 0,06	35,7	12,5
Двукисточник тростниковый Витязь НСР ₀₅	1985–1990	19,6 2,5	6,9	5,4 0,9	8,2	0,22 0,02	7,0	12,1
Двукисточник тростниковый Богатырь НСР ₀₅	1998–2002	22,6 1,8	12,2	5,9 0,6	14,8	0,22 0,01	8,5	12,4

ким эффектом гетерозиса по ряду хозяйственно ценных признаков в сравнении со стандартами: овсяницей луговой Мечта и бекманией обыкновенной Нарымская 2.

Сорт овсяницы луговой Вера обладает повышенной семенной продуктивностью до 0,38 т/га, урожайностью сухого вещества до 7,5 т/га, в 2015 г. включен в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Западно-Сибирскому региону [13, 17].

Результаты конкурсного сортоиспытания данного сорта приведены в табл. 2.

Урожайность зеленой массы сорта бекмании обыкновенной Русалочка до 22,0 т/га, воздушно-сухой до 5,9 т/га, семенная продуктивность 0,29 т/га. В воздушно-сухой массе содержится 10,8 % сырого протеина, в отдельные годы до 12,8 %. Сорт характеризуется высокой интенсивностью отрастания весной и после укосов, зимостойкостью, устойчив к длительному затоплению (более

Таблица 2

Характеристика сорта овсяницы луговой Вера (2003–2010 гг.)

Показатель	Вера	Мечта, стандарт	± к стандарту
Урожайность, т/га:			
зеленой массы, НСР ₀₅ = 2,3	17,9	14,9	+3,0
сухого вещества, НСР ₀₅ = 0,8	5,5	4,5	1,0
семян, НСР ₀₅ = 0,02	0,26	0,23	0,03
Высота перед укосом, см	106	103	+3
Вегетационный период, дни:			
до 1-го укоса	48	50	-2
до полного созревания	88	90	-2
Облиственность, %	68,8	66,7	+2,1
Содержание, %:			
сырого протеина	10,8	10,3	+0,5
клетчатки	30,8	30,9	-0,1
Зимостойкость, %	100	100	0
Поражаемость гельминтоспориозом, %	5,6	6,0	-0,4

Таблица 3

Характеристика сорта бекмании обыкновенной Русалочка (2008–2015 гг.)

Показатель	Русалочка	Нарымская 2, стандарт	± к стандарту
Урожайность, т/га:			
зеленой массы, НСР ₀₅ = 2,0	18,7	16,3	+2,4
сухого вещества, НСР ₀₅ = 0,4	5,4	4,7	+0,7
семян, НСР ₀₅ = 0,04	0,25	0,19	+0,06
Высота перед укосом, см	109	103	+6
Вегетационный период, дни:			
до 1-го укоса	56	55	+1
до полного созревания	93	91	+2
Облиственность, %	57,3	51,6	+5,7
Содержание, %:			
сырого протеина	10,2	9,4	+0,8
клетчатки	30,8	30,9	-0,1
Зимостойкость, %	100	100	0
Поражаемость гельминтоспориозом, %	3,7	5,6	-1,9

100 дней). С 2016 г. проходит государственное сортоиспытание.

В табл. 3 показаны средние результаты изучения и оценки сорта бекмании обыкновенной Русалочка в конкурсном сортоиспытании.

ВЫВОДЫ

1. С использованием традиционных и современных методов исследований создан набор сортов и селекционного материала многолетних злаковых трав, различающихся по урожайности и качественным показателям кормовой массы и семян.

2. Методом отбора из дикорастущих популяций созданы сорта тимopheевки луговой Утро и бекмании обыкновенной Нарымская 2, отличающиеся зимостойкостью, высокой пластичностью, с урожайностью сухого вещества до 6,6–7,4 т/га, семян до 0,43–0,70 т/га.

3. С помощью массового отбора с последующей внутривидовой гибридизацией лучших дикорастущих популяций Колпашевского района Томской области, а также разнокачественных, географически и экологически отдаленных сортов из разных областей Российской Федерации выведены овсяница луговая Мечта, ежа сборная Нарымская 3, Былина, двукисточник тростниковый Витязь, Богатырь.

4. На примере селекции овсяницы луговой и бекмании обыкновенной показана эффективность метода сложного гибридного популяций. В результате выведены высокоурожайные, устойчивые к биотическим и абиотическим стрессам сорта Вера, Русалочка. Средняя урожайность сухого вещества 5,5 т/га у сорта овсяницы луговой Вера и семян 0,26 т/га, максимальная 7,5 т/га и 0,38 т/га соответственно. Урожайность семян сорта бекмании обыкновенной Русалочка 0,29 т/га.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Косолапов В.М., Пилипко С.В., Костенко С.И. Новые сорта кормовых культур – залог успешного развития кормопроизводства //

Достижения науки и техники АПК. – М., 2015. – Т. 29, № 4. – С. 35–37.

2. Косолапов В.М., Костенко С.И., Пилипко С.В. Адаптивные сорта кормовых культур для экстремальных условий России // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 7. – С. 71–73.

3. Пилипко С.В. Достижения и перспективы селекции кормовых культур // Научное обеспечение селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур. – Самара: ООО «Книга», 2013. – С. 224–228.

4. Кашеваров Н.И. Кормопроизводство в Сибирском регионе // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2004. – № 4. – С. 45–50.

5. Анкудович Ю.Н. Эффективность длительного применения средств интенсификации в условиях таежной зоны Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 12. – С. 29–31.

6. Журавлева Е.В. Селекция и семеноводство – комплексный подход, современное состояние и перспективы // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 12. – С. 5–7.

7. Методические рекомендации по селекции кормовых трав. – Новосибирск, 1979. – 81 с.

8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1985. – Вып. 1. – 267 с.

9. Методические указания по изучению коллекции многолетних кормовых растений. – Л., 1985. – 47 с.

10. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: РПО СО РАСХН, 2009. – 222 с.

11. Уразова Л.Д. Селекция многолетних трав в условиях Нарыма: страницы истории // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 2. – С. 81–86.

12. Полюдина Р.И., Рожанская О.А., Потапов Д.А., Ланин В.А. Создание сортов кормовых культур в Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 2. – С. 49–57.

13. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (сорта растений). [Электронный ресурс]: <http://www.gossort.com/20-gosudarstvennyy-rees-tr-selekcioniynh-dostizheniy-dopuschennyh.html>

14. Уразова Л.Д., Ложкина О.В. Использование дикорастущих образцов в селекции бекмании обыкновенной // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «STRATEGICZNE PITANIA SWIATOWEJ NAUKI-2013» 07–15 Lutego. – 2013 roku. – Vol. 27. – Przemisl. Nauka I studia, 2013. – С. 60–64.

15. **Уразова Л.Д., Ложкина О.В.** Использование метода поликросса в селекции овсяницы луговой // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 5. – С. 13–15.
16. **Уразова Л.Д., Литвинчук О.В.** Поликросс-метод в селекции бекмании обыкновенной в таежной зоне Западной Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2015. – № 4. – С. 38–44.
17. **Уразова Л. Д., Литвинчук О. В.** Создание нового сорта овсяницы луговой Вера // Вестн. Алтайского ГАУ. – 2015. – № 11. – С. 14–18.
7. **Metodicheskie** rekomendatsii po seleksii kormovykh trav. – Novosibirsk, 1979. – 81 s.
8. **Metodika** gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. – M.: Kolos, 1985. – Vyp. 1. – 267 s.
9. **Metodicheskie** ukazaniya po izucheniyu kollekttsii mnogoletnikh kormovykh rasteniy. – L., 1985. – 47 s.
10. **Sorokin O.D.** Prikladnaya statistika na komp'yutere. – Krasnoobsk: RPO SO RASKhN, 2009. – 222 s.
11. **Urazova L.D.** Seleksiya mnogoletnikh trav v usloviyakh Naryma: stranitsy istorii // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – Novosibirsk, 2014. – № 2. – S. 81–86.

REFERENCE

1. **Kosolapov V.M., Pilipko S.V., Kostenko S.I.** Novye sorta kormovykh kul'tur – zalog uspehnogo razvitiya kormoproizvodstva // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – Moskva, 2015. – T. 29. – № 4 – S. 35–37.
2. **Kosolapov V.M., Kostenko S.I., Pilipko S.V.** Adaptivnye sorta kormovykh kul'tur dlya ekstremal'nykh usloviy Rossii // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – Moskva, 2013. – № 7. – S. 71–73.
3. **Pilipko S.V.** Dostizheniya i perspektivy seleksii kormovykh kul'tur // Nauchnoe obespechenie seleksii i semenovodstva sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. – Samara: OOO «Kniga», 2013. – S. 224–228.
4. **Kashevarov N.I.** Kormoproizvodstvo v Sibirskom regione // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – Novosibirsk, 2004. – № 4. – S. 45–50.
5. **Ankudovich Yu.N.** Effektivnost' dlitel'nogo primeneniya sredstv intensivatsii v usloviyakh taezhnoy zony Zapadnoy Sibiri // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – Moskva, 2010. – № 12. – S. 29–31.
6. **Zhuravleva E.V.** Seleksiya i semenovodstvo – kompleksnyy podkhod, sovremennoe sostoyanie i perspektivy // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – Moskva, 2015. – T. 29. – № 12. – S. 5–7.
12. **Polyudina R.I., Rozhanskaya O.A., Potapov D.A., Lanin V.A.** Sozdanie sortov kormovykh kul'tur v Sibiri // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – Novosibirsk, 2015. – № 2. – S. 49–57.
13. **Gosudarstvennyy** reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu (sorta rasteniy). [elektronnyy resurs]: <http://www.gosort.com/20-gosudarstvennyy-reestr-selektsionnykh-dostizheniy-dopuschennykh.html>
14. **Urazova L.D., Lozhkina O.V.** Ispol'zovanie dikorastushchikh obraztsov v seleksii bekmanii obyknovennoy // Materialy Mezhd. nauchno-prakt. konf. «STRATEGICZNE PITANIA SWIATOWEJ NAUKI–2013» 07–15 Lutego. – 2013 roku. – Volume 27. – Przemisl. Nauka I studia, 2013. – S. 60–64.
15. **Urazova L.D., Lozhkina O.V.** Ispol'zovanie metoda polikrossa v seleksii ovsyantsy lugovoy // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2012. – № 5. – S. 13–15.
16. **Urazova L. D., Litvinchuk O. V.** Polikross-metod v seleksii bekmanii obyknovennoy v taezhnoy zone Zapadnoy Sibiri // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2015. – № 4. – S. 38–44.
17. **Urazova L. D., Litvinchuk O. V.** Sozdanie novogo sorta ovsyantsy lugovoy Vera // Vestn. Altayskogo GAU. – 2015. – № 11. – S. 14–18.

BREEDING OF PERENNIAL GRASSES IN THE TAIGA ZONE OF WESTERN SIBERIA

**L.D. URAZOVA, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher,
O.V. LITVINCHUK, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher**

*Siberian Research Institute of Agriculture and Peat – Branch of SFSCA RAS
20, Nauki St, Kolpashevo, Tomsk Region, 636464, Russia
e-mail: narym@mail2000.ru*

Results are given from 40-year studies carried out by the Narym Department of Breeding and Seed Production, Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, Branch of SFSCA RAS. Resulting from the studies, nine varieties of five perennial grass species differing in productivity and qualitative indices of feed

mass and seeds were developed. The climate in the zone under study is sharply continental, with long severe winter and short lukewarm summer. Soils of experimental plots are sod-podzolic, sandy-loamy, with humus content in the plowing horizon of not more than 2%. Due to selection from wild populations, new varieties of *Phleum pretense* L. (Utro) and *Beckmannia eruciformis* (L.) Host (Narymskaya 2) were developed. Both of them are winter-hardy, and have a high level of plasticity. The yield of dry matter is up to 6.6–7.4 t/ha, that of seeds up to 0.43–0.70 t/ha. Using mass selection followed by intraspecific hybridization of the best wild populations from Kolpashevskiy District of Tomsk Region, as well as qualitatively different and ecologically remote varieties from different regions of the Russian Federation, new varieties of *Festuca pratensis* Huds. (Mechta), *Dactylis glomerata* L. (Narymskaya 3 and Bylina), and *Phalaris arundinacea* L. (Vityaz and Bogatyr) were bred. The effectiveness of the complex-hybrid population method was demonstrated for *Festuca pratensis* Huds. and *Beckmannia eruciformis* (L.) Host. As a result, high-yielding varieties of *Festuca pratensis* Huds. (Vera) and *Beckmannia eruciformis* (L.) Host. (Rusalochka) were produced. Both of them are resistant to biotic and abiotic stresses. The average yields of dry matter and seeds in Vera cultivar of *Festuca pratensis* Huds. were 5.5 t/ha and 0.26 t/ha, respectively, the maximum yields were 7.5 t/ha and 0.38 t/ha, respectively. The yields of dry matter and seeds in Rusalochka cultivar of *Beckmannia eruciformis* (L.) Host. were 5.4 t/ha and 0.29 t/ha, respectively.

Keywords: breeding, slough grass, cock's-foot grass, reed canary grass, timothy grass, meadow fescue, wild populations.

Поступила в редакцию 24.03.2017



УДК 633.15:632.954

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕРБИЦИДА МАЙСТЕР
В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ В ПРИМОРЬЕ****А.В. КОСТЮК, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией,
Н.Г. ЛУКАЧЁВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник***Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений
692684, Россия, Приморский край, Ханкайский р-н, с. Камень-Рыболов, ул. Мира, 42а
e-mail: dalniiizr@mail.ru*

Изучена чувствительность к гербициду МайсТер 16 видов сорных растений в посевах кукурузы на зерно. Исследования проводили в условиях вегетационного домика (2015 г.) и на опытных полях в Приморье в 2012–2016 гг. Почва – лугово-бурая оподзоленная, содержащая в пахотном горизонте 3,5 % гумуса. Препарат применяли в дозах 0,125 и 0,15 кг/га с адьювантом БиоПауэр (1,0 л/га) в фазы 3–7 листьев у кукурузы и ранние фазы развития сорняков, подразделенных на основании наблюдений на 4 группы: высокочувствительные, чувствительные, относительно чувствительные, устойчивые к гербициду МайсТер. В 1-ю группу вошли просо куриное, шандра гребенчатая, щирица запрокинутая, сизгубия пушистая, череда трехраздельная, во 2-ю – горец почечуйный, амброзия полыннолистная, в 3-ю – щетинник сизый и зеленый, шерстняк мохнатый, коммелина обыкновенная и акалифа южная, в 4-ю – канатник Теофраста и марь белая. При обработке посевов МайсТером в дозе 0,125 кг/га спустя 30 сут средняя засоренность кукурузы в период исследований 2012–2016 гг. составила 209 сорняков/м², тогда как на контрольном (без гербицидов) участке на данный срок учета произрастало 467 сорных растений/м² с общей надземной массой 3485 г/м². Воздействие препаратом позволило снизить количество сорняков на 55–62 %, их массу на 63–67 %. Прибавка урожая кукурузы от применения препарата МайсТер составила 16,1–18,6 ц зерна/га при урожайности в контроле 7,3 ц/га. Гербицидное действие в отношении амброзии полыннолистной существенно различалось по годам исследований. Максимальный эффект (сокращение количества сорняков на 75–80 % и их массы на 74–93 %) достигался в результате ранней послевсходовой обработки препаратом, когда амброзия полыннолистная находилась в фазах не позднее 3 пар листьев, а температура не превышала 20 °С.

Ключевые слова: кукуруза, гербицид, МайсТер, амброзия полыннолистная, урожайность, сорняки.

Кукуруза играет значимую хозяйственную роль для дальневосточного региона как кормовая, пищевая и техническая культура. Урожайность кукурузы, возделываемой на зерно, в среднем здесь в 2 раза выше, чем у других зерновых, а при надлежащем уходе может достигать 7,5 т/га. Зернофураж кукурузы выделяют на фоне прочих злаковых кормовых культур ввиду его наиболее высокой энергетической ценности и усвояемо-

сти. В Дальневосточном федеральном округе ведется целенаправленная работа по обеспечению населения собственным продовольствием. Гидротермические условия позволяют возделывать кукурузу практически на половине территории региона. С 2004 по 2009 г. посевная площадь под этой культурой возросла более чем в 2 раза. Большая часть посевов (до 85 %) сосредоточена в Приморском крае [1, 2], где в 2016 г. посевные пло-

щади расширились до 48,5 тыс. га, т.е. по сравнению с 2010 г. (10,1 тыс. га) произошло почти пятикратное увеличение.

Одним из факторов, сдерживающих рост производства зерна кукурузы, является высокая засоренность ее посевов, в отдельные годы достигающая плотности 500 шт. и выше сорных растений/м², принадлежащих к нескольким биологическим группам [3].

Потери урожая зерна кукурузы от сорной растительности составляют 72–96 %. Основными засорителями посевов культуры на юге Дальнего Востока являются однодольные – просо куриное (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), щетинник сизый (*Setaria glauca* (L.) Beauv) и зеленый (*Setaria viridis* (L.) Beauv), шерстняк мохнатый (*Eriochloa vilosa* (Thunb.) Kunth), коммелина обыкновенная (*Commelina communis* L.) и двудольные – амброзия полыннолистная (*Ambrosia artemisiifolia* L.), канатник Теофраста (*Abutilon theophrasti* Medik), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), сизгезбекия пушистая (*Siegesbeckia pubescens* Makino), акалифа южная (*Acalypha australis* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bieb) [4]. Нарращиваемая сорняками надземная масса в отдельные годы превышает 6 кг/м².

Просо куриное в годы с обильными осадками способно наращивать вегетативную массу от 3,8 до 4,5 кг/м². Достоверное снижение урожая зерна кукурузы на 29 % начинается с уровня засоренности 12 шт./м². При произрастании в посевах 36 шт. данного сорняка/м² теряется до 50 % урожая. На большинстве площадей количество проса куриного достигает 50 шт. и более/м² [5, 6].

Амброзия полыннолистная в ценозе однолетних сорных растений по численности занимает второе место после акалифы южной, а наращиваемая ею зеленая масса составляет 52–90 % от общей надземной массы этой группы сорняков. В отдельные годы она достигает 4 кг/м². При плотности засорения 10 шт./м² снижение урожая зерна кукурузы достигает 34–50 %, а при произра-

стании в посевах 40 шт. растений/м² потери могут составить 78 % [7].

Для получения высоких урожаев кукурузы обязательно комплексное применение агротехнических и химических способов защиты. В 2016 г. в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации», было включено около 140 наименований гербицидов (без учета препаратов на основе глифосата кислоты) для внесения в посевах кукурузы [8].

В 2010 г. на российском рынке пестицидов для кукурузы предложен новый послевсходовый гербицид компании «Байер КрокСайенс» – МайсТер, водно-диспергируемые гранулы.

Уникальность препарата состоит в том, что, имея в своем составе антидот (изоксифенэтил, 300 г/кг), он обеспечивает высокую селективность к обрабатываемой культуре и соответственно большую безопасность. Активные компоненты препарата форамсульфурон (300 г/кг) и йодосулфурон (10 г/кг) поражают фермент ацетолаттатсинтазу, с чем связано системное действие гербицида. Применяется совместно с адьювантом БиоПауэр [9]. В публикациях ряда авторов отмечается высокая эффективность МайсТера, рекомендуемого для борьбы с сорной растительностью в посевах кукурузы [10–12]. Гербицид контролирует широкий спектр сорняков 33 видов двудольных и 10 – однодольных, как однолетних, так и многолетних. Применение препарата рекомендовано от 2 до 8 листьев культуры (оптимально от 3 до 5). Признаки угнетения сорняков – появление хлорозных пятен и некрозов на листьях.

Цель исследования – изучение в условиях вегетационного домика чувствительности сорных растений к гербициду МайсТер, оценка его биологической эффективности в посевах кукурузы на зерно в условиях Приморья как зоны рискованного земледелия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в вегетационном домике (2015 г.), а также на опытных

полях Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений в 2012–2016 гг. Почва лугово-бурая оподзоленная, содержащая в пахотном горизонте 3,5 % гумуса.

Агротехника выращивания кукурузы общепринятая для данного региона – на основе отвальной обработки почвы. Перед предпосевной культивацией вносили минеральное удобрение (диаммофоска) в дозе 150 кг физической массы/га. Норма высева кукурузы гибридной популяции ЗПТК-196 70 000 семян/га. Предшественник – соя.

Гербицид МайсТер применяли в дозах 0,125 и 0,15 кг/га с адьювантом БиоПауэр (1,0 л/га) в фазы 3–7 листьев у растений кукурузы и ранние фазы развития сорных растений. Для нанесения использовали ручной штанговый опрыскиватель конструкции Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии (ВНИИФ) с нормой расхода рабочего раствора 200 л/га. Площадь опытных делянок 22,5 м², повторность четырехкратная, расположение рендомизированное. Початки после просушивания обмолачивали на стационарной молотилке.

В условиях вегетационного домика опыт закладывали в пластмассовых стаканчиках емкостью 300 г, которые набивали лугово-бурой почвой, после чего высевали в них 16 видов сорных растений. Растворы гербицида наносили на вегетирующие растения сорняков в ранние фазы их развития с помощью лабораторного опрыскивателя ОЛ-5 конструкции ВНИИФ в дозах 0,05; 0,075; 0,10; 0,15 и 0,20 кг/га с добавлением адьюванта БиоПауэр (1,0 л/га). Влажность почвы в течение эксперимента поддерживали на уровне 60–70 % путем ежедневных поливов.

Все исследования выполняли согласно «Методическому руководству по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве» [13], цифровой материал обрабатывали математически по Б.А. Доспехову [14] и В.А. Короневскому [15].

Таблица 1

Чувствительность сорных растений к гербициду МайсТер (2015 г.)

Доза по препарату, кг/га	Снижение зеленой массы сорняков, % к контролю											
	Просо куриное	Щетинник зеленый	Щетинник сизый	Шерстняк мохнатый	Коммелина обыкновенная	Амброзия полынно-листная	Канатник Теофраста	Марь белая	Черешчатая трифоль	Горчичный	Акациевая	Синтетическая
Контроль*	2,4	1,9	0,8	2,6	3,8	1,5	1,8	0,8	1,3	1,3	1,5	1,4
0,05	–	21	13	–	37	32	6	0	54	31	21	71
0,075	39	26	38	22	37	57	8	12	93	38	29	77
0,10	68	33	38	27	42	60	13	25	100	46	40	80
0,15	75	38	38	35	42	60	24	25	100	54	40	80
0,20	81	39	63	46	55	73	29	25	100	80	40	94
НСР ₀₅	11,5	9	11	12	6,5	11	5,9	9,7	12	14	7	11

* Без гербицидов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованиями, проведенными в условиях вегетационного домика, установлено, что сорные растения по-разному реагировали на действие гербицида МайсТер. Так, в норме расхода 0,05 кг/га гербицид полностью уничтожал щирицу запрокинутую и шандру гребенчатую (*Elsholtzia cristata* Willd.), а в рекомендованной дозе 0,1 кг/га – череду трехраздельную (*Bidens tripartite* L.) (табл. 1). Также в рекомендованных нормах расхода 0,1 и 0,15 кг/га препарат на 80 % подавлял сизогубию пушистую, на 68–75 % – просо куриное, на 60 % – амброзию полыннолистную. Относительную чувствительность к МайсТеру проявили коммелина обыкновенная (42 %), щетинники сизый (38) и зеленый (33–38) и шерстняк мохнатый (27–35 %). Для того чтобы на 80 % уничтожить горец почечуйный (*Polygonum persicaria* L.), требовалось 0,20 кг препарата/га. В этой же норме расхода масса щетин-

ника сизого снижалась на 63 %, амброзии полыннолистной – на 73, проса куриного – на 81, сизогубии пушистой – на 94 %. МайсТер практически не действовал на канатник Теофраста и марь белую.

За 5 лет испытаний в посеве кукурузы перед обработкой в среднем насчитывали 267 шт. сорных растений/м², в том числе 102 шт. однодольных/м² и 165 шт. двудольных/м². Через 30 сут после применения гербицида МайсТер (0,125 и 0,15 кг/га) количество сорных растений уменьшилось до 209 и 177 шт./м² (или 55 и 62 % соответственно) (табл. 2). На контрольном (без гербицидов) участке на данный срок учета произрастали уже 467 шт. сорных растений/м² с общей надземной массой 3485 г/м². Масса сорняков при использовании МайсТера составляла 1304 и 1148 г/м², что меньше, чем в контроле, на 63 и 67 %. Гербицид полностью уничтожал просо куриное и виды щетинников, но не действовал на шерстняк мохнатый. Масса коммелины обыкновенной, еще одного представителя однодольных сорных

Таблица 2

Эффективность гербицида МайсТер в посеве кукурузы
(среднее за 2012–2016 г.г.)

Вариант опыта	Засоренность		Урожайность зерна, ц/га	Прибавка урожайности, ц/га
	Количество, шт./м ²	Надземная масса, г/м ²		
Контроль (без гербицида)	467	3485	7,3	–
МайсТер, кг/га:				
0,125	209	1304	23,4	16,1
0,15	177	1148	25,9	18,6
НСР ₀₅			3,6	

Таблица 3

Действие гербицида МайсТер на амброзию полыннолистную 28.03.2017

Дата обработки	Температура воздуха, °С	Фаза развития (пары листьев)	Засоренность					
			Контроль		МайсТер, 0,125 кг/га		МайсТер, 0,15 кг/га	
			Количество, шт./м ²	Масса, г/м ²	Количество, шт./м ²	Масса, г/м ²	Число, шт./м ²	Масса, г/м ²
18.06.2012	17–19	1–3	76	1401	18	179	15	96
27.06.2013	21–23	1–5	100	2346	108	2114	104	1818
19.06.2014	17–18	2–3	72	1030	18	263	16	172
24.06.2015	21–26	2–4	96	1997	71	1243	84	1284
04.07.2016	23–26	2–4	48	592	25	728	20	639

растений, была снижена на 87–96 %. МайсТер эффективно контролировал рост и развитие сигезбекии пушистой, горца почечуйного, шандры гребенчатой, мяты полевой (*Menta arvensis* L.), бодяка щетинистого, осота полевого и полыней (*Artemisia* spp.).

Гербицидное действие на карантинный двудольный сорняк – амброзию полыннолистную – существенно различалось по годам исследований. Так, в 2012 и 2014 гг. ее численность была снижена до 15–18 шт./м² (или 75–80 %), а надземная масса до 96–263 г/м² (или 74–93 %) (табл. 3). Обработка гербицидом проведена в фазы 1–3 пар листьев у амброзии полыннолистной при температуре воздуха 17–19 °С. В 2013, 2015 и 2016 гг. нанесение препарата МайсТер проводили в фазы развития 2–5 пар листьев этого сорняка при температуре 21–26 °С. Число амброзии полыннолистной и ее надземная масса в отдельные годы превышали таковые в контроле на 4–23 %. Следовательно, можно предположить, что на гербицидную активность МайсТера повлияли температурный режим, а также фазы развития амброзии полыннолистной во время обработки. Проведенный анализ количества и времени выпадения осадков до и после обработки гербицидом не мог оказать существенного влияния на его активность. Прибавка урожайности кукурузы от применения МайсТера составила 16,1–18,6 ц зерна/га при 7,3 ц/га в контроле.

ВЫВОДЫ

1. На основании исследований, проведенных в условиях вегетационного домика, сорные растения по уровню чувствительности к гербициду МайсТер можно разбить на следующие группы: высокочувствительные – просо куриное, шандра гребенчатая, щирица запрокинутая, сигезбекия пушистая и череда трехраздельная; чувствительные – горец почечуйный и амброзия полыннолистная; относительно чувствительные – щетинник сизый и зеленый, шерстняк мохнатый, коммелина обыкновенная и акалифа южная; устойчивые – канатник Теофраста и марь белая.

2. Препарат МайсТер является эффективным средством борьбы с сорной растительностью в посевах кукурузы на зерно. Однако для более надежного подавления амброзии полыннолистной его следует использовать на ранних стадиях развития этого сорняка, не позднее фазы трех пар листьев и при температуре не выше 20 °С.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Чайка А.К.** Основные результаты деятельности НИУ Дальневосточного научного центра Россельхозакадемии за 2008 год // Актуальные вопросы развития аграрной науки в Дальневосточном регионе. – Владивосток: Дальнаука. 2009. – С. 3–18.
2. **Чайка А.К., Емельянов А.Н.** Кормопроизводство Дальнего Востока и научно-практические основы его развития // Земледелие. – 2009. – № 6. – С. 6–8.
3. **Мороховец В.Н., Яковец В.П., Костюк А.В., Яковец В.И., Лысачёва Г.И., Мороховец Т.В., Бойко Р.М., Басай З.В., Алтухова Т.В., Лукачёва Н.Г.** Системы применения гербицидов в Приморском крае // Научно обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства: Материалы третьего междунар. науч.-производ. совещ. (Голицыно, ВНИИФ, 20–21 июля 2005 г.). – Голицыно, 2005. – С. 422–463.
4. **Система** ведения агропромышленного производства Приморского края. – Новосибирск: Приморский НИИСХ ДВНМЦ РАСХН. – 2001. – С. 109–124.
5. **Алтухова Т.В., Костюк А.В.** Вредоносность куриного проса в посевах кукурузы на зерно // Кукуруза и сорго. – 2006. – № 3. – С. 16–19.
6. **Алтухова Т.В., Костюк А.В.** Борьба с просом куриным в посевах кукурузы // Земледелие. – 2005. – № 6. – С. 32–39.
7. **Алтухова Т.В., Костюк А.В., Спиридонов Ю.А., Шестаков В.Г., Гиневский Н.К.** Как защитить кукурузу от амброзии полыннолистной // Защита и карантин растений. – 2005. – № 7. – С. 38–39.
8. **Список** пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации». 2016 год // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2016. – № 4. – 880 с.

9. **Новиков П.В.** Гербицид МайсТер: возможности и опыт использования в посевах кукурузы // Кукуруза и сорго. – 2010. – № 1. – С. 21–22.
10. **Багринцева В.Н.** Защита кукурузы от сорняков в товарных и семеноводческих посевах // Кукуруза и сорго. – 2012. – № 1. – С. 27–28.
11. **Соколов Ю.В., Гридасов С.И.** МайсТер на кукурузном поле. Опыт нового применения гербицида фирмы «Байер» МайсТер в Оренбургской области // Защита и карантин растений. – 2011. – № 3. – 63 с.
12. **Панфилов А.Э., Сaitов С.Б.** Эффективность тиекарбазон-метила в контроле засоренности кукурузы // Кукуруза и сорго. – 2015. – № 3. – С. 15–19.
13. **Спирidonov Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г.** Метод. рук-во по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве // М.: Печатный город, 2009. – 252 с.
14. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта. – М.: Колос. 1979. – 416 с.
15. **Короневский В.А.** К методике статистической обработки данных многолетних полевых опытов // Земледелие. – 1985. – № 1. – С. 56–57.
- niya (Golitsyno, VNIIF, 20–21 iyulya 2005 g.). – Golitsyno, 2005. – S. 422–463.
4. **Sistema** vedeniya agropromyshlennogo proizvodstva Primorskogo kraya. Novosibirsk: Primorskiy NIISKh DVNMTs RASKhN. – 2001. – S. 109–124.
5. **Altukhova T.V., Kostyuk A.V.** Vredonosnost' kurnogo prosa v posevakh kukuruzy na zerno // Kukuruza i sorgo. – 2006. – № 3. – S. 16–19.
6. **Altukhova T.V., Kostyuk A.V.** Bor'ba s prosom kurinyim v posevakh kukuruzy // Zemledelie. – 2005. – № 6. – S. 32–39.
7. **Altukhova T.V., Kostyuk A.V., Spiridonov Yu.A., Shestakov V.G., Ginevskiy N.K.** Kak zashchitit' kukuruзу ot ambrozii polynolistnoy // Zashchita i karantin rasteniy. – 2005. – № 7. – S. 38–39.
8. **Spisok** pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii». 2016 god // Prilozhenie k zhurnalу «Zashchita i karantin rasteniy». – 2016. – № 4. – 880 s.
9. **Novikov P.V.** Gerbitsid MaysTer: vozmozhnosti i opyt ispol'zovaniya v posevakh kukuruzy // Kukuruza i sorgo. – 2010. – № 1. – S. 21–22.
10. **Bagrintseva V.N.** Zashchita kukuruzy ot sornyakov v tovarnykh i semenovodcheskikh posevakh // Kukuruza i sorgo. – 2012. – № 1. – S. 27–28.
11. **Sokolov Yu.V., Gridasov S.I.** MaysTer na kukuruznom pole. Opyt novogo primeneniya gerbitsida firmy «Bayer» MaysTer v Orenburgskoy oblasti // Zashchita i karantin rasteniy. – 2011. – № 3. – 63 s.
12. **Panfilov A.E., Saitov S.B.** Effektivnost' tienkarbazon-metila v kontrole zasorennosti kukuruzy // Kukuruza i sorgo. – 2015. – № 3. – S. 15–19.
13. **Spiridonov Yu.Ya., Larina G.E., Shestakov V.G.** Metod. ruk-vo po izucheniyu gerbitsidov, primenyaemykh v rastenievodstve // M.: Pечатnyy gorod, 2009. – 252 s.
14. **Dospekhov B.A.** Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1979. – 416 s.
15. **Koronevskiy V.A.** K metodike statisticheskoy obrabotki dannykh mnogoletnikh polevykh opytov // Zemledelie. – 1985. – № 1. – S. 56–57.

REFERENCE

1. **Chayka A.K.** Osnovnye rezul'taty deyatelnosti NIU Dal'nevostochnogo nauchnogo tsentra Rossel'khozakademii za 2008 god // Aktual'nye voprosy razvitiya agrarnoy nauki v Dal'nevostochnom regione. – Vladivostok: Dal'nauka. 2009. – S. 3–18.
2. **Chayka A.K., Emel'yanov A.N.** Kormoproizvodstvo Dal'nego Vostoka i nauchno-prakticheskie osnovy ego razvitiya // Zemledelie. – 2009. – № 6. – S. 6–8.
3. **Morokhovets V.N., Yakovets V.P., Kostyuk A.V., Yakovets V.I., Lysacheva G.I., Morokhovets T.V., Boyko R.M., Basay Z.V., Altukhova T.V., Lukacheva N.G.** Sistemy primeneniya gerbitsidov v Primorskom krae // Nauchno obosnovannye sistemy primeneniya gerbitsidov dlya bor'by s sornyakami v praktike rastenievodstva: Materialy tret'ego Mezhd. nauchno-proizvodstv. soveshchaniya (Golitsyno, VNIIF, 20–21 iyulya 2005 g.). – Golitsyno, 2005. – S. 422–463.

EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF MAISTER HERBICIDE IN MAIZE SOWINGS IN PRIMORSKY TERRITORY

A.V. KOSTYK, Candidate of Science in Agriculture, Laboratory Head,
N.G. LUKACHEVA, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Far Eastern Research Institute of Plant Protection

42a, Mira St, Kamen-Rybolov, Khankaiskiy District, Primorsky Territory, 692682, Russia

e-mail: dalniizr@mail.ru

Susceptibility to MaisTer herbicide was studied in 16 species of weed plants in the sowings of maize for grain. The field trials were conducted under conditions of the vegetation house in 2015, and in the experimental fields in Primorye in 2012–2015. Soils were brown meadow podzolized, containing 3.5 percent of humus in the arable horizon. The herbicide was applied in doses of 0.125 and 0.15 kg/ha with Bio Power adjuvant (1.0 liter per ha) in the 3–7 leaf stage of maize and early stages of weeds. Weed plants were divided, from the observations, into four groups: highly sensitive – barnyard grass (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.), crested late-summer-mint (*Elsholtzia cristata* Willd.), common amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.), St. Paul's wort (*Siegesbeckia pubescens* Makino), and three-lobed beggar-ticks (*Bidens tripartita* L.); sensitive – spotted smartweed (*Polygonum persicaria* L.) and common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.); relatively sensitive – yellow foxtail (*Setaria glauca* L.), bristle grass (*Setaria viridis* L.), hairy cup grass (*Eriochloa vilosa* (Thunb.) Kunth), Asiatic dayflower (*Commelina communis* L.), and Asian copperleaf (*Acalypha australis* L.); and resistant – velvet leaf (*Abutilon theophrasti* Medik) and lamb's-quarters (*Chenopodium album* L.). During the period of studies, the average weed infestation level in the maize sowings 30 days after treatment with MaisTer herbicide in a dose of 0.125 kg/ha made up 209 weed plants per square meter, while in the control (without herbicides) plot were 467 pieces of weeds per square meter with their total above-ground mass of 3485 g/m² at that moment. The use of MaisTer herbicide made it possible to reduce the number of weeds by 55–62 percent and their above-ground mass by 63–67 percent. The increase in maize yields as influenced by the use of MaisTer herbicide made up 1.61–1.86 tons of grain per ha with the yielding capacity in the control of 0.73 t/ha. The herbicidal effect on common ragweed significantly differed across years of study. The maximum effect of 75–80 percent reduction in the weed numbers and 74–93 percent reduction in their above-ground mass was observed resulting from early postemergence treatment of common ragweed, when it was in the 3 leaf pair stage and earlier, and the ambient temperature did not exceed 20°C.

Keywords: maize, MaisTer herbicide, sensitivity, common ragweed, yield, weeds.

Поступила в редакцию 24.03.2017



УДК 636.2.034

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПО КОМПЛЕКСУ ГЕНОТИПОВ ЛОКУСОВ TNF- α И TNFR1*

Т.И. КРЫЦЫНА¹, инженер-биотехнолог,
Н.Н. КОЧНЕВ¹, доктор биологических наук, профессор,
Н.С. ЮДИН², кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

¹Новосибирский государственный аграрный университет
630039, Россия, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160
e-mail: krytsyna@list.ru

²Федеральный исследовательский центр Института цитологии и генетики СО РАН
630090, Россия, Новосибирск, ул. ак. Лаврентьева, 10
e-mail: kochnev@nsau.edu.ru

Описана генетическая структура выборочных популяций крупного рогатого скота по частотам аллелей и различным сочетаниям генотипов полиморфных локусов TNF- α (-824 A/G, -793 C/T) и TNFR1. Исследовали стада крупного рогатого скота молочного направления продуктивности Новосибирской области и Алтайского края. Изучены животные красной степной, симментальской и голштинской пород. Ген фактора некроза опухоли альфа (TNF- α) кодирует многофункциональный цитокин, одна из основных функций которого – участие в формировании иммунного ответа. Биологический эффект цитокина на клетки проявляется через взаимодействие со специфическим рецептором, кодируемым геном TNFR1. Цитокин TNF- α и его рецептор TNFR1 входят в состав так называемого семейства фактора некроза опухоли. Белки семейства фактора некроза опухоли участвуют в метаболических и морфогенетических процессах, влияют на репродуктивные признаки животных. Изучена генетическая структура трех пород крупного рогатого скота по аллелям и различным генотипическим комбинациям полиморфных локусов фактора некроза опухоли альфа (TNF- α) в позиции -824 A/G и -793 C/T промоторной области и его рецептора (TNFR1). Генотипирование проводили методом полимеразной цепной реакции с последующим анализом длин рестрикционных фрагментов. Установлены достоверные межпородные различия по частотам аллелей ($p < 0,01$). Из 27 возможных сочетаний генотипов по трем полиморфизмам у животных обнаружено лишь 18. В красной степной породе выявлено 16 разных вариантов генотипов, в симментальской и голштинской – 10 и 9 соответственно. Наиболее распространенным генотипом в красной степной породе был гетерозиготный G/A + T/C + T/C (19,9 %), симментальской – гомозиготный G/G + T/T + C/C (61,4), голштинской – вариант сочетания G/A + T/C + C/C (35,7 %). Установлены достоверные различия между породными группами по частотам встречаемости некоторых меж- и внутрилокусных генотипических комбинаций ($p < 0,01$ – $p < 0,001$).

Ключевые слова: комплексный генотип, фактор некроза опухоли, TNF- α , TNFR1, молочный скот, однонуклеотидный полиморфизм.

Современное развитие молекулярной генетики в области разведения сельскохозяйственных животных и сохранения их генетического разнообразия включает пол-

ное секвенирование геномов и исследование полиморфных локусов, доступных для анализа. Идентификация значимых генов, их влияние на проявление желательных фено-

*Исследование выполнено при финансовой поддержке ФАНО России, бюджетный проект № 0324-2016-0002.

типических характеристик имеют большое значение для оценки микроэволюционных процессов и разработки стратегии селекционной работы с породами. Информация по генетическому разнообразию важна для выявления и использования генетических ресурсов популяций, имеющих разное генетическое происхождение и, возможно, уникальное сочетание генов и аллелей, обуславливающих их продуктивные, воспроизводительные и адаптивные признаки. Генетический полиморфизм отдельных локусов, ассоциированных с количественными признаками, достаточно хорошо изучен, например, по генам каппа-казеина, лактоглобулина, соматотропина, пролактина [1–3].

К числу потенциальных кандидатов в маркеры некоторых хозяйственно полезных признаков у молочного скота можно отнести ген фактора некроза опухоли альфа (*TNF-α*). Данный ген кодирует многофункциональный цитокин, одна из основных функций которого – участие в формировании иммунного ответа. Кроме того, цитокин влияет на некоторые репродуктивные функции животных. Например, его недостаток способен блокировать овуляцию [4, 5], в малых дозах он участвует в ремоделировании местных тканей, необходимых для имплантации эмбриона, а в больших дозах способен вызвать аборт [6, 7]. Установлено влияние этого белка на обмен веществ. Небольшие его концентрации снижают активность липопротеинлипазы, ацетил-КоА-карбоксилазы и синтез жирных кислот. При этом высокие дозы белка полностью ингибируют активность липопротеинлипазы, что приводит к истощению организма [8].

Одним из основных рецепторов *TNF-α* на поверхности клеток служит трансмембранный белок, кодируемый геном *TNFR1*. Ранее нами изучено влияние полиморфизма генов *TNF-α* и *TNFR1* на молочную продуктивность коров черно-пестрой [9], красной степной [10, 11], симментальской [12, 13] и голштинской пород [14], на репродуктивные признаки [15], показатели роста и развития у молочного скота [16, 17].

Цель работы – описать генетическую структуру выборочных популяций крупного

рогатого скота по частотам аллелей и различным сочетаниям генотипов полиморфных локусов *TNF-α* (-824 A/G, -793 C/T) и *TNFR1*.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в лабораториях молекулярной генетики человека Института цитологии и генетики РАН и энзимного анализа и ДНК-технологий Новосибирского государственного аграрного университета. Изучены пробы крови коров красной степной породы ($n = 148$), разводимых в Алтайском крае, симментальской ($n = 149$) и голштинской ($n = 100$), разводимых в Новосибирской области.

Геномную ДНК выделяли с помощью стандартного метода протеолитической обработки с последующей экстракцией фенол-хлороформом. ДНК-типирование образцов проводили методом ПЦР – ПДРФ. Ген *TNF-α* изучали по двум одонуклеотидным заменам в позиции 824 A/G и 793 C/T промоторной области. Ген *TNFR1* изучен по замене C/T в позиции 1704 мРНК (идентификационный номер в базе Genbank U90937), которая приводит к замене триптофана на аргинин в позиции 471 белка.

Реакционная смесь объемом 25 мкл содержала ПЦР-буфер («СибЭнзим», Новосибирск), 3 mM $MgCl_2$, по 200 мкМ каждого dNTP (dATP, dTTP, dCTP и dGTP), по 1 мкМ каждого праймера, 2,5 ед. активности Taq-полимеразы («СибЭнзим», Новосибирск) и 0,5–1 мкг геномной ДНК крупного рогатого скота в качестве матрицы. Характеристика используемых праймеров, размеры фрагментов, температуры отжига и количество циклов представлены в табл. 1. Режим амплификации следующий: предварительная денатурация 95 °C – 5 мин, денатурация 95 °C – 30 с, отжиг – 30 с, элонгация 72 °C – 30 с.

Амплифицированные фрагменты обрабатывали эндонуклеазами рестрикции EcoICRI (*TNF-α* -824 A/G), Sse9 I (*TNF-α* -793 C/T), Bse1 I (*TNFR1* C/T) производства «СибЭнзим» (Россия) согласно условиям, рекомендуемым производителем. После инкубации рестрикционные фрагменты разделя-

Таблица 1

Условия и характеристики амплификации фрагментов генов TNF- α (-824 A/G и -793 C/T) и TNFR1 (C/T)

Полиморфизм	Последовательность праймеров	Температура отжига, °C	Размер фрагмента, п.н.	Число циклов
TNF- α (-824 A/G)	5'-CCGAGAAATGGGACAACCT-3 5'-GCCATGTATCCCCAAAGAAT-3	62	145	35
TNF- α (-793 C/T)	5'-CCGAGAAATGGGACAACCT-3 5'-GCCATGTATCCCCAAAGAAT-3	60	145	32
TNFR1 (C/T)	5'-TCGCGTCCGAGCCCCGCCTTCAC-3 5'-GATCGTGCCTGCTCCTCC-3	64	184	30

ли с помощью вертикального электрофореза в 4%-м полиакриламидном геле при постоянном напряжении 300 В. Гель окрашивали бромистым этидием и просматривали на трансиллюминаторе под УФ-лучами.

Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартных компьютерных программ Statistica 8 и Microsoft Excel по общепринятым методикам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ генетической структуры с использованием оценки распределения аллелей по трем полиморфным локусам представлен в табл. 2. По полиморфизму промотора в позиции -824 гена TNF- α выборки красной степной и симментальской пород характеризовались высокой частотой аллеля G – 74,7 и 89,9 % соответственно. Выборка голштинского скота показала относительно равную долю встречаемости аллелей G (52,0 %) и A (48,0 %). При сравнительном анализе наблюдали достоверные различия изучаемых выборок скота

красной степной, симментальской и голштинской пород по частотам аллелей гена TNF- α (-824 A/G) ($p < 0,01$).

По полиморфизму TNF- α (-793 C/T) наивысшая частота аллеля Т установлена в симментальской породе (82,7 %), при частоте аллеля С – 17,3 %. Эти значения в симментальской породе достоверно отличались от частоты аллелей как в красной степной (Т – 63,9 и С – 36,1 %), так и в голштинской породе (Т – 51,5 и С – 48,5%) ($p < 0,01$). При этом достоверных различий по частотам аллелей между выборками красной степной и голштинской породы не обнаружено.

Анализ генетической структуры по полиморфизму TNFR1 в трех породах крупного рогатого скота показал, что симментальская и голштинская не различались между собой по частотам встречаемости аллелей С и Т. Обе породы характеризовались высокой частотой аллеля С (87,0 и 78,5 %) и низкой аллеля Т (13,0 и 21,5 %). В красной степной породе частоты аллелей С и Т составляли 51,1 и 48,9 % и достоверно различались от частот двух предыдущих выборок ($p < 0,01$).

Таблица 2

Распределение частот аллелей по генам TNF- α (-824 и -793) и TNFR1, %

Порода	Частота встречаемости аллеля					
	TNF- α -824		TNF- α -793		TNFR1	
	A	G	C	T	C	T
Красная степная	25,3 $\pm$ 2,5 ^a	74,7 $\pm$ 2,5	36,6 $\pm$ 2,8 ^a	63,9 $\pm$ 2,8	51,1 $\pm$ 2,9 ^{ab}	48,9 $\pm$ 2,9
Симментальская	10,1 $\pm$ 1,7 ^a	89,9 $\pm$ 1,7	17,3 $\pm$ 1,9 ^{ab}	82,7 $\pm$ 1,9	87,0 $\pm$ 1,6 ^a	13,0 $\pm$ 1,6
Голштинская	48,0 $\pm$ 3,5 ^a	52,0 $\pm$ 3,5	48,5 $\pm$ 3,5 ^b	51,5 $\pm$ 3,5	78,5 $\pm$ 2,9 ^b	21,5 $\pm$ 2,9

Примечание. Здесь и в табл. 3 буквами *a*, *b* отмечены группы, имеющие достоверные различия по частотам между породами, уровень достоверности указан в тексте.

Следует обратить внимание на то, что в выборках частоты встречаемости по всем локусам, каждый из которых представлен двумя аллелями, имеют относительно высокие значения. Это характерно в отношении селективно-нейтральных генов, поддерживаемых в популяциях стабилизирующим отбором.

В табл. 3 представлена генетическая структура по комплексным генотипам локусов *TNF-α* (-824 A/G, -793 C/T) и *TNFR1*. В результате тестирования установлено, что из 27 возможных комбинаций генотипов в породах встречается лишь 18 вариантов. При

этом количество генотипов различалось в зависимости от породной принадлежности. Так, наибольшее число вариантов выявлено в красной степной породе – 16 генотипов, в симментальской и голштинской – 10 и 9 соответственно.

Большое количество генотипических комбинаций в красной степной породе, возможно, связано с более высоким генетическим разнообразием по сравнению с другими породами, у которых консолидированная наследственность формировалась в условиях более интенсивной селекции.

Таблица 3

Частота встречаемости генотипов по комплексу полиморфизмов генов *TNF-α* (-824 и -793) и *TNFR1*, %

Генотип			Порода		
<i>TNF-α</i> -824 A/G	<i>TNF-α</i> -793 C/T	<i>TNFR1</i> C/T	красная степная (<i>n</i> = 148)	симментальская (<i>n</i> = 149)	голштинская (<i>n</i> = 100)
G/G	T/T	C/C	11,6 ± 2,6 ^a	61,4 ± 3,9 ^{ab}	11,5 ± 3,2 ^b
		T/C	18,5 ± 3,2	11,7 ± 2,6	11,5 ± 3,2
		T/T	8,2 ± 2,3	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,9
	T/C	C/C	4,8 ± 1,7	4,1 ± 1,6	0,0 ± 0,9
		T/C	8,2 ± 2,3 ^a	2,7 ± 1,3 ^a	0,0 ± 0,9
		T/T	4,1 ± 1,6	1,5 ± 0,9	0,0 ± 0,9
	C/C	C/C	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,9
		T/C	0,7 ± 0,7	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,9
		T/T	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,9
G/A	T/T	C/C	0,7 ± 0,7	0,7 ± 0,7	0,0 ± 0,9
		T/C	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,6	1,5 ± 1,2
		T/T	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,9
	T/C	C/C	4,8 ± 1,7 ^a	13,1 ± 2,7 ^a	35,7 ± 4,7 ^a
		T/C	19,9 ± 3,2 ^a	3,4 ± 1,4 ^{a, b}	17,1 ± 3,7 ^b
		T/T	8,2 ± 2,3	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,9
	C/C	C/C	0,7 ± 0,7	0,0 ± 0,6	1,5 ± 1,2
		T/C	2,7 ± 1,3	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,9
		T/T	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,9
A/A	T/T	C/C	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,9
		T/C	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,9
		T/T	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,9
	T/C	C/C	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,9
		T/C	0,7 ± 0,7	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,9
		T/T	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,6	0,0 ± 0,9
	C/C	C/C	2,1 ± 1,1	0,7 ± 0,7 ^a	7,1 ± 2,6 ^a
		T/C	4,1 ± 1,6 ^a	0,0 ± 0,6	12,6 ± 3,3 ^a
		T/T	0,0 ± 0,6	0,7 ± 0,7	1,5 ± 1,2

В связи со специфической эволюционной историей создания каждой породы и современными темпами отбора по молочной продуктивности племенные стада отличаются высокой генетической однородностью в результате линейного разведения, использования ограниченного числа производителей. В этом случае генетическая структура во многом связана с уровнем инбридинга и генетическим дрейфом.

Следует заметить, что частота гетерозиготного генотипа $G/A + T/C + T/C$ во всех породах варьировала от 3,4 до 19,9 %. Уровень гомозигот колебался в породах от 0 до 61,4 % с распределением верхних значений у красной степной до 11,6 %, симментальской до 61,4, голштинской до 11,5 %. Не обнаружено животных, в комплексном генотипе которых встречались бы одновременно A/A ($TNF-\alpha$ -824) и T/T ($TNF-\alpha$ -793) независимо от третьего аллельного варианта гена $TNFR1$.

В красной степной породе наиболее часто встречался генотип $G/A + T/C + T/C$ – 19,9 %. У голштинов частота этого генотипа (17,1 %) статистически не отличалась от значения в красной степной породе. У симменталов данный генотип встречался лишь у 3,4 % животных, что достоверно ниже, чем в остальных группах ($p < 0,01$).

Анализируя характер встречаемости гомозиготного генотипа $G/G + T/T + C/C$, следует отметить наибольшую его концентрацию в симментальской породе (61,4 %), что значительно выше, чем у красной степной (11,6 %) и голштинской (11,5 %) пород ($p < 0,001$).

Голштинская порода отличалась наименьшим количеством представленных генотипов. Большая часть животных данной породы (35,7 %) имела генотип $G/A + T/C + C/C$. Эта частота превышала показатель как у красной степной (4,8 %), так и у симментальской породы (13,1 %) ($p < 0,001$). Между частотами последних выборок также наблюдались различия ($p < 0,01$).

Различия также отмечены по частоте генотипа $G/G + T/C + T/C$ между выборками красной степной и симментальской породами ($p < 0,01$), генотипа $A/A + C/C + C/C$ ме-

жду симментальской и голштинской породами ($p < 0,01$), генотипа $A/A + C/C + T/C$ между красной степной и голштинской породами ($p < 0,01$).

Проведенный молекулярно-генетический анализ полиморфизма локусов $TNF-\alpha$ (-824 и -793) и $TNFR1$ у животных трех пород показал их своеобразную генетическую структуру с достаточно высоким уровнем дифференциации и межпородных различий по разным меж- и внутрилокусным комбинациям. Совершенно очевидно, что выявленный полиморфизм генов не является постоянным и изменяется в зависимости от стад, а также зависит от интенсивности и направленности отбора. Необходимо принимать во внимание, что популяции сохраняют генетическое равновесие лишь при условии панмиксии и отсутствия вклада случайных и систематических факторов. В то же время описание генетической структуры пород по однонуклеотидному полиморфизму может быть способом оценки динамического равновесия к изменяющимся условиям среды. По результатам работы следует, что даже при интенсивной селекции по молочной продуктивности в голштинской породе сохраняется генетическая гетерогенность на достаточно высоком уровне, поддерживаемым отбором и рекомбинационными процессами в отношении селективно-нейтральных аллелей. Вместе с тем сокращение генетически эффективной численности популяций из-за использования ограниченного числа производителей и линейного разведения и, как следствие, инбридинга и дрейфа генов требует постоянного анализа генотипической структуры полиморфных локусов для оценки микроэволюционных процессов и дальнейшего практического использования в селекции [18].

ВЫВОДЫ

1. Выявлена межпородная дифференциация по частоте встречаемости аллелей генов фактора некроза опухоли альфа и его рецептора в популяциях красной степной, симментальской и голштинской пород ($p < 0,01$).

2. Установлена генетическая структура пород по различным генотипическим комбинациям полиморфных локусов *TNF-α* (-824 и -793) и *TNFR1*. Сочетание всех гетерозигот в породах варьирует от 3,4 до 19,9 %. Уровень гомозигот в красной степной породе находился от 0 до 11,6 %, симментальской – от 0 до 61,4 %, голштинской – от 0 до 11,5 %.

3. Показаны достоверные различия между породными группами по частотам встречаемости некоторых межлокусных и внутрилокусных генотипических комбинаций ($p < 0,01$ – $p < 0,001$).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горячева Т.С. Полиморфизм к-казеина и его влияние на молочную продуктивность коров симментальской породы в Республике Алтай // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2011. – № 11-12. – С. 60–64.
2. Сельцов В.И., Костюнина О.В., Загороднев Ю.П. и др. Оценка молочной продуктивности коров разных пород в связи с полиморфизмом по гену альфа-лактальбумина // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 3. – С. 57–60.
3. Урядников М.В. Молочная продуктивность черно-пестрых коров с разным генотипом по гену соматотропина // Зоотехния. – 2010. – № 8. – С. 2–3.
4. Murdoch W.J., Colgin D.C., Ellis J.A. Role of tumor necrosis factor-alpha in the ovulatory mechanism of ewes // J. Anim Sci. – 1997. – Vol. 75. – P. 1601–1605.
5. Shirasuna K., Kawashima C., Murayama C. et al. Relationships between the first ovulation postpartum and polymorphism in genes relating to function of immunity, metabolism and reproduction in high-producing dairy cows // J. Reprod. Dev. – 2011. – N 57. – P. 135–142.
6. Chaouat G., Ledee-Bataille, Dubanchet S. et al. TH1/TH2 paradigm in pregnancy: paradigm lost? Cytokines in pregnancy/early abortion: reexamining the TH1/TH2 paradigm // Int. Arch. Allergy Immunol. – 2004. – Vol. 134. – P. 93–119.
7. Hansen P.J., Soto P., Natzke R.P. Mastitis and fertility in cattle - possible involvement of inflammation or immune activation in embryonic mortality // American J. of Reproductive Immunology. – 2004. – Vol. 51, N 4. – P. 294–301.
8. Кевра М.К. Фактор некроза опухолей: изучение роли в организме // Мед. новости. – 1995. – № 8. – С. 3–22.
9. Yudin N.S., Aitnazarov R.B., Voevoda M.I. et al. Association of polymorphism harbored by tumor factor alpha gene and sex of calf with lactation performance in cattle // Asian Australas. J. Anim. Sci. – 2013. – Vol. 26, N 10. – P. 1379–1387.
10. Кочнев Н.Н., Крыцына Т.И., Айтназаров Р.Б. и др. Влияние полиморфизма -824 A/G гена фактора некроза опухоли на молочную продуктивность коров красной степной породы // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 4. – С. 68–73.
11. Крыцына Т.И. Полиморфизм гена рецептора фактора некроза опухоли у крупного рогатого скота // Материалы 53-й междунар. науч. студенческой конф. «МНСК–2015». – Новосибирск, 2015. – С. 42.
12. Kochnev N.N., Krytsyna T.I., Smirnova A.M., Yudin N.S. Influence of Polymorphisms -824 A/G Gene of Tumor Necrosis Factor Alpha on the Basic Economic Useful Traits of Cattle // Biosci. Biotech. Res. Asia. – 2015. – Vol. 12 (1). – P. 243–248.
13. Крыцына Т.И., Кочнев Н.Н., Юдин Н.С. Исследование полиморфизма – 793 C/T в промоторе гена *TNF-α* у крупного рогатого скота разной породной принадлежности // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 1. – С. 30–38.
14. Крыцына Т.И. Изучение полиморфизма гена *TNFR1* в популяции симментальского скота // Материалы 54-й междунар. науч. студенческой конф. МНСК – 2016. – Новосибирск, 2016. – С. 48.
15. Крыцына Т.И. Полиморфизм -793 C/T в промоторе гена *TNF-α* в популяции скота голштинской породы // Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона: материалы 67-й междунар. науч.-практ. конф. – Рязань: Изд-во Рязанского гос. агротехнол. ун-та. – 2016. – Ч. 1. – 204 с.
16. Крыцына Т.И., Кочнев Н.Н., Айтназаров Р.Б. и др. Полиморфизм -824 A/G гена фактора некроза опухоли альфа и показатели воспроизводства коров // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, № 1. – С. 39–41.
17. Крыцына Т.И., Кочнев Н.Н., Айтназаров Р.Б. и др. Ассоциация полиморфизма -824 A/G гена фактора некроза опухоли с показателями роста

- телят // Вестн. НГАУ. – 2014. – № 3. – С. 71–75.
18. **Кочнев Н.Н.** Проблема генетической безопасности популяций сельскохозяйственных животных // С.-х. биология. – 2003. – № 4. – С. 21–25.
- ### REFERENCES
1. **Goryacheva T.S.** Polimorfizm k-kazeina i ego vliyanie na molochnuyu produktivnost' korov simmental'skoy породы v Respublike Altay // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2011. – № 11-12. – С. 60–64.
 2. **Sel'tsov V.I., Kostyunina O.V., Zagorodnev Yu.P. i dr.** Otsenka molochnoy produktivnosti korov raznykh porod v svyazi s polimorfizmom po genu al'fa-laktal'bumina // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. – № 3. – С. 57–60.
 3. **Uryadnikov M.V.** Molochnaya produktivnost' chernopestrykh korov s raznym genotipom po genu somatotropina // Zootekhnika. – 2010. – № 8. – С. 2–3.
 4. **Murdoch W.J., Colgin D.C., Ellis J.A.** Role of tumor necrosis factor-alpha in the ovulatory mechanism of ewes // J. Anim Sci. – 1997. – Vol. 75. – P. 1601–1605.
 5. **Shirasuna K., Kawashima C., Murayama C. et al.** Relationships between the first ovulation postpartum and polymorphism in genes relating to function of immunity, metabolism and reproduction in high-producing dairy cows // J. Reprod. Dev. – 2011. – № 57. – P. 135–142.
 6. **Chaouat G., Ledee-Bataille, S. Dubanchet et al.** TH1/TH2 paradigm in pregnancy: paradigm lost? Cytokines in pregnancy/early abortion: reexamining the TH1/TH2 paradigm // Int. Arch. Allergy Immunol. – 2004. – Vol. 134. – P. 93–119.
 7. **Hansen P.J., Soto P., Natzke R.P.** Mastitis and fertility in cattle - possible involvement of inflammation or immune activation in embryonic mortality // American J. of Reproductive Immunology. – 2004. – Vol. 51, N 4. – P. 294–301.
 8. **Kevra M.K.** Faktor nekroza opukholey: izuchenie roli v organizme // Med. novosti. – 1995. – № 8. – С. 3–22.
 9. **Yudin N.S., Aitnazarov R.B., Voevoda M.I. et al.** Association of polymorphism harbored by tumor factor alpha gene and sex of calf with lactation performance in cattle // Asian Australas. J. Anim. Sci. – 2013. – Vol. 26, N 10. – P. 1379–1387.
 10. **Kochnev N.N., Krytsyna T.I., Aytynazarov R.B. i dr.** Vliyanie polimorfizma -824 A/G gena faktora nekroza opukholi na molochnuyu produktivnost' korov krasnoy stepnoy породы // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2014. – № 4. – С. 68–73.
 11. **Krytsyna T.I.** Polimorfizm gena retseptora faktora nekroza opukholi u krupnogo rogatogo skota // Materialy 53-y mezhhdunar. nauch. studencheskoy konf. MNSK – 2015. – Novosibirsk, 2015. – С. 42.
 12. **Kochnev N.N., Krytsyna T.I., Smirnova A.M., Yudin N.S.** Influence of Polymorphisms -824 A/G Gene of Tumor Necrosis Factor Alpha on the Basic Economic Useful Traits of Cattle // Biosci. Biotech. Res. Asia. – 2015. – Vol. 12 (1). – P. 243–248.
 13. **Krytsyna T.I., Kochnev N.N., Yudin N.S.** Issledovanie polimorfizma – 793 S/T v promotore gena TNF- α u krupnogo rogatogo skota raznoy porodnoy prinalozhnosti // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2016. – № 1. – С. 30–38.
 14. **Krytsyna T.I.** Izuchenie polimorfizma gena TNFR1 v populyatsii simmental'skogo skota // Materialy 54-y mezhhdunar. nauch. studencheskoy konf. MNSK – 2016. – Novosibirsk. – 2016. – С. 48.
 15. **Krytsyna T.I.** Polimorfizm -793 S/T v promotore gena TNF- α v populyatsii skota golshtinskoy породы // Innovatsionnye podkhody k razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa regiona: materialy 67-oy mezhhdunar. nauch.-prakt. konf. – Ryazan': Izd-vo Ryazanskogo gos. agrotekhnol. un-ta. – 2016. – Ch. 1. – 204 s.
 16. **Krytsyna T.I., Kochnev N.N., Aytynazarov R.B. i dr.** Polimorfizm -824 A/G gena faktora nekroza opukholi al'fa i pokazateli vosproizvodstva korov // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2015. – T. 2, № 1. – С. 39–41.
 17. **Krytsyna T.I., Kochnev N.N., Aytynazarov R.B. i dr.** Assotsiatsiya polimorfizma -824 A/G gena faktora nekroza opukholi s pokazatelyami rosta telyat // Vestn. NGAU. – 2014. – № 3. – С. 71–75.
 18. **Kochnev N.N.** Problema geneticheskoy bezopasnosti populyatsiy sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh // S.-kh. biologiya. – 2003. – № 4. – С. 21–25.

**GENETIC DIVERSITY OF CATTLE
ON A COMPLEX OF GENOTYPES OF LOCI *TNF-α* AND *TNFR1***

**T.I. KRYTSYNA¹, Biotechnology Engineer,
N.N. KOCHNEV¹, Doctor of Science in Biology, Professor,
N.S. YUDIN², Candidate of Science in Biology, Senior Researcher**

¹*Novosibirsk State Agrarian University
160, Dobrolyubova St, Novosibirsk, 630039, Russia
e-mail: krytsyna@list.ru*

²*Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
10, Akademika Lavrentyeva St, Novosibirsk, 630090, Russia
e-mail: kochnev@nsau.edu.ru*

Genetic structure of certain cattle populations has been described on the basis of allele frequencies and various genotype combinations of polymorphic loci *TNF-α* (-824A/G, -793 C/T) and *TNFR1*. Herds of dairy cattle in Novosibirsk Region and Altai Territory were investigated. The animals of Red Steppe (n=148), Simmental (n=149) and Holstein (n=100) breeds were studied. The tumor necrosis factor alpha gene (*TNF-α*) encodes a multifunctional cytokine, one of the main functions of which is to be involved in the formation of the immune response. The cytokine biological effect on the cells is manifested through interaction with the specific receptor, encoded by the *TNFR1* gene. The *TNF-α* cytokine and its *TNFR1* receptor are part of the so-called tumor necrosis factor family. Proteins of the tumor necrosis factor family participate in metabolic and morphogenetic processes, and affect reproductive characteristics of farm animals. Genotypes were determined by the polymerase chain reaction method with subsequent analysis of the lengths of restriction fragments. Statistically significant interbreed differences on frequencies of alleles are set ($p < 0.01$). Of the 27 possible combinations of genotypes for the three polymorphisms in animals, only 18 have been discovered. In Red Steppe breed were identified 16 different variants of genotypes, in Simmental and Holstein breeds 10 and 9, respectively. The most common genotypes were as follows: the G/A+T/C+T/C (19.9 percent) in Red Steppe breed, G/G+T/T+C/C (61.4 percent) in Simmental, a variant of the combination G/A+T/C+C/C (35.7 percent) in Holstein. There were significant differences between breed groups for the frequencies of occurrence of some genotypic intralocus and interlocus combinations ($p < 0.01$ – $p < 0.001$).

Keywords: complex of genotypes, tumor necrosis factor, *TNF-α*, *TNFR1*, dairy cattle, single nucleotide polymorphism.

Послупила в редакцию 10.04.2017

ПРИРОСТ ЖИВОЙ МАССЫ МОЛОДНЯКА ЗАБАЙКАЛЬСКИХ ЛОШАДЕЙ И ИХ ПОМЕСЕЙ С РУССКИМ ТЯЖЕЛОВОЗОМ

Б.З. БАЗАРОН, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири – филиал СФНЦА РАН

672010, Россия, Забайкальский край, г. Чита, ул. Кирова, 49

e-mail: solbonmd@mail.ru

Представлены результаты сравнительного изучения прироста живой массы молодняка лошадей разных генотипов. Исследование проведено в 2012–2015 гг. в генофондном хозяйстве Забайкальского края на двух группах молодняка: чистопородных забайкальских и их помесей с русской тяжеловозной породой. Контроль живой массы жеребят проводили, взвешивая их на 3-й день после рождения, в возрасте 6, 12, 18, 24, 30 мес. Живая масса у помесных жеребят при рождении была в пределах 38–44 кг, у местных забайкальских – 38–42 кг. Максимальный прирост живой массы отмечен в период от рождения до 6 мес, при этом наибольшие показатели были у помесных жеребят. Помеси русского тяжеловоза в данный период имели среднюю прибавку 185,1 кг, местные забайкальские – 170,5 кг. Разница в приросте составила в среднем 14,6 кг, или 8,56 %. В последующие возрастные периоды превосходство в живой массе помесных жеребят над забайкальскими сохранялось. Возраст 12 и 24 мес молодняка приходился на зимнее содержание и скудные кормовые и суровые климатические условия. В связи с этим как у помесных, так и у местных забайкальских отмечено уменьшение живой массы по сравнению с массой в 6 и 18 мес. В подопытных группах животные даже при отсутствии подкормки имели достаточно высокий среднесуточный прирост. По среднесуточному приросту в этот период помеси тяжеловозов также превосходили местных забайкальских на 79,8 г, или 8,5 %.

Ключевые слова: забайкальская лошадь, русский тяжеловоз, среднесуточный прирост, живая масса.

Забайкалье относится к зоне табунного коневодства, поскольку здесь имеются огромные перспективы для развития данной отрасли животноводства [1–5].

Исследования мясных качеств лошадей аборигенных пород дают основание считать, что их хозяйственно полезные качества могут быть реализованы не только в условиях чистопородного разведения [6–8]. Сочетание высоких приспособительных качеств аборигенных лошадей с ранним формированием и высокой скороспелостью тяжеловозных пород при правильном подборе дает возможность повышения уровня мясной продуктивности, улучшения качества продукции и лучшего использования питательных веществ пастбищных кормов.

Животные, полученные при промышленном скрещивании, обладают специфическим обменом веществ [9–11]. Резкое патологическое нарушение его, повышение или снижение незамедлительно сказываются на живой массе животного [12].

Живая масса и среднесуточный прирост – основные зоотехнические показатели, кото-

рые учитывают при оценке хозяйственной и физиологической скороспелости животных [13, 14].

Цель исследования – изучить динамику живой массы молодняка лошадей разных генотипов в условиях Забайкалья.

МАТЕРИАЛЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена в 2012–2015 гг. в генофондном хозяйстве им. Ленина Могойтуйского района Забайкальского края. Объектами исследований стали две группы молодняка лошадей: жеребчики забайкальской породы и помеси, полученные от скрещивания конематок забайкальской породы с производителями русской тяжеловозной породы. Группы животных сформировали с учетом возраста, пола, физиологического состояния, живой массы. Контроль живой массы жеребят проводили на основе взвешивания на 3-й день после рождения и затем в возрасте 6, 12, 18, 24, 30 мес. Всех подопытных животных таврили горячим способом в 6 мес.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно методике исследования первое взвешивание подопытных животных проводили в 3-дневном возрасте, когда жеребята прочно стоят на ногах. Средние данные по живой массе подопытного молодняка приведены в табл. 1.

Помесные жеребчики от русских тяжеловозов при рождении были несколько крупнее забайкальских. Масса новорожденных тяжеловозных помесей в среднем составила 10 % от массы матерей, составляющей 410–415 кг.

Живая масса у помесных жеребят, полученных от жеребцов русской тяжеловозной породы, равнялась 38–44 кг, у местных забайкальских 38–42 кг. По-видимому, на размерах плода в большей степени сказались наследственные особенности матерей. Родовые пути менее рослых по сравнению с русским тяжеловозом местных забайкальских кобыл не обеспечивали того развития, на которое способны зародыши помесей. Однако к 6-месячному возрасту тяжеловозные помеси значительно превосходили местных забайкальских жеребят: живая масса их была больше на 16,4 кг, или 7,8 %. В последующие возрастные периоды превосходство в живой массе помесных жеребят над забайкальскими сохранялось.

В возрасте 12 и 24 мес как у помесных, так и у местных забайкальских жеребят наблюдалось уменьшение живой массы по сравнению с 6- и 18-месячным молодняком (см. рисунок). Указанные периоды приходятся на зимнее содержание и скудные кормовые и суровые климатические условия, приводящие к снижению упитанности и потере живой массы подопытного молодняка.

Следует отметить, что забайкальский молодняк в эти возрастные периоды терял в живой массе значительно меньше, чем тяжеловозные помеси, что свидетельствует о лучшей приспособленности местных лошадей к суровым условиям зимовки. С увеличением возраста превосходство помесных жеребят над забайкальскими становилось все более значительным, разница статистически достоверна (табл. 2).

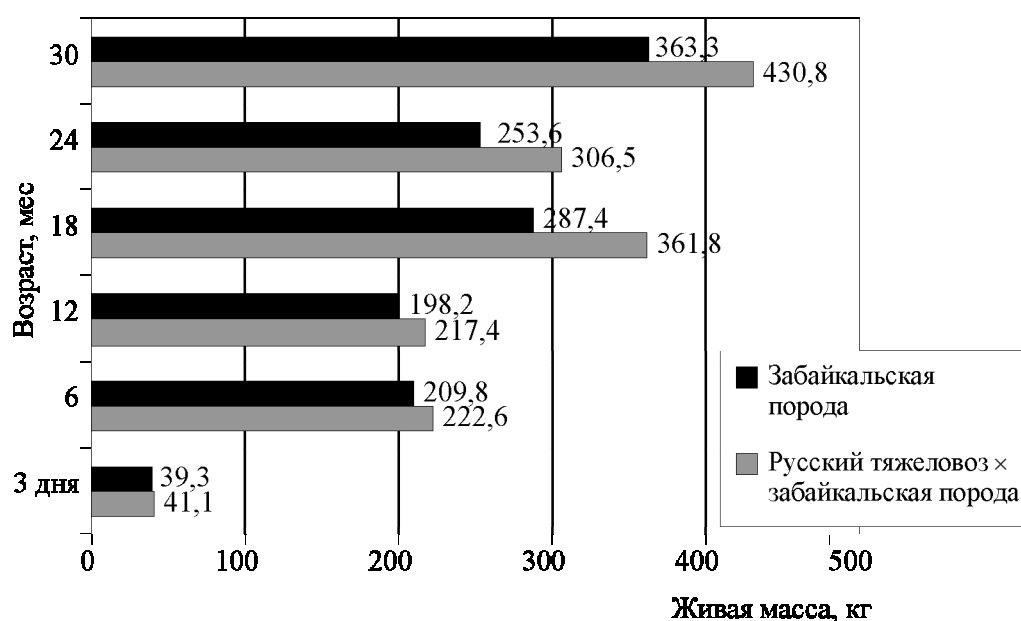
Максимальный прирост живой массы относился к периоду от рождения до 6 мес, при этом наибольшим он был у помесных жеребят. В подопытных группах животные даже при отсутствии подкормки имели достаточно высокий среднесуточный прирост. Помеси русского тяжеловоза в данный период имели среднюю прибавку 185,1 кг, тогда как местные забайкальские – 170,5 кг. Разница в приросте в пользу помесей в среднем составила 14,6 кг, или 8,56 %. По среднесу-

Таблица 1

Сравнительные данные по живой массе тяжеловозных помесей и забайкальского молодняка, кг

Группа	Возраст, мес	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	σ	Cv
Забайкальская порода	3 дня	15	39,3 $\pm$ 0,51	1,26	4,12
	6	12	209,8 $\pm$ 1,34*	4,25	1,57
	12	12	198,2 $\pm$ 2,59*	8,21	4,01
	18	12	287,4 $\pm$ 2,13*	6,97	2,01
	24	9	253,6 $\pm$ 1,29*	4,37	1,28
	30	9	363,3 $\pm$ 0,97*	3,35	0,29
Русский тяжеловоз $\times$ забайкальская порода	3 дня	15	41,1 $\pm$ 0,52	2,01	5,0
	6	12	222,6 $\pm$ 1,28	4,43	1,99
	12	12	217,4 $\pm$ 3,32	10,98	5,36
	18	12	361,8 $\pm$ 2,21	7,32	2,04
	24	9	306,5 $\pm$ 1,29	4,27	1,33
	30	9	438,0 $\pm$ 1,44	4,43	1,03

* $p < 0,001$.



Динамика живой массы подопытного молодняка лошадей

Таблица 2

Прирост живой массы жеребят

Период, мес	Забайкальская порода		Русский тяжеловоз × забайкальская порода	
	Прирост			
	Всего, кг	Среднесуточный, г	Всего, кг	Среднесуточный, г
3 дня – 6 мес	170,5 ± 2,0*	931 ± 10,2*	185,1 ± 1,1	1001 ± 7,4
6–12	–11,6 ± 1,6	–63 ± 3,1	–8,8 ± 2,9	–48 ± 14,6
12–18	89,2 ± 2,3*	487 ± 16,4*	115,4 ± 3,2	630 ± 18,2
18–24	–33,8 ± 3,9	185 ± 19,2*	–55,3 ± 3,2	302 ± 18,3
24–30	109,7 ± 3,1*	599 ± 17,1*	131,5 ± 2,2	722 ± 12,9
3 дня – 30 мес	324,7 ± 1,2*	354 ± 2,9*	396,9 ± 1,3	433 ± 1,6

* $p < 0,001$.

точному приросту в этот период помеси тяжеловозов также превосходили местных забайкальских жеребят на 79,8 г, или 8,5 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От рождения до 30-месячного возраста помеси тяжеловозов имели превосходство над местными забайкальскими жеребятами как по общему, так и по среднесуточному приросту живой массы. Это свидетельствует о значительно большей интенсивности роста помесного молодняка. В неблагоприятный период, который совпадает с зимовкой, у молодняка забайкальской породы и

помесей их с тяжеловозом живая масса увеличилась в возрасте от 6 до 12 мес на $11,6 \pm 1,6$ и $8,8 \pm 2,9$ кг, от 18 до 24 мес – на $33,8 \pm 3,9$ и $55,3 \pm 3,2$ кг соответственно. В условиях Забайкалья подобная биоритмика отмечается по всем видам сельскохозяйственных животных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калашников В.В., Ковешников В.С. Состояние мясного табунного коневодства и основные селекционные и организационно-технологические мероприятия по его рациональному ведению // Коневодство и конный спорт. – 2010. – № 5. – С. 3–6.

2. **Хамируев Т.Н., Базарон Б.З.** Генофонд аборигенных лошадей забайкальской породы // Географические исследования экономических районов ресурсно-периферийного типа: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Чита, 2012. – С. 155–158.
3. **Калашников Р.В., Калашников В.В.** Развитие табунного коневодства России // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 9. – С. 8–11.
4. **Порядок** и условия проведения бонитировки племенных лошадей забайкальской породы. – М.: Изд-во ВНИИ коневодства. – 2012. – 18 с.
5. **Целевая** программа «Развитие коневодства, в том числе племенного, в Забайкальском крае на 2012–2014 годы и на период до 2020 года». – [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/922226225>
6. **Баженова Б.А., Бадмаева Т.М., Мадагаев Ф.А.** Улучшение структуры конского мяса // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 4. – С. 98–102.
7. **Калашников Р.В., Базарон Б.З., Хамируев Т.Н., Базарон Э.Б.** Мясная продуктивность помесного молодняка лошадей в условиях Забайкалья // Коневодство и конный спорт. – 2012. – № 1. – С. 20–22.
8. **Ковешников В.С.** Организационно-технологические и экономические механизмы рационального ведения коневодства в России: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Дивово, 2005. – 72 с.
9. **Хаданов Е.В., Анганов В.В., Митыпова Е.Н., Хамируев Т.Н.** Рост и развитие молодняка бурятских лошадей и их помесей с русской тяжеловозной породой // Актуальные вопросы ветеринарной медицины и животноводства: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Чита, 2011. – С. 182–187.
10. **Чжан М., Ли Ф., Ли Я., Чжан П.** Обзор коневодства Китая // Проблемы коневодства: материалы 4-й междунар. науч.-практ. конф. – Чита, 2011. – С. 192–199.
11. **Spontenberg D.P.** Equine edor genetics. – 2nd ed. – Ames (Iowa) Iowa state univ. press, 2003. – 215 p.
12. **Развитие** мясного табунного коневодства в России: метод. реком. – М.: Росинформагротех, 2007. – 176 с.
13. **Базарон Б.З., Хамируев Т.Н., Дашиинимаев С.М.** Убойные качества чистопородного и помесного молодняка лошадей забайкальской породы // Вестн. Башкирского ГАУ. – 2015. – № 3 (35). – С. 26–28.
14. **Базарон Э.Б., Калашников Р.В., Базарон Б.З., Дашиинимаев С.М., Хамируев Т.Н.** Экономическая эффективность производства молодой конины в Забайкалье // Коневодство и конный спорт. – 2015. – № 3. – С. 30–32.

REFERENCES

1. **Kalashnikov V.V., Koveshnikov V.S.** Sostoyanie myasnogo tabunnogo konevodstva i osnovnye selektsionnye i organizatsionno-tekhnologicheskie meropriyatiya po ego ratsional'nomu vedeniyu // Konevodstvo i konnyy sport. – 2010. – № 5. – S. 3–6.
2. **Khamiruev T.N., Bazaron B.Z.** Genofond aborigennykh loshadey zabaykal'skoy породы // Geograficheskie issledovaniya ekonomicheskikh rayonov resursno-periferiynogo tipa: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf. – Chita, 2012. – S. 155–158.
3. **Kalashnikov R.V., Kalashnikov V.V.** Razvitie tabunnogo konevodstva Rossii // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2011. – № 9. – S. 8–11.
4. **Poryadok** i usloviya provedeniya bonitirovki plemennykh loshadey zabaykal'skoy породы. – М.: Izd-vo VNII konevodstva. – 2012. – 18 s.
5. **Tselevaya** programma «Razvitie konevodstva, v tom chisle plemennogo, v Zabaykal'skom krae na 2012–2014 gody i na period do 2020 goda». – [Elektronnyy resurs]: <http://docs.cntd.ru/document/922226225>
6. **Bazhenova B.A., Badmaeva T.M., Madagaev F.A.** Uluchshenie struktury konskogo myasa // Sib. vestn. s.-kh. nauki. – 2010. – № 4. – S. 98–102.
7. **Kalashnikov R.V., Bazaron B.Z., Khamiruev T.N., Bazaron E.B.** Myasnaya produktivnost' pomesnogo molodnyaka loshadey v usloviyakh Zabaykal'ya // Konevodstvo i konnyy sport. – 2012. – № 1. – S. 20–22.
8. **Koveshnikov V.S.** Organizatsionno-tekhnologicheskie i ekonomicheskie mekhanizmy ratsional'nogo vedeniya konevodstva v Rossii: avtoref. dis. ...d-ra s.-kh. nauk. – Divovo, 2005. – 72 s.
9. **Khadanov E.V., Anganov V.V., Mitypova E.N., Khamiruev T.N.** Rost i razvitie molodnyaka buryatskikh loshadey i ikh pomesey s russkoy tyazhelovoznoy porodoy // Aktual'nye voprosy veterinarnoy meditsiny i zhitovnovodstva: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Chita, 2011. – S. 182–187.
10. **Chzhan M., Li F., Li Ya., Chzhan P.** Obzor konevodstva Kitaya // Problemy konevodstva: materialy 4-y mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Chita, 2011. – S. 192–199.

11. **Sponenberg D.P.** Equine edor genetics. – 2nd ed. – Ames (Iowa) Iowa state univ. press, 2003. – 215 p.
12. **Razvitie** myasnogo tabunnogo konevodstva v Ros-sii: metod. rekom. – M.: Rosinformagrotekh, 2007. – 176 s.
13. **Bazaron B.Z., Khamiruev T.N., Dashinimaev S.M.** Uboynye kachestva chistopородного i pomесного molodnyaka loshadey zabaykal'skoy porody // Vestn. Bashkirskogo GAU. – 2015. – № 3 (35). – S. 26–28.
14. **Bazaron E.B., Kalashnikov R.V., Bazaron B.Z., Dashinimaev S.M., Khamiruev T.N.** Ekonomicheskaya effektivnost' proizvodstva molodoy koniny v Zabaykal'e // Konevodstvo i konnyy sport. – 2015. – № 3. – S. 30–32.

LIVEWEIGHT GAIN IN ZABAIKALSKAYA YOUNG HORSES AND THEIR HYBRIDS WITH RUSSIAN DRAFT HORSES

B.Z. BAZARON, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Research Institute of Veterinary Science of Eastern Siberia – Branch of the SFSCA RAS

49, Kirova St, Chita, 672010, Russia

e-mail: solbonmd@mail.ru

Results are given from a comparative study on liveweight gains in the young stock of horses of different genotypes. The study was conducted in 2012–2015 on two groups of young horses: purebred Zabaikalskaya and their hybrids with Russian Draft horses. The live weights of foals were monitored by weighing them in third day after birth, at 6, 12, 18, 24, and 30 months of age. The live weights at birth in hybrid foals ranged from 38 to 44 kg, in native Zabaikalskaya foals from 38 to 42 kg. The maximum liveweight gain was observed in the period from birth to 6 months of age, where the highest parameters were recorded in hybrid foals. In this period, Russian Draft horse hybrids had the average liveweight gain of 185.1 kg, native Zabaikalskaya horses 170.5 kg. The difference in gains made up on average 14.6 kg, or 8.56 percent. During subsequent age periods, superiority of hybrid foals over Zabaikalskaya ones in live weight remained. The foals' ages of 12 and 24 months were for winter keeping and insufficient feeding and severe climatic conditions. In connection with that, a reduction in live weight, as compared to that at 6 and 18 months of age, was observed in both hybrids and native horses. The animals of the experimental groups had rather high average daily liveweight gains even in the absence of extra nutrient. During this period, draft horse hybrids also exceeded native horses in the average daily liveweight gain by 79.8 g, or 8.5 percent.

Keywords: Zabaikalskaya horse, Russian Draft horse, average daily liveweight gain.

Поступила в редакцию 28.02.2017

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШИШКИ СОСНЫ КОРЕЙСКОЙ В КОРМЛЕНИИ ЦЫПЛЯТ-ПЕРЕПЕЛОВ

О.Г. МЕРЗЛЯКОВА, старший научный сотрудник,

В.А. РОГАЧЁВ, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией

Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства СФНЦА РАН

63050, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: helmmet@mail.ru

Исследована целесообразность использования шелухи шишки сосны корейской *Pinus koraiensis* как источника биологически активных веществ с целью повышения качества и снижения себестоимости кормосмесей для перепелов в период их выращивания. Опыт продолжительностью 60 дней проводили по общепринятой методике на перепелках японской породы, сформированных в суточном возрасте в четыре одинаковых группы по 50 гол. в каждой и содержащихся в клеточной батарее при соблюдении требуемых условий микроклимата. Все группы получали питание по основному (контрольному) рациону, разработанному с учетом возраста и физиологических особенностей, но птицам из 1–3-й опытных групп дополнительно скармливалась шелуха шишки сосны корейской в количестве 1,5; 2,0 и 2,5 кг/т комбикорма соответственно. Изучалось влияние различных дозировок добавки на сохранность поголовья, интенсивность роста цыплят, показатели мясной продуктивности, биохимический состав крови. Определены оптимальные дозы введения очищенной от смол шелухи шишки сосны корейской в рацион перепелов в период их выращивания, на основе чего разработаны рекомендации по формированию кормосмесей с применением данной добавки. Химический состав корма и мяса перепелов исследовали в биохимической лаборатории по общепринятым методикам зоотехнического анализа. Установлено, что при введении новой добавки в комбикорм в количестве 1,5–2,5 кг/т сохранность поголовья повысилась на 2–4 %, среднесуточный прирост живой массы птицы увеличился на 3,15–6,99 %, расход кормов снизился на 4,4–19,1 % на единицу продукции. При скармливании цыплятам шелухи шишки в указанных дозах масса потрошенной тушки увеличилась в среднем на 2,06–9,80 %, убойный выход вырос на 0,81–4,27 %, повысилась биологическая ценность мяса. Выявлено, что кормление с добавкой шелухи шишки сосны корейской из расчета 2,5 кг/т комбикорма оказывало максимальное положительное влияние на зоотехнические и экономические показатели выращивания перепелов. Гематологические характеристики цыплят при этом оставались в пределах физиологической нормы.

Ключевые слова: перепела, комбикорм, шелуха шишки сосны корейской, продуктивность, оптимальная дозировка.

В целях повышения эффективности птицеводства, усиления продуктивного действия и снижения себестоимости комбикормов, целесообразно дополнять усилия в сфере интенсификации полевого и лугопастбищного кормопроизводства приготовлением кормов из альтернативных источников сырья. Большие возможности в этом отношении предоставляют богатые лесные ресурсы [1]. Компоненты, получаемые из местного экологически чистого растительного (древесного) сырья, обладая широким спектром физиологического действия, могут с успехом конкурировать с синтетическими препаратами. Добавки, приготовляемые из различного растительного сырья, содержат

большое количество микро- и макроэлементов, витаминов, аминокислот, отличаются антиоксидантными свойствами, улучшают аппетит, стимулируют выработку пищеварительных ферментов, являются активизаторами роста [2]. Существует множество препаратов, для создания которых основным сырьем служат хвоя и древесина хвойных деревьев. Древесное сырье используют для приготовления хвойной муки, различных настоев, подкормок из натуральной зелени, пробиотиков и биостимуляторов [1, 3–7].

В качестве ингредиента кормовых добавок для сельскохозяйственных животных перспективной представляется шелуха ши-

шек сосны корейской (*Pinus koraiensis*), содержащая 134 компонента, включая 23 жизненно необходимых минеральных элемента. Она содержит целлюлозу, гетерогликаны, в том числе арабиногалактан, целый ряд высоко- и низкомолекулярных ароматических соединений, обладающих физиологическим действием. В ней имеются тритерпеновые сапонины, дубильные вещества катехинового ряда, фосфолипиды, фитостерины, жирные кислоты, в том числе линолевая, олеиновая, пальмитиновая, макро- и микроэлементы [8–10]. В шелухе присутствует среднецепочечная каприновая кислота, играющая важную роль в обмене липидов в организме. Содержание токсичных элементов (кадмий, свинец) в нативной и в обработанной соляной кислотой шелухе шишек незначительно по сравнению с предельно допустимыми нормами [11].

Сбалансированный природный комплекс биологически активных веществ в шелухе шишек сосны корейской представляет немалый интерес с точки зрения замены им экологически небезопасных стимулирующих добавок химического происхождения, используемых в птицеводстве.

Цель исследования – оценить эффективность использования различных дозировок продукта глубокой переработки шелухи шишки сосны корейской в комбикормах перепелов в период их выращивания.

Задачи – определить влияние различных доз изучаемой добавки на сохранность поголовья, интенсивность роста, показатели мясной продуктивности, биохимический состав крови; установить оптимальную дозу введения шелухи шишки сосны корейской в рацион перепелов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследований – продуктивное и физиологическое действие кормовой добавки из шелухи шишки сосны корейской (*Pinus koraiensis*). Опыт продолжительностью 60 дней проведен по общепринятой методике на перепелиной ферме физиологического двора Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического ин-

ститута животноводства (СибНИПТИЖ) СФНЦА РАН на перепелках японской породы, сформированных в суточном возрасте в четыре группы по 50 голов в каждой [12]. Цыплят содержали в клеточной батарее с соблюдением требуемых для них условий микроклимата. Всем подопытным перепелам скармливали одинаковый комбикорм (основной рацион), приготовленный по ТУ 9296-006-59256574–2013 ООО «БинКорм» с учетом возраста и физиологических особенностей данного вида птицы. Межгрупповые различия заключались в следующем: молодняк контрольной группы потреблял только основной рацион, птица 2, 3 и 4-й опытных групп дополнительно к основному рациону получала шелуху шишки сосны корейской в количестве 1,5; 2,0 и 2,5 кг/т комбикорма.

Рационы составляли в соответствии с нормами Всероссийского научно-исследовательского технологического института птицеводства РАН [13]. Учет поедаемости кормов осуществляли еженедельно по двум смежным суткам путем взвешивания заданных кормов и их остатков.

Химический состав корма и мяса перепелов исследовали в биохимической лаборатории СибНИПТИЖа по общепринятым методикам зоотехнического анализа.

Контрольные взвешивания перепелов проводили при постановке на опыт и в 60-дневном возрасте. В 2-месячном возрасте был произведен убой перепелов по 3 гол. из каждой группы.

Биохимический состав крови птицы исследовали в лаборатории биотехнологий Института экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН.

Полученный в опыте цифровой материал обработан методом вариационной статистики на персональном компьютере с помощью программного обеспечения «Microsoft Excel».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Комбикорм для перепелов был приготовлен в соответствии с основными требованиями: сбалансированность, высокая кало-

рийность и необходимая степень измельчения. Он включал следующие компоненты: пшеницу фуражную, сою экструдированную, жмых подсолнечный, муку мясорастительную, муку рыбную, дрожжи кормовые, жир технический, премикс, мел кормовой, трикальцийфосфат. Процентное содержание ингредиентов комбикорма и его питательность были различными в зависимости от возраста птицы (0–30 и 31–60 дней и старше). В среднем в 100 г комбикорма содержалось 1,26 МДж обменной энергии, 24,8 г сырого протеина, 3,8 г сырой клетчатки.

Введение шелухи шишки сосны корейской в состав комбикорма оказало влияние на его поедаемость. В период выращивания (60 дней) птица контрольной группы потребила комбикорма в среднем на 7,3 % больше по сравнению с опытными группами.

Сохранность поголовья цыплят опытных групп, получавших комбикорм с шелухой шишки, была выше по сравнению с контролем на 2–4 % (табл. 1).

Перепела опытных групп обладали более высокой энергией роста и лучшей конверсией корма в мясную продукцию, они превосходили аналоги контрольной группы по абсолютному приросту живой массы на 3,42; 3,76 и 6,98 % ($P > 0,999$) соответственно, по среднесуточному приросту – на 3,15; 3,50 и 6,99 % при пониженном на 4,36; 15,94 и 19,13 % расходе кормов на единицу продук-

ции. Наиболее высокие показатели продуктивности и эффективности использования кормов получены в 3-й опытной группе.

Результаты контрольного убоя птицы показали, что масса потрошенной тушки перепелов 1–3-й опытных групп была больше, чем в контрольной соответственно на 2,06; 6,45 и 9,80 %, убойный выход выше на 0,81; 1,86 и 4,27 % (табл. 2). По массе печени и сердца птица 2-й и 3-й опытных групп, при отсутствии различий, превосходила контроль на 8,99 и 9,29 %.

В мясе (фарше) птицы опытных групп содержалось больше сухого вещества (на 1,25–1,46 %), белка (на 0,14–0,30), жира (на 1,02–1,15 %), кальция (в 1,04–1,09 раза), калия (в 1,01–1,08) и марганца (1,09–1,41 раза). Оно имело лучшую сбалансированность по аминокислотам, о чем свидетельствует более высокий аминокислотный индекс (сумма незаменимых аминокислот / сумма заменимых аминокислот). Лучшей биологической ценностью (белковый качественный показатель, БКП = 5,40) отличалось мясо перепелов 3-й опытной группы, в остальных опытных группах этот показатель равнялся контрольному значению (4,83) (табл. 3).

С учетом физиологических особенностей перепелов были изучены некоторые биохимические показатели сыворотки их крови, характеризующие реакцию организма на использование в рационе шелухи шишки сосны корейской. Гематологические

Таблица 1

Сохранность, прирост живой массы и оплата корма продукцией у перепелов за период выращивания

Показатель	Группа			
	контрольная	опытная		
		1-я	2-я	3-я
Сохранность, %	88	90	90	92
Живая масса, г:				
на начало опыта	7,90 ± 0,06	7,90 ± 0,09	7,96 ± 0,07	7,94 ± 0,08
на конец опыта	179,26 ± 3,06	185,12 ± 2,90	185,77 ± 2,73	191,26 ± 3,40
Прирост живой массы, г:				
абсолютный	171,36 ± 2,92	177,22 ± 2,78	177,81 ± 2,61	183,32 ± 3,26
среднесуточный	2,86 ± 0,05	2,95 ± 0,05	2,96 ± 0,04	3,06 ± 0,05
Потреблено кормов, кг	1,022	1,010	0,891	0,884
Затраты корма на 1 г прироста, г	5,96	5,70	5,01	4,82

Таблица 2

Результаты убоя подопытной птицы

Показатель	Группа			
	контрольная	опытная		
		1-я	2-я	3-я
Предубойная живая масса одной головы, г	173,00 ± 0,93	174,67 ± 0,15	179,67 ± 1,72	179,67 ± 1,23
Масса полупотрошенной тушки, г	143,00 ± 0,71	143,00 ± 0,53	147,33 ± 1,47	151,33 ± 1,78
В % к живой массе	82,66	81,87	82,00	84,23
Масса потрошенной тушки, г	129,33 ± 1,56	132,00 ± 0,88	137,67 ± 1,62	142,00 ± 2,03
Убойный выход, %	74,76	75,57	76,62	79,03

Таблица 3

Химический состав и биологическая ценность мяса (фарша) цыплят перепелов

Показатель	Группа			
	контрольная	опытная		
		1-я	2-я	3-я
Вода, %	68,00 ± 0,20	66,59 ± 0,74	66,75 ± 0,32	66,54 ± 0,40
Сухое вещество, %	32,00 ± 0,20	33,41 ± 0,74	33,25 ± 0,32	33,46 ± 0,40
Белок, %	19,53 ± 0,05	19,83 ± 0,04	19,67 ± 0,01	19,68 ± 0,02
Жир, %	9,49 ± 0,15	10,51 ± 0,81	10,58 ± 0,24	10,64 ± 0,42
Кальций, %	1,37 ± 0,09	1,48 ± 0,11	1,49 ± 0,11	1,43 ± 0,11
Калий, г/кг	3,48 ± 0,10	3,77 ± 0,06	3,50 ± 0,07	3,67 ± 0,03
Марганец, мг/кг	0,80 ± 0	1,00 ± 0,09	1,13 ± 0,02	0,87 ± 0,02
Аминокислотный индекс	1,47	1,49	1,48	1,52
Триптофан, %	0,29 ± 0,002	0,29 ± 0,005	0,29 ± 0	0,27 ± 0,003
Оксипролин, %	0,06 ± 0,002	0,06 ± 0,002	0,06 ± 0,002	0,05 ± 0,002
БКП	4,83	4,83	4,83	5,40

исследования свидетельствуют о том, что вся подопытная птица в течение опыта была клинически здорова. Отмечено незначительное увеличение количества общего белка (на 0,77–1,60 г/л), натрия (на 1,83–3,04 %), калия (на 2,64–3,30), магния (на 2,56–7,69 %) в сыворотке крови цыплят опытных групп. В целом же изучаемые гематологические показатели всех перепелов находились в пределах физиологической нормы.

Экономический эффект, рассчитанный на основе данных о стоимости комбикорма, добавок и стоимости реализации продукции (мясо перепелов) составил в 1–3-й опытных группах 4,9; 9,1 и 13,6 % (по отношению к контрольной) соответственно.

ВЫВОДЫ

1. Использование очищенной от смол шелухи шишки сосны корейской в рационах перепелов (в период выращивания) в качестве нового кормового средства из местного экологически чистого сырья в количестве 1,5–2,5 кг/т комбикорма позволяет:

– повысить сохранность цыплят на 2–4 %, среднесуточный прирост живой массы птицы на 3,15–6,99 % при пониженном на 4,36–19,13 % расходе кормов на единицу продукции;

– улучшить показатели мясной продуктивности перепелов (увеличение массы потрошенной тушки цыплят на 2,06–9,80 %, убойного выхода на 0,81–4,27 %, повышение биологической ценности мяса);

2. Использование в рационах перепелов шелухи шишки сосны корейской в количестве 2,5 кг/т комбикорма оказывало самое положительное влияние на зоотехнические и экономические показатели их выращивания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Коноваленко Л.Ю.** Использование кормовых ресурсов леса в животноводстве: науч. аналит. обзор. – М.: Росинформагротех, 2011. – 51 с.
2. **Козина Е.А., Табаков Н.А.** Применение в кормлении животных и птицы отходов лесоперерабатывающей промышленности // Проблемы современной аграрной науки: междунар. заоч. науч. конф. – Красноярск, 2010. – С. 84–86.
3. **Рунова Е.М., Угрюмов Б.И.** Комплексная переработка зелени хвойных пород с целью получения биологически активных веществ // Химия растительного сырья. – 1998. – № 1. – С. 57–60.
4. **Пат. 2309606** Российская Федерация, МПК A23K1/00. Кормовая добавка для кур / Г.В. Зоткин, П.Н. Сисягин, З.Я. Косорлукова и др.; заявитель и патентообладатель науч.-иссл. вет. инст. Нечерноземной зоны РФ Российской академии с.-х. наук. – 2006112068/13; заявл. 11.04.06; опубл. 10.11.07. – 3 с.
5. **Игнатович Л.С., Корж Л.В.** Применение компонентных кормовых добавок из местных растительных ресурсов // Междунар. науч.-исслед. журнал. – 2015. – № 2 (33), ч. 2. – С. 15–16.
6. **Маринченко Т.Е.** Необычные корма в помощь фермеру // Техника и оборудование для села. – 2011. – № 2. – С. 43–47.
7. **Ушанова В.М., Заика Н.А., Громыных Т.И.** Альтернативные пути использования коры хвойных в различных технологиях // Химия и химическая технология. – 2006. – Т. 49, № 5. – С. 72–77.
8. **Приходько А.Н.** Влияние шелухи шишек сосны корейской на продуктивные и репродуктивные функции телок: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук (06.02.02). – Уссурийск, 2004. – 107 с.
9. **Савин И.М.** Оценка адаптационных и стимулирующих свойств шелухи шишек PINUS KORAIENSIS на курах-несушках: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Хабаровск, 2006. – 141 с.
10. **Yokouchi Y., Ambe Y.** Factors effecting the emission of monoterpenes from red pine (Pinus Densiflora) vb // Plant Physiol. 1984. – Vol. 75, № 4 – P. 1009–1012.
11. **Савин И.М., Окара А.И., Старикова Н.П.** Шелуха кедровых шишек как источник биологически активных веществ для повышения качества мяса и продуктивности птицеводства // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2004. – № 1. – С. 70–71.
12. **Методика** проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы // РАСХН; МНТЦ «Племптица»; ГНУ ВНИТИП: под общ. ред. В.И. Фисинина и Ш.А. Имангулова. – Сергиев Посад. 2000. – 33 с.
13. **Рекомендации** по кормлению сельскохозяйственной птицы // РАСХН; МНТЦ «Племптица»; ГНУ ВНИТИП: под общ. ред. В.И. Фисинина и Ш.А. Имангулова, И.А. Егорова, Т.М. Околеловой. – Сергиев Посад, 2003. – 142 с.

REFERENCE

1. **Konovalevko L.Yu.** Ispol'zovanie kormovykh resursov lesa v zhivot-novodstve: nauch. analit. obzor. – M.: Rosinformagrotekh, 2011. – 51 s.
2. **Kozina E.A., Tabakov N.A.** Primenenie v kormlenii zhivotnykh i ptitsy otkhodov lesopererabatyvayushchey promyshlennosti // Problemy sovremennoy agrarnoy nauki: mezhdunar. zaoch. nauch. konf. – Krasnoyarsk, 2010. – S. 84–86.
3. **Runova E.M.** Kompleksnaya pererabotka zeleni khvoynykh porod s tse-l'yu polucheniya biologicheskii aktivnykh veshchestv / E.M. Runova, B.I. Ugryumov // Khimiya rastitel'nogo syr'ya. – 1998. – № 1. – S. 57–60.
4. **Pat. 2309606** Rossiyskaya Federatsiya, MPK A23K1/00. Kormovaya dobavka dlya kur / Zotkin G.V., Sisyagin P.N., Kosorlukova Z.Ya. i dr.; zayavitel' i patentoobladatel' nauch.- issledovat. veterinarnyy inst-t Nечernozemnoy zony RF Rossiyskoy akademii s.-kh. nauk. – 2006112068/13; zayavl. 11.04.06; opubl. 10.11.07. – 3 s.
5. **Ignatovich L.S.** Primenenie komponentnykh kormovykh dobavok iz mestnykh rastitel'nykh resursov / L.S. Ignatovich, L.V. Korzh // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2015. – № 2 (33), Ch. 2. – S. 15–16.
6. **Marinchenko T.E.** Neobychnye korma v pomoshch' fermeru / T.E. Marinichenko // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2011. – № 2. – S. 43–47.

7. **Ushanova V.M.** Al'ternativnye puti ispol'zovaniya kory khvoynykh v razlichnykh tekhnologiyakh / V.M. Ushanova, N.A. Zaika, T.I. Gromovykh // *Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya*. – 2006. – T. 49, № 5. – S. 72–77.
8. **Prikhod'ko A.N.** Vliyanie shelukhi shishek sosny koreyskoy na produktivnye i reproduktivnye funktsii telok: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. s.-kh. nauk (06.02.02). – Ussuriysk, 2004. – 107 s.
9. **Savin I. M.** Otsenka adaptatsionnykh i stimuliruyushchikh svoystv shelukhi shishek PINUS KORAIENSIS na kurakh-nesushkakh: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. biol. nauk. – Khabarovsk, 2006. – 141 s.
10. **Yokouchi Y.** Factors affecting the emission of monoterpenes from red pine (*Pinus densiflora*) vb / Y. Yokouchi, Y. Ambe // *Plant Physiol.* 1984. – Vol. 75, № 4 – P. 1009–1012.
11. **Savin I. M., Okara A.I., Starikova N.P.** Shelukha kedrovyykh shi-shek kak istochnik biologicheskikh aktivnykh veshchestv dlya povysheniya kachestva myasa i produktivnosti ptitsevodstva // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya*. – 2004. – № 1. – S. 70–71.
12. **Metodika** provedeniya nauchnykh i proizvodstvennykh issledovaniy po kormleniyu sel'skokhozyaystvennoy ptitsy // RASKhN; MNTTs «Plemptitsa»; GNU VNITIP; Pod obshch. red. V.I. Fisina i Sh.A. Imangulova. – Sergiev Posad, 2000. – 33 s.
13. **Rekomendatsii** po kormleniyu sel'skokhozyaystvennoy ptitsy // RASKhN; MNTTs «Plemptitsa»; GNU VNITIP; Pod obshch. red. V.I. Fisina i Sh.A. Imangulova, I.A. Egorova, T.M. Okolelovoy. – Sergiev Posad, 2003. – 142 s.

THE USE OF KOREAN PINE CONES IN FEEDING QUAILS

O.G. MERZLYAKOVA, Senior Researcher,

V.A. ROGACHEV, Doctor of Science in Agriculture, Laboratory Head

Siberian Research and Technological Design Institute of Animal Husbandry, SFSCA RAS

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: helmmet@mail.ru

Results are given from studies on the effectiveness of using husk of Korean pine cones as a source of biologically active substances in feeding quails during the period of their growth in order to improve quality of feeds and reduce their cost. A 60-day experiment was conducted on Japanese quails at 24 hours of age divided into four groups in 50 each, and kept in a chick battery under required microclimatic conditions. All the groups were on a basal (control) diet developed with a view to meeting their age and physiological characteristics, but quails from the second, third and fourth groups were additionally fed on husk of Korean pine cones in doses of 1.5, 2.0, and 2.5 kg per tonne of combined feeds, respectively. There were studied effects of various dosages of the feed additive on safety of quails, their growth intensity, meat production performance, and hematological parameters. The optimum dosages of Korean pine cone husk cleaned from resins were found to be introduced into diets for quails during their growth period. Based on them, recommendations to form feed mixtures with this feed additive were developed. Chemical compositions of feeds and quail meat were analyzed at the biochemical laboratory in accordance with zootechnic analysis methods. It was found that adding a new supplement in the amount of 1.5–2.5 kg/t to combined feeds provided the increase in safety of quails by 2–4 percent and average daily liveweight gain by 3.15–6.99 percent while reducing feed consumption per unit of production by 4.4–19.1 percent. Feeding quails on husk of the cones in the indicated dosages contributed to increasing the eviscerated weight of quails by 2.06–9.80 percent, the slaughter yield by 0.81–4.27 percent on average, and improving the biological value of meat; this also had a positive effect on the zootechnic and economic performance of quail rearing. With that, hematological parameters of chickens remained within the physiological norm.

Keywords: quail, combined feed, husk of Korean pine cones, production performance, optimum dosage.

Поступила в редакцию 14.04.2017



УДК 619:616.775.26

**ФАРМАКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАНОЧАСТИЦ
ПРЕПАРАТОВ СЕРЕБРА И ВИСМУТА**

Н.Н. ШКИЛЬ¹, кандидат ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник,
Н.А. ШКИЛЬ¹, доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник,
В.А. БУРМИСТРОВ², кандидат химических наук, директор,
Ю.М. ЮХИН³, доктор химических наук, главный научный сотрудник

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН
630501, Россия, Новосибирская область, пос. Краснообск,
e-mail: nicola07@mail.ru

²ООО Научно-производственный центр "Вектор-Вита"
630098, Россия, Новосибирская область, пос. Кольцово, ул. Промзона
e-mail: vector-vita@ngs.ru

³Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН
630128, Россия, Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18
e-mail: yukhin@solid.nsc.ru

Изучено строение наночастиц действующих веществ препаратов на основе солей висмута и серебра Энтеровис и Арговит, а также фармакотоксикологические и терапевтические свойства данных препаратов при инфекционных заболеваниях желудочно-кишечного тракта телят. Наночастицы висмута в препарате Энтеровис представляют собой овальные, плоские, полиморфной формы многогранники размером от 2 до 100 мкм, в растворенном виде – частицы от 4 до 6 нм. Методом просвечивающий электронной микроскопии установлена полиморфность наночастиц серебра, входящих в состав препарата Арговит, а также их размер $67,7 \pm 19,4$ нм со степенью эллиптичности $1,3 \pm 0,3$. Разбавление препарата Арговит дистиллированной водой 1 : 10 вызвало снижение размера наночастиц до $36,0 \pm 12,7$ нм и их эллиптичности до $1,19 \pm 0,14$. Минимальная бактериостатическая концентрация препаратов серебра и висмута у референтных штаммов *Escherichia coli* ATCC 25922 составила от 25 до 125 мкг/мл, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311 – от 100 до 200, *Shigella sonnei* N 20044 – от 25 до 100, *Staphylococcus aureus* 209 р – от 12,5 до 150, *Bacillus subtilis* ATCC 6633 – от 6,25 до 150 мкг/мл. Изучение токсикологических характеристик препаратов наночастиц серебра и висмута показало отсутствие токсических эффектов у лабораторных животных. Исследование терапевтической эффективности Энтеровис и Арговит проводили при лечении гастроэнтеритов телят с синдромом диареи. Применение изученных препаратов позволило сократить падеж телят при лечении инфекционных гастроэнтеритов в 1,5–10 раз при сокращении срока лечения в 1,5–3,0 раза.

Ключевые слова: наночастицы, серебро, висмут, Энтеровис, Арговит, гастроэнтерит телят, анти-микробная активность.

Создание новых лекарственных средств с помощью нанотехнологий, повышающих эффективность препаратов, – перспективное направление современной фармакологии. В наночастицах металлов обнаружены уникальные физические и химические свойства, а также установлены особенности биологи-

ческого действия, которое часто отличается от свойств этого вещества в макродисперсной форме [1–8]. Новое направление разработки нанопрепаратов – образование комплекса известных лекарственных средств и наночастиц. Это дает возможность усиления фармакологического действия таких ком-

плексов, более глубокого проникновения их к патологическому процессу. Получение новых препаратов на основе нанотехнологий позволит удешевить их и сделать доступными для лечения многих заболеваний. Основными проблемами при разработке комплексных препаратов являются определение концентрации наночастиц, размера, структуры, а также равномерное их распределение по всему объему матрицы. Анализ размерных и структурных характеристик наночастиц свидетельствует, что они в значительной степени зависят от метода и условий получения наноструктур [9].

Особые свойства наночастиц отличают их от свойств массивных материалов того же химического состава. Это означает, что фактически наночастицы представляют собой новое состояние таких веществ, что обостряет необходимость исследования потенциальных токсических рисков. Токсичность наночастиц в настоящее время изучена в недостаточной степени. Определение путей и способов воздействия наночастиц металлов на организм – важная и актуальная задача фармакологии, решение которой необходимо для улучшения имеющихся лекарственных средств и способов лечения и создания новых [10–13].

Цель исследования – изучить строение наночастиц действующих веществ, а также фармакотоксикологические и терапевтические свойства препаратов на основе солей висмута и серебра Энтеровис и Арговит при инфекционных заболеваниях желудочно-кишечного тракта телят.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Препарат Арговит представляет собой жидкость темно-коричневого цвета зеленовато-сероватого оттенка с содержанием 12–14 мг/мл кластерного (коллоидного) наносеребра в концентрированном растворе (1,2–1,4 %). Арговит включает поливинилпирролидон – 187 мг, коллоидное серебро – 13 мг, воду – до 1 мл [14]. Для исследования использовали образец препарата в концентрированном виде и разбавленном дистиллированной водой в соотношении 1 : 10.

Препарат Энтеровис (висмута трикалия дицитрат калия цитрат аммония цитрат) представляет собой белый аморфный порошок с химической формулой $[\text{Bi}_6(\text{OH})_6(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_4] + 3,6\text{K}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \times \text{H}_2\text{O} + 0,8(\text{NH}_4)_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 + 6\text{H}_2\text{O}$ с массовой долей висмута (Bi) 50–52 %. Оценку размера и формы наночастиц серебра и висмута проводили с использованием просвечивающего электронного микроскопа JEM-100CX ("Jeol", Япония).

Антимикробную активность препаратов Арговит и Энтеровис изучали, используя референтные штаммы *Escherichia coli* ATCC 25922, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311, *Shigella sonnei* N 20044, *Staphylococcus aureus* 209p, *Bacillus subtilis* ATCC 6633. Оценку токсикологических свойств препаратов давали в соответствии с методическими указаниями [15].

Изучение терапевтической эффективности препаратов проводили при лечении гастроэнтеритов телят с синдромом диареи. Арговит применяли орально в виде 0,3%-го водного раствора в дозе 2 мл/кг живой массы, Энтеровис – орально в виде 2,0%-го водного раствора в дозе 1–2 мл/кг живой массы. Препараты использовали 3 раза в день. Животным контрольных групп назначали лечение только антибиотиками согласно инструкции по применению с учетом чувствительности микрофлоры.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При микроскопии частицы висмута в препарате Энтеровис представляют собой овальные, плоские, полиморфной формы многогранники размером от 2 до 100 мкм, в растворенном виде – от 4 до 6 нм (рис. 1).

Результаты электронной микроскопии позволили установить, что все образцы содержали частицы серебра нанометрового диапазона, которые распределялись по-разному: на электронно-микроскопических изображениях видны как одиночные частицы, так и их группы. Визуализировались контрастные частицы сферической, треугольной, многогранной формы с характерным для наночастиц серебра видом:

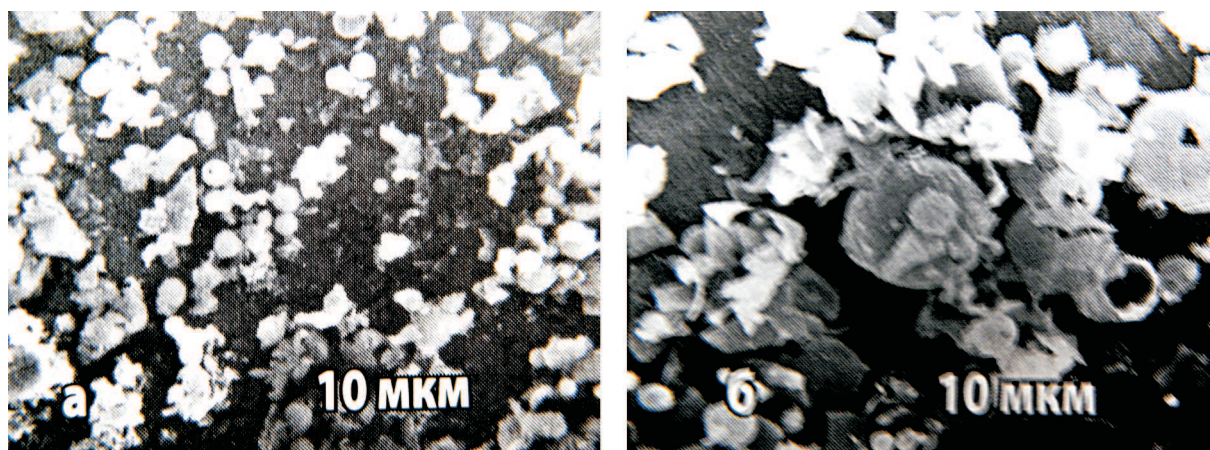


Рис. 1. Препарат Энтеровис, полученный в результате кристаллизации (а) и распылительной сушки (б)

с четким контуром, высокой электронной плотностью и характерной дифракционной картиной в виде колец и рефлекса для большого количества наночастиц (рис. 2). При растворении препарата 1 : 10 в дистиллированной воде отмечено сохранение типичной полиморфной формы наноструктур (прямоугольное, треугольное или овальное) с уменьшением их в размере.

Измерение 263 наночастиц концентрированного препарата Арговит позволило установить, что их размер варьировал от 20 до 139,3 нм при среднем значении $67,7 \pm 19,4$ нм и степени эллиптичности $1,3 \pm 0,3$. При растворении препарата в дистиллированной воде 1 : 10 средний диаметр 468 на-

ночастиц серебра составил $36,0 \pm 12,7$ нм; диапазон значений варьировал от 2,3 до 101,3 нм. Отмечено снижение степени их эллиптичности относительно концентрированного образца, среднее значение составило $1,19 \pm 0,14$.

Препарат Арговит в концентрированной форме содержал частицы серебра нанометрового диапазона. Средний размер их в препаратах различался, что в значительной мере обусловлено его концентрацией: в растворе Арговита поддерживалось определенное динамическое равновесие между наночастицами серебра и их агрегатами, зависящее от концентрации наносеребра. При разведении препарата 1 : 10 средний размер частиц снижался от $67,7 \pm 19,4$ до $36,0 \pm 12,7$ нм, сте-

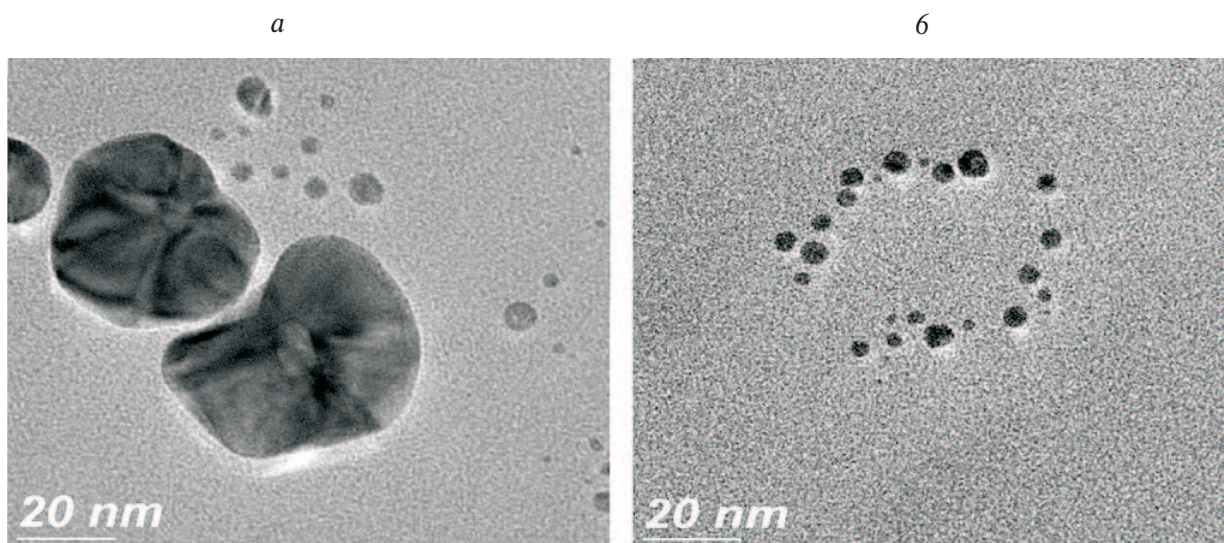


Рис. 2. Строение наночастиц серебра препарата Арговит: а – в концентрированной форме; б – разведенном дистиллированной водой 1 : 10

пень эллиптичности от $1,3 \pm 0,3$ до $1,19 \pm 0,14$. Это обуславливает необходимость проводить исследования по изучению терапевтических и токсикологических свойств препарата в зависимости от степени его концентрации.

Изучение антимикробной активности Арговита на референтных штаммах показало, что минимальная бактериостатическая концентрация препарата в отношении *Escherichia coli* составила 25 мкг/мл, *Salmonella typhimurium* – 100, *Shigella sonnei* – 25, *Staphylococcus aureus* – 12,5, *Bacillus subtilis* – 6,25 мкг/мл.

Минимальная бактериостатическая концентрация Энтеровиса в отношении *Escherichia coli* составила 125 мкг/мл, *Salmonella typhimurium* – 200, *Shigella sonnei* – 100, *Staphylococcus aureus* – 150, *Bacillus subtilis* – 150 мкг/мл.

Изучение токсикологических характеристик препаратов Арговит и Энтеровис показало отсутствие токсических эффектов препаратов у лабораторных и сельскохозяйственных животных, что позволяет отнести их к 4-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007–76.

Исследование этиологии желудочно-кишечных болезней телят выявило, что заболевания вызывают микроорганизмы семейства Enterobacteriaceae (кишечная палочка, протей, энтеробактер и др.). Выделенная микрофлора была чувствительна к узкому спектру антибиотиков (энрофлоксацин, полимиксин, фармазин и гентамицин) или обладала абсолютной резистентностью к 24 (85 %) исследованным препаратам.

Падеж молодняка в группах, где использовали Арговит ($n = 5483$), составил от 3,0 до 8,3 %, в контрольных ($n = 4921$) – от 14,3 до 30,4 % от общего числа заболевших телят. При этом срок лечения опытного молодняка был в 2–3 раза меньше относительно показателя контрольных телят. Сохранность телят при лечении препаратом Энтеровис ($n = 590$) составила 91,1–100 %, в контрольных группах ($n = 453$) – от 63,8 до 90,5 %. Срок лечения телят, принимавших Энтеровис, был более чем в 1,5–2,0 раза меньше по сравнению с аналогичным показателем контрольной группы.

ВЫВОДЫ

1. При микроскопии частицы висмута препарата Энтеровис представляют собой овальные, плоские, полиморфной формы многогранники 2–100 мкм, в растворенном виде – частицы 4–6 нм. Исследования методом просвечивающий электронной микроскопии позволили установить полиморфность наночастиц серебра препарата Арговит, а также их размер ($67,7 \pm 19,4$ нм) со степенью эллиптичности $1,3 \pm 0,3$. Разбавление препарата Арговит дистиллированной водой 1 : 10 вызывает снижение размера наночастиц до $36,0 \pm 12,7$ нм, их эллиптичности – до $1,19 \pm 0,14$.

2. Минимальная бактериостатическая концентрация препаратов серебра и висмута у референтных штаммов *Escherichia coli* ATCC 25922 составила от 25 до 125 мкг/мл, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311 – от 100 до 200, *Shigella sonnei* N 20044 – от 25 до 100, *Staphylococcus aureus* 209p – от 12,5 до 150, *Bacillus subtilis* ATCC 6633 – от 6,25 до 150 мкг/мл.

3. Изучение токсикологических характеристик препарата Арговит и Энтеровис показало отсутствие токсических проявлений у лабораторных и сельскохозяйственных животных, что позволяет отнести их к 4-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007–76.

4. Применение препаратов серебра и висмута дает возможность сократить падеж телят при лечении инфекционных гастроэнтеритов в 1,5–10 раз при сокращении срока лечения в 1,5–3,0 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Копейкин В.В. Лекарственные серебросодержащие препараты и их медико-биологические свойства // Применение препаратов серебра в медицине. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1993. – С. 36–40.
2. Машковский М.Д. Лекарственные средства. – М.: Медицина, 1986. – С. 342–343.
3. Червяков Д.К. и др. Лекарственные средства в ветеринарии. – М.: Колос, 1977. – С. 132–133.
4. Глинка Н.Л. Общая химия. – Л.: Химия, 2004. – 702 с.
5. Маев И.В., Вьючнова Е.С., Стасева И.В. Сравнительная оценка различных схем терапии гастропатий, вызванных нестероидными про-

- тивовоспалительными препаратами // Терапевт. арх. – 2004. – № 2. – С. 27–30.
6. **Шептулин А.А., Визе-Хрипунова М.А.** Современные возможности применения препаратов висмута в гастроэнтерологии // Рос. журн. гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 2010. – № 3. – С. 63–67.
7. **Сидоренко С.В., Стручинский Л.С., Белоусов Ю.Б., Козлов С.Н.** Механизмы резистентности микроорганизмов: практ. руководство по антиинфекционной химиотерапии. – М., 2002. – 120 с.
8. **Лозовой Д.А., Рахманов А.М.** Сотрудничество ветеринарных служб государств – участников СНГ // Вет. сегодня. – 2015. – № 2. – С. 8–10.
9. **Черных В.В.** Методы получения наночастиц для фармпрепаратов // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 6. – 112 с.
10. **Чебанов В.А., Миронченко С.И.** Методы определения и оценки характеристик наночастиц в фармпрепаратах // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 6. – С. 111–112.
11. **Хабриев Р.У., Денисов И.Н., Герасимов В.Б. и др.** Руководство по проведению клинических исследований лекарственных средств. – М.: изд-во Росздравнадзора, 2005.
12. **Миронов А.Н.** Руководство по проведению клинических исследований новых лекарственных средств. – М.: Гриф и К, 2012. – 212 с.
13. **Хабриев Р.У.** Руководство по экспериментальному изучению новых фармакологических веществ. – М.: Медицина, 2005. – 432 с.
14. **TU 9310-13-00008064–98.** Препарат "Арговит" (Витар). – [Электронный ресурс]: <http://vector-vita.narod.ru/argovit.htm>
15. **Методические** указания по определению токсических свойств препаратов, применяемых в ветеринарии и животноводстве. – М.: Изд-во МСХ СССР, 1988.
3. **Chervyakov D.K. i dr.** Lekarstvennye sredstva v veterinarii. – М.: Kolos, 1977. – С. 132–133.
4. **Glinka N.L.** Obshchaya khimiya. – L.: Khimiya, 2004. – 702 s.
5. **Maev I.V., V'yuchnova E.S., Staseva I.V.** Sravnitel'naya otsenka razlichnykh skhem terapii gastropatii, vyzvannykh nesteroidnymi protivovospalitel'nymi preparatami // Terapevt. arkh. – 2004. – № 2. – С. 27–30.
6. **Sheptulin A.A., Vize-Khripunova M.A.** Sovremennye vozmozhnosti primeneniya preparatov vismута v gastroenterologii // Ros. zhurn. gastroenterologii, gepatologii, koloproktologii. – 2010. – № 3. – С. 63–67.
7. **Sidorenko S.V., Struchinskiy L.S., Belousov Yu.B., Kozlov S.N.** Mekhanizmy rezistentnosti mikroorganizmov: prakt. rukovodstvo po antiinfektsionnoy khimioterapii. – М., 2002. – 120 s.
8. **Lozovoy D.A., Rakhmanov A.M.** Sotrudnichestvo veterinarnykh sluzhb gosudarstv – uchastnikov SNG // Vet. segodnya. – 2015. – № 2. – С. 8–10.
9. **Chernykh V.V.** Metody polucheniya nanochastits dlya farmpreparatov // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2014. – № 6. – С. 112.
10. **Chebanov V.A., Mironchenko S.I.** Metody opredeleniya i otsenki kharakteristik nanochastits v farmpreparatakh // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2014. – № 6. – С. 111–112.
11. **Khabriev R.U., Denisov I.N., Gerasimov V.B. i dr.** Rukovodstvo po provedeniyu klinicheskikh issledovaniy lekarstvennykh sredstv. – М.: izd-vo Roszdravnadzora, 2005.
12. **Mironov A.N.** Rukovodstvom po provedeniyu klinicheskikh issledovaniy novykh lekarstvennykh sredstv. – М.: Grif i K, 2012. – 212 s.
13. **Khabriev R.U.** Rukovodstva po eksperimental'nomu izucheniyu novykh farmakologicheskikh veshchestv. – М.: Meditsina, 2005. – 432 s.
14. **TU 9310-13-00008064–98.** Preparat «Argovit» (Vitar). – [Elektronnyy resurs]: <http://vector-vita.narod.ru/argovit.htm>
15. **Metodicheskie** ukazaniya po opredeleniyu toksicheskikh svoystv preparatov, primenyaemykh v veterinarii i zhivotnovodstve. – М.: izd-vo MSKh SSSR, 1988.

REFERENCES

1. **Kopeykin V.V.** Lekarstvennye serebrosoderzhashchie preparaty i ikh mediko-biologicheskie svoystva // Primenenie preparatov srebra v medixtsine. – Novosibirsk: izd-vo SO RAN, 1993. – С. 36–40.
2. **Mashkovskiy M.D.** Lekarstvennye sredstva. – М.: Meditsina, 1986. – С. 342–343.

PHARMACOTOXICOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF NANOPARTICLES IN SILVER- AND BISMUTH-BASED PREPARATIONS

N.N. SHKIL¹, Candidate of Science in Veterinary Medicine, Lead Researcher,
N.A. SHKIL¹, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Lead Researcher,
V.A. BURMISTROV², Candidate of Science in Chemistry, Director,
YU.M. YUKHIN³, Doctor of Science in Chemistry, Head Researcher

¹*Institute of Experimental Veterinary Science of Siberia and the Far East, SFSCA RAS
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia
e-mail: nicola07@mail.ru*

²*JSC Research and Production Center "Vector-Vita"
Promzona St, Koltsovo, Novosibirsk Region, 630098, Russia
e-mail: vector-vita@ngs.ru*

³*Institute of Solid State Chemistry and Mechanochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
18, Kutateladze St, Novosibirsk, 630128, Russia
e-mail: yukhin@solid.nsc.ru*

There was studied the structure and size of silver and bismuth nanoparticles in preparations Enterovis and Argovit, as well as pharmacological and toxicological properties of these preparations in treating infectious gastroenteritis in calves. Bismuth nanoparticles in Enterovis under the microscope represent oval, flat polyhedrons of polymorphic form of 2 to 100 μm in size, and they, being dissolved, are particles of 4 to 6 nm in size. Investigations by means of transmission electron microscopy allowed us to establish polymorphism of silver nanoparticles in Argovit, as well as their size of 67.7 ± 19.4 nm, with a degree of ellipticity of 1.3 ± 0.3 . A 1:10 dilution of Argovit with distilled water caused a decrease in the size of nanoparticles to 36.0 ± 12.7 nm, with the ellipticity degree of 1.19 ± 0.14 . The minimum bacteriostatic concentrations of silver and bismuth preparations against reference strains ranged as follows: *Escherichia coli* ATCC 25922 from 25 to 125 μg/ml, *Salmonella typhimurium* ATCC 13311 from 100 to 200, *Shigella sonnei* N20044 from 25 to 100, *Staphylococcus aureus* 209 p from 12.5 to 150, *Bacillus subtilis* ATCC 6633 from 6.25 to 150 μg/ml. The study of toxicology of preparations containing silver and bismuth nanoparticles showed the absence of toxic effects in laboratory animals. The therapeutic efficacy of Enterovis and Argovit was studied when treating calves with diarrhea signs for gastroenteritis. The use of the preparations studied made it possible to reduce the die-off of calves 1.5–10 times, while reducing the duration of the treatment 1.5–3.0 times.

Keywords: nanoparticles, silver, bismuth, Enterovis, Argovit, gastroenteritis, calves, antimicrobial activity.

Поступила в редакцию 27.03.2017

УДК 638.15

ЗАВИСИМОСТЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖИРОВОГО ТЕЛА ПЧЕЛ ОТ ОБРАБОТКИ АКАРИЦИДНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

Г.А. ЛУКЬЯНОВА, доктор ветеринарных наук, профессор, заведующая кафедрой,

Г.С. ХЛЕВНАЯ, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,

Ю.П. КУЦЕНКО, кандидат ветеринарных наук, доцент,

Е.А. БЕЛЯВЦЕВА, кандидат ветеринарных наук, доцент,

С.В. ПОЛИЩУК, кандидат биологических наук, доцент

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского

295007, Россия, Республика Крым, Симферополь, пр. академика Вернадского, 4

e-mail: njanja74@mail.ru

Изучено изменение морфометрических показателей жирового тела пчел под воздействием акарицидных препаратов «Саналин», «Варрозан», порошка полыни горькой, листьев эвкалипта, дыма корней хрена, применяемых для обработки пчелосемей при варроатозе. Работу выполняли на пасеке ИП «Ягьяев» Белогорского района Республики Крым. Для наблюдений отобрали 30 пчелиных семей-аналогов карпатской породы, разделив их на шесть групп по пять в каждой. Для изучения морфометрических параметров жирового тела получали изолированные клетки по методике, предложенной И.Т. Мерзабековым, измеряли площадь клетки и ядра до обработки акарицидами и спустя месяц после нее. Обработку статистических данных проводили используя методики расчета показателей вариационного ряда и оценки значимости различий средних величин по *t*-критерию Стьюдента. Наибольшие показатели увеличения размеров клеток жирового тела и их ядер отмечены в группе пчел, обработанных «Саналином», – площадь клеток возрастала в 1,2 раза, ядер – в 1,6 раза. Это свидетельствует о накоплении в них резервного материала, что повышает жизнеспособность организма пчелы. Акарицидная эффективность препарата при этом составила $96,01 \pm 2,44$ %. Обработка другими препаратами также приводила к увеличению площади клеток и ядер жирового тела, но в меньшей степени: «Варрозаном» – в 1,1 и 1,4 раза, порошком полыни горькой – в 1,1 и 1,3 раза, порошком листьев эвкалипта – в 1,2 и 1,4 раза соответственно. Акарицидная эффективность «Варрозана» была $93,65 \pm 2,73$ %, порошка полыни горькой – $72,90 \pm 7,92$ %, порошка листьев эвкалипта – $55,94 \pm 10,21$ %. Воздействие дымом корней хрена не привело к достоверному изменению морфометрических показателей клеток жирового тела. Акарицидная эффективность такой обработки составила $49,30 \pm 5,39$ %.

Ключевые слова: пчелы, варроатоз, жировое тело, морфометрия, акарициды.

Существенным препятствием развития пчеловодства являются заразные болезни пчел, и в первую очередь варроатоз, получивший в последние десятилетия широкое распространение на пасеках многих стран [1–4]. Заболевание обуславливает снижение продуктивности семей пчел, вызывает массовую гибель расплода и взрослых особей, задерживает их рост и развитие [5–9]. Один из характерных показателей состояния медоносной пчелы – степень развития жирового тела [10]. За последние годы доказано, что в этом полифункциональном органе происходят процессы биосинтеза и превращения белков, жиров и углеводов. В настоящее время известно, что жировое тело является местом синтеза РНК, эстераз, с помощью которых личинки разла-

гают ювенильный гормон [11]; вителогенных белков гемолимфы, причем является их главным производителем [12].

Известно, что развитие жирового тела положительно коррелирует с продолжительностью жизни пчелы, что важно для оценки пчелиных семей, особенно в зимний период, когда смена поколений невозможна [13]. Обнаружена положительная корреляция между размером жировых клеток и количеством азотистых веществ в теле пчел [5].

Цель исследования – изучить изменение морфометрических показателей жирового тела пчел под действием акарицидных препаратов, применяемых для обработки пчелосемей при варроатозе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для наблюдений отобрали 30 пчелиных семей-аналогов карпатской породы и разделили их на шесть групп по пять в каждой. Условия опыта: объем гнезда – 20 рамок Лангстрота, возраст маток-сестер – один год, сила семей – 20 улочек, количество корма – 20 кг, экстенсивность инвазии – II уровень, содержание – в ульях Лангстрота в одинаковых условиях на одной точке. Обработку пчелиных семей проводили в июне.

Для обработки пчелосемей 1-й группы использовали препарат «Санапин» (ГПП «Скіф» Украина) по одной ампуле на семью [14]. Для этого перед обработкой улья герметизировали, закрывая летки и щели. Содержимое ампулы разбрызгивали по дну улья и быстро закрывали его крышкой. Продолжительность аэрозольной обработки 30 мин, после этого его проветривали в течение 15 мин.

В качестве акарицидного препарата для обработки пчелосемей 2-й группы применяли порошок травы полыни горькой по 5 г на улочку. С этой целью полынь помещали на 14 дней в марлевый мешок, который расстилали тонким слоем на рамках над гнездом и накрывали пленкой.

Для акарицидной обработки пчелосемей 3-й группы использовали порошок листьев эвкалипта по 7,5 г на улочку. Его также помещали в марлевый мешок на 14 дней, рас-

стилали тонким слоем на рамках над гнездом и накрывали пленкой.

Пчел из 4-й группы окуривали дымом из высушенного корня хрена. С этой целью в разгоревшийся дымарь помещали 30 г корней хрена и делали по одному вдуванию на улочку в леток каждой семьи.

Препаратом «Варросан» с действующим веществом тау-флувалинат по 4 полоски на семью обрабатывали 5-ю группу. Препарат оставляли в улье на 30 дней.

Последняя 6-я группа была контрольной, обработке препаратами не подвергалась.

В каждой группе на дно улья поместили листы белой бумаги, смазанные вазелином для фиксации осыпающихся варроатозных клещей. Бумагу заменяли на новые листы каждые 4 дня.

Экстенсивность поражения пчелиных семей определяли следующим образом. От каждой семьи отбирали по 200–250 живых пчел, помещали их в стеклянную банку, заливали горячей водой (70 °С), добавляли 4–5 г стирального порошка, тщательно перемешивали в течение 2–3 мин. Затем пчел извлекали пинцетом и подсчитывали их количество, а затем отпавших клещей варроа. Экстенсивность инвазии рассчитывали по формуле

$$\text{ЭИ} = \text{К} / \text{П} \times 100 \%,$$

где ЭИ – экстенсивность инвазии; К – количество клещей в пробе; П – количество пчел в пробе.

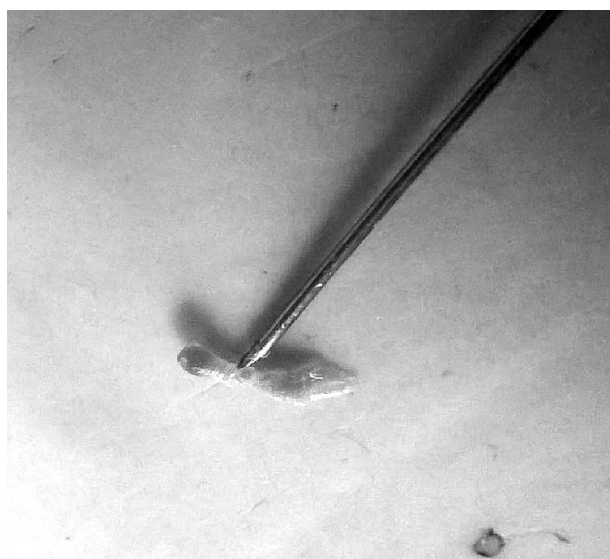


Рис. 1. Жировое тело пчелы

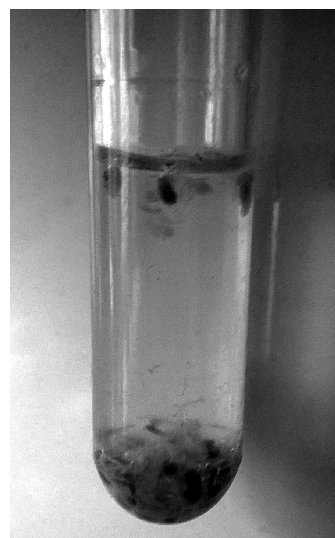


Рис. 2. Жировые тела пчел в 12%-м формалине

Акарицидную эффективность препарата рассчитывали по формуле

$$\text{Эф} = 100 - \text{ЭИ}_2 / \text{ЭИ}_1 \times 100 \%,$$

где Эф – акарицидная эффективность препарата; ЭИ₁ – экстенсивность инвазии до лечения; ЭИ₂ – после.

Для изучения морфометрических показателей жирового тела пчел получали, согласно методическим рекомендациям [15], изолированные клетки и вычисляли площадь клетки и ядра (в мкм²) по формуле:

$$S = 0,7854 \times a \times b.$$

Исследования проводили до проведения акарицидных обработок и через месяц после лечебной обработки.

Обработку статистических данных проводили, используя методики расчета показателей вариационного ряда и оценки значимости различий средних величин по *t*-критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе изучения морфометрических показателей клеток жирового тела (рис. 3, 4) после применения акарицидов установили, что наибольшую площадь изолированные клетки имели в группе пчелиных семей, об-

работанных «Санапином» (см. таблицу). Площадь клеток после проведенной обработки возросла в 1,2 раза, ядер – в 1,6 раза. Это является косвенным показателем накопления в них запасного резервного материала в виде гликогена и жира, что повышает жизнеспособность организма пчелы. Площадь ядер в жировых клетках пчел данной группы также достоверно возросла по сравнению с показателями до обработки, что свидетельствует о положительном влиянии препарата на организм насекомых. Наряду с этим мы отмечали высокую акарицидную эффективность данного препарата. До начала проведения обработок экстенсивность инвазии в пчелиных семьях была на II уровне. При внесении «Санапина» в улей отмечали возбуждение пчелиных семей. По окончании срока обработки медоносные пчелы успокаивались и принимались вентилировать ульи. После применения препарата наблюдали массовое осыпание варроатозных клещей. При этом на некоторых упавших клещах обнаруживали следы увечий, нанесенных рабочими пчелами, что свидетельствует о повышении гигиенического поведения медоносных пчел. Акарицидная эффективность препарата составила $96,01 \pm 2,44 \%$. По завершении обработки на дне

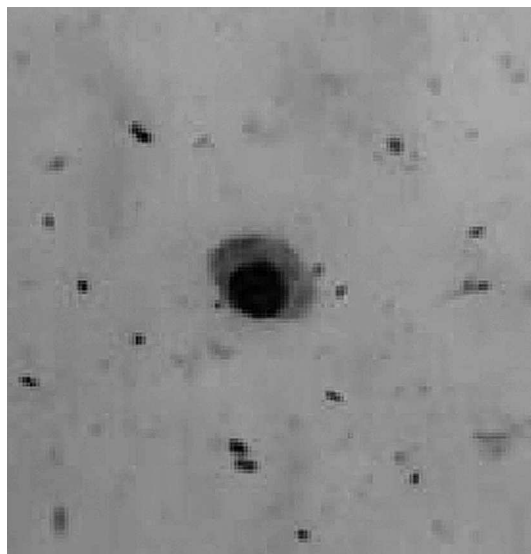


Рис. 3. Клетки жирового тела рабочей пчелы, обработанной «Санапином» (окраска гематоксилином и эозином, м-б $\times 90$)

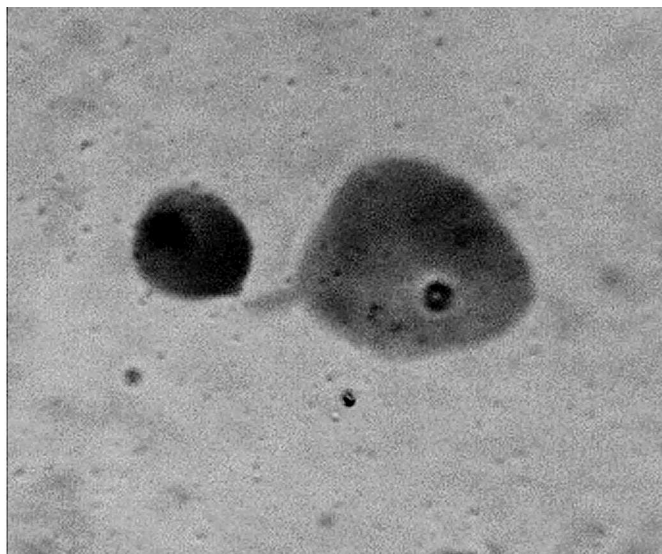


Рис. 4. Клетки жирового тела рабочей пчелы, обработанной дымом корней хрена (окраска гематоксилином и эозином, м-б $\times 90$)

Морфометрическая характеристика клеток жирового тела рабочих пчел, обработанных акарицидными препаратами

Группа	Показатель					
	Площадь клеток, мкм ²		Площадь ядер, мкм ²		Ядерно-цитоплазматическое отношение	
	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки
1-я	2467,08 ± 14,37	2958,36 ± 7,36*	110,67 ± 6,12	178,48 ± 4,20*	21,29 ± 0,12	15,58 ± 0,49**
2-я	2597,32 ± 8,03	2791,32 ± 12,94	114,63 ± 9,04	152,72 ± 4,06**	21,66 ± 0,24	18,28 ± 0,48*
3-я	2462,66 ± 9,23	2891,83 ± 10,54**	109,14 ± 7,18	153,2 ± 4,35	21,57 ± 0,18	18,88 ± 0,51
4-я	2538,73 ± 12,35	2564,84 ± 19,63*	111,21 ± 10,60	126,64 ± 3,88*	21,83 ± 1,10	20,25 ± 0,46*
5-я	2542,63 ± 11,02	2790,42 ± 13,75	111,96 ± 4,75	153,36 ± 3,82	21,71 ± 0,91	18,20 ± 0,45

* $p < 0,01$.** $p < 0,05$ – по отношению к данным до обработки.

ульев и на прилетных досках подмора не обнаружено.

Морфометрические показатели клеток жирового тела рабочих пчел групп семей, обработанных порошком растительных акарицидов и химическим препаратом «Варросан», существенно не различались между собой. В этих подопытных группах пчел воздействие препаратом также оказало положительный эффект на морфологические параметры клеток жирового тела, но в меньшей степени. «Варросан» приводил к возрастанию площади клеток и ядер в 1,1 и 1,4 раза, порошок полыни горькой в 1,1 и 1,3, порошок листьев эвкалипта в 1,2 и 1,4 раза соответственно. Наименьшие изменения в параметрах клеток жирового тела мы отмечали в 4-й группе, обработанной дымом корней хрена. Из таблицы видно, что такая обработка не привела к статистически достоверному увеличению морфометрических показателей клеток жирового тела пчел. В контрольной группе площадь клеток и ядер жирового тела оставалась на прежнем уровне.

Акарицидная эффективность растительных препаратов и «Варросана» была достоверно ниже, чем в 1-й группе, где использовали «Санапин». Так, в 5-й группе наблюдали массовое осыпание клещей в течение первых суток после внесения пластин «Варросан» в ульи, затем слабое на протяжении всего периода обработок. Акарицидная эффективность препарата составила $93,65 \pm 2,73$ %. Видимой реакции со стороны медоносных пчел на внесение «Варросана» в улей не наблюдалось.

В группе, где для уничтожения варроатозных клещей использовали порошок травы полыни горькой, регистрировали сильное осыпание клещей на вторые сутки после внесения препарата в улей, а затем слабое – в течение всего периода применения препарата. Акарицидная эффективность порошка травы полыни горькой составила $72,9 \pm 7,92$ %.

После применения в качестве акарицидного препарата порошка листьев эвкалипта отмечали слабое осыпание варроатозных клещей в течение 14 дней. Акарицидная эф-

фективность обработки составила $55,94 \pm 10,21$ %.

Проведение обработки дымом корней хрена приводило к сильному возбуждению пчелиных семей и слабому осыпанию клещей. Акарицидная эффективность дыма корней хрена составила $49,3 \pm 5,39$ %.

В контрольной группе заклешеванность пчел после окончания опыта оставалась на прежнем уровне.

Таким образом, проведенные исследования показали, что из всех использованных акарицидных средств наиболее действенным проявил себя «Саналин». Наряду с высокой противоварроатозной эффективностью препарат положительно повлиял на морфометрические характеристики жирового тела пчел, показавшие после его применения наибольшую величину по сравнению с аналогичными в других исследуемых группах. Обработка «Саналином» привела к увеличению размеров клеток жирового тела и их ядер в 1,2 и 1,6 раза соответственно. Акарицидная эффективность препарата составила $96,01 \pm 2,44$ %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пашаян С.А. Эколого-биологические основы, определяющие резистентность пчел к заболеваниям: дис. ... докт. биол. наук. – Тюмень, 2012. – 307 с.
2. Прохорова И.А. Новые отечественные препараты для терапии и профилактики паразитарных болезней животных: дис. ... докт. вет. наук. – М., 2010. – 369 с.
3. Хасанов Ф.Д. Эпизоотологический мониторинг болезней пчел в Южном и Центральном Таджикистане: дис. ... канд. вет. наук. – Душанбе, 2012. – 111 с.
4. Aronstein K.A., Saldivar E., Vega R. et al. How varroa parasitism affects the immunological and nutritional status of the honey bee, *Apis mellifera* // *Insects*. – 2012. – № 3. – P. 601–615.
5. Белявский В.И. Морфогистохимический анализ возрастных и сезонных изменений жирового тела медоносной пчелы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Казань, 1985. – 21 с.
6. Gurgulova K., Zhelyazkova I., Panchev I. Use of ecostop against Varroa in organic beekeeping // *National Diagnostic & Research Veterinary Medical Institute*. – 2010. – P. 134–138.
7. Damiani N., Gende L.B., Maggi M.D. Repellent and acaricidal effects of botanical extracts on Varroa destructor // *Parasitology Research*. – 2011. – № 108 (1). – P. 79–86.
8. Ключко Р.Т., Луганский С.Н. Ветеринарно-санитарные мероприятия на пасеке // *Пчеловодство*. – 2011. – № 1. – С. 26–27.
9. Котова А.А. Исследование резистентности клеща *Varroa destructor* к акарицидам и разработка экологически-безопасных средств борьбы с варроатозом пчел : дис. ... канд. биол. наук. – М., 2013. – 138 с.
10. Kilby B.A. The biochemistry of insect fat body // *Adv. Insect. Physiol.* – 1963. – Vol. 1. – P. 112–174.
11. Sama G.R. Metabolism of juvenile hormone in cultures of ovaries and fat body, in the cockroach *Periplaneta americana* // «*In vitro*». – 1978. – Vol. 14, N 1. – P. 956 – 960.
12. Dortmund J.P. Synthesis of vitellogenins and diapause proteins by the fat body of *Leptinotarsa*, as a function of photo-period // *Physiol. Entomol.* – 1978. – Vol. 3, N 4. – P. 281–288.
13. Мерзабеков И.Т. Морфология жирового тела медоносной пчелы (*Apis mellifera* L.) в разные периоды жизнедеятельности : дис. ... канд. биол. наук. – Уфа, 2010. – 159 с.
14. Сергийчук Т., Макачук З., Лисенко В. Використання саналіну у бджільництві // *Пасіка*. – 2003. – № 10. – С. 22–23.
15. Мерзабеков И.Т. Морфометрический анализ площади клеток и ядер в изолированных клетках жирового тела медоносных пчел. – М., 2010 – 8 с.

REFERENCE

1. Pashayan S.A. Ekologo-biologicheskie osnovy, opredelyayushchie rezistentnost' pchel k zabolevaniyam: dis. ... dokt. biol. nauk. – Tyumen', 2012. – 307 s.
2. Prokhorova I.A. Novye otechestvennye preparaty dlya terapii i profilaktiki parazitarnykh bolezney zhivotnykh : dis. ... dokt. vet nauk. – M., 2010. – 369 s.
3. Khasanov F.D. Epizootologicheskii monitoring bolezney pchel v Yuzhnom i Tsentral'nom Tadjhikistane : dis. ... kand. vet. nauk. – Dushanbe, 2012. – 111 s.
4. Aronstein K.A., Saldivar E., Vega R. et all. How varroa parasitism affects the immunological and nutritional status of the honey bee, *Apis mellifera* // *Insects*. – 2012. – № 3. – P. 601–615.
5. Belyavskiy V.I. Morfogistokhimicheskii analiz vozrastnykh i sezonnykh izmeneniy zhirovogo tela medonosnoy pchely: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Kazan', 1985. – 21 s.

6. **Gurgulova K., Zhelyazkova I., Panchev I.** Use of ecostop against Varroa in organic beekeeping // National Diagnostic & Research Veterinary Medical Institute. – 2010. – R. 134–138.
7. **Damiani N., Gende L.B., Maggi M.D.** Repellent and acaricidal effects of botanical extracts on Varroa destructor // Parasitology Research. – 2011. – № 108 (1). – R. 79–86.
8. **Klochko R.T., Luganskiy S.N.** Veterinarno- sanitarnye meropriyatiya na paseke // Pchelovodstvo. – 2011. – № 1. – S. 26–27.
9. **Kotova A.A.** Issledovanie rezistentnosti kleshcha Varroa destructor k akaritsidam i razrabotka ekologicheskii-bezopasnykh sredstv bor'by s varroatozom pchel : dis. ... kand. biol. nauk. – M., 2013. – 138 s.
10. **Kilby B.A.** The biochemistry of insect fat body // Adv. Insect. Physiol. – 1963. – V. I. – P. 112–174.
11. **Sama G.R.** Metabolism of juvenile hormone in cultures of ovaries and fat body, in the cockroach *Periplaneta americana* // «In vitro». – 1978. – V. 14, N.1. – P. 956 – 960.
12. **Dortland J.P.** Synthesis of vitellogenins and diapause proteins by the fat body of *Leptinotarsa*, as a function of photo-period // Physiol. Entomol. – 1978. – V.3, N4. – P. 281–288.
13. **Merzabekov I.T.** Morfologiya zhirovogo tela medonosnoy pchely (*Apis mellifera* L.) v raznye periody zhiznedeyatel'nosti : dis. ... kand. biol. nauk. – Ufa, 2010. – 159 s.
14. **Sergiychuk T., Makarchuk Z., Lisenko V.** Vikoristannya sanapinu u bdzhil'nitstvi // Pasika. – 2003. – № 10. – S. 22–23.
15. **Merzabekov I.T.** Morfometricheskii analiz ploshchadi kletok i yader v izolirovannykh kletkakh zhirovogo tela medonosnykh pchel. – M., 2010 – 8 s.

MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE FAT BODY OF BEES TREATED WITH ACARICIDAL DRUGS

**G.A. LUKYANOVA, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Professor, Chair Holder,
G.S. KHELVNAYA, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor,
YU.P. KUTSENKO, Candidate of Science in Veterinary Medicine, Associate Professor,
E.A. BELYAVTSEVA, Candidate of Science in Veterinary Medicine, Associate Professor,
S.V. POLISHCHUK, Candidate of Science in Biology, Associate Professor**

V.I. Vernadsky Crimean Federal University

4, Akademika Vernadskogo Ave., Simferopol, Republic of Crimea, 295007, Russia

e-mail: njanja74@mail.ru

There were studied morphometric parameters of the fat body of bees as influenced by acaricidal drugs Sanapin and Varrozan, powder of wormwood, smoke of horseradish root, powder of eucalyptus leaves used for treatment of bee colonies for varroatosis. The work was done at the apiary “Yagyaev”, Belogorskiy District, Republic of Crimea. The thirty bee colonies being analogs of Carpathian breed were selected and divided into six groups in 5 colonies each. To study morphometric parameters of the fat body, isolated cells were obtained by Merzabekov's methods; their area and the area of their nuclei were measured before treatment with acaricides and a month later. Statistical data were processed using methods for calculating variation coefficients and for evaluating meaningful differences among the average values by Student's t-criteria. The largest indicators of the increase in the size of the cells of the fat body and their nuclei were observed in the groups of bees treated with Sanapin, with that, the area of the cells treated increased 1.2 times, the area of the nuclei 1.6 times. This indicates the accumulation of the backup material in them, which increases viability of the bee's organism. The acaricidal effect of the drug was $96.01 \pm 2.44\%$. Treatment with the other preparations also led to an increase in the area of the cells and nuclei of the fat body, but to a lesser extent: Varrozan – 1.1 and 1.4 times, powder of wormwood – 1.1 and 1.3 times, powder of eucalyptus leaves – 1.2 and 1.4 times, respectively. The acaricidal effect of Varrozan was $93.65 \pm 2.73\%$, powder of wormwood $72.90 \pm 7.92\%$, and powder of eucalyptus leaves $55.94 \pm 10.21\%$. Treatment of bees with smoke of horseradish root did not result in a significant change in the morphometric parameters of the cells of the fat body. The acaricidal effect of this treatment was $49.30 \pm 5.39\%$.

Keywords: bees, varroatosis, the fat body, morphometry, acaricides.

Поступила в редакцию 19.04.2017



УДК 631.361.3: 633.1

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЗЕРНООЧИСТИТЕЛЬНО-СУШИЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

В.Р. ТОРОПОВ, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

*Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации
сельского хозяйства СФНЦА РАН*

630501, Новосибирская область, пос. Краснообск

e-mail: sibime@ngs.ru

В соответствии со спецификой условий послеуборочной обработки зерна на сельскохозяйственных предприятиях Сибири выделены три группы природно-климатических зон, характеризующихся разной влажностью зерна. В зонах с максимальной влажностью до 15 % при уборке сушка зерна не требуется, от 15 до 20 % достаточно однократной сушки, от 21 до 27 % необходима двукратная сушка. Предприятия первой группы зон должны оснащаться зерноочистительными агрегатами, второй и третьей – зерноочистительно-сушильными комплексами. Исходя из объемов обработки зерна и производительности имеющихся на рынке машин, определены четыре типоразмера агрегатов и комплексов с суточной производительностью соответственно 100, 200, 400 и 800 т. Применительно ко второй группе зон для различных сочетаний условий послеуборочной обработки зерна разработаны технологические схемы и определены технико-экономические показатели вариантов зерноочистительно-сушильных комплексов. Установлено, что при производительности их 100 т/сут по эксплуатационным затратам предпочтительна обработка зерна поточным способом, при этом требуются некоторые дополнительные капиталовложения. В случае дефицита ресурсов на капиталовложения предприятие при достаточном количестве работников может пойти на обработку зерна с резервированием его на площадке. На комплексах производительностью 200, 400 и 800 т/сут предпочтителен вариант обработки зерна с хранением его в операционном силосе. В случае дефицита трудовых ресурсов, но при наличии возможности дополнительных капиталовложений предприятию целесообразно применить поточную технологию обработки зерна на комплексе с производительностью 200 т/ч. При дефиците финансовых ресурсов на комплексах производительностью 400 и 800 т/сут при достаточной численности работников можно применить схему обработки зерна с резервированием его на крытой площадке.

Ключевые слова: послеуборочная обработка зерна, зерноочистительно-сушильные комплексы, технологические схемы, технико-экономические показатели, граничные условия.

Многолетний опыт сельскохозяйственных предприятий Сибири показал, что послеуборочную обработку зерна наиболее эффективно осуществлять на зерноочистительных агрегатах (ЗА) и зерноочистительно-сушильных комплексах (ЗСК) [1–3]. Существующие агрегаты и комплексы физически и морально устарели. Очистка зерна и семян на них выполняется большим набором машин с многократными циклами. Затраты труда на обработку зерна и семян в

1,5–2,0 раза выше, чем на уборку, издержки достигают 30 % себестоимости зерна [4]. Требуется переоснащение материально-технической базы послеуборочной обработки зерна на основе новых, ресурсосберегающих технологий и технических средств.

Исследованиями Сибирского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства (СибИМЭ) СФНЦА РАН установлено, что для существенного снижения затрат труда

и средств целесообразно непосредственно в уборочный период доводить товарное зерно за один пропуск через зерноочистительные агрегаты или зерноочистительно-сушильные комплексы до реализационной кондиции, а семенное зерно – до нормы посевного стандарта, если не требуется очистка семян от трудно отделяемых примесей. Это может быть осуществлено за счет применения поточных способов работ, универсальных зерноочистительных машин, качественной предварительной очистки зерна, резервирования его в операционных емкостях [5]. Предложены три варианта технологий послеуборочной обработки зерна и семян: с резервированием зерна на площадке; с резервированием его в операционном силосе; поточная схема. Также разработаны технологические схемы универсальных ЗСК для их реализации, обеспечивающие обработку зерна различного вида и состояния.

Цель работы – оценить эффективность предложенных зерноочистительно-сушильных комплексов в различных условиях.

Задачи исследования предусматривали градацию условий послеуборочной обработки зерна, определение показателей эффективности вариантов ЗСК и граничных условий их применения.

УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2015–2016 гг. в СибИМЭ СФНЦА РАН. Объект исследований – технологические процессы послеуборочной обработки зерна и семян на сельскохозяйственных предприятиях Сибири. При оценке условий послеуборочной обработки зерна и семян использованы результаты ранее выполненных работ [5]. Разработка вариантов технологических схем и компоновки ЗСК осуществлялась на основе исходных требований на базовые технологические операции в растениеводстве [6], анализа литературных источников, патентов, передового опыта сельскохозяйственных предприятий. Технические средства для реализации рассматриваемых вариантов технологий выбирались по характеристикам из

имеющихся каталогов [7], проспектов машин и оборудования отечественных машиностроительных предприятий и зарубежных фирм с учетом соответствия этих характеристик исходным требованиям на базовые технологические операции в растениеводстве.

Оценка эффективности зерноочистительно-сушильных комплексов осуществлялась в соответствии с ГОСТ Р 53056–2008 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки» [8]. Определялись следующие технико-экономические показатели: затраты труда, ч/т; эксплуатационные затраты, р./т; удельные капиталовложения, р./т. Исходные данные для расчета принимались по каталогам машин и оборудования, нормативно-справочным материалам [9], проспектам, прайс-листам предприятий-поставщиков и другим источникам. Технико-экономические показатели ЗСК рассчитывались исходя из объемов обработки товарного сухого и влажного зерна и обработки семенного зерна за весь сезон, включая очистку семян в послеуборочный период.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Условия послеуборочной обработки зерна на сельскохозяйственных предприятиях характеризуются его состоянием, объемами и интенсивностью поступления с полей, уровнем финансовых, трудовых и других ресурсов. Основным фактором, определяющим технологические схемы обработки зерна, является его влажность. Известно, что при влажности поступающего с полей зерна до 15 % не требуется его сушка, при 15–21 % можно обойтись однократной сушкой, при 21–27 % необходима двукратная сушка [10]. Исходя из этого, в Сибири по природно-климатическим характеристикам [11–15] были выделены три группы зон (с максимальной влажностью соответственно до 15 %, от 15 до 21 % и от 21 до 27 %). Предприятия первой группы должны оснащаться зерноочистительными агрегатами, второй и третьей – зерноочистительно-сушильными комплексами.

Исходя из объемов обработки зерна и производительности имеющихся на рынке машин, определены четыре типоразмера ЗА и ЗСК с суточной производительностью 100, 200, 400 и 800 т. Сезонные объемы обработки зерна на них составляют соответственно 1–2, 2–4, 4–8, 8–16 тыс. т. С учетом трех групп зон и четырех уровней объема обработки зерна при определении эффективности ЗА и ЗСК и граничных условий их применения необходимо рассматривать, как минимум, 12 сочетаний условий обработки зерна.

Каждый типовой зерноочистительный агрегат или зерноочистительно-сушильный комплекс предназначается для выполнения какой-то одной из трех указанных выше технологий послеуборочной обработки зерна. С целью определения рациональных типовых ЗСК для каждого сочетания условий необходимо провести технико-экономическую оценку вариантов комплексов, реализующих эти технологии. В данной работе приведена оценка эффективности универсальных зерноочистительно-сушильных комплексов применительно ко второй группе зон.

Для этой группы на рис. 1 в качестве примера представлены варианты технологических схем универсальных ЗСК производительностью 400 т/сут: с резервированием зерна на площадке (а), с резервированием зерна в операционном силосе (б) и поточная схема (в). По первому варианту зерноочистительно-сушильный комплекс работает всегда в две смены. Одна часть поступающего с полей зерна выгружается из транспортных средств в приемный бункер, другая – на крытую площадку. Из приемного бункера зерно подается в машину предварительной очистки зерна. Если на комплекс поступает сухое зерно, оно после предварительной очистки направляется в универсальную машину первичной очистки, далее – в бункер-накопитель и из него на склад. Другая часть зерна (с крытой площадки) в ночное время транспортом доставляется в приемный бункер, далее технологический процесс осуществляется так же, как в дневное время. Если на комплекс поступает влажное зерно, то после предварительной очистки оно пода-

ется в сушилку, затем в универсальную машину первичной очистки. Семенное зерно в уборочный период проходит первичную очистку в режиме товарного зерна и транспортируется на склад. В послеуборочный период это зерно доставляется на комплекс, проходит предварительную очистку и подается в универсальную машину первичной очистки, в которой проходит обработку в семенном режиме. Если необходима очистка от трудно отделяемых примесей, семена после первичной очистки подают в триерный блок и далее в пневмокласификатор.

По второму варианту (б) все поступающее с полей зерно выгружается в приемный бункер, из него подается в машину предварительной очистки. Если на комплекс поступает сухое зерно, то оно после предварительной очистки сразу проходит первичную. Работа в ночную смену при этом исключается. Если на комплекс поступает влажное зерно, то после предварительной очистки одна часть его подается на сушилку, другая в операционный силос. После сушки зерно подается в машину первичной очистки. Из операционного силоса оно проходит первичную очистку в ночное время. При обработке семенного зерна после предварительной очистки часть его сразу проходит первичную очистку в семенном режиме, другая часть подается в операционный силос и проходит первичную очистку в семенном режиме в ночное время. Если требуется освобождение от трудно отделяемых примесей, семена после первичной обработки сразу подаются в триерный блок и далее в пневмокласификатор.

По третьему варианту (в) все зерно сразу проходит полную обработку поточным способом в одну смену и транспортируется на склад.

Полученные в результате расчетов технико-экономические показатели ЗСК представлены на рис. 2 в виде графиков их зависимости от суточной производительности. На зерноочистительно-сушильных комплексах производительностью 100 т/сут наибольшие затраты труда и эксплуатационные затраты наблюдаются при схеме обработки зерна с резервированием его на

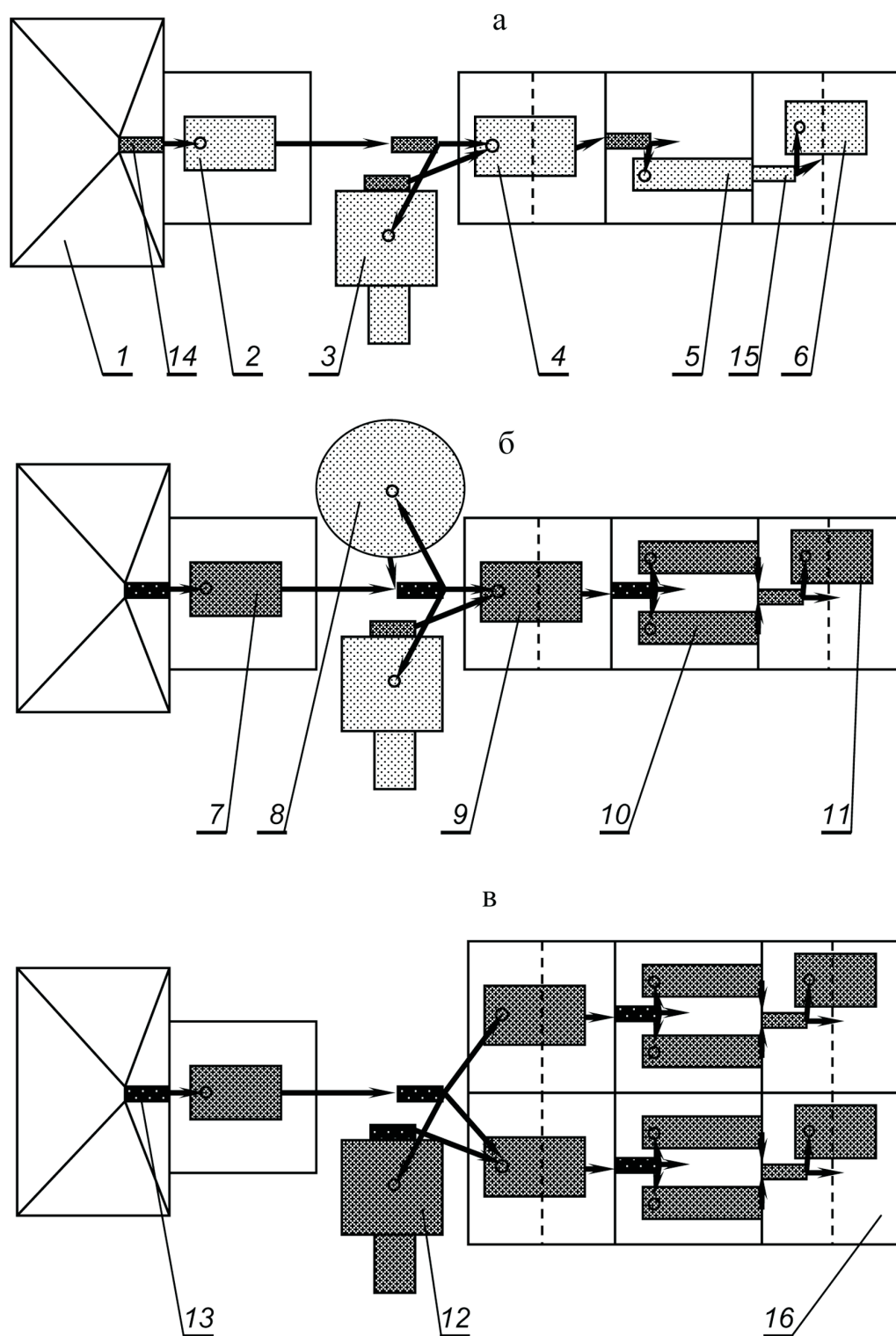


Рис. 1. Варианты технологических схем универсальных зерноочистительно-сушильных комплексов производительностью 400 т/сут.:

1 – бункер приемный; 2 – машина предварительной очистки 25 т/ч; 3 – сушилка 20 т/ч; 4 – машина универсальная первичной очистки зерна 20 т/ч и семян 10 т/ч; 5 – блок триерный 7 т/ч; 6 – пневмоклассификатор 10 т/ч; 7 – машина предварительной очистки 50 т/ч; 8 – силос резерва зерна; 9 – машина универсальная первичной очистки зерна 40 т/ч и семян 20 т/ч; 10 – блок триерный 10 т/ч; 11 – пневмоклассификатор 20 т/ч; 12 – сушилка 40 т/ч; 13 – нория 50 т/ч; 14 – нория 25 т/ч; 15 – нория 10 т/ч; 16 – бункер-накопитель.

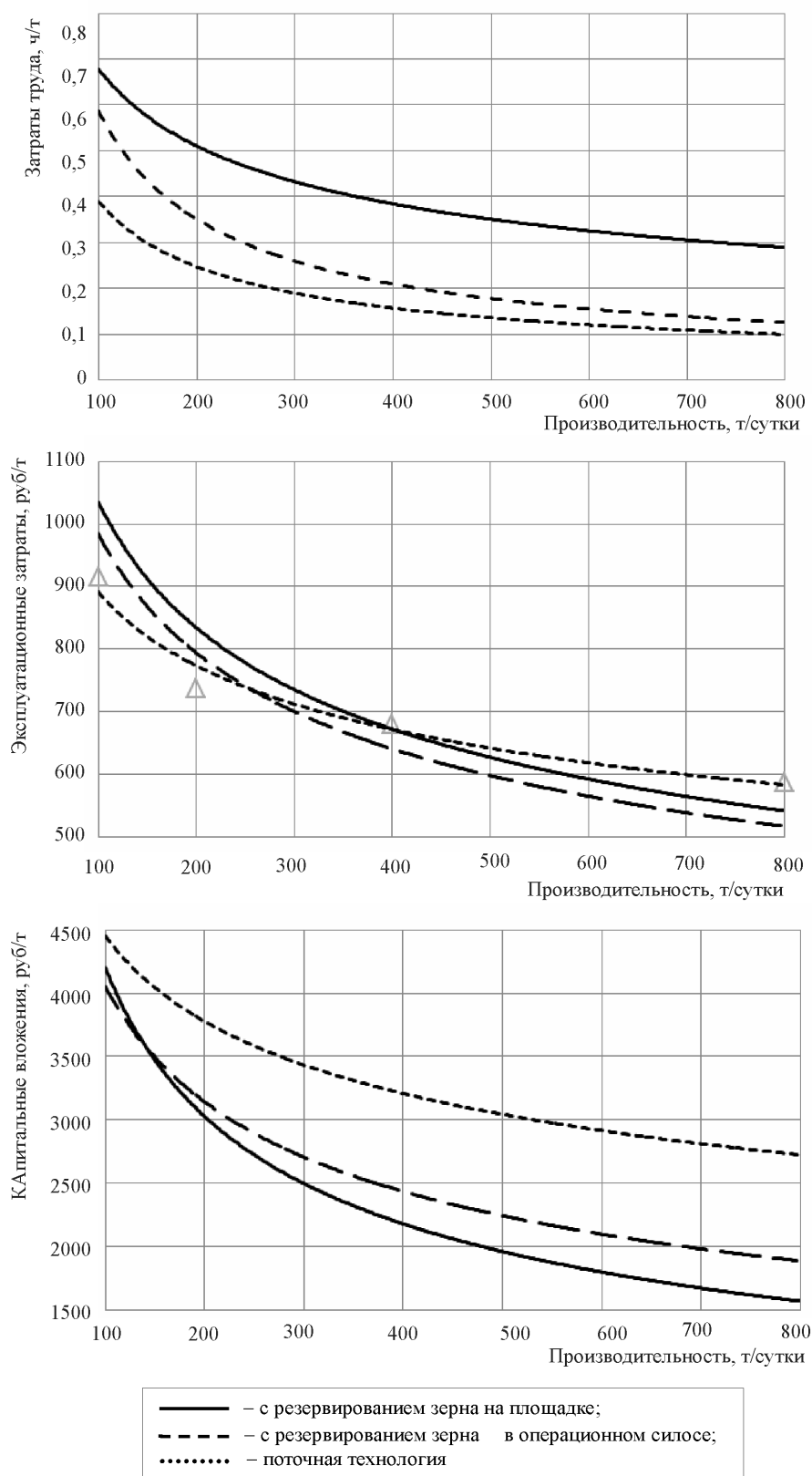


Рис. 2. Зависимость показателей зерноочистительного сушильного комплекса от суточной производительности

площадке, наименьшие – при поточной схеме обработки зерна, удельные капиталовложения при этом различаются несущественно. На зерноочистительно-сушильных комплексах производительностью 200 т/сут наблюдается та же закономерность, но при поточной схеме удельные капиталовложения значительно выше. На комплексах производительностью 400 и 800 т/сут наименьшие эксплуатационные затраты получены при обработке зерна с резервированием его в операционном силосе, но удельные капиталовложения несколько выше, чем при резервировании зерна на площадке. Наилучшие показатели обеспечиваются на ЗСК с большей производительностью (эксплуатационные издержки, затраты труда и удельные капиталовложения на комплексах производительностью 800 т/сут приблизительно в 2 раза меньше, чем с производительностью 100 т/сут).

ВЫВОДЫ

1. Условия послеуборочной обработки зерна характеризуются его состоянием, объемами и интенсивностью поступления с полей, уровнем финансовых и трудовых ресурсов. Основным фактором, определяющим технологические схемы обработки зерна, является его влажность. По данному показателю выделены три группы зон, характеризующихся разной влажностью зерна. В зонах с максимальной влажностью до 15 % при уборке сушка зерна не требуется, от 15 до 20 % достаточно однократной сушки, от 21 до 27 % необходима двукратная сушка. Сельскохозяйственные предприятия первой группы должны оснащаться зерноочистительными агрегатами, второй и третьей – зерноочистительно-сушильными комплексами. Исходя из объемов обрабатываемого в хозяйствах зерна определены четыре типоразмера ЗА и ЗСК с суточной производительностью 100, 200, 400 и 800 т (сезонные объемы обработки зерна соответственно 1–2, 2–4, 4–8, 8–16 тыс. т).

2. Применительно ко второй группе зон для различных сочетаний условий послеуборочной обработки зерна разработаны техно-

логические схемы и определены технико-экономические показатели вариантов ЗСК. Установлено, что на ЗСК производительностью 100 т/сут по эксплуатационным затратам предпочтительна обработка зерна поточным способом, при этом требуются некоторые дополнительные капиталовложения. Если на предприятии дефицит ресурсов на капиталовложения, то при достаточном количестве работников оно может пойти на обработку зерна с резервированием его на площадке.

На комплексах производительностью 200, 400 и 800 т/сут предпочтителен вариант обработки зерна с резервированием его в операционном силосе. Если на предприятии дефицит трудовых ресурсов, то на комплексе с производительностью 200 т/ч при наличии возможности дополнительных капиталовложений целесообразно применить поточную технологию обработки зерна. Если на предприятии дефицит финансовых ресурсов, то на комплексах производительностью 400 и 800 т/сут при достаточной численности работников можно применить схему обработки зерна с резервированием его на крытой площадке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Олейников В.Д., Кузнецов В.В., Гозман Г.И. Агрегаты и комплексы для послеуборочной обработки зерна. – М.: Колос, 1977. – 112 с.
2. Чепурин Г.Е., Иванов Н.М., Кузнецов А.В. и др. Уборка и послеуборочная обработка зерна в экстремальных условиях Сибири. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2011. – 176 с.
3. Иванов Н.М., Сеницын В.А., Климок А.И. и др. Механизация процессов послеуборочной обработки зерна в Новосибирской области: рекомендации. – Новосибирск: СибИМЭ, 2002. – 126 с.
4. Иванов Н.М., Торопов В.Р. Модернизация послеуборочной обработки зерна на сельскохозяйственных предприятиях Сибири // Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем: сб. докл. науч.-практ. конф. ГНУ ВИМ Россельхозакадемии. – М., 2012. – С. 610–612.
5. Торопов В.Р. Выбор технологических схем зерноочистительно-сушильных комплексов // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 2. – С. 83–89.

6. **Исходные требования** на базовые машинные технологические операции в растениеводстве. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2005. – 272 с.
7. **Гольяпин В.Я.** Машины и оборудование для производства и послеуборочной обработки зерна: кат. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2013. – 204 с.
8. **ГОСТ Р 53056-2008.** Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – М.: Стандартинформ, 2009. – 20 с.
9. **Нормативно-справочный** материал для экономической оценки сельскохозяйственной техники. – М.: АгроНИИТО, 1988. – 202 с.
10. **Атаназевич В.И.** Сушка зерна. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 480 с.
11. **Докин Б.Д., Губаренко В.Г., Аферина А.Е. и др.** Система машин для комплексной механизации растениеводства в Сибири на 1981–1985 годы: метод. реком. – Новосибирск: СибИМЭ, 1982. – 358 с.
12. **Чепурин Г.Е.** Инженерно-техническое обеспечение процесса уборки зерновых культур в экстремальных условиях / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибИМЭ. – Новосибирск, 2000. – 228 с.
13. **Максимчук В.К., Сабашкин В.А.** Разработка расчетного метода определения влажности зерна в зависимости от погодных условий // Исследование процессов уборки и послеуборочной обработки зерна: науч.-техн. бюл. – Новосибирск: СибИМЭ, 1977. – С. 7–12.
14. **Максимчук В.К., Сабашкин В.А., Тесленко В.Н.** Обоснование потребности Новосибирской области в машинах для послеуборочной обработки зерна: метод. реком. – Новосибирск: Сиб. отд-ние ВАСХНИЛ, 1980. – 38 с.
15. **Максимчук В.К., Сабашкин В.А., Тесленко В.Н.** Расчет потребности в зерноочистительно-сушильной технике // Индустриальные технологии и средства комплексной механизации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1981. – С. 43–47.
- экстремаль'nykh usloviyakh Sibiri. – М.: FGNU Rosinformagrotek, 2011. – 176 с.
3. **Ivanov N.M., Sinitsyn V.A., Klimok A.I. i dr.** Mekhanizatsiya protsessov posleuboroch-noy obrabotki zerna v Novosibirskoy oblasti: rekomendatsii. – Novosibirsk: SibI-ME, 2002. – 126 с.
4. **Ivanov N.M., Toropov V.R.** Modernizatsiya posleuborochnoy obrabotki zerna na sel'sko-khozyaystvennykh predpriyatiyakh Sibiri // Modernizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na baze innovatsionnykh mashinnykh tekhnologiy i avtomatizirovannykh sistem : sb. dokladov nauch.-prakt. konf. GNU VIM Rossel'khozakademii. – М., 2012. – С. 610–612.
5. **Toropov V.R.** Vybora tekhnologicheskikh skhem zernoochistitel'no-sushil'nykh kompleksov // Sib. vestn.s.-kh. nauki. – 2016. – № 2. – С. 83–89.
6. **Iskhodnye trebovaniya** na bazovye mashinnye tekhnologicheskie operatsii v rastenievodstve. – М.: FGNU Rosinformagrotek, 2005. – 272 с.
7. **Gol'tyapin V.Ya.** Mashiny i oborudovanie dlya proizvodstva i posleuborochnoy obrabotki zerna: kat. – М.: FGNU Rosinformagrotek, 2013. – 204 с.
8. **GOST R 53056-2008.** Tekhnika sel'skokhozyaystvennaya. Metody ekonomicheskoy otsenki. – М.: Standartinform, 2009. 20 с.
9. **Normativno-spravochnyy** material dlya ekonomicheskoy otsenki sel'skokhozyaystvennoy tekhniki. – М.: AgroNIITO, 1988. – 202 с.
10. **Atanazevich V.I.** Sushka zerna. М.: DeLi print, 2007. – 480 с.
11. **Dokin B.D., Gubarenko V.G., Aferina A.E. i dr.** Sistema mashin dlya kompleksnoy mekha-nizatsii rastenievodstva v Sibiri na 1981–1985 gody: metod. rekom. – Novosibirsk: SibIME, 1982. – 358 с.
12. **Chepurin G.E.** Inzhenerno-tekhnicheskoe obespechenie protsessa uborki zernovykh kul'tur v ekstremal'nykh usloviyakh / RASKhN. Sib. otd-nie. SibIME. – Novosibirsk, 2000. – 228 с.
13. **Maksimchuk V.K., Sabashkin V.A.** Razrabotka raschetnogo metoda opredeleniya vlazhnosti zerna v zavisimosti ot pogodnykh usloviy / Issledovanie protsessov uborki i posleuborochnoy obrabotki zerna: nauch.-tekhn. byul. – Novosibirsk: SibIME, 1977. – С. 7–12.
14. **Maksimchuk V.K., Sabashkin V.A., Teslenko V.N.** Obosnovanie potrebnosti Novosibirskoy oblasti v mashinakh dlya posleuborochnoy obrabotki zerna: metodicheskie rekomendatsii. – Novosibirsk: Sib. otd-nie VASKhNIL, 1980. – 38 с.

REFERENCE

1. **Oleynikov V.D., Kuznetsov V.V., Gozman G.I.** Agregaty i komplekсы dlya posleuboroch-noy obrabotki zerna. – М.: Kolos, 1977. – 112 с.
2. **Chepurin G.E., Ivanov N.M., Kuznetsov A.V. i dr.** Uborka i posleuborochnaya obrabotka zerna v

15. Maksimchuk V.K., Sabashkin V.A., Teslenko V.N.
Raschet potrebnosti v zernoochisti-tel'no-
sushil'noy tekhnike // Industrial'nye tekhnologii i
sredstva kompleksnoy mekha-nizatsii sel'skokho-

zyaystvennogo proizvodstva: sb. nauch. tr.
VASKhNIL, Sib. otd-nie. – Novosibirsk, 1981. –
S. 43–47.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF UNIFIED CLEANING AND DRYING COMPLEXES

V.R. TOROPOV, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher

Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, SFSCA RAS

Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia

e-mail: sibime@ngs.ru

There is given gradation of conditions of postharvest grain processing at Siberian agricultural enterprises, due to three groups of natural areas: without drying of grain harvested (grain moisture of below 15 percent), single-time drying (grain moisture of 15 to 21 percent), and two-time drying (grain moisture of 21 to 27 percent). Enterprises of the first group of zones should be equipped with grain cleaning units, those of the second and third groups of zones with grain cleaning and drying complexes. Based on the volume of grain to be processed and performance of available machinery, four sizes of units and complexes with capacities of 100, 200, 400 and 800 tons of grain a day were established. With regard to the second group of zones, technological schemes for various combinations of conditions of postharvest grain processing were developed, and technical and economic parameters of variants of grain cleaning and drying complexes were determined. It has been found that when the capacity of the complex makes up 100 tons of grain a day, it is preferred, from the point of view of operating costs, to process grain by the flow line method; this requires certain additional investment. In case of investment resources deficit but the sufficient number of employees, an enterprise can use grain stocking at the processing ground. When using complexes with capacities of 200, 400 and 800 tons a day, a variant of grain processing with storing it in the operating silo is preferred. In case of manpower deficit but availability of extra capital investment, an enterprise is recommended to use the flow-line grain processing technology by means of the complex with the capacity of 200 tons of grain a day. If an enterprise lacks financial resources but has the sufficient number of employees, the scheme of grain processing, followed by its reservation at the covered area, should be used.

Keywords: postharvest grain processing, grain cleaning and drying complexes, technological scheme, technical and economic parameters, boundary conditions.

Поступила в редакцию 21.03.2017



УДК 631.47

**ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА МОРФОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
АЛЛЮВИАЛЬНО-ЛУГОВО-ЛЕСНЫХ ПОЧВ КУБА-ХАЧМАЗСКОГО МАССИВА
АЗЕРБАЙДЖАНА****В.Г. ГАСАНОВ**, кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель лаборатории,
Б.Н. ИСМАИЛОВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник*Институт почвоведения и агрохимии Национальной Академии наук Азербайджана**AZ1073, Азербайджан, г. Баку, ул. Маммеда Рагима, 5**e-mail: vilayet-hesenov@mail.ru*

Изучено влияние орошения на аллювиально-лугово-лесные почвы Куба-Хачмазского массива Азербайджана. Полевые почвенные работы проведены в 2010–2014 гг. По режимным наблюдениям определена мутность речных и поливных вод. В весенний и осенний дождливые периоды она значительно увеличивается (3,79–6,54 г/л), летом (июль, август) в связи с уменьшением атмосферных осадков в горных территориях резко снижается (0,80–1,87 г/л). Взвешенные наносы и их водорастворимые части отличаются достаточно богатым гумусом (1,7–2,0 и 0,049–0,053 % соответственно), валовым азотом (0,09–0,13 %), высокой карбонатностью (5,1–6,3 %), а также глинистым гранулометрическим составом: частиц меньше 0,01 мм – 62,4–71,2 %. Взвешенные наносы речных и поливных вод оказывают значительное влияние на орошаемые почвы, где в их профиле формируется достаточно мощный окультуренный слой (50–60 см) и ясно выделяются признаки ирригационного наноса. В пахотных и средних горизонтах плотность возрастает до 1,38–1,45 г/см³, что обусловлено максимальным накоплением физической глины (65–70 %) и иловатых частиц (28–39 %). В лесных почвах во фракционно-групповом составе гумуса доминирует первая фракция гуминовых кислот (21,5–25,3 %) и фульвокислот (15,0–23,2 %). В орошаемых почвах повышается доля гуминовых кислот (30–35 %). В отличие от целинных вариантов в орошаемых почвах значительно увеличивается содержание гумина. Определен валовой химический состав. Профиль почв богат Al₂O₃ (17,4–20,5 %) и Fe₂O₃ (8,4–10,2 %). В верхних пахотных горизонтах орошаемых почв заметно уменьшается количество SiO₂, максимальное содержание СаО отмечается в высококарбонатных аллювиальных отложениях.

Ключевые слова: аллювиально-лугово-лесные почвы, орошение, окультуренные почвы, фракционной состав гумуса, взвешенные наносы.

В настоящее время антропогенное воздействие на свойства почв, особенно лесных, изучено недостаточно. Аллювиально-лугово-лесные почвы довольно широко распространены под высокобонитетными низинными лесами Куба-Хачмазского массива Азербайджана. Благоприятные условия рельефа, субтропического климата, а также ресурсы водного режима, сформированные густой речной сетью, дали возможность использовать вырубленные лесные массивы под орошаемые сельскохозяйственные куль-

туры. Комплексное изучение состава и свойств орошаемых почв имеет большое значение, поскольку Куба-Хачмазская зона – крупный поставщик овощной, зерновой и фруктовой продукции Азербайджана [1, 2]. Однако из-за отсутствия систематических исследований орошаемые почвы речных долин, в том числе земли Куба-Хачмазского массива, слабо изучены.

Цель исследования – изучить влияние орошения на изменение морфогенетических показателей аллювиально-лугово-лесных

почв Куба-Хачмазского массива Азербайджана.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Площадь Куба-Хачмазского массива составляет около 200 тыс. га, высота над ур. м. 26–200 м. В качестве почвообразующих пород здесь представлены глинисто-суглинистые аллювиальные и мощные песчано-галечниковые аллювиально-пролювиальные отложения. Отмечено достаточно хорошее развитие гидрологической сети. Для орошения сельскохозяйственных культур в летние месяцы в 1940 г. был построен Самур-Абшеронский канал. Климат умеренно теплый сухой субтропический, годовое количество осадков 340–400 мм, испаряемость 730–800 мм, коэффициент увлажнения $< 0,5$, среднегодовая температура воздуха 11,8–12,5 °С. Растительный покров, который в основном состоял из низинно-лиановых лесов (белолистка, граб, дуб, клен, карагач, орех грецкий, ясень и кустарники), под влиянием хозяйственной деятельности вырублен или претерпел коренные изменения.

Полевые почвенные работы проведены в 2010–2014 гг. Кусарчайской зональной опытной станцией (КЗОС) Института овощеводства Министерства сельского хозяйства Азербайджана на площади 363 га, а также на ключевом участке Набраньского лесничества. В почвенных образцах выполнены следующие анализы: гранулометрический состав – пипетным методом с растиранием раствором пиррофосфата натрия, объемная масса – по Н.А. Качинскому, содержание гумуса и валового азота – по методу И.В. Тюрина, поглощенные катионы Са и Mg – по Д.В. Иванову, $pH_{вод}$ – потенциометром, содержание CO_2 карбонатов – кальциометром, валовой химический состав почв – классическим методом по руководству Е.А. Аринушкиной, фракционный и групповой состав гумуса – по И.В. Тюрину в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой. Пробы для определения качества поливных вод, мутности и стока взвешенных наносов по 7 пунктам отобраны в определенные сроки и приурочены к периодам

орошения сельскохозяйственных культур в течение 2013–2014 гг. с помощью батометра-бутылки ГГИ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первые сведения о характере исследуемых почв можно найти в работах В.В. Докучаева [3], посетившего в 1899 г. южную часть дельты р. Самура. Согласно его данным, почвы здесь «...носят лесной характер и под слоем лесного войлока в 2–3 вершка толщиной обыкновенно следует светло-серый горизонт (до 1–1/2 фута – 46 см толщиной), постепенно переходящий в синевато-темную глину...».

В.П. Смирновым-Логиновым [4], проводившим исследования в Куба-Хачмазском массиве, эти почвы впервые описаны как «тугайные», которые формируются в лесистых поймах, сложенных аллювиальными наносами горных рек. В своих исследованиях в Куба-Хачмазском массиве Г.А. Алиев [5] был против, чтобы почвы, распространенные в низинных лесах, называли «тугайными». Он назвал их аллювиально-лугово-лесными.

Проведенные нами сравнительно-географические исследования и их детальное картирование дали возможность значительно детализировать структуру почвенного покрова, классификационное положение и номенклатуру аллювиально-лугово-лесных почв Азербайджана, в том числе Куба-Хачмазского массива, и более подробно остановиться на их морфогенетической диагностике. Орошаемые варианты этих почв были выделены как самостоятельный тип [6–9].

Аллювиально-лугово-лесные почвы характеризуются хорошо развитым темно-серым перегнойно-аккумулятивным горизонтом ($AU_z = 25–30$ см) с зернисто-ореховатой структурой, который слабо уплотнен в средней части профиля ($A/B = 20–25$ см) непрочной комковатой структурой, где ясно выделяются средние и глубокие слои с синевато- и буровато-охристыми пятнами различной степени оглеения. В нижних слоях почвенного профиля наблюдается погребен-

ный гумусированный горизонт ($AU_g^h = 100-130$ см), что подтверждается аллювиальным происхождением этих почв. Верхние полуметровые части аллювиально-лугово-лесных почв отличаются глинисто-тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, где содержание физической глины ($< 0,01$ мм) колеблется в пределах 42,9–52,0 %, иловатые частицы ($< 0,001$ мм) составляют 18,1–21,8 %. В погребенных гумусированных горизонтах ($AU_g^h = 100-130$ см) заметно повышается содержание как глинистых ($< 0,01$ мм = 46,8–57,6 %), так и иловатых ($< 0,001$ мм = 21,0–24,6 %) частиц. В верхних горизонтах (AU) плотность почв 1,05–1,12 г/см³.

Содержание гумуса в верхних горизонтах составляет 5,2–6,4 %, с глубиной уменьшается до 0,6–0,8 %, в погребенных гумусированных горизонтах ($AU_g^h = 100-130$ см) вновь возрастает до 1,4 %. Количество общего азота в горизонте AU = 0,24–0,26 % (табл. 1). Эти почвы характеризуются карбонатностью ($CaCO_3 = 5,5-17,3$ %) всего почвенного профиля, но без видимых карбонатных выделений. Сумма обменных оснований сравнительно высокая – 25–33 ммоль-экв./на 100 г почвы в горизонте AU, далее с глубиной наблюдается постепенное уменьшение до 16–18 ммоль-экв. Обычно в нижних погребенных гумусированных горизонтах (AU_g^h) ее величина заметно повышается (21–25 ммоль-экв.). Реакция почвенной среды в горизонте AU слабощелочная (pH = 7,5–7,6), в средних и нижних слоях горизонта (Bg, Cg) щелочная (8,2–8,3). Для аллювиально-лугово-лесных почв характерно следующее строение почвенного профиля: АО–AU–В–В/Сg–Сig– AU_g^h –СIIg. В исследованных почвах под влиянием длительного орошения мутными речными водами постоянно происходит наращивание почвенного профиля.

В отличие от лесных вариантов в орошаемых почвах образовался достаточно мощный окультуренный слой ($AU'a + AU''a = 45-50$ см) темно-серого цвета с относительно глубоким проникновением гумуса (80–90 см). Ясно выделяются признаки ирригационного наноса. Подпахотный горизонт ($AU''a = 20-$

25 см) отличается заметной уплотненностью и глыбисто-комковатой структурой.

Результаты режимных наблюдений показывают, что в дождливый период (май, июнь) мутность речных и поливных вод значительно увеличивается (3,79–6,54 г/л), летом (июль, август) в связи со снижением атмосферных осадков горных территорий она резко понижается (0,80–1,87 г/л). Существует также закономерность в звеньях оросительной системы САК: в водах оросителей количество взвешенных наносов снижается до 0,95–3,10 г/л, т.е. по пути канал → распределитель → ороситель часть их оседает (табл. 2).

Известно, что физико-химические показатели взвешенных наносов значительно влияют на морфогенетические данные орошаемых почв [10], поскольку достаточно богаты гумусом (1,7–2,0 %) и его водорастворимыми частями (0,049–0,053 %), валовым азотом (0,09–0,13 %), а также содержат и значительное количество $CaCO_3$ (4,5–6,3 %). Взвешенные наносы формируются из высокогумусированных горно-луговых и горнолесных почв подстилающих известняков (табл. 3). Гранулометрический состав их меняется от источника и разветвленности оросительной системы. В наносах вод оросителя количество физической глины достигает 69,7–71,2 %, канала или реки – 62,4–65,0 %. Закономерно, что гранулометрический состав наносов утяжеляется от крупных звеньев оросительной сети (река, магистральный канал) к мелким (табл. 4).

Анализ солевого состава поливных речных вод показал, что они отличаются высокой гидрокарбонатностью (0,12–0,17 %), что приводит к заметному ошелачиванию профилей орошаемых почв (табл. 5).

По режимам орошения сельскохозяйственных культур в Азербайджанской Республике рекомендуются следующие поливные нормы: для овощных – 4500–5000 м³/га (число поливов 6–8), люцерны – 3000–4000 м³/га (4–5), зерновых – 1000–1500 м³/га (3). Полив производят бороздовым способом – 500–700 м³/га [11]. Гранулометрический состав орошаемых почв, длительное

Таблица 1

Основные физико-химические показатели аллювиально-лугово-лесных почв

Номер разреза	Горизонт, глубина, см	Гумус	Азот	CaCO ₃	pH _{вод}	Поглощенные катионы, ммоль-экв./100 г почвы			Гранулометриче- ский состав, %, мм	
		%				Ca ⁺²	Mg ⁺²	Σ	< 0,001	< 0,01
Аллювиально-лугово-лесные (под низинными лесами)										
52	АО 0–2	Лесная подстилка								
	AU'z 2–8	6,38	0,242	7,5	7,6	22,4	9,1	31,5	21,76	50,54
	AU'' 8–28	2,46	0,144	11,2	7,7	17,2	7,4	24,6	20,20	51,12
	B 28–46	1,65	0,088	13,7	8,9	13,4	6,0	19,4	20,00	50,08
	B/Cg 46–80	0,87	Не опр.	16,5	8,1	11,9	5,8	17,7	18,12	48,04
	CIg 80–108	0,76	»	22,4	8,0	9,8	5,9	15,7	10,24	42,92
	AU _g ^h 108–135	1,40	»	25,4	8,2	16,0	7,2	23,2	21,12	46,64
СИ 135–175	0,56	»	21,5	8,3	11,3	6,1	17,4	9,56	34,41	
Орошаемые аллювиально-лугово-лесные (под многолетней люцерной)										
56	AU'a 0–30	3,11	0,227	14,1	8,0	22,4	7,2	29,6	25,44	60,76
	AU''a 30–52	2,35	0,180	15,0	8,1	18,8	6,7	25,5	28,76	64,88
	A/B 52–80	1,54	0,109	28,9	8,1	17,6	7,0	24,7	29,78	65,10
	B/Cg 80–105	0,95	Не опр.	21,0	8,2	14,3	7,0	21,3	13,32	47,08
	AU _g ^h 105–132	1,52	»	23,2	8,1	16,5	8,6	25,1	22,48	56,44
	Cg 132–160	0,76	»	22,0	8,3	11,2	10,9	22,1	11,96	37,68
Под томатом										
50	AU'a 0–28	2,73	0,206	11,8	8,1	19,7	6,6	26,3	26,48	62,96
	AU''a 28–50	2,18	0,175	13,2	8,1	17,1	6,2	23,3	39,64	70,12
	A/B 50–76	1,46	0,126	14,9	8,2	16,1	5,3	21,4	26,56	69,28
	B/Cg 76–112	0,88	Не опр.	19,8	8,2	14,8	4,3	19,1	14,68	38,68
	AU _g ^h 112–130	1,35	»	22,1	8,1	15,3	8,0	23,3	26,56	58,62
	Cg 130–165	0,52	»	26,3	8,3	14,3	6,7	21,0	9,12	27,28
Под зерновыми (пшеница)										
60	AU'a 0–30	2,96	0,220	12,8	8,0	19,4	6,1	25,5	26,92	61,84
	AU''a 30–53	2,32	0,180	14,1	8,0	14,9	6,0	20,9	27,36	64,28
	A/B 53–76	1,34	0,119	18,7	8,1	13,5	7,0	20,5	28,60	68,76
	Bg 76–110	1,08	Не опр.	23,1	8,1	11,9	5,8	17,7	17,32	37,92
	B/Cg 110–136	0,72	»	27,6	8,2	12,4	8,6	21,0	29,04	52,84
	Cg 136–160	0,53	»	20,4	8,2	13,3	7,1	20,4	11,32	33,56

Таблица 2

Динамика мутности речных и поливных вод Куба-Хачмазского массива (в среднем 2013, 2014 гг.), г/л

Место взятия пробы	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Река:					
Самурчай	3,635	5,133	1,862	0,906	6,232
Кусарчай	4,676	5,219	1,762	1,028	6,543
Гудиялчай	3,792	4,940	1,692	0,828	6,123
Карачай	3,856	5,639	1,876	0,991	5,987
Самур-Абшеронский канал (САК)	3,635	5,156	1,504	0,916	5,832
САК – распределитель	3,396	4,940	1,031	0,923	5,637
САК – ороситель (КЗОС)	3,101	3,703	0,948	0,801	5,421

Таблица 3

Химические показатели взвешенных наносов зоны орошения Куба-Хачмазского массива

Место взятия пробы	Гумус, %	Гумус водорастворимый, %	Азот, %	C : N	CaCO ₃ , %	pH _{вод}
Река:						
Самурчай	1,84	0,051	0,121	8,8	5,6	7,9
Кусарчай	1,67	0,043	0,105	9,2	5,7	8,1
Гудиалчай	1,76	0,048	0,113	9,0	6,3	8,0
Карачай	1,82	0,050	0,128	8,2	6,1	8,1
Самур-Абшеронский канал (САК)	1,72	0,042	0,090	10,1	4,5	7,9
САК – распределитель	1,78	0,049	0,115	9,0	5,1	8,0
САК – ороситель (КЗОС)	1,99	0,053	0,126	9,2	5,0	8,0

Таблица 4

Гранулометрический состав взвешенных наносов зоны орошения Куба-Хачмазского массива, %

Место взятия пробы	Диаметр частиц, мм						
	1,0–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	<0,01
Река:							
Самурчай	Нет	11,08	26,50	20,90	25,64	15,84	62,42
Кусарчай	»	13,66	18,80	18,06	31,44	18,04	61,54
Гудиалчай	»	8,10	21,36	18,60	30,92	22,00	64,02
Карачай	»	13,20	17,80	21,40	26,56	21,04	65,00
Самур-Абшеронский канал (САК)	»	12,56	23,40	15,80	26,40	21,84	64,04
САК – распределитель	«	10,84	22,46	13,92	28,42	24,36	69,70
САК – ороситель (КЗОС)	»	8,04	20,82	11,48	29,34	30,32	71,17

Таблица 5

Солевой состав речных и поливных вод Куба-Хачмазского массива, г/л

Место взятия пробы	Плотный остаток	Сумма солей	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺ + K ⁺
Река:								
Самурчай	0,342	0,306	0,125	0,023	0,086	0,030	0,019	0,022
Кусарчай	0,405	0,381	0,134	0,029	0,126	0,045	0,032	0,015
Гудиалчай	0,328	0,299	0,120	0,026	0,078	0,036	0,023	0,016
Карачай	0,430	0,408	0,160	0,027	0,110	0,050	0,036	0,025
Самур-Абшеронский канал (САК)	0,423	0,390	0,151	0,017	0,120	0,038	0,020	0,044
САК – распределитель	0,435	0,416	0,143	0,032	0,126	0,053	0,034	0,038
САК – ороситель (КЗОС)	0,467	0,446	0,167	0,044	0,100	0,060	0,042	0,033

время подвергающихся действию мутных речных вод, более тяжелый, чем лесных. Общим признаком орошаемых аллювиально-лугово-лесных почв является значительное оглеение средних частей почвенного профиля, где количество физической глины (<0,01 мм) достигает до 65,8–70,1 %. Резкое

увеличение наблюдается в содержании иловатых частиц (< 0,001 мм) – 28,0–39,6 %. В подпахотном горизонте плотность обычно возрастает до 1,40–1,48 г/см³. Результаты проводимых исследований показывают, что в пахотных горизонтах (AU'a = 0–30 см) содержание гумуса (2,7–3,1 %) и азота

Таблица 6

Групповой и фракционный состав гумуса аллювиально-лугово-лесных почв, % от С_{общ}

Номер разреза	Горизонт, гл- бина, см	С, %	Битум	Деколци- ната	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты				Гумин	C _{г.к} : C _{ф.к}
					Фракция									
					первая	вторая	третья	сумма	первая	вторая	третья	сумма		
Аллювиально-лугово-лесные почвы														
52	AUz 2-8	3,70	5,46	6,85	25,30	5,17	3,58	34,05	23,17	5,42	4,07	32,66	35,20	1,04
	AU''z 8-28	1,43	2,93	4,68	17,24	3,12	2,16	28,52	16,78	4,96	2,68	23,42	28,17	0,96
53	AU'z 2-10	3,04	4,96	5,93	20,89	4,85	3,03	28,77	21,62	4,74	3,32	29,68	31,75	0,97
	AUz 10-25	1,18	2,58	3,75	14,06	4,63	2,94	21,63	14,48	3,65	2,83	20,96	39,24	1,03
Орошаемые аллювиально-лугово-лесные почвы														
58	AU'a 0-30	1,73	3,58	1,76	19,15	9,26	3,24	31,65	15,12	5,04	3,08	23,24	45,18	1,36
	AU''a 30-52	1,30	4,46	1,28	23,05	8,25	3,78	34,95	18,15	7,03	3,28	28,46	47,74	1,23
60	AU'a 0-30	1,72	3,22	1,92	18,49	7,54	3,73	29,76	16,79	3,15	2,36	22,30	43,56	1,33
	AU''a 30-53	1,35	3,50	1,40	22,23	7,85	4,11	32,28	18,18	3,37	3,12	24,67	40,97	1,31
55	AU'a 0-30	1,84	4,94	2,69	20,64	10,15	5,02	35,82	16,06	4,68	2,60	24,34	50,25	1,47
	AU''a 30-55	1,38	3,75	2,21	18,44	8,23	4,54	31,21	14,24	5,25	3,14	22,63	52,34	1,38

Таблица 7

Валовой химический состав аллювиально-лугово-лесных почв, % от прокаленного вещества

Номер разреза	Горизонт и глубина, см	ППП	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{Fe_2O_3}$	$\frac{SiO_2}{R_2O_3}$
<i>Аллювиально-лугово-лесные почвы</i>														
52	AUz 2-8	9,74	58,84	17,68	9,60	0,18	3,48	4,04	1,58	0,92	0,74	5,67	16,35	4,21
	AU"z 8-28	6,52	55,45	17,43	8,42	0,14	4,15	4,98	1,24	0,78	0,52	5,40	17,48	4,12
	Bg 28-46	7,04	53,96	18,52	8,14	0,11	6,11	5,12	1,03	0,65	0,08	4,94	17,63	3,86
	Cg 80-108	9,27	50,83	15,48	7,26	0,08	8,46	6,15	2,26	0,94	1,49	5,57	18,82	4,30
<i>Орошаемые аллювиально-лугово-лесные почвы</i>														
55	AU'a 0-30	6,08	53,16	18,54	8,62	0,29	4,75	5,35	2,18	0,78	0,56	5,16	18,81	3,92
	AU"а 30-55	5,24	54,05	20,54	9,07	0,22	5,36	4,62	2,46	0,62	0,48	4,51	15,90	3,51
	A/B 55-77	4,95	53,21	19,07	10,23	0,17	5,02	4,18	2,01	0,84	0,72	4,74	13,86	3,53
	Cg 128-165	9,72	55,13	17,63	8,56	0,15	8,78	5,06	1,83	0,78	0,87	5,31	17,02	4,05

(0,20–0,23 %) несколько уменьшается. Однако по мере накопления агроирригационных наносов установление культурного почвообразовательного процесса, содержание и запас органического вещества в почвенном профиле постепенно увеличиваются (250–275 т/га). Процессы орошения значительно изменяют содержание и характер распределения карбонатов по профилю почв. По сравнению с лесными в верхних слоях (0–30 см) орошаемых почв содержание CaCO_3 на 3–5 % больше. Это можно объяснить высокой карбонатностью наносов поливных вод. Достаточно высокое содержание CaCO_3 (20–25 %) наблюдается в средней части почвенного профиля орошаемых почв. В окультуренных слоях емкость обмена составляет 25,0–30,3 ммоль-экв., распределение содержания CaCO_3 по глубине 50–100 см почти равномерное (20,3–22,0 м-экв.). По сравнению с лесными почвами верхние горизонты орошаемых почв носят щелочной характер ($\text{pH} = 8,0\text{--}8,1$). Строение почвенного профиля орошаемых аллювиально-лугово-лесных почв следующее: $\text{AU}'\text{az-AU}''\text{az-A/V-Bg-B/Cg-Cg}$. Бодышнее значение имеет также определение качественного состава гумуса в процессе орошения и окультурирования. Во фракционно-групповом состоянии гумуса в лесных почвах значительно доминирует первая фракция гуминовых кислот (20,9–25,3 %) и фульвокислот (21,6–23,2 %), отношение $\text{C}_{\text{г.к}} : \text{C}_{\text{ф.к}}$ почти равное (0,97–1,04) (табл. 6). В орошаемых почвах наблюдается заметное увеличение содержания гуминовых кислот (31,7–35,8 %) в составе гумуса, отношение $\text{C}_{\text{г.к}} : \text{C}_{\text{ф.к}}$ повышается до 1,23–1,47.

Следует отметить, что увеличение доли гуминовых кислот в составе гумуса в процессе окультурирования происходит преимущественно за счет второй фракции, которая связана в основном с кальцием и подвижными формами R_2O_3 . В орошаемых почвах значительно повышается и содержание гумина (43,6–52,3 %).

Результаты сравнительных исследований указывают на определенные различия в валовом химическом составе лесных и окультуренных аллювиально-лугово-лесных

почв. Почвы под лесами горизонта AU' содержат 55,4–58,8 % SiO_2 с постепенным снижением к почвообразующим породам (50,8 %). Заметное обогащение верхних горизонтов SiO_2 можно объяснить, во-первых, интенсивной биологической аккумуляцией, что подтверждается относительно высокой зольностью продуктов опада низинных лесов и травянистой растительности, во-вторых, значительной обедненностью этой части почвенного профиля илистой фракцией (табл. 7). В орошаемых почвах отмечено некоторое уменьшение содержания SiO_2 (3,5–5,0 %) в верхних пахотных горизонтах по сравнению с лесными почвами. Очевидно, что различие в содержании и распределении по профилю SiO_2 на лесных и орошаемых почвах определяется, с одной стороны, выщелачивающим действием поливной воды, с другой – составом ирригационных наносов формирующихся почв.

Результаты анализа показывают заметную дифференциацию профиля лесных почв, главным образом, по CaO , несколько меньше – по Al_2O_3 и Fe_2O_3 . Выявлены обеднение содержания CaO в верхних частях почвы в связи с выносом силикатного Ca и повышенное содержание CaO в нижележащих горизонтах, что можно объяснить обогащенностью почвообразующих пород карбонатом кальция. Почвенный профиль по сравнению с почвообразующими породами обладает повышенным содержанием R_2O_3 . По содержанию Fe_2O_3 лесные и орошаемые почвы почти не различаются. Низкое молекулярное отношение $\text{SiO}_2 : \text{R}_2\text{O}_3$ в лесных и орошаемых почвах (3,5–4,5) позволяет отнести их к силикатному типу выветривания.

ВЫВОДЫ

1. Взвешенные наносы поливных вод характеризуются достаточно богатым гумусом (1,7–2,0 %), валовым азотом (0,09–0,13 %), высокой карбонатностью ($\text{CaCO}_3 = 5,1\text{--}6,3$ %) и глинистым гранулометрическим составом ($<0,01$ мм = 62,5–71,2 %).

2. Орошаемые почвы отличаются относительно высокой карбонатностью (12–25 %),

емкостью поглощения (25–30 ммоль-экв.), более тяжелым гранулометрическим составом ($< 0,01$ мм = 60–70 %) и высокой плотностью (1,4–1,5 г/см³) пахотного горизонта.

3. Гумусовое состояние лесных почв отличается значительной подвижностью, где во фракционно-групповом составе как гуминовых кислот, так и фульвокислот доминирует первая фракция, соотношение $C_{г.к} : C_{ф.к}$ почти равное (0,97–1,04). В профиле 0–100 см орошаемых почв заметно увеличивается содержание гумуса и в составе его гуминовых кислот (30–35 %) соотношение $C_{г.к} : C_{ф.к}$ достигает 1,23–1,47.

4. Валовой химический состав показывает, что в орошаемых почвах отмечается некоторое уменьшение содержания SiO_2 (3,5–5,0 %) в верхних пахотных горизонтах по сравнению с лесными почвами. Максимальное содержание CaO (6,1–8,8 %) отмечено в рыхлых почвообразующих аллювиальных отложениях, которые достаточно обогащены карбонатом кальция. Почвы богаты также содержанием R_2O_3 , что приводит к узкому молекулярному отношению $SiO_2 : R_2O_3$ (3,5–4,3).

вание состояния и функционирования почвенного покрова: материалы Всерос. науч. конф. – М., 2011. – С. 176–181.

7. Гасанов В.Г., Исмаилов Б.Н. Морфогенетическая диагностика и номенклатура аллювиально-лугово-лесных почв Ганых-Агричайской долины // Вестн. Рязанского гос. агротехнол. ун-та им. П.А. Костычева. – 2016. – № 2 (30). – С. 12–188.
8. Исмаилов Б.Н. Сравнительная характеристика физико-химических свойств природных и орошаемых окультуренных аллювиально-лугово-лесных почв поймы р. Куры // Тр. Общества почвоведов Азербайджана. – Баку, 2016. – Т. 14. – С. 45–50.
9. Hasanov V.H., Ismaylov B.N. Morphogenetical diagnostics of alluvial-meadow-forest soils in dry subtropics in the floodlands of Azerbaijan // Bishkek: Soil-Water J. – 2013. – Vol. 2, N 2 (1). – P. 1167–1177.
10. Гасанов В.Г. Влияние качественного состава взвешенных речных наносов и грунтовых вод на процессы аллювиального почвообразования в пойменной зоне Азербайджана // Тр. ИПиА НАНА. – Баку, 2009. – Т. 18. – С. 30–45.
11. Керимли Н.Б. Режимы орошений сельскохозяйственных культур в Азербайджанской Республике. – Баку, 2011. – 57 с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабаев М.П. Орошаемые почвы Кура-Араксинской низменности и их производительная способность. – Баку: Изд-во АН АзербСССР, 1984. – 172 с.
2. Бабаев М.П., Гасанов В.Г., Джафарова Ч.М., Гусейнова С.М. Морфогенетическая диагностика, номенклатура и классификация почв Азербайджана. – Баку: Элм, 2011. – 447 с.
3. Докучаев В.В. Предварительный отчет об исследованиях на Кавказе летом 1989 г. // Избр. соч. – М., 1951. – Т. 5. – 662 с.
4. Смирнов-Логинов В.П. К вопросу о так называемых «тугайных» почвах // Тр. АН АзербСССР, 1938. – Т. 2. – С. 45–67.
5. Алиев Г.А. Лесные и лесостепные почвы северо-восточной части Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской ССР). – Баку: Изд-во АН АзербСССР, 1964. – 234 с.
6. Гасанов В.Г. Антропогенное влияние на изменение почвенно-экологических условий и свойства аллювиально-луговых почв поймы р. Куры // Закономерности изменения почв при антропогенных воздействиях и регулиро-

REFERENCES

1. Babaev M.P. Oroschaemye pochvy Kura-Araksinskoj nizmennosti i ih proizvoditel'naja sposobnost'. – Baku: Izd.-vo AN Azerb. SSR, 1984. – 172 s.
2. Babaev M.P., Gasanov V.G., Dzhaferova Ch.M., Gusejnova S.M. Morfogeneticheskaja diagnostika, nomenklatura i klassifikacija pochv Azerbajdzhana. – Baku: «Jelm», 2011. – 447 s.
3. Dokuchaev V.V. Predvaritel'nyj otchet ob issledovaniyah na Kavkaze letom 1989 g. // Izbr. soch., t. 5. – M., 1951. – 662 s.
4. Smirnov-Loginov V.P. K voprosu o tak nazyvaemyh «tugajnyh» pochvah // Tr. AN Azerb. SSR, 1938. – T. 2. – S. 45–67.
5. Aliev G.A. Lesnye i lesostepnye pochvy severovostochnoj chasti Bol'shogo Kavkaza (v predelakh Azerbajdzhanskoj SSR). – Baku: Izd.-vo AN Azerb. SSR, 1964. – 234 s.
6. Gasanov V.G. Antropogennoe vlijanie na izmenenie pochvenno-jekologicheskix uslovij i svojstva alljuvial'no-lugovyh pochv pojmy r. Kury // Zakonomernosti izmenenija pochv pri antropogennyh vozdejstvijah i regulirovanie

- sostojanija i funkcionirovanija pochvennogo pokrova: materialy Vseros. nauch. konf. – M., 2011. – S. 176–181.
7. **Gasanov V.G., Ismailov B.N.** Morfogeneticheskaja diagnostika i nomenklatura alljuvial'no-lugovo-lesnyh pochv Ganyh-Agrichajskoj doliny // Vestn. Rjazanskogo gos. agrotehnol. un-ta im. P.A. Kostycheva. – 2016. – № 2 (30). – S. 12–188.
8. **Ismailov B.N.** Sravnitel'naja harakteristika fiziko-himicheskikh svojstv prirodnyh i oroshaemyh okul'turenyh alljuvial'no-lugovo-lesnyh pochv pojmyr. Kury. // Tr. Obshhestva pochvovedov Azerbajdzhana, t. 14. – Baku, 2016. – S. 45–50.
9. **Hasanov V.H., Ismaylov B.N.** Morphogenetical diagnostics of alluvial-meadow-forest soils in dry subtropics in the floodlands of Azerbaijan // Bishkek: Soil-Water J. – 2013. – Vol. 2. – N 2 (1). – P. 1167–1177.
10. **Gasanov V.G.** Vlijanie kachestvennogo sostava vzheshennyh rechnyh nanosov i gruntovyh vod na processy alljuvial'nogo pochvoobrazovanija v pojmennoj zone Azerbajdzhana // Tr. IPiA NANA, t. 18. – Baku, 2009. – S. 30–45.
11. **Kerimli N.B.** Rezhimy oroshenij sel'skohozjajstvennyh kul'tur v Azerbajdzhanskoj Respublike. – Baku, 2011. – 57 s.

AN IMPACT OF IRRIGATION ON MORPHOGENETIC DIAGNOSTICS OF ALLUVIAL MEADOW-FOREST SOILS IN THE KHUBA-KHACHMAS REGION OF AZERBAIJAN

V.G. GASANOV, Candidate of Science in Agriculture, Laboratory Head,
B.N. ISMAILOV, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

Institute of Soil Science and Agrochemistry, National Academy of Sciences of Azerbaijan
5, Mamede Ragima St, Baku, 1073, Azerbaijan
e-mail: vilayet-hesenov@mail.ru

Results are given from a study on the influence of irrigation on diagnostic indices of alluvial meadow-forest soils in the Khuba-Khachmas region of Azerbaijan. Field work was done in 2010–2014. The turbidity of stream and irrigation water was observed to significantly increase (3.79–6.54 g/l) in the rainy spring-autumn periods and drastically decrease (0.80–1.87 g/l) in summer due to the reduced amount of precipitation in the mountainous territories. Weighted deposits and their water-soluble parts are rich in humus (1.7–2.0 and 0.049–0.053%, respectively), total nitrogen (0.09–0.13%), carbonates (5.1–6.3%), and clay fraction. Weighted deposits of stream and irrigation water have been found to significantly influence irrigated soils, which results in forming a deep (50–60 cm) cultured horizon in the soil profile, and distinct indications of irrigation deposits. Soil density commonly reaches to values of 1.38–1.45 g/cm³ in surface and subsurface horizons that is due to an accumulation of clay (65–70%) and clay-loam (28–39%). In the fractional composition of humus in soils under forest, the first fraction of humic acids (21.5–25.3%) and fulvic acids (15.0–23.2%) prevail, while irrigated soils are represented by an increased content of humic acids (30–35%). Unlike virgin soils, irrigated soils contain more humin. The soil profile is rich in Al₂O₃ (17.4–20.5%) and Fe₂O₃ (8.4–10.2%) in the total chemical composition, but the content of SiO₂ significantly decreases, and that of CaO increases in the arable horizons of irrigated soils due to carbonated alluvial deposits.

Keywords: alluvial meadow-forest soils, irrigation, cultivated soils, fractional composition of humus, weighted deposits.

Поступила в редакцию 16.02.2017

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Статья должна содержать новые, еще не опубликованные, результаты научных исследований и соответствовать одной из следующих рубрик журнала: «Биотехнология», «Земледелие и химизация», «Растениеводство и селекция», «Садоводство», «Кормовая база», «Защита растений», «Животноводство», «Ветеринария», «Рыбоводство», «Переработка сельскохозяйственной продукции», «Механизация и электрификация сельского хозяйства», «Автоматизация, моделирование и информационное обеспечение», «Экономика». Статьи аспирантов публикуются в рубриках «Из диссертационных работ» и «Краткие сообщения». Необходимо предоставить документ, подтверждающий обучение в аспирантуре. Обязательна рекомендация научного руководителя.

На публикацию представляемых в редакцию материалов требуются письменное разрешение и рекомендация руководства организации, на средства которой проводились работы. Рукопись подписывается автором (соавторами), подтверждая свое участие в выполнении представляемой работы и удостоверяя согласие с содержанием статьи. Сведения об авторах (соавторах) заполняются согласно представленной анкете на русском и английском языках.

Анкета автора

- Фамилия, имя, отчество (полностью)
- Ученая степень
- Место работы (полное название организации и подразделения)
- Должность
- Почтовый адрес места работы
- Контактные телефоны (служебный, домашний, мобильный), факс, e-mail

Отдельно следует выделить автора, ответственного за связь с редакцией, и указать контактный телефон и адрес электронной почты.

По представленной форме заполняется Авторская справка (шаблон на Информационной странице журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» в разделе «Авторам публикаций»), выражающая согласие на открытое опубликование статьи в печатном варианте журнала и его электронной копии в сети интернет.

Полный пакет документов (сопроводительное письмо, анкеты авторов, авторская справка, статья в двух экземплярах на одной стороне стандартного листа формата А4) направить по адресу: 630501, Новосибирская область, Новосибирский район, пос. Краснообск, а/я 463, сектор редакционно-издательской деятельности СФНЦА РАН.

Необходимо также предоставить электронный вариант рукописи по электронной почте: vestnik.nsk@ngs.ru. Запись на электронном носителе должна быть идентична оригиналу на бумаге. Текст оформляется в программе Word кеглем 14, шрифтом Times New Roman с интервалом 1,5, все поля 2,0 см, нумерация страниц внизу и посередине.

Объем статьи, включая таблицы, иллюстрации и библиографию, не должен превышать 10 страниц компьютерного набора; статей, размещаемых в рубриках «Из диссертационных работ» и «Краткие сообщения», – не более 4 страниц.

Порядок оформления статьи: УДК, название статьи (не более 70 знаков), инициалы и фамилия автора, ученое звание и степень, должность, полное название научного учреждения, в котором проведены исследования, адрес электронной почты автора, реферат на русском и английском языках (не менее 1500 – 2000 знаков с пробелами каждый), ключевые слова (5–10), основной текст статьи, библиографический список (не менее 15 источников).

РЕФЕРАТ

Реферат является кратким и последовательным изложением материала статьи по основным разделам и должен отражать основное ее содержание, следовать логике изложения материала и описания результатов исследований с приведением конкретных данных. (Примерная форма написания реферата дана на Информационной странице журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» в разделе «Авторам публикаций» <http://sorashn.ru/>)

ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН СТАТЬИ:

- постановка проблемы, цель, задачи исследования;
- условия, методы (методика) исследования, описание объекта, место и время проведения исследования;
- результаты исследования и их обсуждение;
- заключение или выводы.

Библиографический список должен быть оформлен в соответствии с требованиями и правилами составления библиографической ссылки (ГОСТ Р 7.05– 2008) в виде общего списка в порядке цитирования: в тексте ссылка на источник отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1]. Литература в списке дается на тех языках, на которых она издана; библиографические данные приводятся по титульному листу издания, все элементы библиографического перечня отделяются друг от друга тире; цифры, обозначающие том, выпуск, издание, страницы, ставятся после сокращенного слова, например: Т. 3, вып. 8. – С. 15–20.

Схема перечня библиографических данных:

- для монографий – фамилия и инициалы автора или первых четырех (если это коллективная монография, ссылка дается на название книги), название книги, повторность издания, место издания, название издательства, год издания, номер тома, общий объем.
- для статей – фамилия, инициалы автора или первых трех и др., название статьи, если это журнал – его название, год выпуска, том, номер, страницы, если сборник – его название, место издания, издательство, год издания, номер тома, выпуска, страницы.

Формулы должны быть напечатаны четко. Необходимо соблюдать различия между одинаковыми по начертанию прописными и строчными буквами, подчеркивая прописные буквы двумя черточками снизу. Латинские буквы размечаются волнистой чертой снизу.

Таблицы и рисунки должны иметь порядковый номер и название. Диаграммы следует предоставлять в программе Excel (с базой данных, на основе которой они построены). На осях абсцисс и ординат графиков указываются величины и единицы измерения. Не рекомендуется рисунки загромождать надписями, лучше детали занумеровать и расшифровать в подрисуночной подписи или в тексте статьи. Фотографии предоставляются в формате *jpg, *tif. Всем иллюстрациям нужно дать сквозную нумерацию. Ссылки на иллюстративный материал приводятся в тексте статьи в круглых скобках. Необходимо избегать повторений данных в таблицах, графиках и тексте статьи.

Корректурa дается авторам лишь для контроля. Стилистическая правка, дополнения и сокращения не допускаются.

Число публикаций одного автора в номере журнала не должно превышать двух, при этом вторая статья допустима лишь в соавторстве.

Плата за публикацию статей в журнале с аспирантов не взимается, для иных авторов статьи в журнале публикуются на платной основе. В целях возмещения затрат на подготовку оригинал-макета, тиражирование и распространение журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» для сторонних организаций установлена договорная цена за публикацию статей в журнале в размере 950 рублей за одну страницу авторской рукописи (1800 знаков, включая пробелы и знаки препинания, по статистике Word).

После прохождения рецензирования рукописи редакция направляет в адрес организации или автора счет для оплаты.

Автор, подписывая статью и направляя ее в редакцию, тем самым передает авторские права на издание этой статьи СФНЦА РАН.

Редакция оставляет за собой право не регистрировать рукописи, не отвечающие настоящим требованиям.

Все рукописи, предоставляемые для публикации в журнале, проходят рецензирование, по результатам которого редколлегия принимает решение о целесообразности опубликования материалов.