

СИБИРСКИЙ ВЕСТНИК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

УЧРЕДИТЕЛИ: СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР АГРОБИОТЕХНОЛОГИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ОСНОВАН В 1971 г.

ВЫХОДИТ ШЕСТЬ РАЗ В ГОД

Том 50, № 5 (276)

DOI: 10.26898



2020

сентябрь – октябрь

Главный редактор – Донченко Александр Семенович, академик РАН, доктор ветеринарных наук, главный научный сотрудник Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирск, Россия

Заместитель главного редактора – Жителева Ольга Николаевна, заместитель начальника научно-организационного отдела Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирск, Россия

Редакционная коллегия:

В.В. Альт академик РАН, д-р техн. наук, Новосибирск, Россия
О.С. Афанасенко академик РАН, д-р биол. наук, Санкт-Петербург, Россия
А.Н. Власенко академик РАН, д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
Н.Г. Власенко академик РАН, д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
Н.П. Гончаров академик РАН, д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
И.М. Горобей д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
М.И. Гулюкин академик РАН, д-р с.-х. наук, Москва, Россия
В.Н. Делягин д-р техн. наук, Новосибирск, Россия
И.М. Донник академик РАН, д-р биол. наук, Москва, Россия
Н.А. Донченко член-корреспондент, д-р ветеринар. наук, Новосибирск, Россия

Н.М. Иванов член-корреспондент, д-р техн. наук, Новосибирск, Россия
А.Ю. Измайлов академик РАН, д-р техн. наук, Москва, Россия
В.К. Каличкин д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
Н.И. Кашеваров академик РАН, д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
С.Н. Магер д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
С.П. Озорнин д-р техн. наук, Чита, Россия
В.Л. Петухов д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
Р.И. Полюдина д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
М.И. Селионова д-р биол. наук, Ставрополь, Россия
В.А. Солощенко академик РАН, д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
Н.А. Сурин академик РАН, д-р с.-х. наук, Красноярск, Россия
И.Ф. Храмов академик РАН, д-р с.-х. наук, Омск, Россия
И.Н. Шарков д-р биол. наук, Новосибирск, Россия

Иностранные члены редколлегии:

В.В. Азаренко д-р техн. наук, член-корреспондент НАН Беларуси, академик-секретарь Отделения аграрных наук НАН Беларуси, Минск, Беларусь
Б. Бямбаа д-р ветеринар. наук, академик Академии наук Монголии, президент Монгольской академии аграрных наук, Улан-Батор, Монголия
А.М. Наметов д-р ветеринар. наук, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан, ректор Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана, Астана, Казахстан
В.С. Николов д-р ветеринар. наук, председатель Сельскохозяйственной академии Республики Болгария, София, Болгария

Редакторы *Е.В. Мосунова, Г.Н. Ягунова*. Корректор *В.Е. Селянина*. Оператор электронной верстки *Н.Ю. Бориско*. Переводчик *Е.А. Романова*
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 агробиотехнологий 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; www.sibvest.elpub.ru

Вышел в свет 25.11.2020. Формат 60 × 84¹/₄. Бумага тип. № 1. Печать офсетная. Печ. л. 13,75.

Уч-изд. л. 14,25. Тираж 300 экз. Цена свободная.

Отпечатано в Сибирском федеральном научном центре агробиотехнологий Российской академии наук

© ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук», 2020

© ФГБУ «Сибирское отделение Российской академии наук», 2020

Журнал для ученых и практиков сельскохозяйственного производства.

«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» публикует оригинальные статьи по фундаментальным и прикладным проблемам по направлениям: общее земледелие и растениеводство, селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений, защита растений, кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов, ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология, технологии и средства механизации сельского хозяйства, в том числе обзоры, оригинальные исследования, краткие сообщения, а также хронику, рецензии, книжные обзоры, материалы по истории сельскохозяйственной науки и деятельности учреждений и ученых.

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.sibvest.elpub.ru





СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

*ЗЕМЛЕДЕЛИЕ
И ХИМИЗАЦИЯ*

*AGRICULTURE
AND CHEMICALIZATION*

Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Божанова Г.В., Пакуль В.Н. Приемы повышения эффективности технологии возделывания яровой мягкой пшеницы

5 Pakul A.L., Lapshinov N.A., Bozhanova G.V., Pakul V.N. Methods for improving efficiency of soft spring wheat cultivation technology

Тимофеев В.Н., Вьюшина О.А. Эффективность гербицидов на ячмене в зависимости от фона обработки почвы

19 Timofeev V.N., Vyushina O.A. Efficiency of herbicides application on barley depending on the soil tillage

Галеев Р.Ф., Шашкова О.Н. Продуктивность кормовых севооборотов и их влияние на плодородие чернозема выщелоченного

28 Galeev R.F., Shashkova O.N. Productivity of fodder crop rotations and their impact on the fertility of leached chernozem

*ЖИВОТНОВОДСТВО
И ВЕТЕРИНАРИЯ*

*ANIMAL HUSBANDRY
AND VETERINARY SCIENCE*

Терещенко В.А., Иванов Е.А., Иванова О.В., Любимова Ю.Г. Влияние скармливания переработанных отходов биомассы леса на обмен веществ коров

38 Tereshchenko V.A., Ivanov E.A., Ivanova O.V., Lyubimova Y.G. Effect of feeding with processed by-products of forests biomass on metabolism of cows

- Белозерцева С.Л., Петрухина Л.Л.** Воспроизводительные качества и молочная продуктивность коров черно-пестрой породы в зависимости от линейной принадлежности **47** **Belozertseva S.L., Petrukhhina L.L.** Reproductive qualities and milk productivity of black-and-white cows depending on sire lineage
- Савельева Л.Н., Бондарчук М.Л., Куделко А.А.** Применение нового фитопрепарата при желудочно-кишечных расстройствах поросят **56** **Savelyeva L.N., Bondarchuk M.L., Kudelko A.A.** Application of a new phytopreparation for gastrointestinal disorders in piglets
- Шкуратова Г.М., Базарон Б.З., Хамируев Т.Н., Дашинамаев С.М., Мельникова Н.Н.** Линейная структура лошадей забайкальской аборигенной породы **62** **Shkyratova G.M., Bazaron B.Z., Khamiruev T.N., Dashinimaev S.M., Melnikova N.N.** Linear structure of horses of Zabaykalsky aboriginal breed
- Немзоров А.М., Ларина Н.А., Итэсь Ю.В.** Эффективность использования энергетической добавки «РумиДжой» в рационах ремонтных телок **69** **Nemzorov A.M., Larina N.A., Ites' Yu.V.** Efficiency of using energy supplement «RumiJoy» in the diets of replacement heifers

*МЕХАНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ,
МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ИНФОРМАЦИОННОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ*

*MECHANISATION,
AUTOMATION, MODELLING
AND DATAWARE*

- Каличкин В.К., Корякин Р.А., Максимович К.Ю., Галимов Р.Р.** Концептуальная модель агроэкологических свойств земель. Методы **77** **Kalichkin V.K., Koryakin R.A., Maksimovich K.Yu., Galimov R.R.** The conceptual model of agroecological properties of land. Methods

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

BRIEF REPORTS

- Данилова А.А.** Дыхательный отклик живой фазы на стресс как критерий оценки состояния почвы **87** **Danilova A.A.** Respiratory response of living phase to stress as a criterion for assessment of soil condition

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СВЯЗИ

SCIENTIFIC RELATIONS

- Абекова А.М., Ержебаева Р.С., Агеенко А.В., Конысбеков К.Т., Берсимбаева Г.Х.** Оценка коллекционных образцов сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) на холодостойкость **94**
- Abekova A.M., Yerzhebayeva R.S., Ageyenko A.V., Konysbekov K.T., Bersimbaeva G.Kh.** Assessment of collection samples of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) for cold resistance

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

OUR JUBILJARS

- К 90-летию Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства СФНЦА РАН** **103**
- To the 90th anniversary of Siberian Research Institute of Animal Husbandry SFSCA RAS**
-
-



ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

¹Пакуль А.Л., ²Лапшинов Н.А., ¹Божанова Г.В., ¹Пакуль В.Н.

¹Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук Кемеровская область, пос. Новостройка, Россия

²Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия Кемерово, Россия

Представлены результаты исследования технологии возделывания яровой мягкой пшеницы сорта Сибирский Альянс с учетом формирования продукционного процесса. Эксперимент проведен в 2015–2019 гг. в зоне северной лесостепи Кузнецкой котловины. Работу выполняли в длительном стационаре зернопарового севооборота: пар (чистый, сидеральный – рапс, донник) – пшеница – горох – ячмень (в чистом виде и ячмень с подсевом донника). Изучены следующие системы обработки почвы: отвальная глубокая (контроль), комбинированная глубокая, комбинированная минимальная, отвальная минимальная. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднemocный среднегумусный тяжелосуглинистый. Выявлено, что доля влияния предшественника в продукционном процессе яровой мягкой пшеницы составляет 80,4%, системы обработки почвы – 13,8%. Максимальная урожайность в опыте получена по отвальной минимальной системе обработки почвы по предшественнику сидеральный пар (рапс) (3,34 т/га) с наименьшей себестоимостью зерна (4,6 тыс. р./т) и высокой прирбылью (30,3 тыс. р./га), при показателях на контроле – 3,26 т/га, 9,2 тыс. р./т и 15,2 тыс. р./га. Выявлены следующие положительные воздействия на формирование продукционного процесса: влагообеспеченность почвы, микробиологическая активность, снижение фитосанитарной напряженности, отсутствие уплотнения почвы при высоком содержании агрономически ценных частиц. Посев по сидеральному пару (рапс) в действующем севообороте с использованием отвальной минимальной системы обработки почвы является наиболее эффективным приемом технологии возделывания яровой мягкой пшеницы сорта Сибирский Альянс в условиях северной лесостепи Кузнецкой котловины.

Ключевые слова: яровая пшеница, система обработки почвы, зернопаровой севооборот, продукционный процесс, продуктивная влага, сидеральный пар, урожайность

METHODS FOR IMPROVING EFFICIENCY OF SOFT SPRING WHEAT CULTIVATION TECHNOLOGY

¹Pakul A.L., ²Lapshinov N.A., ¹Bozhanova G.V., ¹Pakul V.N.

¹Kemerovo Research Institute of Agriculture – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre for Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences Novostroika, Kemerovo region, Russia

²Kuzbass State Agricultural Academy Kemerovo, Russia

The paper presents the results of research into the technology of soft spring wheat cultivation of the Siberian Alliance variety taking into account the formation of the production process. The experiment was carried out in 2015–2019 in the zone of the northern forest-steppe of Kuznetsk Depression. The work was done in a long-term stationary experiment of grain-fallow crop

rotation: fallow (bare, green-manured – rapeseed, melilot) – wheat – peas – barley (pure barley and intercropped with melilot). The following soil tillage systems were studied: deep moldboard (control), deep combined, minimum combined, minimum moldboard. The soil of the experimental plot was characterized as leached medium-textured, medium humus, heavy-loam chernozem. It was revealed that the influence of the preceding crop on the production process of soft spring wheat accounted for 80.4%, the effect of the soil cultivation system was 13.8%. The maximum yield in the experiment was obtained with minimum moldboard system of soil cultivation preceded by rapeseed green-manured fallow (3.34 t/ha) with the lowest cost of grain (4.6 thousand rubles/t) and high profit (30.3 thousand rubles/ha), control indicators being 3.26 t/ha, 9.2 thousand rubles/t and 15.2 thousand rubles/ha, respectively. The following positive effects on the formation of the production process were identified: soil moisture availability, microbiological activity, a decrease in phytosanitary tension, lack of soil compaction at a high content of agronomically valuable particles. Sowing rapeseed on green-manured fallow in the current crop rotation with the application of minimum moldboard tillage system is the most effective method of cultivating soft spring wheat of the Siberian Alliance variety in the northern forest-steppe of Kuznetsk Depression.

Keywords: spring wheat, soil tillage system, grain crop rotation, production process, productive moisture, green-manured fallow, yield

Для цитирования: Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Божанова Г.В., Пакуль В.Н. Приемы повышения эффективности технологии возделывания яровой мягкой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 5. С. 5–18. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-1>

For citation: Pakul A.L., Lapshinov N.A., Bozhanova G.V., Pakul V.N. Methods of improving efficiency of soft spring wheat cultivation technology. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 5, pp. 5–18. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-1>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Для успешного управления продукционным процессом и разработки моделей прогнозирования продуктивности необходимо выявлять закономерности роста и развития растений в конкретных экологических условиях. Они в значительной мере объясняют природу возникновения и механизмы действия лимитирующих факторов жизни растений, а также позволяют частично или полностью оградить от них в процессе возделывания культур. Этим достигаются оптимальные условия жизнедеятельности растений и реализации заложенного в них продукционного потенциала. В посевах вводятся новые генотипы, характеризующиеся положительными биологическими и физиологическими особенностями. Внедрение новых сортов определяет необходимость научного обоснования их места в зерновом производстве, разработки и уточнения основных приемов технологии возделывания на основе изучения особенностей продукци-

онного процесса в почвенно-климатических условиях конкретной зоны [1]. В структуре потенциала онтогенетической адаптации культурных видов растений целесообразно выделять системы потенциальной продуктивности и экологической устойчивости, обеспечивающие эффективность продукционного процесса и способность противостоять действию абиотических и биотических стрессоров. Благодаря этому поддерживается оптимальный уровень фотосинтеза и других метаболических процессов, которые служат энергетической базой накопления ассимилянтов и реализации защитно-компенсаторных реакций [2, 3].

Системы обработки почвы оказывают значительное влияние на водный, воздушный, питательный и другие режимы на протяжении онтогенеза растений [4, 5]. Эффективность обработок нужно оценивать в каждом конкретном случае в зависимости от почвенно-климатических факторов [6–8].

В настоящее время в аграрном производстве в качестве первоочередной задачи выдвигается внедрение ресурсосберегающих экологически безопасных технологий возделывания сельскохозяйственных культур со значительными изменениями в сторону биологизации с применением современной техники [9–11]. К ним относятся технологии с минимальной и нулевой обработкой почвы. Использование этих технологий при возделывании сельскохозяйственных культур дает возможность существенно увеличить запасы продуктивной влаги, сохранить плодородие почвы, снизить затраты энергии на единицу производимой продукции, повысить рентабельность сельскохозяйственного производства [12–14]. Традиционная обработка с отвальной вспашкой ведет к активации эрозионных процессов, дегумификации и деградации почвы [15]. Возможность минимализации обработки почвы или полный переход на систему No-till зависит от зоны возделывания, типа почвы, ее гранулометрического и минералогического состава [16]. Технологии возделывания сельскохозяйственных культур необходимо разрабатывать, учитывая зональную почвенно-климатическую специфику, особенности сортовой агротехники районированных сортов, так как набор приемов по управлению продукционным процессом связан в единую систему через севооборот, системы обработки почвы, удобрения и защиту растений [17, 18]. В связи с этим актуально повышение урожайности яровой мягкой пшеницы при снижении затрат на ее производство.

Цель исследований – определить приемы, повышающие эффективность технологии возделывания яровой мягкой пшеницы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в длительном стационаре лаборатории земледелия и химизации Кемеровского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Сибирского федерального научно-го центра агробιοтехнологий Российской академии наук. Эксперимент проходил в зернопаровом севообороте: пар (чистый,

сидеральный – рапс, донник) – пшеница – горох – ячмень (в чистом виде и ячмень с подсевом донника). Изучены следующие системы обработки почвы:

– отвальная глубокая (ежегодно под все культуры – основная обработка вспашка плугом ПН-4-35 на глубину 25–27 см, весной закрытие влаги БЗТ-1, С-11, предпосевная культивация Лидер-2,1);

– комбинированная глубокая (ежегодно под все культуры – плоскорезная основная обработка на глубину 25–27 см плоскорезом КПП-250, весной закрытие влаги БЗТ-1, С-11, предпосевная культивация КПС-4,2);

– комбинированная минимальная (ежегодно под все культуры – плоскорезная основная обработка на глубину 12–14 см плоскорезом КПП-250, весной закрытие влаги БЗТ-1, С-11, предпосевная культивация КПЭ-3,8);

– отвальная минимальная (ежегодно по предшественникам – чистый и сидеральный пар проведена осенняя обработка БДТ-3, весной прямой посев посевным комплексом).

На всех системах обработки почвы посев проведен посевным комплексом Томь-5,1. Во всех вариантах проводили обработку пестицидами с учетом экономического порога вредоносности. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое 8,2%. Площадь опытных делянок по обработкам почвы 4720 м², учетная – 100 м², повторность четырехкратная. Расположение делянок систематическое, норма высева 6 млн всхожих зерен/га. Объекты исследований – системы обработки почвы, предшественники, яровая мягкая пшеница Сибирский Альянс. Средняя урожайность зеленой массы рапса в зависимости от системы обработки почвы составила 40,0–41,5 т/га, донника – 17,2–19,9 т/га, максимальные показатели отмечены при отвальной минимальной системе обработки почвы.

В годы исследований отмечена недостаточная влагообеспеченность в первый период вегетации (всходы – выход в трубку)

яровой мягкой пшеницы. В 2015–2018 гг. присутствовало переувлажнение, 2019 г. характеризовался умеренным увлажнением. Фенологические наблюдения, структурный анализ пробных снопов проводили по методике Госсортсети¹, подсчет густоты стояния растений по всходам и перед уборкой – по методике полевого опыта². Определение поражения растений ячменя корневыми гнилями в фазу восковой спелости осуществляли по методике В.А. Чулкиной³. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом в метровом слое по фазам развития ярового ячменя⁴. Определение агрофизических свойств почвы проводили по методике Н.А. Качинского (см. сноску 4). Плотность сложения (dv) определялась как масса абсолютно сухой почвы (M) в единице объема почвы (V) со всеми свойственными естественной почве пустотами, выраженная в граммах на кубический сантиметр ($dv = M/V$). Плотность определяли по слоям, затем рассчитывали на слой 40 см.

Агрегатный состав почвы определяли методом Н.И. Саввинова, который основан на возможности разделения почвы на фракции на ситах с отверстиями различного диаметра⁵. Определение целлюлозолитической активности почвы проводили по методике Е.Н. Мишустина, А.Н. Петровой⁶. Согласно методическим указаниям при постановке опыта для определения целлюлозолитической активности почвы, обшитые льняным полотном чистые стекла (10×50 см) вставляли в почвенный разрез на глубину 35 см на 30 дней. Полотно закладывали, отступая от поверхности почвы на 3 см, данные точки на всех вариантах и повторениях этикировали. Учет урожая зерна проводили методом сплошной уборки селекционным комбайном Сампо-130. Показатели урожая зерна приведены к 100%-й чистоте и 14%-й влажности

по ГОСТ 13586.5-93⁷. Статистическая обработка полученных данных проведена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (см. сноску 2) с использованием компьютерных программ О.Д. Сорокина⁸.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для разработки приемов повышения эффективности технологии выращивания яровой мягкой пшеницы использован комплексный подход, который позволил определить взаимосвязь факторов в агроценозе, выделить оптимальные условия выращивания, чтобы стабилизировать повышение продуктивности культуры без дополнительных затрат.

Для повышения урожайности яровой пшеницы необходима хорошая влагообеспеченность по основным фазам развития, основным источником которой являются как осенне-зимние, так, и ранневесенние осадки. Большое значение имеют осадки, выпадающие непосредственно перед посевом и сразу после него, от которых зависит получение дружных всходов. Также важен температурный режим воздуха и почвы особенно в фазы формирования и налива зерна. Влагообеспеченность посевов в условиях Западной Сибири – значимый показатель в период посева для получения своевременных и дружных всходов зерновых культур. В период посева важным элементом является размещение семян культуры во влажную почву. Для получения своевременных и дружных всходов зерновых культур необходимо содержание не менее 20 мм продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см.

Исследованиями, проведенными ранее, установлена тесная зависимость между количеством продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы (0–20 см) в пери-

¹Федин М.А., Роговский Ю.А., Исаева Л.В. и др. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: методические указания. М.: Сельхозиздат, 1985. 270 с.

²Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 415 с.

³Чулкина В. А. Методические указания по учету обыкновенной корневой гнили хлебных злаков в Сибири дифференцировано по органам. Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 1972. 23 с.

⁴Практикум по почвоведению / Под ред. И.С. Кауричева. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1980. 272 с.

⁵Качинский Н.А. Физика почв. М.: Высшая школа, 1965. 318 с.

⁶Мишустин Е.Н., Петрова А.Н. Определение биологической активности почвы // Микробиология. 1963. Т. 32. С. 479-483.

⁷Межгосударственный стандарт. Зерно. Методы анализа: Сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.

⁸Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. 162 с.

од всходы – полное кущение и урожайностью яровых зерновых культур ($r = 0,8605$, $R = 0,8343$ на 5%-м уровне) [19]. В период посева яровой мягкой пшеницы в 2019 г. содержание продуктивной влаги в среднем по предшественнику чистый пар составляло 33,4 мм, сидеральный пар (рапс) – 38,7 мм, сидеральный пар (донник) – 32,1 мм. Доля влияния предшественника на содержание продуктивной влаги в почве в период посева составила 40,8%, системы обработки почвы – 23,6%. Преимущество по содержанию продуктивной влаги в период посева яровой пшеницы по предшественникам чистый пар и сидеральный пар (рапс) имела отвальная минимальная система обработки почвы (39,5–42,0 мм), по предшественнику сидеральный пар (донник) – отвальная глубокая (37,7 мм). По средним показателям

за 2015–2019 гг. высокое содержание продуктивной влаги в период посева по предшественникам чистый пар и сидеральный пар (рапс) зарегистрировано при отвальной минимальной системе обработки почвы 29,7 мм, в контроле (отвальная глубокая) – 26,3 и 27,4 мм (см. табл. 1). По средним показателям за 2015–2019 гг. наибольшее содержание продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см отмечено в фазу кущение по предшественнику сидеральный пар (рапс) при отвальной минимальной системе обработки почвы (27,3 мм) по сравнению с контролем (отвальная глубокая, 22,7 мм), по предшественнику чистый пар – при комбинированной минимальной (25,4 мм), в контроле (отвальная глубокая) – 20,2 мм.

По чистому пару запасы продуктивной влаги при отвальной минимальной системе

Табл. 1. Запасы продуктивной влаги в посевах яровой мягкой пшеницы в слое почвы 0–20 см (2015–2019 гг.), мм

Table 1. Reserves of productive moisture in crops of soft spring wheat in the soil layer 0–20 cm (2015–2019), mm

Система обработки почвы	Посев	Кущение	Колошение
<i>Предшественник – чистый пар</i>			
Отвальная глубокая (контроль)	26,3	20,2	27,7
Комбинированная глубокая	25,8	21,4	31,1
Комбинированная минимальная	26,9	25,4	29,9
Отвальная минимальная	29,7	23,4	29,2
<i>Предшественник – сидеральный пар (рапс)</i>			
Отвальная глубокая (контроль)	27,4	22,7	29,5
Комбинированная глубокая	27,6	19,0	30,6
Комбинированная минимальная	27,7	21,3	30,8
Отвальная минимальная	29,7	27,3	28,8
<i>Предшественник – сидеральный пар (донник)</i>			
Отвальная глубокая (контроль)	24,8	20,3	30,4
Комбинированная глубокая	25,5	23,9	30,5
Комбинированная минимальная	26,1	24,2	31,8
Отвальная минимальная	26,7	24,0	31,4

Примечание. Среднее по факторам: посев, система обработки почвы: отвальная глубокая – 27,2, комбинированная глубокая – 26,3, комбинированная минимальная – 26,9, отвальная минимальная – 28,7; предшественник: чистый пар – 27,2, сидеральный пар (рапс) – 28,1, сидеральный пар (донник) – 25,8; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 2,0, предшественник – 1,74.

Среднее по факторам: фаза кущения, система обработки почвы: отвальная глубокая – 21,1, комбинированная глубокая – 21,4, комбинированная минимальная – 23,6, отвальная минимальная – 24,9; предшественник: чистый пар – 22,6, сидеральный пар (рапс) – 22,6, сидеральный пар (донник) – 23,1; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 4,69, предшественник – 4,06.

Среднее по факторам: фаза колошения, система обработки почвы: отвальная глубокая – 29,2, комбинированная глубокая – 30,7, комбинированная минимальная – 30,8, отвальная минимальная – 29,8; предшественник: чистый пар – 29,5, сидеральный пар (рапс) – 29,9, сидеральный пар (донник) – 31,0; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 1,75, предшественник – 1,52.

обработки почвы зарегистрированы выше контроля на 3,2 мм. По сидеральному пару (донник) запасы продуктивной влаги по всем системам обработки почвы отмечены на уровне контроля 23,9–24,2 мм (контроль – 20,3 мм, $НСР_{05} = 4,69$). Результаты дисперсионного анализа показали, что наибольшее влияние на содержание продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы оказали системы обработки почвы (21,3%), влияние предшественника не установлено. Ежегодно к фазе колошения яровой мягкой пшеницы в условиях северной лесостепи Кузнецкой котловины отмечали выпадение осадков, ГТК составляло 1,07–1,92. По средним показателям за 2015–2019 гг. установлено достаточно высокое для налива зерна содержание продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы, по предшественнику чистый пар – 29,5 мм, сидеральный пар (рапс) – 29,9, сидеральный пар (донник) – 31,0 мм. Выделены две системы обработки почвы по предшественнику чистый пар, имеющие достоверное превышение по содержанию продуктивной влаги в период колошения к контролю – комбинированная минимальная и комбинированная глубокая – на 2,2 и 3,4 мм соответственно ($НСР_{05} = 1,75$ мм). По двум другим предшественникам содержание продуктивной влаги в зависимости от системы обработки почвы находится в сравнении с контролем на уровне наименьшей существенной разности.

Несмотря на высокие средние показатели содержания продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см в фазу колошения, определено влияние систем обработки почвы на влагообеспеченность 22,5%, предшественника – 28,3%. В слое почвы 0–50 см в фазу кущения содержание продуктивной влаги в среднем по фактору система обработки почвы составило 60,1–66,6 мм. Преимущество в сравнении с контролем не установлено, показатели находятся на уровне наименьшей существенной разности (см. табл. 2).

Выявлена доля влияния системы обработки почвы на содержание продуктивной влаги в фазу кущения в слое почвы 0–100 см 4,6%. По средним показателям фактора в

сравнении с отвальной глубокой обработкой (120 мм) показатели отмечены выше при комбинированной глубокой на 16 мм, при комбинированной минимальной и отвальной минимальной на 13 мм. В фазу колошения влияние системы обработки почвы, предшественника на содержание продуктивной влаги в слоях почвы 0–50 см и 0–100 см не установлено. Системы обработки почвы, формирующие показатели содержания продуктивной влаги, оказывают влияние на ее целлюлозолитическую активность. В свою очередь, с биологической активностью почвы тесно связаны ее агрофизические свойства. В агроценозе ежегодно после уборки остается значительное количество органического вещества, которое, являясь источником энергии для почвенных микроорганизмов, во многом определяет темп и характер микробиологических процессов и влияет на плодородие почв. Один из важных показателей биологической активности почвы – ее целлюлозолитическая активность. Процесс распада клетчатки, осуществляемый микроорганизмами, – один из важнейших показателей плодородия почвы, определяющий уровень ее биогенности. Чем интенсивнее протекают процессы разложения целлюлозы, тем быстрее осуществляется биологический круговорот элементов и тем полнее культурные растения обеспечиваются питательными веществами [20].

В фазу выхода в трубку на 30 сут закладывали образцы ткани для проверки биологической активности почвы. Наибольшие показатели целлюлозолитической активности почвы в среднем за 2015–2019 гг. по всем предшественникам зарегистрированы при отвальной минимальной системе обработки почвы (11,7–12,9%). Также преимущество имела комбинированная минимальная система обработки почвы по предшественнику сидеральный пар донник (13,9%) (см. табл. 3). Разложение ткани по фактору система обработки почвы составило следующие средние значения: отвальная глубокая 8,47%, комбинированная глубокая 8,43, комбинированная минимальная 11,6, отвальная минимальная 12,57%. Преимущество при

Табл. 2. Запасы продуктивной влаги в посевах яровой мягкой пшеницы (2015–2019 гг.), мм
Table 2. Reserves of productive moisture in crops of soft spring wheat (2015–2019), mm

Система обработки почвы	Кушение		Колошение	
	слой почвы			
	0–50	0–100	0–50	0–100
<i>Предшественник – чистый пар</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	57,3	114,6	77,9	147,2
Комбинированная глубокая	66,3	134,8	79,6	142,6
Комбинированная минимальная	62,4	128,1	87,5	156,4
Отвальная минимальная	61,8	135,2	85,9	158,3
<i>Предшественник – сидеральный пар (рапс)</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	60,4	118,6	86,1	148,8
Комбинированная глубокая	60,7	133,0	93,3	151,8
Комбинированная минимальная	62,4	134,1	91,8	169,1
Отвальная минимальная	67,1	126,9	82,4	151,7
<i>Предшественник – сидеральный пар (донник)</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	62,7	125,9	82,6	142,1
Комбинированная глубокая	69,4	140,3	97,6	166,8
Комбинированная минимальная	71,2	137,6	91,3	132,6
Отвальная минимальная	70,8	135,7	91,2	164,1

Примечание. Среднее по факторам: фаза кушения, слой почвы 0–50: система обработки почвы: отвальная глубокая – 60,1, комбинированная глубокая, комбинированная минимальная – 65,5 и 65,3, отвальная минимальная – 66,6; предшественник: чистый пар – 61,9, сидеральный пар (рапс) – 62,7, сидеральный пар (донник) – 68,5; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 5,3, предшественник – 4,6.

Среднее по факторам: фаза кушения, слой почвы 0–100: система обработки почвы: отвальная глубокая – 120, комбинированная глубокая, комбинированная минимальная – 136 и 133, отвальная минимальная – 133; предшественник: чистый пар, сидеральный пар (рапс) – 128, сидеральный пар (донник) – 135; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 6,8, предшественник – 5,9.

Среднее по факторам: фаза колошения, слой почвы 0–50: система обработки почвы: отвальная глубокая – 82,2, комбинированная глубокая, комбинированная минимальная – 90,2, отвальная минимальная – 86,5; предшественник: чистый пар – 82,7, сидеральный пар (рапс) – 88,4, сидеральный пар (донник) – 90,7; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 9,2, предшественник – 7,9.

Среднее по факторам: фаза колошения, слой почвы 0–100: система обработки почвы: отвальная глубокая – 146, комбинированная глубокая, комбинированная минимальная – 154 и 153, отвальная минимальная – 158; предшественник: чистый пар – 151, сидеральный пар (рапс) – 155, сидеральный пар (донник) – 151; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 26,3, предшественник – 22,8.

отвальной минимальной системе обработки почвы составило 4,1% (НСР₀₅ = 3,15%).

Влияние системы обработки почвы на ее целлюлозолитическую активность по средним показателям за 5 лет составило 59,0%, влияние предшественников не выявлено.

В условиях Западной Сибири наиболее вредоносным заболеванием яровых зерно-

вых культур являются гельминтоспориозно-фузариозные корневые гнили. Вызывать заболевание могут несколько видов патогенов, из них в Западной Сибири чаще всего встречается гельминтоспориозная корневая гниль, возбудитель которой относится к несовершенным грибам, *Bipolaris sorokiniana* Shoem, а также фузариозные корневые гнили *Fusarium* Link [21].

Табл. 3. Целлюлозолитическая активность почвы (2015–2019 гг.), %
Table 3. Cellulolytic activity of soil (2015–2019), %

Система обработка почвы	Предшественник		
	чистый пар	сидеральный пар	
		рапс	донник
Отвальная глубокая (контроль)	7,2	10,3	7,9
Комбинированная глубокая	7,7	10,2	7,4
Комбинированная минимальная	10,5	10,4	13,9
Отвальная минимальная	12,8	12,9	11,7

Примечание. Среднее по факторам: система обработки почвы: отвальная глубокая – 8,47, комбинированная глубокая – 8,43, комбинированная минимальная – 11,6, отвальная минимальная – 12,57; предшественник: чистый пар – 9,55, сидеральный пар (рапс) – 10,9, сидеральный пар (донник) – 10,2; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 3,15; предшественник – 2,73.

Наибольшее развитие корневой гнили по средним показателям за 5 лет выявлено по предшественнику чистый пар (среднее по фактору – 15,6%), по сидеральному пару (рапс) – 11,2, сидеральному пару (донник) – 13,2% (см. табл. 4). Увеличение количества надземной зеленой биомассы рапса до 40,3 т/га при использовании ее в качестве сидерата способствовало накоплению органической массы в почве. Урожайность зеленой массы донника сформировалась ниже в 2,2 раза (18,4 т/га).

Увеличение в верхнем слое почвы органического вещества ведет к усилению процессов самостерилизации. В верхний слой почвы кроме органических веществ и влаги проникают солнечные лучи, улучшая тепловой режим. В результате интенсивнее теряют жизнеспособность фитопатогены и семена сорняков. Подобно дерновому слою почвы в естественных экосистемах, верхний слой почвы агроэкосистемы (0–10 см) при почвозащитной обработке превращается в санитарный фактор долговременного подавления жизнеспособности почвенных вредных организмов, особенно возбудителей корневых гнилей [22]. Наиболее низкий индекс развития корневых гнилей на яровой мягкой пшенице отмечен при отвальной минимальной системе обработки почвы по

предшественнику сидеральный пар (рапс) (9,6%), в среднем по данному фактору – 12,0%, что меньше в сравнении с отвальной глубиной на 3,2% ($HCP_{05} = 2,06$).

Основной определяющий показатель физического состояния почвы для оценки ее плодородия и противоэрозионной устойчивости – структура почвы. При изучении структуры почвы наибольшее значение имеет ее агрегатный состав. Совокупность макроагрегатов различных форм и размеров от 0,25 до 10 мм, которая образует агрегатный состав почвы, необходимо рассматривать как объект, отражающий результаты почвообразовательных процессов. Наиболее агрономически ценными считаются частицы размером 1–3 мм, так как они наиболее устойчивы к размывающему действию воды⁹. В среднем за 5 лет при посеве яровой мягкой пшеницы наибольшее количество агрономически ценных частиц сформировалось по сидеральному пару (донник) при отвальной глубиной системе обработки почвы (42,1%) (см. табл. 5).

Также по наличию агрономически ценных частиц преимущество имеет комбинированная минимальная система обработки почвы по чистому пару и сидеральному пару (рапс) (35,3 и 36,9%).

Табл. 4. Индекс развития корневых гнилей на яровой мягкой пшенице в фазу восковой спелости (2015–2019 гг.), %

Table 4. Root rot development index on soft spring wheat in wax ripeness phase (2015–2019), %

Система обработка почвы	Предшественник		
	чистый пар	сидеральный пар	
		рапс	донник
Отвальная глубокая (контроль)	17,7	14,0	14,0
Комбинированная глубокая	16,2	11,1	13,5
Комбинированная минимальная	15,3	9,9	12,0
Отвальная минимальная	13,1	9,6	13,3

Примечание. Среднее по факторам: система обработки почвы: отвальная глубокая – 15,2, комбинированная глубокая – 13,6, комбинированная минимальная – 12,4, отвальная минимальная – 12,0; предшественник: чистый пар – 15,6, сидеральный пар (рапс) – 11,2, сидеральный пар (донник) – 13,2; HCP_{05} по факторам: система обработки почвы – 2,06, предшественник – 1,79.

⁹Бондарев А.Г., Кузнецова И.В. Физические основы повышения плодородия почв // Сб. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. Органическое вещество пахотных почв. М., 1988. С. 28–35.

Табл. 5. Агрофизические свойства почвы (2015–2019 гг.)

Table 5. Agrophysical properties of soil (2015–2019)

Система обработки почвы	Плотность почвы в слое 0–40 см, г/см ³	Агрегаты 1–3 мм, % от воздушно-сухой почвы
<i>Предшественник – чистый пар</i>		
Отвальная глубокая (контроль)	1,00	29,9
Комбинированная глубокая	1,01	32,4
Комбинированная минимальная	1,00	35,3
Отвальная минимальная	1,04	34,0
<i>Предшественник – сидеральный пар (рапс)</i>		
Отвальная глубокая (контроль)	1,02	36,0
Комбинированная глубокая	1,05	31,6
Комбинированная минимальная	0,98	36,9
Отвальная минимальная	0,98	33,6
<i>Предшественник – сидеральный пар (донник)</i>		
Отвальная глубокая (контроль)	1,00	42,1
Комбинированная глубокая	1,07	31,7
Комбинированная минимальная	0,98	33,1
Отвальная минимальная	1,02	34,4

Примечание. Среднее по факторам: плотность почвы, система обработки почвы: отвальная глубокая – 1,01, комбинированная глубокая – 1,04, комбинированная минимальная – 0,99, отвальная минимальная – 1,01; предшественник: чистый пар, сидеральный пар (рапс) – 1,01, сидеральный пар (донник) – 1,02; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 0,05, предшественник – 0,04.

Среднее по факторам: агрегатный состав, система обработки почвы: отвальная глубокая – 36,0, комбинированная глубокая – 31,9, комбинированная минимальная – 35,1, отвальная минимальная – 34,0; предшественник: чистый пар – 32,9, сидеральный пар (рапс) – 34,5, сидеральный пар (донник) – 35,3; НСР₀₅ по факторам: система обработки почвы – 6,8, предшественник – 5,9.

В среднем по фактору предшественник наиболее высокие показатели содержания агрономически ценных частиц зарегистрированы по сидеральному пару (рапс) (34,5%) и сидеральному пару (донник) (35,3%), чистый пар – 32,9%.

За годы исследований плотность почвы составила от 0,98 до 1,07 г/см³. Рыхлое сложение, уплотнения почвы при всех системах обработки почвы не установлены. По средним показателям за 2015–2019 гг., отмечена тенденция снижения плотности почвы по сидеральному пару (рапс) на комбинированной и отвальной минимальных системах обработки почвы на 0,04 г/см³, что находится в пределах наименьшей существенной разности.

Урожайность – главный показатель эффективности мероприятий при возделывании яровой пшеницы. Урожайность яровой пшеницы зависит от наследственно обусловленных потенциальных возможностей растений, их устойчивости к неблагоприятным условиям среды, а также от почвенно-

климатических, биологических факторов и технологических приемов возделывания. Повышение продуктивности сельскохозяйственных культур в Западной Сибири невозможно без дальнейшего совершенствования технологий обработки почвы и интенсификации земледелия.

При разработке и освоении технологических приемов возделывания зерновых культур важная роль отводится оптимизации агрофизических параметров, питательному режиму, защите растений от болезней и вредителей. Эти факторы определяют оптимальное функционирование в агроценозе и способствуют динамическому процессу формирования урожайности культуры [23]. При формировании продукционного процесса яровой мягкой пшеницы установлено, что основными элементами продуктивности являются количество продуктивных стеблей, сохранившихся к уборке ($r = 0,9032$), число зерен в колосе ($r = 0,6836$) и масса 1000 зерен ($r = 0,6162$) (при пороге достоверности $R = 0,5760$).

По средним показателям по фактору предшественник преимущество по урожайности имел сидеральный пар (рапс) (3,17 т/га), что превышает показатели по чистому пару на 0,58 т/га, по сидеральному пару (донник) – на 0,53 т/га ($HCP_{05} = 0,14$ т/га). Доля влияния предшественника в формировании урожайности составила 80,4%, системы обработки почвы – 13,8% (см. табл. 6).

Тенденция к увеличению урожайности выявлена при отвальной минимальной системе обработки почвы по предшественнику сидеральный пар (рапс). Средняя урожайность по фактору система обработки почвы на контроле (отвальная глубокая) составила 2,89 т/га, отвальная минимальная – 2,95 т/га. Урожайность при отвальной минимальной

системе обработки почвы сформировалась не при максимальных показателях элементов ее продуктивности, а при оптимальном их сочетании, количестве продуктивных стеблей (по средним показателям по фактору) – 256 шт./м², числе зерен в колосе 34,0 шт., массе 1000 зерен 37,6 г. Влияние предшественника на формирование элементов продуктивности составило 71,4–81,3%, системы обработки почвы – 11,9–14,0%. В большей степени данное влияние распространялось на формирование количества продуктивных стеблей и массу 1000 зерен. Результаты экономической оценки возделывания яровой мягкой пшеницы сорта Сибирский Альянс в зернопаровом севообороте показали, что при отвальной минимальной

Табл. 6. Формирование продукционного процесса яровой мягкой пшеницы сорта Сибирский Альянс (2015–2019 гг.)

Table 6. Formation of the production process of soft spring wheat of Siberian Alliance variety (2015–2019)

Система обработка почвы	Количество продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
<i>Предшественник – чистый пар</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	227	35	35,2	2,67
Комбинированная глубокая	212	36	34,2	2,47
Комбинированная минимальная	214	35	34,2	2,53
Отвальная минимальная	234	34	34,5	2,69
<i>Предшественник – сидеральный пар (рапс)</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	275	32	37,6	3,26
Комбинированная глубокая	246	34	36,6	2,90
Комбинированная минимальная	263	35	36,2	3,19
Отвальная минимальная	256	36	37,6	3,34
<i>Предшественник – сидеральный пар (донник)</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	235	34	37,9	2,73
Комбинированная глубокая	227	32	36,3	2,56
Комбинированная минимальная	229	35	36,4	2,46
Отвальная минимальная	255	32	36,6	2,82

Примечание. Среднее по факторам: количество продуктивных стеблей, система обработки почвы: отвальная глубокая – 246, комбинированная глубокая – 228, комбинированная минимальная – 235, отвальная минимальная – 248; предшественник: чистый пар – 222, сидеральный пар (рапс) – 260, сидеральный пар (донник) – 237; HCP_{05} по факторам: система обработки почвы – 18,1, предшественник – 15,7.

Среднее по факторам: число зерен в колосе, система обработки почвы: отвальная глубокая – 33,7, комбинированная глубокая – 34,0, комбинированная минимальная – 35,0, отвальная минимальная – 34,0; предшественник: чистый пар – 35,0, сидеральный пар (рапс) – 34,3, сидеральный пар (донник) – 33,3; HCP_{05} по факторам: система обработки почвы – 3,1, предшественник – 2,7.

Среднее по факторам: масса 1000 зерен, система обработки почвы: отвальная глубокая – 36,9, комбинированная глубокая – 35,7, комбинированная минимальная – 35,6, отвальная минимальная – 36,2; предшественник: чистый пар – 34,5, сидеральный пар (рапс) – 37,0, сидеральный пар (донник) – 36,8; HCP_{05} по факторам: система обработки почвы – 0,65, предшественник – 0,56.

Среднее по факторам: урожайность, система обработки почвы: отвальная глубокая – 2,89, комбинированная глубокая – 2,64, комбинированная минимальная – 2,73, отвальная минимальная – 2,95; предшественник: чистый пар – 2,59, сидеральный пар (рапс) – 3,17, сидеральный пар (донник) – 2,64; HCP_{05} по факторам: система обработки почвы – 0,17, предшественник – 0,14.

системе обработки почвы по предшественнику сидеральный пар (рапс) получена самая низкая себестоимость зерна (4,6 тыс. р./т) и высокая прибыль (30,3 тыс. р./га), на контроле 9,2 тыс. р./т и 15,2 тыс. р./га.

ВЫВОДЫ

1. По результатам изучения формирования продукционного процесса яровой мягкой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы по средним показателям за 5 лет (2015–2019) отмечено достоверно высокое содержание продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см в период посева по предшественникам чистый пар и сидеральный пар (рапс) при отвальной минимальной системе обработки почвы 29,7 мм, при контроле (отвальная глубокая) – 26,3–27,4 мм. В период кушения преимущество по содержанию продуктивной влаги имеет отвальная минимальная система обработки почвы по предшественнику сидеральный пар (рапс) 27,3 мм, контроль (отвальная глубокая) – 22,7 мм. Доля влияния системы обработки почвы на содержание продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см в зависимости от фазы развития яровой мягкой пшеницы составляет 21,3–22,5%.

2. По средним значениям показателей целлюлозолитической активности почвы по фактору система обработки почвы преимущество на 4,1% имеет отвальная минимальная ($НСР_{05} = 3,15\%$). При данной системе обработки почвы отмечен наиболее низкий индекс развития корневых гнилей на яровой мягкой пшенице по предшественнику сидеральный пар (рапс) 9,6%, в среднем по данному фактору – 12,0%, что меньше в сравнении с отвальной глубокой на 3,2% ($НСР_{05} = 2,06$).

3. В среднем по фактору предшественник наиболее высокие показатели содержания агрономически ценных частиц зарегистрированы по сидеральному пару (рапс) 34,5% и сидеральному пару (донник) 35,3%, чистый пар – 32,9%. За годы исследований плотность почвы составила от 0,98 до 1,07 г/см³. Рыхлое сложение, уплотнения по-

чвы при всех системах обработки почвы не установлены.

4. По средним показателям по фактору предшественник преимущество по урожайности имеет сидеральный пар (рапс) 3,17 т/га, что превышает показатели по чистому пару на 0,58 т/га, по сидеральному пару (донник) – на 0,53 т/га ($НСР_{05} = 0,14$ т/га). Доля влияния предшественника, в формировании урожайности составила 80,4%, системы обработки почвы – 13,8%. Тенденция к увеличению урожайности выявлена при отвальной минимальной системе обработки почвы по предшественнику сидеральный пар (рапс). При урожайности 3,34 т/га получена самая низкая себестоимость зерна (4,6 тыс. р./т) и высокая прибыль (30,3 тыс. р./га), на контроле – 3,26 т/га, 9,2 тыс. р./т и 15,2 тыс. р./га.

5. Отвальная минимальная система обработки почвы в зернопаровом севообороте по предшественнику сидеральный пар (рапс) является наиболее эффективным приемом технологии возделывания яровой мягкой пшеницы сорта Сибирский Альянс в условиях северной лесостепи Кузнецкой котловины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Милащенко Н.З., Трушкин С.В. К проблеме освоения инновационных технологий // Плодородие. 2011. № 3. С. 50–52.
2. Ковалёв В.М. О совершенствовании технологий производства сельскохозяйственной продукции на современном этапе развития агропромышленного комплекса // Сельскохозяйственная биология. 2005. № 5. С. 10–13.
3. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). М.: ООО «Издательство Агрорус». 2004. 1110 с.
4. Ильинская И.Н. Эффективность использования ресурсов при возделывании озимой пшеницы на чернозёмах обыкновенных // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 2. С. 65–68.
5. Ильинская И.Н., Гаевая Э.А., Рычкова М.И., Тарадин С.А., Нежинская Е.Н. Эффективность почвозащитных мероприятий при возделывании озимой пшеницы на эрозий-

- но-опасных склонах // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 6. С. 17–22.
6. *Парахин Н.В., Глазова З.И., Рыжов Н.А.* Совершенствование технологии возделывания современных сортов яровой пшеницы интенсивного типа в условиях Орловской области // Сельскохозяйственная биология. 2007. № 5. С. 105–109.
 7. *Дулов М.И., Троц А.П.* Урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в лесостепной зоне Среднего Поволжья при применении ресурсосберегающих технологий возделывания // Сельскохозяйственная биология. 2007. № 5. С. 100–104.
 8. *Шиятый Е.И., Пуллаккайн Л.А.* Качество зерна яровых культур и адаптация агротехнологий к почвенно-климатическим условиям // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 1. С. 3–15.
 9. *Пилипенко Н.Г., Днепровская В.Н.* Эффективность ресурсосберегающих технологий предпосевной обработки почвы в полевом севообороте // Земледелие. 2012. № 4. С. 29–30.
 10. *Скипин Л.Н., Перфильев Н.В., Захарова Е.В., Гаевая Е.В.* Состояние почвы и урожайность культур при разных системах основной обработки // Плодородие. 2014. № 4. (79). С. 24–26.
 11. *Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В.* Ареал применения нулевых и поверхностных обработок при возделывании колосовых культур на территории европейской части Российской Федерации // Земледелие. 2017. № 2. С. 10–14.
 12. *Гонн Н.В., Савенков О.А.* Связь показателя NDVI и урожайности яровой пшеницы со свойствами пахотного горизонта чернозёмов глинисто-иллювиальных элювирированных и тёмно-серых почв // Почвоведение. 2019. № 3. С. 377–386.
 13. *Mitchell J.P., Shrestha A., Mathesius K., Scow K.M., Southard R.J., Haney R.L., Schmidt R., Munk D.S., Horwath W.R.* Cover Cropping and No-Tillage Improve Soil Health in an Arid Irrigated Cropping System in California's San Joaquin Valley, USA // Soil and Tillage Research. 2017. Vol 165. P. 325–335.
 14. *Казеев К.Ш., Мокриков Г.В., Акименко Ю.В., Мясникова М.А., Колесников С.И.* Влияние технологии No-till на экологическое состояние чернозёмов южных Ростовской области // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 1. С. 7–10.
 15. *Даденко Е.В., Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф.* Биологическая активность чернозёма обыкновенного при длительном использовании под пашню // Почвоведение. 2014. № 6. С. 724–733.
 16. *Богомолова Ю.А., Саков А.П., Ивенин А.В.* Изменение агрофизических свойств почвы и урожайности яровой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы и удобрений в Волго-Вятском регионе // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018. Т. 66. № 5. С. 90–97.
 17. *Свиридова О.В., Воробьёв Н.И., Проворов Н.А.* Выравнивание почвенных условий для развития растений при деструкции растительных остатков микробными препаратами // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 5. С. 664–672.
 18. *Канаиш Е.В., Литвинович А.В., Ковалёва А.О.* Продуктивность и оптические характеристики трёх сортов пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при известковании и внесении азотных удобрений // Сельскохозяйственная биология. 2018. № 1. С. 61–71.
 19. *Лапишинов Н.А., Пакуль В.Н., Божанова Г.В., Кукишева Т.П.* Накопление и сохранение продуктивной влаги в ресурсосберегающих технологиях // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. № 4(11). С. 131–134.
 20. *Булаткин Г.А., Ковалева А.Е.* Целлюлозолитическая активность серых лесных почв // Почвоведение. 1984. № 11. С. 67.
 21. *Торопова Е.Ю., Казакова О.А., Воробьёва И.Г.* Фузариозные корневые гнили зерновых культур в Западной Сибири // Защита и карантин растений. 2013. № 9. С. 23–26.
 22. *Чулкина В.А., Торопова Е.Ю., Чулкин Ю.И., Стецов Г.Я.* Агротехнический метод защиты растений (экологически безопасная защита растений). М.: Издательство ЮКЭА, 2000. 335 с.
 23. *Юшкевич Л.В., Хамова О.В.* Влияние ресурсосберегающих систем обработки и интенсификации земледелия на элементы плодородия чернозёмных почв и урожайность зерновых культур в лесостепи Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2005. № 3. С. 9–18.

REFERENCES

1. Milashchenko N.Z., Trushkin S.V. On the problem of mastering innovative technologies. *Plodorodie*, 2011, no. 3, pp. 50–52. (In Russian).
2. Kovalev V.M. About development of technology for output of agricultural production at current state of the agroindustrial complex. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2005, no. 5, pp. 10–13. (In Russian).
3. Zhuchenko A.A. *Resource potential of grain production in Russia (theory and practice)*. Moscow, Publishing House Agrorus, 2004, pp. 1110 (In Russian).
4. Ilyinskaya I.N. Efficiency of resource utilization at cultivation of winter wheat on typical chernozem. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2016, vol. 30, no. 2, pp. 65–68. (In Russian).
5. Ilyinskaya I.N., Gayeva E.A., Rychkova M.I., Taradin S.A., Nezhinskaya E.N. Efficiency of soil protection measures in cultivation of winter wheat on erosion threatening slopes. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2020, vol. 34, no. 6, pp. 17–22. (In Russian).
6. Parakhin N.V., Glazova Z.I., Ryzhov N.A. Improving cultivation technology of modern varieties of spring wheat of intensive type in the conditions of the Oryol region. *Sel'skohozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2007, no. 5, pp. 105–109. (In Russian).
7. Dulov M.I., Trots A.P. Productivity and grain quality of spring soft wheat in forest-steppe zone of Middle Povolzhie during usage of resource-saving technology of cultivation. *Sel'skohozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2007, no. 5, pp. 100–104. (In Russian).
8. Shiyovy E.I., Pullakkain L.A. Grain quality in summer crops and adaptation of agrotechnologies to soil-climatic conditions. *Sel'skohozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2008, no. 1, pp. 3–15. (In Russian).
9. Pilipenko N.G., Dneprovskaya V.N. Efficiency of resource-saving technologies of pre-sowing soil cultivating in field crop rotation. *Zemledelie*, 2012, no. 4, pp. 29–30. (In Russian).
10. Skipin L.N., Perfiliev N.V., Zakharova E.V., Gayeva E.V. The state of soil and the yield of crops under different systems of basic cultivation. *Plodorodie*, 2014, no. 4. (79), pp. 24–26. (In Russian).
11. Cherkasov G.N., Pykhtin I.G., Gostev A.V. Area of application of zero and surface tillage in the cultivation of cereal crops in the European part of the Russian Federation. *Zemledelie*, 2017, no. 2, pp. 10–14. (In Russian).
12. Gopp N.V., Savenkov O.A. Relationships between the NDVI, yield of spring wheat and properties of the plow horizon of eluviated clay-illuvial chernozems and dark gray soils. *Pochvovedenie = Eurasian Soil Science*, 2019, no. 3, pp. 377–386. (In Russian).
13. Mitchell J.P., Shrestha A., Mathesius K., Scow K.M., Southard R.J., Haney R.L., Schmidt R., Munk D.S., Horwath W.R. Cover Cropping and No-Tillage Improve Soil Health in an Arid Irrigated Cropping System in California's San Joaquin Valley, USA. *Soil and Tillage Research*, 2017, vol. 165, pp. 325–335.
14. Kazeev K.Sh., Mokrikov G.V., Akimenko Yu.V., Myasnikova M.A., Kolesnikov S.I. The influence of No-till technology on the ecological state of the southern chernozems of the Rostov region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2020, no. 1, vol. 34, pp. 7–10. (In Russian).
15. Dadenko E.V., Myasnikova M.A., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., Valkov V.F. Biological activity of ordinary chernozem during long-term use under arable land. *Pochvovedenie = Eurasian Soil Science*, 2014, no. 6, pp. 724–733. (In Russian).
16. Bogomolova Yu.A., Sakov A.P., Ivenin A.V. Effect of soil tillage systems and fertilizers on agrophysical properties of soil and the yield of spring wheat in the Volga-Vyatka region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agrarian Science Euro-North-East*, 2018, vol. 66, no. 5, pp. 90–97. (In Russian).
17. Sviridova O.V., Vorobyov N.I., Provorov N.A. The alignment of soil conditions for plant development during destruction of plant residues by microbial preparations. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2016, no. 5, pp. 664–672. (In Russian).
18. Kanash E.V., Litvinovich A.V., Kovaleva A.O. Grain production and optical characteristics of three wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) under liming and nitrogen fertilization.

- Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2018, no. 1, pp. 61–71. (In Russian).
19. Lapshinov N.A., Pakul V.N., Bozhanova G.V., Kuksheneva T.P. Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal = International Research Journal*, 2013, no. 4 (11), pp. 131–134. (In Russian).
 20. Bulatkin G.A., Kovaleva A.E. Cellulosolytic activity of grey forest soils. *Pochvovedenie = Eurasian Soil Science*, 1984, no. 11, pp. 67. (In Russian).
 21. Toropova E.Yu., Kazakova O.A., Vorobyov I.G. Fusarium root rot of grain crops in Western Siberia. *Zashchita i karantin rastenij = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2013, no. 9, pp. 23–26. (In Russian).
 22. Chulkina V.A., Toropova E.Yu., Chulkin Yu.I., Stetsov G.Ya. *Agrotechnical method of plant protection (environmentally safe plant protection)*. Moscow, Publishing House YUKEA, 2000, 335 pp. (In Russian).
 23. Yushkevich L.V., Khamova O.V. Effect of resource-saving cultivation and intensification systems on chernozem soil fertility elements and grain crops yield in the forest-steppe of Western Siberia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2005, no. 3, pp. 9–18. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пакуль А.Л., научный сотрудник; e-mail: lelikpakul@mail.ru

Лапшинов Н.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор; e-mail: nik.lapshinov.55@mail.ru

Божанова Г.В., научный сотрудник; e-mail: kemniish@mail.ru

✉ **Пакуль В.Н.**, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе; **адрес для переписки:** Россия, 650510, Кемеровская область, Кемеровский район, пос. Новостройка, ул. Центральная, 47; e-mail: vpakyl@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Alexey L. Pakul, Researcher; e-mail: lelikpakul@mail.ru

Nikolay A. Lapshinov, Doctor of Science in Agriculture, Professor; e-mail: nik.lapshinov.55@mail.ru

Galina V. Bozhanova, Researcher; e-mail: kemniish@mail.ru

✉ **Vera N. Pakul**, Doctor of Science in Agriculture, Deputy Director on scientific work; **address:** 47 Centralnaya St., Novostroika, Kemerovo region, 650510, Russia; e-mail: vpakyl@mail.ru

Дата поступления статьи 19.08.2020
Received by the editors 19.08.2020

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ НА ЯЧМЕНЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОНА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Тимофеев В.Н., Вьюшина О.А.

*Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук
Тюменская область, пос. Московский, Россия*

Изучено влияние применения смесей гербицидов на снижение засоренности и сохранение урожайности ячменя. Опыт в 2018, 2019 гг. проведен на темно-серой лесной почве в условиях лесостепи Тюменской области. Эксперимент включал два фона основной обработки почвы: отвальная (вспашка оборотным плугом Lemken на 20–22 см) и безотвальная (обработка агрегатом Смарагд на 12–14 см). Объект исследований – яровой ячмень сорта Абалак. Биологическая эффективность гербицидов независимо от фона обработки почвы против двудольных сорняков составила 94–97%, против злаковых и многолетних сорняков – 80–100%. Против всего сорного компонента эффективность достигала через 1 мес после применения гербицидов 95,0–97,5%, в конце вегетации – 96–99%. Эффективность использования препаратов против злаковых сорных растений составила 80–90%, против двудольных сорных растений – 97–99%. Снижение массы сорняков составило 90–99% в большей степени по безотвальному фону обработки почвы. Уровень урожайности в годы исследований зависел от фона обработки почвы с разницей 0,3–0,4 т в пользу отвальной системы обработки и комплекса применяемых гербицидов. Высокую прибавку по урожайности обеспечили смеси гербицидов Эстерон, Спикер + Авантикс Экстра, Примадонна + Гранат + Овсюген Супер – 1,16–1,22 т/га. Наложение комплексной защиты повысило сбор зерна на 1,7 т/га.

Ключевые слова: гербициды, ячмень, сорные растения, обработка почвы, урожайность

EFFICIENCY OF HERBICIDES APPLICATION ON BARLEY DEPENDING ON THE SOIL TILLAGE

Timofeev V.N., Vyushina O.A.

*Scientific Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Ural Region –
Branch of Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Moskovsky, Tyumen region, Russia*

The effect of the use of herbicide mixtures on the reduction of weeds and preservation of barley yield was studied. The experiment (2018–2019) was carried out on dark gray forest soil in the forest-steppe conditions of Tyumen region. The experiment included two types of basic tillage: moldboard (plowing with a Lemken rotary plow at 20–22 cm) and non-moldboard (tillage with a Smaragd unit at 12–14 cm). The object of research was spring barley, Abalak variety. Biological effectiveness of herbicides, regardless of the soil tillage system, was 94–97% against dicotyledonous weeds, and 80–100% – against cereal and perennial weeds. Efficiency against the entire weed component reached 95–97.5% in 1 month after the application of herbicides, and 96–99% at the end of the growing season. The effectiveness of the use of preparations against cereal weeds was 80–90%, and the effectiveness of herbicides against dicotyledonous weeds – 97–99%. The reduction in the mass of weeds was 90–99%, mostly due to non-moldboard soil tillage. The yield level in the years of research largely depended on the soil tillage with a difference of 0.3–0.4 t in favor of moldboard system and the complex of herbicides applied. A high increase in the yield was provided by a mixture of herbicides Esteron, Speaker + Avantix Extra, Primadonna + Granat + Ovsyugen Super, which amounted to 1.16–1.22 t/ha. The application of comprehensive protection means increased the grain harvest by 1.7 t/ha.

Keywords: herbicides, barley, weeds, tillage, yield

Для цитирования: Тимофеев В.Н., Вьюшина О.А. Эффективность гербицидов на ячмене в зависимости от фона обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 5. С. 19–27. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-2>

For citation: Timofeev V.N., Vyushina O.A. Efficiency of herbicides application on barley depending on the soil tillage. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 5, pp. 19–27. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-2>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

В мировом земледелии ячмень занимает важное место среди хлебных злаков. С одного гектара ячменя можно получить 40–50 ц зерна. Снижение урожайности культуры в первую очередь связано с высокой засоренностью посевов, поэтому одна из главных задач – борьба с сорняками [1].

Многолетние наблюдения показывают, что ячмень значительно чувствительнее к гербицидам, чем другие колосовые культуры. Высокая степень чувствительности ячменя к гербицидам существенно ограничивает ассортимент препаратов, разрешенных для применения на его посевах, однако их использование не всегда обеспечивает получение запланированных результатов [2–4].

Широкомасштабное внедрение в практику возделывания энергосберегающих технологий привело к массовому размножению вредителей, болезней, сорняков. При этом регистрируют не только количественный рост засоренных площадей, но и качественное изменение видового состава сорной флоры в сторону доминирования трудно искореняемых многолетних корневищных и корнеотпрысковых сорняков¹ [5–7]. Обработка почвы влияет на состояние засоренности посевов культуры и ее урожайность, но по сравнению с приемами химизации не так значительно. Поэтому необходима разработка адаптированных элементов агротехники выращивания ячменя² [8].

Цель исследований – изучить смеси гербицидов против смешанной засоренности в

посевах ячменя на разных фонах основной обработки почвы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования 2018, 2019 гг. проведены на опытном поле в зоне северная лесостепь (Тюменская область). Почва опытного участка относится к подтипу темно-серая лесная, по гранулометрическому составу тяжелосуглинистая. Гумуса в почве 4,3%. Содержание нитратного азота низкое (1,36–2,38 мг/100 г почвы), фосфора среднее (8,25–14,1 мг/100 г почвы), калия выше среднего (6,65–8,9 мг/100 г почвы), реакция почвенного раствора слабокислая (рН 5,1–6,0).

В опыте применяли следующие средства защиты растений (СЗР).

Гербициды: Статус Макс, ВДГ – 0,03 кг/га (Тифенсульфурон-метил + трибенурон-метил + флорасулам, 500 + 250 + 80 г/кг), Балерина Супер, СЭ – 0,4 л/га (2,4-Д сложный 2-этилгексильный эфир + флорасулам, 410 + 15 г/л), Эстерон 600, КЭ – 0,7 л/га (2,4-Д сложный 2-этилгексильный эфир, 600 г/л), Гранд плюс, ВДГ – 0,02 кг/га (Трибенурон-метил, 750 г/кг), Спикер, КЭ – 0,14 л/га (Дикамба (диметиламинная соль) + флорасулам, 422 + 18 г/л), Авантикс Экстра, ЭМВ – 0,8 л/га (Феноксапроп-П-этил + антидот клоквинтосет-мексил, 69,0 + 34,5 г/л), Ластик Экстра, КЭ – 0,8 л/га (Феноксапроп-П-этил + антидот клоквинтосет-мексил, 70 + 40 г/л), Примадонна, СЭ – 0,7 л/га (2,4-Д сложный 2-этилгексильный эфир + флорасулам, 200 + 3,7 г/л) + Гранат, ВДГ – 0,01 кг/га

¹Рябцева А.В. Мониторинг засоренности посевов ярового ячменя при современных ресурсосберегающих способах основной обработки почвы // Экология, окружающая среда и здоровье человека, XXI в.: сб. статей по материалам междунар. (заочной) науч.-практ. конф. Красноярск: Красноярский ГАУ, 2014. С. 38–41.

²Головина Т.А., Титов В.Н., Кузнецова Л.А. Влияние обработки почвы и средств защиты растений на урожайность ячменя ярового // Региональная межвузовская науч.-практ. конф. «Достижения молодых ученых агропромышленному производству». 25–26 марта 2014 г. Орел, 2014. С. 46–50.

(Трибенурон-метил, 750 г/кг), Овсюген Супер – 0,5 л/га (Феноксапроп-П-этил + антидот клоквинтосет-мексил, 140 + 47 г/л).

Инсектицид: Альтерр, КС – 0,1 л/га.

Фунгициды: Спирит, СК – 0,7 л/га, Титул Трио, ККР – 0,5 л/га.

Агрехимикаты: Агрис N – 2,0 л/га, Ультрамагкомби для зерновых – 1,0 л/га.

Основная обработка почвы представлена следующими двумя фонами: отвальная (вспашка оборотным плугом Lemken на 20–22 см) и безотвальная (обработка агрегатом Смарагд на 12–14 см). Высевали яровой ячмень сорта Абалак. Площадь делянки 0,4 га. Опыт проведен в двух повторениях с нормой высева 6,5 млн всхожих зерен/га, предшественник – яровая пшеница, предпосевное внесение удобрений в норме $N_{40}P_{32}K_{32}$ действующего вещества/га. В исследованиях использованы общепринятые методики^{3–5}.

По метеорологическим условиям вегетационного периода годы исследований отмечены благоприятными для возделывания сельскохозяйственных культур при обеспеченности теплом по сумме эффективных температур выше 5 °С, близкой к среднегодовалому показателю 97–107%, обеспеченности осадками за май – август (115–123% к норме), величине гидротермического коэффициента (ГТК) Селянинова за май – июнь 1,38–2,06 (среднегодовалое значение 1,17).

Фитосанитарное состояние посевов ячменя по количественному и видовому составу сорных растений в начале вегетации до применения гербицидов складывалось из засоренности 60–108 шт./м² (фон отвальной обработки) и 120–201 шт./м² (фон безотвальной обработки). Исследователи отмечают, что плотность сорняков по отвальной вспашке ниже в 1,5–2,0 раза, чем по безотвальному рыхлению [9, 10].

В годы исследований зарегистрировано засорение преимущественно сорными растениями двудольного типа (73–94% из

общего количественно-видового состава), злаковыми видами (3–24), многолетними двудольными сорными растениями (1–4%).

Отмечены следующие изменения в характере засоренности посевов в зависимости от вида обработки в начале вегетации: однолетние двудольные сорные растения активно развивались, в среднем по вариантам опыта их количество преобладало по отвальной обработке (89,4% всего количества сорных растений) и снижалось до 78,2% по мелкой безотвальной обработке. Многолетних двудольных сорных растений насчитывалось 2,06–2,98% с увеличением по мелкой безотвальной обработке. Количество злаковых сорняков также увеличивалось по мелкой обработке от 8,34 до 18,7%.

Видовой состав сорных растений перед обработкой гербицидами представлен ежовником обыкновенным (просо куриное) 3–15 шт./м², следующими однолетними двудольными растениями: марь белая (3–18 шт./м²), ярутка полевая (24–96), щирица запрокинутая (0–14), аистник цикутовый (0–8), горец вьюнковый (0–6), горец развесистый (3–30), подмаренник цепкий (3–12), фиалка полевая (0–30), вероника полевая (6–15), бодяк, осот желтый (0–4 шт./м²). Также в куртинах встречались вьюнок полевой, чистец болотный, хвощ полевой и другие, но не типичные для полевого ценоза, многолетние сорные растения.

При учете сорных растений через 20 дней после обработки гербицидами наблюдали увеличение числа сорных растений в контрольном варианте до 120–214 шт. в зависимости от фона обработки почвы. Это происходило в основном за счет увеличения злакового компонента (40% и более) и незначительного – однолетних двудольных сорных растений (2,5–16,0%).

Дальнейший количественный рост сорняков наблюдали по отвальной обработке (на 16% двудольных и в 8 раз злаковых сорняков), при безотвальной обработке со-

³Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.

⁴Туликов А.М. Методы учета и картирования сорно-полевой растительности. М.: Колос, 1974. 49 с.

⁵Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск, 2004. 162 с.

ответственно на 2,5–40%. Возрастание сорного компонента отмечено до фазы начало колошения. Второй подъем роста происходил ближе к фазе полной спелости при благоприятных условиях. В процессе вегетации культура превосходила сорные растения в развитии и препятствовала их развитию. Только многолетние сорные растения получили максимальное развитие за

счет корневой системы и составили основную вегетативную массу при учете в конце вегетации на вариантах без применения СЗР (см. табл. 1).

Биологическая эффективность гербицидов в течение 1 мес после обработки против однолетних двудольных сорняков по отвалной обработке составила 94–97%, злаковых и многолетних сорняков – 80–100%, в целом

Табл. 1. Количественный состав сорняков и эффективность гербицидов через 20 дней после обработки

Table 1. The quantitative composition of weeds and the effectiveness of herbicides 20 days after tillage

Фаза учета	Сорняки, шт./м ²							
	однолетние двудольные		злаковые		многолетние		всего	
	Фон 1	Фон 2	Фон 1	Фон 2	Фон 1	Фон 2	Фон 1	Фон 2
<i>Контроль (без применения СЗР)</i>								
До обработки	73	160	3	35	3	6	79	201
Через 20 дней	85	164	25	49	5	6	120	214
<i>Статус Макс, ВДГ, 0,03 кг/га (контроль)</i>								
До обработки	52	103	9	26	2	5	63	134
Через 20 дней	1	3	18	27	0	0	19	30
Эффективность, %	97,44	97,1	–	–	100	100	69,8	77,6
<i>Статус Макс, ВДГ, 0,03 кг/га + Авантикс Экстра, ЭМВ, 0,8 л/га</i>								
До обработки	102	130	3	20	3	6	108	156
Через 20 дней	4	5	0	2	0	1	4	8
Эффективность, %	96,0	96,1	100	90	100	83,3	96,2	94,8
<i>Эстерон 600 КЭ, 0,7 л/га + Авантикс Экстра, ЭМВ, 0,8 л/га</i>								
До обработки	78	94	6	22	2	4	86	120
Через 20 дней	3	3	0	4	0	0	3	7
Эффективность, %	96,1	96,8	100	81,8	100	100	96,5	94,2
<i>Гранд плюс, ВДГ, 0,02 кг/га + Авантикс Экстра, ЭМВ, 0,8 л/га</i>								
До обработки	65	130	12	28	2	4	79	162
Через 20 дней	4	6	1	2	0	1	5	9
Эффективность, %	93,8	95,4	91,6	92,8	100	75	93,6	94,4
<i>Спикер, КЭ, 0,14 л/га + Авантикс Экстра, ЭМВ, 0,8 л/га</i>								
До обработки	101	122	6	29	0	3	107	154
Через 20 дней	5	5	0	0	0	0	5	5
Эффективность, %	95,0	95,9	100	100	100	100	95,3	96,7
<i>Балерина Супер, СЭ, 0,4 л/га + Ластик Экстра, КЭ, 0,8 л/га</i>								
До обработки	84	105	10	32	1	6	95	143
Через 20 дней	2	4	2	4	0	0	4	8
Эффективность, %	97,6	96,2	80	87,5	100	100	95,7	94,4
<i>Примадонна, СЭ, 0,7 л/га + Гранат, ВДГ, 0,01 кг/га + Овсюген Супер, КЭ, 0,5 л/га</i>								
До обработки	92	96	8	30	1	2	101	128
Через 20 дней	3	3	0	1	0	0	3	4
Эффективность, %	96,7	96,8	100	96,6	100	100	97,0	96,9

Примечание. Здесь и в табл. 2: фон 1 – отвальная вспашка, фон 2 – безотвальная обработка.

против сорного компонента – 95,0–97,5%. По безотвальной обработке почвы эффективность гербицидов против однолетних двудольных сорняков составляла 95–97%, злакового компонента – 81–100% и в целом против засоренности – 94–96%.

Отмечены следующие закономерности: воздействие гербицидов на широколиственные сорняки замедляется на многолетних сорных растениях, произрастающих в посевах при мелкой обработке почвы. В двух вариантах опыта из семи отмечена неполная гибель многолетних сорняков при учете через 20 дней после обработки.

Пониженную эффективность наблюдали по фону применения гербицидов Гранд плюс, против злаковых сорняков Авантикс Экстра в смеси с Эстероном и Гранд плюс 80–90%, Ластик Экстра 80–87%. Обработка почвы не влияла на эффективность препаратов.

К концу вегетации отмечено отрастание двудольных сорняков, таких как фиалка полевая, аистник цикутовый, горец развесистый и др. Следующий подъем роста сорняков, но с малой вегетативной массой, в опыте зарегистрирован по варианту Статус Макс (эффективность препарата снизилась до 73,3%). В других вариантах гербициды сдерживали рост однолетних двудольных сорняков на 97%. Злаковый компонент повторно отрастал по варианту Ластик Экстра, снизив показатели его эффективности до 70%. На остальных вариантах достигнуто полное уничтожение сорняков.

Против сорного компонента биологическая эффективность препаратов в конце вегетации составила 96–99%. Высокой эффективностью (97–99%) в борьбе с двудольными сорными растениями обладали препараты Статус Макс, Эстерон 600, Спикер, КЭ, Балерина Супер, Примадонна + Гранат. Значительную активность против злакового компонента в течение вегетации показали препараты Авантикс Экстра, Овсюген Супер (95–100%) (см. табл. 2).

В целом гербициды проявили высокую эффективность по снижению сорной растительности при минимальных и средних нормах применения по обоим фонам обра-

ботки почвы против двудольных сорняков (95–97%), злаковых (80–100) и многолетних (75–100%) при учете через 1 мес после применения. К концу вегетации 96–99% против двудольного компонента и 95–100% – злакового компонента.

Сорные растения, оставшиеся в посевах ячменя после обработки, не имели активного развития и остались в нижнем ярусе полевоего ценоза, что не имело отрицательного влияния на культуру в условиях достаточно-го увлажнения.

Сырая масса сорного компонента на контроле в конце вегетации культуры по безотвальному фону обработки составляла: 556,0–681,8 г, сухая – 200,0–225,0 г и соответственно 405,0–432,0 и 120,0–134,0 г по отвальному фону обработки почвы. На вариантах опыта масса сорняков снижалась на 94–99%. Сырая масса составляла по фону вспашки 7,2–42 г, или 1,6–9,7%, от массы сорняков на контроле, по фону безотвальной обработки – 4,8–38,0 г, или 0,7–5,6%, соответственно. Значительное уменьшение массы сорняков по отвальному (до 1,6–3,3%) и безотвальному (0,7–1,9%) фонам наблюдали по следующим вариантам: Примадонна + Гранат + Овсюген Супер, Эстерон, Спикер + Авантикс Экстра, Балерина Супер + Ластик Экстра (см. табл. 3).

В итоге снижение сырой массы сорных растений равно снижению их количества. Наиболее эффективно гербициды действовали по фону безотвальной системы обработки почвы (превышение варианта отвальной обработки на 4–6%).

Уровень урожайности в годы исследований в большей степени зависел от фона обработки почвы с разницей 0,3–0,4 т в пользу отвальной системы обработки почвы, комплекса применяемых гербицидов. Увеличение урожайности на всех вариантах опыта по сравнению с контролем составило 0,4–1,1 т/га, при применении составляющих средств защиты растений (фунгицидов, агрохимикатов) она повысилась до 1,2–1,8 т/га (см. табл. 4).

Прибавка урожайности ячменя сорта Абалак в зависимости от обработки почвы

Табл.2. Количественный состав сорняков перед уборкой культуры при применении гербицидов
Table 2. The quantitative composition of weeds and the effectiveness of herbicides before harvesting

Фаза учета	Сорняки, шт./м ²							
	однолетние двудольные		злаковые		многолетние		всего	
	Фон 1	Фон 2	Фон 1	Фон 2	Фон 1	Фон 2	Фон 1	Фон 2
До обработки	73	160	3	35	3	6	79	201
До уборки	85	162	25	47	5	6	115	209
<i>Статус Макс, ВДГ, 0,03 кг/га (контроль)</i>								
До обработки	52	103	9	26	2	5	63	134
До уборки	1	1	20	27	0	0	21	28
Эффективность, %	97,44	99,0	–	–	100	100	66,6	79,1
<i>Статус Макс, ВДГ, 0,03 кг/га + Авантикс Экстра, ЭМВ, 0,8 л/га</i>								
До обработки	102	130	3	20	3	6	108	156
До уборки	2	4	0	1	0	0	2	5
Эффективность, %	98,0	96,9	100	95	100	100	98,1	96,8
<i>Эстерон 600, КЭ, 0,7 л/га + Авантикс Экстра, ЭМВ, 0,8 л/га</i>								
До обработки	78	94	6	22	2	4	86	120
До уборки	1	2	0	0	0	0	1	2
Эффективность, %	98,7	97,8	100	100	100	100	98,8	98,3
<i>Гранд плюс, ВДГ, 0,02 кг/га + Авантикс Экстра, ЭМВ, 0,8 л/га</i>								
До обработки	65	130	12	28	2	4	79	162
До уборки	1	5	0	0	0	0	1	4
Эффективность, %	98,4	96,1	100	100	100	100	98,7	96,9
<i>Спикер, КЭ, 0,14 л/га + Авантикс Экстра, ЭМВ, 0,8 л/га</i>								
До обработки	101	122	6	29	0	3	107	154
До уборки	3	3	0	0	0	0	3	3
Эффективность, %	97,0	97,5	100	100	100	100	97,1	98,0
<i>Балерина Супер, СЭ, 0,4 л/га + Ластик Экстра, КЭ, 0,8 л/га</i>								
До обработки	84	105	10	32	1	6	95	143
До уборки	0	3	3	3	0	0	3	6
Эффективность, %	100	97,1	70	90,6	100	100	96,8	95,8
<i>Примадонна, СЭ, 0,7 л/га + Гранат, ВДГ, 0,01 кг/га + Овсюген Супер, КЭ, 0,5 л/га</i>								
До обработки	92	96	8	30	1	2	101	128
До уборки	0,8	0	0	1	0	0	0,8	1
Эффективность, %	99,1	100	100	96,6	100	100	99,2	99,2

показывает, что на фоне безотвальной системы обработки применение гербицидов увеличивало урожайность культуры. Разница в прибавке между вариантами составляла 0,1–0,3 т/га при НСР = 0,2. Среди представленных гербицидов наибольший выход зерна обеспечили Эстерон, Спикер, Примадонна (1,16–1,22 т/га) и наложение комплексной защиты повысило сбор зерна на 1,7 т/га.

На показатели урожайности в годы исследований оказывали влияние основная обработка почвы, засоренность злаковыми

сорняками, проявление болезней в период вегетации. Значительное влияние на повышение урожайности оказало применение смесей гербицидов против смешанного типа засорения, где выход зерна составил 0,8–1,2 т/га. Высокую прибавку обеспечили смеси гербицидов Эстерон, Спикер + Авантикс Экстра, Примадонна + Гранат + Овсюген Супер – 1,16–1,22 т/га, снижение количества и массы сорняков обеспечило прибавку по безотвальному фону обработки почвы на 0,1–0,3 т/га.

Табл. 3. Снижение массы сорных растений в зависимости от фона обработки почвы и гербицидов, %
Table 3. Reduction of weed mass depending on the tillage and the use of herbicides, %

Вариант	Отвальная обработка			Безотвальная обработка		
	Доля от контроля		Эффектив-ность	Доля от контроля		Эффектив-ность
	Сырая масса	Сухая масса		Сырая масса	Сухая масса	
Статус Макс (контроль)	9,72	10,44	90,2	5,57	5,6	94,4
Статус Макс + Авантикс Экстра	7,87	8,35	92,1	3,96	3,95	96,0
Эстерон 600 + Авантикс Экстра	2,87	2,83	97,1	1,93	1,86	98,0
Гранд плюс + Авантикс Экстра	4,62	4,77	95,3	2,66	2,62	97,3
Спикер + Авантикс Экстра	3,31	3,20	96,6	1,76	1,68	98,2
Балерина Супер + Ластик Экстра	2,59	2,53	97,4	1,52	1,15	98,4
Примадонна + Гранат + Овсюген Супер	1,66	0,89	98,3	0,70	0,35	99,2
НСР ₀₅ : фактор А фактор В	1,24	1,66	2,2	0,94	1,04	

Примечание. Здесь и в табл. 4 фактор А – обработка почвы, фактор В – применение СЗР.

Табл. 4. Урожайность ячменя по разным фонам обработки почвы и СЗР
Table 4. Barley yield with different soil tillage systems and plant protection

Урожайность, т/га	Отвальная обработка почвы		Безотвальная обработка почвы		
	+- к контролю		Урожайность, т/га	+- к контролю	
	т/га	%		т/га	%
	<i>Контроль (без применения СЗР)</i>				
3,1	–	–	2,8	–	–
	<i>Статус Макс, ВДГ, 0,03 кг/га (контроль)</i>				
3,5	0,4	19,0	3,37	0,57	31,6
	<i>Статус Макс, ВДГ, 0,03 кг/га + Авантикс Экстра, ЭМВ, 0,8 л/га</i>				
4,01	0,91	43,3	3,94	1,14	63
	<i>Статус Макс, ВДГ, 0,03 кг/га + Авантикс Экстра, 0,8 л/га + фунгицид + инсектицид</i>				
4,89	1,79	85	4,52	1,72	95
	<i>Эстерон 600, КЭ, 0,7 л/га + Авантикс Экстра, ЭМВ, 0,8 л/га</i>				
4,26	1,16	55	4,22	1,4	78,8
	<i>Гранд плюс, ВДГ, 0,02 кг/га + Авантикс Экстра, ЭМВ, 0,8 л/га</i>				
3,92	0,82	39	3,84	1,04	57
	<i>Спикер, КЭ, 0,14 л/га + Авантикс Экстра, ЭМВ, 0,8 л/га</i>				
4,3	1,2	57	4,25	1,45	80
	<i>Балерина Супер, СЭ, 0,4 л/га + Ластик Экстра, КЭ, 0,8 л/га</i>				
4,18	1,08	51	4,02	1,22	67
	<i>Примадонна, СЭ, 0,7 л/га + Гранат, ВДГ, 0,01 кг/га + Овсюген Супер, КЭ, 0,5 л/га</i>				
4,32	1,22	58	4,36	1,56	86
НСР ₀₅				0,42	
фактор А	0,38			0,2	
фактор В				0,38	

ВЫВОДЫ

1. В условиях лесостепи Тюменской области биологическая эффективность гербицидов в течение 1 мес после обработки против двудольных сорняков составляла 94–97%, против злаковых и многолетних сорняков – 80–100%, в целом против сорного компонента – 95,0–97,5% и незначительно изменялась в зависимости от фона обработки почвы. Против общего сорного компонента биологическая эффективность препаратов в конце вегетации составила 96–99%. Зависимость от фона обработки почвы не отмечена. Высокой эффективностью (97–99%) против двудольных сорных растений обладали препараты Статус Макс, Эстерон 600, Спикер, Балерина Супер, Примадонна + Гранат. Против злаковых сорных растений в течение вегетации высокую активность проявили препараты Авантикс Экстра, Овсюген Супер – 95–100%.

2. Масса сорного компонента уменьшилась до 94–99%. Остаток сырой массы сорняков от возможной по фону отвалной обработки составил 1,6–9,7%, по фону безотвалной обработки – 0,7–5,6%. Значительным снижением характеризовались варианты с применением гербицидов Примадонна + Гранат + Овсюген Супер, Эстерон + Авантикс Экстра, Балерина Супер + Ластик Экстра, Спикер + Авантикс Экстра.

3. Сырая масса сорного компонента на контроле в конце вегетации культуры по безотвалному фону обработки составила 681,8 г, в сухом состоянии – 225,0 г, по отвалному фону обработки почвы – 432 и 134 г соответственно. Снижение сырой массы сорных растений отмечено равным снижением их количества. Эффективнее гербициды действовали по фону безотвалной обработки почвы, чем по фону отвалной обработки (рост на 4–6%).

4. Уровень урожайности в годы исследований в большей степени зависел от фона обработки почвы с разницей 0,3–0,4 т в пользу отвалной системы обработки и комплекса применяемых гербицидов. На фоне безотвалной системы обработки прибавка урожайности ячменя сорта Абалак дости-

жала 0,57–1,72, по отвалной обработке почвы – 0,4–1,79 т/га. Разница в прибавке между фонами составляла 0,1–0,3 т/га при одинаковых показателях в системе комплексной защиты. Среди представленных гербицидов наибольший выход зерна обеспечили гербициды Эстерон, Спикер + Авантикс Экстра, Примадонна + Гранат + Овсюген Супер – 1,16–1,22 т/га. Наложение комплексной защиты повысило сбор зерна на 1,7 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пушкарёв В.Г., Гречин В.А., Иванов О.А.* Эффективность применения гербицидов на посевах ячменя в условиях Псковской области // Успехи современной науки и образования. 2016. Т. 4. № 8. С. 147–149.
2. *Добрева Н.И., Дорожкина Л.А., Поддымкина Л.М.* Влияние совместного применения гербицидов и антистрессовых препаратов на сорную растительность и урожайность ячменя // Защита и карантин растений. 2016. № 4. С. 24–26.
3. *Пушкарёв В.Г., Кастрюлина Т.В., Федорова С.М., Миронова Н.В.* Биолого-хозяйственная и экотоксикологическая оценка гербицидов и сроков их применения на ячмене // Успехи современной науки и образования. 2016. Т. 4. № 6. С. 123–127.
4. *Баранов А.И., Гринько А.В.* Влияние гербицидов на засоренность и урожайность ярового ячменя // Зерновое хозяйство России. 2014. № 6. С. 22–26.
5. *Васин В.Г., Просандеев Н.А.* Технологическая оценка зерна и экономическая эффективность применения гербицидов на посевах пшеницы и ячменя // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 3 (35). С. 53–56.
6. *Кагирова М.К., Дубачинская Н.Н.* Эффективность применения гербицидов в посевах ячменя в зависимости от видового состава сорных растений // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 6 (56). С. 17–20.
7. *Кулыгин В.А., Пасько Т.И.* Эффективность приемов возделывания ярового ячменя // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 9. С. 91–94. DOI: 10.24411/2500-1000-2018-10021.
8. *Ситдииков И.Г., Фомин В.Н., Нафиков М.М.* Влияние приемов основной обработки по-

- чвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность ячменя // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 36–39.
9. Власенко Н.Г., Садохина Т.П. Приемы агротехники, способствующие оптимизации фитосанитарного состояния посевов ячменя // Земледелие. 2010. № 6. С. 30–31.
10. Воронцов В.А., Скорочкин Ю.П., Алиев Т.Г., Ерофеев С.А., Макаров М.Р. Зависимость засоренности посевов культур зернопарового севооборота от систем основной обработки почвы, уровня минерального питания и гербицидов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2019. № 1. С. 6–11.
5. Vasin V.G., Prosandeev N.A. Technological evaluation of grain and economic efficiency of herbicides application on wheat and barley sowings. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya of Orenburg State Agrarian University*, 2012, no. 3 (35), pp. 53–56. (In Russian).
6. Kagirowa M.K., Dubachinskaya N.N. Effectiveness of applying herbicides in barley crops depending on weed plants composition. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya of Orenburg State Agrarian University*, 2015, no. 6 (56), pp. 17–20. (In Russian).
7. Kulygin V.A., Pas'ko T.I. The effectiveness of the methods of cultivation spring barley. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk = International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 2018, no. 9, pp. 91–94. (In Russian). DOI: 10.24411/2500-1000-2018-10021.
8. Sitdikov I.G., Fomin V.N., Nafikov M.M. Influence of tillage, fertilizers and plant protection means on barley productivity]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2011, no 8, pp. 36–39. (In Russian).
9. Vlasenko N.G., Sadokhina T.P. Agrotechnical devices favouring the optimization of phytosanitary condition of barley crops. *Zemledelie*, 2010, no. 6, pp. 30–31. (In Russian).
10. Vorontsov V.A., Skorochkin Yu.P., Aliev T.G., Erofeev S.A., Makarov M.R. Dependence of weed infestation in grain crops–fallow rotation on the primary tillage systems, mineral status and herbicides. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, 2019, no. 1, pp. 6–11. (In Russian).

REFERENCES

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ Тимофеев В.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 625501, Тюменская область, пос. Московский, ул. Бурлаки, 2; e-mail: Timofeev_vn2010@mail.ru

Вьюшина О.А., научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ Vyacheslav N. Timofeev, Candidate of Science in Agriculture, Researcher; **address:** 2, Burlaki St, Moskovsky vil., Tyumen district, Tyumen region, 625501; e-mail: Timofeev_vn2010@mail.ru

Olga A. Vyushina, Researcher

Дата поступления статьи 05.08.2020
Received by the editors 05.08.2020

ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВЫХ СЕВОБОРОТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО

Галеев Р.Ф., Шашкова О.Н.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Представлены результаты исследований влияния приемов улучшения шестипольного кормового севооборота за две ротации на показатели продуктивности и содержание доступных для растений макроэлементов (азота, фосфора и калия) в слое 0–40 см чернозема выщелоченного. Полевые исследования проведены в 2008–2019 гг. в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Приемы улучшения – внесение минеральных удобрений, подсев бобового компонента и подсев бобового компонента на фоне удобрений. Подсев бобовых культур в поля севооборота не уступал по показателям продуктивности минеральной системе удобрений. Сбор сухой массы в первую и вторую ротацию при внесении удобрений с единицы севооборотной площади увеличился по сравнению с контролем в 1,6–1,7 раза – 4,20 и 6,30 т/га соответственно, при подсеве бобового компонента в каждое поле – в 1,5–1,8 раза (3,97–6,59 т/га). От совместного использования этих приемов урожайность сухой массы по ротациям увеличилась в 1,6–1,8 раза (4,32–6,98 т/га). Чередование культур в севообороте вместе с приемами его улучшения за время прохождения первых двух ротаций способствовали росту в слое 0–20 см нитратного азота на фоне минеральных удобрений в 1,7 раза (3,9 мг/кг почвы), при подсеве бобового компонента в 2,5 раза (5,7 мг/кг). Выявлено положительное влияние чередования культур на запасы подвижных фосфатов почвы в контрольном севообороте. Общее количество подвижных фосфатов при закладке опыта в слое 0–20 см было 68 мг/кг, 20–40 см – 21 мг/кг. К концу первой ротации отмечено их возрастание до 108 и 99 мг/кг, к концу второй – 239 и 214 мг/кг соответственно. Внесение минеральных удобрений оказывало более сильное влияние на общее количество подвижных фосфатов по сравнению с подсевом бобового компонента без удобрений. В конце второй ротации севооборот с подсевом на фоне удобрений содержал фосфатов в пахотном слое 249 мг/кг, в слое 20–40 см – 227 мг/кг. В севообороте с минеральной системой удобрения – 255 и 231 мг/кг соответственно, с подсевом бобового компонента – 231 и 214 мг/кг. К концу второй ротации в контрольном севообороте отмечено незначительное возрастание обменного калия в слое 0–40 см, более выраженное в слое 20–40 см – от 97 до 103 мг/кг. В 2018 г. минеральная система удобрений злакового севооборота привела к снижению обменного калия по сравнению с контролем в слое 0–20 см от 116 до 104 мг/кг почвы, 20–40 см – от 103 до 91 мг/кг. Вынос обменного калия с урожаем возделываемых культур под действием приемов улучшения севооборота превышал возврат растительными остатками.

Ключевые слова: кормовой севооборот, бобовый компонент, минеральные удобрения, продуктивность, плодородие, подвижные элементы питания

PRODUCTIVITY OF FODDER CROP ROTATIONS AND THEIR IMPACT ON THE FERTILITY OF LEACHED CHERNOZEM

Galeev R.F., Shashkova O.N.

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia

The paper presents the results of the study on the effect of methods for improving a six-field fodder crop rotation on productivity indicators and the content of macroelements available for plants (nitrogen, phosphorus and potassium) in a layer of 0–40 cm of leached chernozem in two rotations. Field studies were carried out in 2008–2019 in the conditions of the forest-steppe zone of Western Siberia. Improvement techniques included introduction of mineral fertilizers, oversowing legumes and oversowing legumes alongside the use of fertilizers. Oversowing legumes in crop rotation fields

resulted in the productivity which was not lower than with the application of mineral fertilizer system. When fertilizers were applied, collection of dry matter in the first and second rotation from a unit of crop rotation area increased by 1.6–1.7 times compared to the control, namely 4.20 and 6.30 t/ha, respectively, whereas when legumes were sown in each field, the increase was 1.5–1.8 times (3.97–6.59 t/ha). When both these methods were combined, the yield of dry matter in rotations increased by 1.6–1.8 times (4.32–6.98 t/ha). The alternation of crops in the crop rotation alongside improvement methods during the first two rotations contributed to the 1.7 times increase of nitrate nitrogen in the 0–20 cm layer with the use of mineral fertilizers (3.9 mg/kg of soil), and with legume oversowing – 2.5 times (5.7 mg/kg). The positive effect of crop alternation on the reserves of mobile phosphates in the soil in the control crop rotation was identified. The total amount of mobile phosphates in the experiment was 68 mg/kg in the 0–20 cm layer, and 21 mg/kg in the 20–40 cm layer. By the end of the first rotation, their increase reached 108 and 99 mg/kg, by the end of the second – 239 and 214 mg/kg, respectively. By the end of the second rotation, there was a slight increase in exchangeable potassium in the 0–40 cm layer in the control crop rotation, which was more significant in the 20–40 cm layer – from 97 to 103 mg/kg. In 2018, the mineral fertilization system of cereal crop rotation led to a decrease in exchangeable potassium compared to the control from 116 to 104 mg/kg of soil in the 0–20 cm layer, and from 103 to 91 mg/kg in the 20–40 cm layer. The removal of exchangeable potassium with the yield of cultivated crops due to crop rotation improvement methods exceeded its return with plant residues.

Keywords: fodder crop rotation, legumes, mineral fertilizers, productivity, fertility, mobile nutrients

Для цитирования: Галеев Р.Ф., Шашкова О.Н. Продуктивность кормовых севооборотов и их влияние на плодородие чернозема выщелоченного // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 5. С. 28–37. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-3>

For citation: Galeev R.F., Shashkova O.N. Productivity of fodder crop rotations and their impact on the fertility of leached chernozem. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 5, pp. 28–37. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-3>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Усовершенствование севооборотов направлено на получение максимальной продуктивности сельскохозяйственных культур при сохранении почвенного плодородия. С чередованием культур, продуктивностью и почвенным плодородием связаны вопросы внесения видов и форм удобрений, а также доз, сроков и способов внесения. Многолетние травы накапливают в условиях Сибири в первые 3 года пользования 80–100 ц сухой массы корней/га и обеспечивают бездефицитный баланс гумуса для трех-пяти последующих культур севооборота [1]. Возделывание сельскохозяйственных культур в зернопаротравяном севообороте без удобрений в течение 60 лет обеспечивало сохранение почвенного плодородия, содержание органического вещества в пахотном

слое почвы увеличивалось на 0,2% [2]. Для дерново-подзолистых почв установлено, что оптимальный прием удобрения культур – совместное применение навоза и минеральных туков в умеренных дозах [2, 3]. В адаптивно-ландшафтном земледелии обосновывается роль минеральных удобрений как системообразующего фактора и важнейшего условия экологической оптимизации природопользования [4]. Однако из-за высоких цен на минеральные удобрения и резкого снижения инвестиций, направленных на повышение плодородия почвы, первостепенное значение приобретает использование биологических факторов [5–7]. В сложившихся условиях севооборот – самое доступное и эффективное средство в использовании питательных веществ почвы, которое способствует улучшению и поддержанию ее благоприятных физических и био-

логических свойств. Изучение различных видов полевых и кормовых севооборотов позволило сделать вывод о возможности стабилизации плодородия почвы и повышения продуктивности севооборотов путем посева промежуточных культур, замены чистых паров занятыми и сидеральными, многолетними травами, подсева бобового компонента и др. [6–9]. Расширение посевов одно- и многолетних трав, бобовых культур, сидератов, применение растительных остатков зерновых и зернобобовых культур как удобрений выделяют в качестве элементов биологизированной системы удобрения. Данная система не уступает традиционной органоминеральной по влиянию на плодородие почвы и продуктивность севооборота, но экономически более выгодна [10]. Для достижения положительного баланса по подвижным элементам питания в севооборотах с многолетними травами целесообразно вносить небольшие дозы минеральных удобрений [11]. Изучение влияния приемов улучшения кормовых севооборотов на основе биологизации и минеральной системы удобрений на их продуктивность и подвижные элементы питания в корнеобитаемом слое почвы актуально как в научном, так и в прикладном аспекте.

Цель исследования – оценить продуктивность кормовых севооборотов и их влияние на агрохимические показатели плодородия чернозема выщелоченного лесостепной зоны Западной Сибири.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые исследования проведены в 2008–2019 гг. на опытном поле Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН, расположенном в центрально-лесостепном Приобском агроландшафтном районе Северопредалтайской лесостепной провинции [12]. Почва опытного участка – слабовыщелоченный среднесуглинистый чернозем.

Климат Приобской лесостепи резко континентальный. Для него характерна суровая и продолжительная зима, сравнительно жаркое сухое короткое лето. Среднегодовое

количество осадков составляет 350–450 мм, из них за вегетационный период выпадает 200–250 мм. Сумма активных температур выше 10 °С – 1800°, продолжительность безморозного периода 120–130 дней. Гидротермический коэффициент находится в пределах 1,0–1,2.

Агрометеорологические условия вегетационных периодов складывались по-разному. Благоприятными для роста и развития растений по влагообеспеченности и тепловому режиму были 2015 и 2017 гг. Сумма осадков за вегетационный период (май – август) составила 270 мм при среднемноголетнем количестве 220 мм. Сумма активных температур выше 10 °С – 2091–2025°.

Крайне неблагоприятным по количеству выпавших осадков был 2012 г. (110 мм), а также 2010 и 2011 гг. (120–146 мм) с суммой активных температур 2112° и 1781–1881° соответственно. Сочетание острого дефицита влаги в почве в 2012 г. на фоне предыдущих периодов с воздушной засухой оказало отрицательное влияние на рост и развитие всех культур севооборота. Вегетационный период 2013 г. отличался недостаточным количеством тепла (1681°) и обильными осадками (365 мм). В период вегетации растений в 2008, 2014, 2016, 2019 гг. осадков было на 12–30% меньше среднемноголетних значений (155–194 мм), однако они выпали в критические фазы роста и развития, поэтому их недостаток не оказал отрицательного влияния на урожайность культур.

Наблюдения проведены в двухфакторном полевом опыте. В контрольном (злаковом) севообороте все поля были засеяны злаковыми культурами. Схема севооборота: 1 – однолетние травы (овес) с подсевом коостреца безостого; 2–4 – коострец безостый; 5 – зернофуражные (ячмень); 6 – силосные культуры (кукуруза). Приемы улучшения злакового севооборота: минеральная система удобрений (удобренный севооборот), подсев бобового компонента в каждое поле севооборота (биологизированный) и подсев бобового компонента на фоне удобрений (биологизированный удобренный). При подсеве в каждое поле бобового компонен-

та получен биологизированный севооборот: однолетние травы (овес + вика) с подсевом костреца безостого и люцерны, три поля костреца безостого с люцерной, зернофуражные (ячмень + горох) и силосные культуры (кукуруза + бобы кормовые).

Дозы минеральных удобрений установлены в ранее проведенных исследованиях Сибирского научно-исследовательского института кормов [13]. В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру, фосфорного – простой суперфосфат. Под однолетние травы, зернофуражные и силосные культуры удобрения вносили весной под предпосевную культивацию ($N_{60}P_{20}$), при подсеве бобового компонента доза азота уменьшена ($N_{30}P_{20}$). В посевах костреца безостого вносили азотные удобрения (N_{60}), костреца безостого с люцерной (N_{30}) – весной через 10–15 дней после начала отрастания. Фосфорные удобрения (P_{80}) на 4 года жизни многолетних трав вносили осенью после уборки силосных культур под основную обработку почвы.

Нормы высева зерновых культур в двухкомпонентных смесях установлены по результатам ранее проведенных исследований. Они составили 70% от полной нормы злаковых в чистом виде, зернобобовых – 40, покровных культур (овес + вика) – 50% от полной нормы, люцерны – 8 кг/га, костреца безостого – 15 кг/га. Совместные посева кукурузы с бобами кормовыми высевали через рядок (один ряд кукурузы чередовался с одним рядом бобов) с размещением на 1 пог. м рядка 10 всхожих семян кукурузы и 20 семян бобов кормовых.

В опыте возделывали районированные сорта сельскохозяйственных культур: овес Краснообский, ячмень Ача, горох Новосибирец, вику Приобская 25, люцерну Флора, кострец безостый Рассвет, кукурузу гибрид Обский 140 СВ, бобы кормовые Сибирские.

Агротехника в опыте общепринятая для зоны. Общая площадь делянки 252 м², учетная – 126 м², повторность вариантов трехкратная. Наблюдения и учеты проводили по общепринятым методикам^{1,2}. Определение содержания подвижных элементов питания – по ГОСТ 26204–91, ГОСТ 26951–86. Статистическая обработка результатов исследований проведена по Б.А. Доспехову³ с использованием пакета программ Snedecor⁴.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Приемы улучшения кормового севооборота оказали достоверное влияние на сбор сухой массы в сравнении с контрольным вариантом. На рисунке показано, что в первую ротацию сбор сухой массы увеличился более чем в 1,5 раза: от 2,63 до 3,97–4,32 т/га, во вторую – в 1,7–1,8 раза: от 3,63 т/га в контроле до 6,30–6,98 т/га по приемам улучшения. Прибавка во вторую ротацию от внесения удобрений составила 2,67 т/га, в севооборотах с бобовым компонентом – 2,96–3,35 т/га.

Во второй ротации сбор сухой массы существенно увеличился от приемов не только относительно контроля (злакового севооборота), но и относительно первой ротации. Это прежде всего связано с более благоприятными погодными условиями. В первую ротацию из шести лет два года (2011, 2012) были крайне неблагоприятными для роста и развития кормовых культур – жаркими и сухими. Во вторую ротацию прошло полное вхождение полей многолетних трав в севооборот, в результате под следующие за ними культуры перепахивали дернину трав четвертого года жизни.

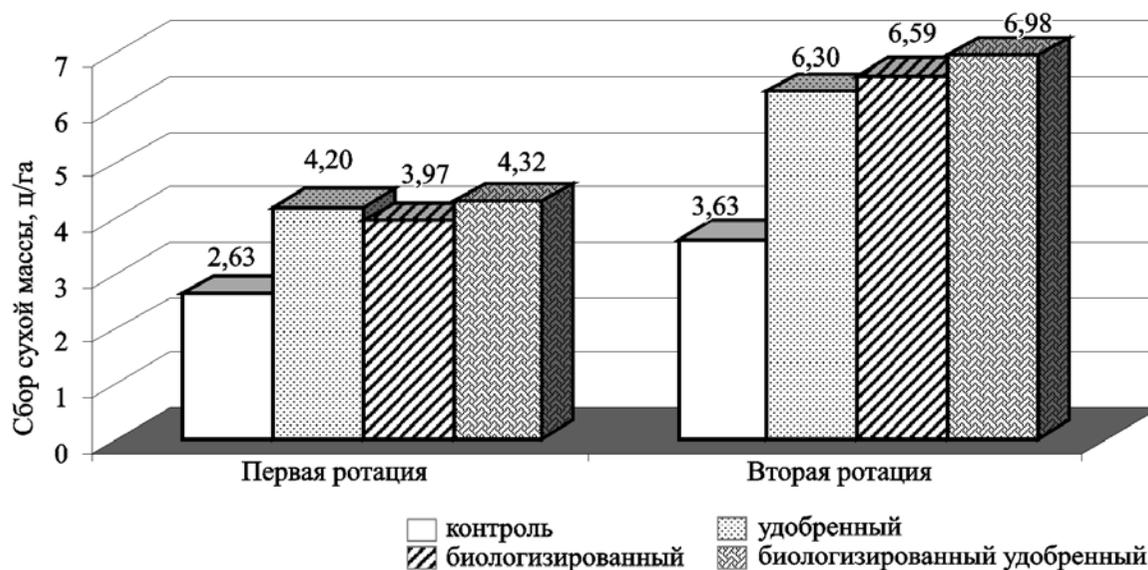
Коэффициенты корреляций рассчитаны по программам О.Д. Сорокина (достоверность коэффициента на 5%-м уровне). Корреляционный анализ многолетних данных

¹Методика полевых опытов с кормовыми культурами / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. М.: Печатно-множительная группа ВИК, 1971. 157 с.

²Рекомендации по проведению опытов с кормовыми севооборотами / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. М., 1974. 81 с.

³Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.

⁴Сорокин О.Д. Пакет прикладных программ Snedecor: Применение математических методов и ЭВМ в почвоведении, агрохимии и земледелии: тез. докл. 3-й науч. конф. Российского общества почвоведов. Барнаул, 1992. С. 97.



Сбор сухой массы в зависимости от внесения минеральных удобрений и подсева бобового компонента, т/га

Collecting dry matter depending on the application of mineral fertilizers and oversowing legumes, t/ha

между сбором сухой массы изучаемых севооборотов и агрометеорологическими условиями (ГТК и сумма осадков) вегетационных периодов культур показал тесную связь данных показателей удобренного севооборота ($r = 0,86; 0,87$) и контрольного севооборота ($r = 0,83; 0,80$). Коэффициенты парных корреляций между ГТК, осадками и сбором сухой массы биологизированных севооборотов достоверны и значительны, но менее выражены (r от 0,61 до 0,67). Эти данные свидетельствуют о том, что в злаково-бобовых агроценозах складываются более благоприятные условия для роста и развития растений (почва сильнее затеняется, снижается испарение с поверхности, лучше сохраняется продуктивная влага) и они менее зависимы от погодных условий. Сравнение приемов химизации (внесение минеральных удобрений) и биологизации (подсев бобового компонента без внесения удобрений) за первую и вторую ротації дано нами ранее [9, 14].

Под влиянием приемов улучшения значительно увеличилась продуктивность кормовых севооборотов и вынос элементов питания из слоя 0–40 см чернозема выщелоченного. Представляет научный и практический интерес вопрос о сохранении почвен-

ного плодородия. Влияние кормовых севооборотов на содержание в почве доступных для растений форм азота, фосфора и калия представлены в таблице.

Чередование культур и изучаемые приемы повышали содержание нитратов в слое 0–40 см чернозема выщелоченного. К концу первой ротації содержание нитратного азота возросло до 4,0 мг/кг в слое 0–20 см. Положительное влияние севооборота наблюдали в сравнении с контрольным вариантом опыта. Отмечено некоторое снижение нитратного азота к концу второй ротації. Известно, что он не образует малорастворимых соединений и не поглощается почвенными коллоидами. Он находится в почвенном растворе и служит основным источником азотного питания растений. Его содержание зависит от обеспеченности почвы органическим веществом, ее влажности, температуры и реакции почвенного раствора. Передвижение нитратного азота в почве определяется количеством осадков, накопленных за осенне-зимний период и выпавших в виде дождей за вегетационный период [15, 16]. Из-за сильного пересыхания пахотного слоя нитраты не передвинулись в нижележащий слой и не усвоились корнями растений.

Влияние кормовых севооборотов на содержание доступных макроэлементов в черноземе выщелоченном, мг/кг
Influence of fodder crop rotations on the content of available macronutrients in leached chernozem, mg/kg

Севооборот	Азот			Фосфор			Калий		
	2009 г.	2012 г.	2018 г.	2009 г.	2012 г.	2018 г.	2009 г.	2012 г.	2018 г.
<i>Слой 0–20 см</i>									
Контрольный	1,8	4,0	2,3	68	108	239	114	123	116
Удобрённый	2,3	6,1	3,9	72	121	255	108	108	104
Биологизированный	2,1	3,9	5,7*	68	111	231	120	109	100
Биологизированный удобрённый	2,4	5,1	6,8*	79	126	249	120	101	111
НСР ₀₅	1,7	3,3	2,7	57,0	22,1	15,9	18,1	18,4	22,2
<i>Слой 20–40 см</i>									
Контрольный	1,95	2,1	2,2	21	99	214	97	102	103
Удобрённый	2,2	2,9	3,1	38	112	231	94	116	92
Биологизированный	1,95	2,4	3,5*	20	96	214	102	102	87
Биологизированный удобрённый	2,3	3,2	3,8	33*	110	227	102	98	91
НСР ₀₅	1,5	1,8	0,9	7,2	26,9	33,7	9,7	48,3	22,1

*Достоверно на 5%-м уровне.

Минеральная система удобрений кормового севооборота повышает содержание нитратного азота в слое 0–20 см чернозема выщелоченного вместе с действием и самого севооборота. Возрастание (от 1,8 до 2,4 мг/кг) отмечено как по сравнению с контрольным севооборотом, так и по ротациям севооборотов. К концу второй ротации в слое 0–20 см в 1 кг почвы содержалось 3,9 мг нитратного азота. При внесении удобрений в злаковый севооборот в условиях засухи отмечено большее содержание нитратного азота в слое 0–20 см чернозема выщелоченного.

Подсев бобового компонента в каждое поле кормового севооборота изменял режим увлажнения чернозема выщелоченного. Затенение почвы приводило к меньшему иссушению пахотного и подпахотного слоев, что оказывало непосредственное влияние на содержание и перемещение нитратов.

В севооборотах с подсевом бобового компонента в экстремально засушливый 2012 г. повышения содержания нитратного азота не наблюдали. Отмечено возрастание нитратов по годам исследований от ротации к ротации в слое почвы 0–40 см. При подсеве компонента без удобрений в слое 0–20 см в 2009 г. нитратов содержалось 2,1 мг/кг, в 2012 г. – 3,9, в 2018 г. – 5,7 мг/кг. Прием подсева на

фоне удобрений в слое 0–20 см чернозема выщелоченного по годам наблюдений влиял на содержание нитратного азота следующим образом: 2,4 – 5,1 – 6,8 мг/кг.

В 2018 г. в слоях почвы 0–20 и 20–40 см по содержанию нитратного азота отмечены достоверные различия в биологизированных севооборотах по сравнению с контрольным. В удобрённом севообороте превышения статистически не доказаны. В наблюдаемом слое почвы нитратов содержалось больше в злаково-бобовом удобрённом севообороте по сравнению с подсевом бобового компонента без внесения удобрений. Среди культур кормовых севооборотов максимальное количество нитратного азота было в корнеобитаемом слое почвы под силосными культурами, так как междурядные обработки усиливают аэрацию почвы и переход аммонийных форм азота в нитратные.

Чередование культур севооборота и приемы его улучшения на основе биологизации и минеральной системы удобрений способствуют увеличению нитратного азота в слое 0–40 см.

Фосфор почвы, определяемый методом Чирикова, характеризует общее количество или запас подвижных фосфатов почвы. Это фосфаты, осажденные или адсорбированные на поверхности твердой фазы почвы.

Они способны при нарушении фосфатного равновесия между твердой и жидкой фазами почвы, выносе фосфора растениями, внесении фосфорных удобрений переходить путем самодиффузии в почвенный раствор. Этот резерв почвенных фосфатов длительное время снабжает растения фосфором.

Для сохранения эффективного и потенциального плодородия почв, получения полноценных урожаев в полевых, зернопаровых и зернопропашных севооборотах в них должно содержаться не менее 150–200 мг подвижного фосфора/кг почвы, в кормовых и овощных – до 200–300 мг/кг. В почвах фосфора для питания растений обычно недостаточно, поэтому внесение фосфорных удобрений резко увеличивает биологическую продуктивность агроценозов [17, 18].

При использовании приемов интенсификации возрастает отчуждение сельскохозяйственными культурами большого количества фосфора почвы. Для предотвращения снижения урожайности, возмещения выноса и создания запасов подвижных фосфатов в почве необходима система возврата фосфора удобрениями или растительными остатками.

Прослеживается положительное влияние чередования культур на запас подвижных фосфатов почвы в контрольном севообороте. От закладки опыта в слоях 0–20 и 20–40 см исследуемой почвы общее количество подвижных фосфатов составляло 68 и 21 мг/кг соответственно, к концу первой ротации возросло до 108 и 99 мг/кг, к концу второй – 239 и 214 мг/кг.

Биологизированный севооборот оказывал практически такое же влияние на содержание в слое 0–40 см фосфатов, как и контрольный злаковый. При закладке опыта в слое 0–20 см фосфатов содержалось 68 мг/кг, 20–40 см – 20,0 мг/кг, к концу первой ротации севооборотов – 111 и 96 мг/кг соответственно, к концу второй – 231 и 214 мг/кг.

Внесенные удобрения существенно увеличивали содержание подвижных фосфатов по сравнению с контрольным севооборотом, вместе с этим прослеживалось и влияние че-

редования культур. В 2009 г. в среднем под культурами удобренного злакового севооборота в пахотном слое фосфатов содержалось 72 мг/кг почвы. К концу первой ротации в этих горизонтах почвы фосфатов содержалось 121 мг/кг, через 6 лет – 255 мг/кг. Биологизированный удобренный севооборот оказывал самое сильное влияние на общее количество подвижных фосфатов. К концу второй ротации фосфатов в пахотном слое чернозема выщелоченного содержалось 249 мг/кг.

Достоверных различий общего количества фосфатов улучшенных севооборотов по сравнению с контрольным к концу второй ротации не получено.

Чередование культур севооборота и приемы его улучшения за время прохождения первых двух ротаций способствовали накоплению общих запасов фосфора.

При достаточном калийном питании растения меньше поражаются болезнями и повреждаются вредителями, повышается их устойчивость к полеганию, заморозкам и повышенным температурам, неблагоприятным условиям водного режима. Сбалансированное калийное питание растений обуславливает получение продукции высокого качества, снижает его потери при хранении, способствует более экономному расходованию влаги, азота и фосфора растениями при формировании единицы товарной урожайности [19, 20].

В среднем под культурами контрольного севооборота содержание обменного калия в корнеобитаемом слое чернозема выщелоченного практически не изменялось. Отмечено незначительное возрастание, которое более выражено в слое 20–40 см – от 97 до 103 мг/кг.

К концу второй ротации минеральная система удобрений злакового севооборота привела к снижению содержания обменного калия в слое 0–20 см от 116 до 104 мг/кг почвы. В слое 20–40 см уменьшение составило от 103 до 92 мг/кг. Обменный калий выносился с урожаем возделываемых культур. Самое выраженное уменьшение обменного калия наблюдали в 2018 г. в био-

логизированном севообороте без внесения удобрений. В слое 0–20 см оно составило до 100 мг/кг, 20–40 см – до 87 мг/кг (различия недостоверны).

Таким образом, приемы улучшения кормового севооборота вместе с увеличением урожайности привели к уменьшению обменного калия в слое 0–40 см. Содержание этого показателя в черноземе выщелоченном остается высоким, но целесообразно продумать внесение под культуры севооборотов калийных удобрений.

ВЫВОДЫ

1. Применение минеральной системы удобрений кормового севооборота привело к увеличению сбора сухой массы в первую и вторую ротацию по сравнению с контролем в 1,6–1,7 раза (4,20–6,30 т/га по ротациям), при подсеве бобового компонента в каждое поле севооборота – в 1,5–1,8 раза (3,97–6,59 т/га), от совместного использования этих приемов – в 1,6–1,8 раза (4,32–6,98 т/га).

2. В условиях лесостепной зоны Западной Сибири чередование культур в кормовом севообороте вместе с приемами его улучшения за время прохождения первых двух ротаций способствовали увеличению в слое 0–20 см чернозема выщелоченного нитратного азота: на фоне минеральных удобрений – в 1,7 раза (3,9 мг/кг почвы), при подсеве бобового компонента – в 2,5 раза (5,7 мг/кг).

3. Чередование культур севооборотов за время прохождения первых двух ротаций оказало значительное влияние на накопление общих запасов фосфора: в 3,5 раза (от 68 до 239 мг/кг) в слое 0–20 см, в 10,2 раза (от 21 до 214 мг/кг) в слое 20–40 см в полях контрольного севооборота. Приемы улучшения с использованием минеральных удобрений увеличили по сравнению со злаковым севооборотом в 2018 г. содержание фосфатов в слое 0–20 см на 10–16 мг/кг, 20–40 см на 13–17 мг/кг. В биологизированном севообороте без удобрений запасы фосфатов были на уровне контрольного варианта.

4. Минеральная система удобрений, подсев бобового компонента и подсев бобо-

вого компонента на фоне удобрений способствовали уменьшению в слое 0–40 см чернозема выщелоченного обменного калия. Вынос обменного калия с урожаем возделываемых культур превышает возврат с растительными остатками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бенц В.А., Кашеваров Н.И., Демарчук Г.А. Полевое кормопроизводство в Сибири: монография. Новосибирск: Издательство СО РАСХН, 2001. 240 с.
2. Анкудович Ю.Н. Эффективность длительного систематического внесения удобрений в зернопаротравяном севообороте на дерново-подзолистых почвах севера Томской области // Земледелие. 2018. № 2. С. 37–40. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10209.
3. Чеботарёв Н.Т., Юдин А.А., Конкин П.И., Булатова Н.В. Эффективность длительного применения удобрений в кормовом севообороте на дерново-подзолистой почве // Кормопроизводство. 2018. № 11. С. 19–22.
4. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // Почвоведение. 2019. № 9. С. 1130–1139. DOI: 10.1134/S0032180X19070062.
5. Данилова А.А. Оптимальные дозы фосфорных удобрений (к почвенно-биохимическим аспектам проблемы) // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. № 3. С. 5–15. DOI: 26898/0370-8799-2019-3-1.
6. Павликова Е.В., Ткачук О.А. Оценка влияния полевых севооборотов на плодородие почвы и их продуктивность в лесостепной зоне Среднего Поволжья // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. С. 7–10.
7. Лошаков В.Г. Эффективность раздельного и совместного использования севооборота и удобрений // Достижение науки и техники АПК. 2016. № 1. С. 9–13.
8. Мерзлая Г.Е. Эффективность длительного применения биологизированных систем // Агрехимия. 2018. № 10. С. 27–33. DOI: 10.1134/S0002188118100113.
9. Галеев Р.Ф., Шашкова О.Н. Влияние удобрений и факторов биологизации на продуктивность кормового севооборота в лесостепи Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 2 (249). С. 12–19.

10. Ермакова Л.И., Новиков М.Н. Оценка эффективности различных систем удобрения в полевом севообороте в Нечерноземной зоне // *Агрохимия*. 2019. № 10. С. 39–45. DOI: 10.1134/S0002188119100053.
11. Козлова Л.М. Продуктивность и баланс основных питательных элементов в севооборотах при различных уровнях интенсификации // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. № 1. С. 6–9. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10102.
12. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области: монография / В.И. Кирюшин и др. Новосибирск: Издательство СО РАСХН, 2002. 388 с.
13. Демарчук Г.А., Данилов В.П. Использование азотных, бактериальных и биологических удобрений на многолетних травах в лесостепной зоне Западной Сибири // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 1998. № 1-2. С. 49–55.
14. Галеев Р.Ф., Шашкова О.Н. Оценка действия приемов биологизации и химизации на продуктивность кормовых севооборотов в лесостепи Западной Сибири // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. № 10. С. 22–25. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11005.
15. Кочергин А.Е. Условия азотного питания зерновых культур на черноземах Сибири // *Агробиология*. 1956. № 2. С. 76–88.
16. Гамзиков Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири: монография. М.: Наука, 1981. 268 с.
17. Гамзиков Г.П., Лапухин А.К., Уланов Т.П. Эффективность систем удобрения в полевых севооборотах на каштановых почвах Забайкалья // *Агрохимия*. 2005. № 9. С. 24–30.
18. Чумаченко И.Н., Сушеница Б.А. Фосфор и воспроизводство плодородия почв // *Агрохимический вестник*. 2001. № 1. С. 28–31.
19. Чириков Ф.В. Агрохимия калия и фосфора: монография. М.: Сельхозгиз, 1956. 464 с.
20. Авдонин Н.С. Почвы, удобрения и качество растениеводческой продукции: монография. М.: Колос, 1979. 302 с.
1. Bents V.A., Kashevarov N.I., Demarchuk G.A. *Field fodder production in Siberia*. Novosibirsk: SO RASKhN Publ., 2001, 240 p. (In Russian).
2. Ankudovich Yu.N. The effectiveness of long-term systematic fertilization for grain-fallow-grass crop rotation in sod-podzolic soils in the north of Tomsk region. *Zemledelie*, 2018, no. 2, pp. 37–40. (In Russian). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10209.
3. Chebotarev N.T., Yudin A.A., Konkin P.I., Bulatova N.V. Rotation of forage crop on sod-podzolic soil as affected by long-term fertilization. *Kormoproizvodstvo = Fodder Production*, 2018, no. 11, pp. 19–22. (In Russian).
4. Kiryushin V.I. The management of soil fertility and agrocenoses productivity in landscape adaptive agricultural systems. *Pochvovedenie = Eurasian Soil Science*, 2019, no. 9, pp. 1130–1139. (In Russian). DOI: 10.1134/S0032180X19070062.
5. Danilova A.A. Optimal doses of phosphorus fertilizers (soil biochemical aspects of the problem). *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2019, no. 3, pp. 5–15. (In Russian). DOI: 26898/0370-8799-2019-3-1.
6. Pavlikova E.V., Tkachuk O.A. Assessment of influence of field crop rotations on fertility of the soil and their efficiency in the forest-steppe zone of Central Volga area. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education*, 2014, no. 3, pp. 7–10.
7. Loshakov V.G. Effectiveness of separate and combined use of crop rotation and fertilizers. *Dostizhenie nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2016, no. 1, pp. 9–13. (In Russian).
8. Merzlaya G.E. The effectiveness of prolonged use of biological fertilization systems. *Agrokimiya = Agricultural Chemistry*, 2018, no. 10, pp. 27–33. (In Russian). DOI: 10.1134/S0002188118100113.
9. Galeev R.F., Shashkova O.N. Effect of fertilizers and biologization factors on productivity of fodder crop rotation in the forest-steppe of Western Siberia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2016, no. 2 (249), pp. 12–19. (In Russian).
10. Ermakova L.I., Novikov M.N. Comparative Efficiency of different fertilizer systems in field pumps in non-chernozem zone. *Agrokimiya = Agricultural Chemistry*, 2019, no. 10, pp. 39–45. (In Russian). DOI: 10.1134/S0002188119100053.
11. Kozlova L.M. Productivity and balance of main nutrients in crop rotations at different levels of

- intensification. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2019, no. 1, pp. 6–9. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10102.
12. *Adaptive landscape farming systems in the Novosibirsk region*. V.I. Kiryushin i dr. Novosibirsk: SO RASKhN Publ., 2002, 388 p. (In Russian).
 13. Demarchuk G.A., Danilov V.P. The use of nitrogen, bacterial and biological fertilizers on perennial grasses in the forest-steppe zone of Western Siberia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 1998, no. 1-2, pp. 49–55. (In Russian).
 14. Galeev R.F., Shashkova O.N. Effect of biologization and chemicalization techniques on the productivity of forage crop rotations the forest-steppe of Western Siberia. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2019, no. 10, pp. 22–25. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11005.
 15. Kochergin A.E. Conditions for nitrogen nutrition of grain crops in chernozems of Siberia. *Agrobiologiya = Agricultural Biology*, 1956, no. 2, pp. 76–88. (In Russian).
 16. Gamzikov G.P. *Nitrogen in Western Siberia farming*. M.: Nauka Publ., 1981, 268 p. (In Russian).
 17. Gamzikov G.P., Lapukhin A.K., Ulanov T.P. The efficiency of fertilizing systems in field crop rotations on chestnut soils of the Transbaikali. *Agrobiologiya = Agricultural Biology*, 2005, no. 9, pp. 24–30. (In Russian).
 18. Chumachenko I.N., Sushenitsa B.A. Phosphorus and soil fertility reproduction. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*, 2001, no. 1, pp. 28–31. (In Russian).
 19. Chirikov F.V. *Agrochemistry of potassium and phosphorus*. M.: Sel'khozgiz Publ., 1956, 464 p. (In Russian).
 20. Avdonin N.S. *Soils, fertilizers and quality of crop products*. M.: Kolos Publ., 1979, 302 p. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Галеев Р.Ф., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий сектором

✉ **Шашкова О.Н.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск; e-mail: onklin@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Ramil F. Galeev, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher, Head of Division

✉ **Olga N. Shashkova**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher, **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: onklin@mail.ru

*Дата поступления статьи 10.06.2020
Received by the editors 10.06.2020*



ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ ПЕРЕРАБОТАННЫХ ОТХОДОВ БИОМАССЫ ЛЕСА НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ КОРОВ

¹Терещенко В.А., ¹Иванов Е.А., ^{1,2}Иванова О.В., ¹Любимова Ю.Г.

¹Красноярский научно-исследовательский институт животноводства – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»

Красноярск, Россия

²Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева
Москва, Россия

Изучено влияние скармливания водного настоя сосновой хвои, скорлупы кедрового ореха и арабиногалактана на показатели обмена веществ дойных коров. В задачи исследований входило исследовать элементный состав водного настоя сосновой хвои, скорлупы кедрового ореха и арабиногалактана; изучить влияние скармливания водного настоя изучаемых добавок на биохимические показатели крови, физические и биохимические показатели мочи коров. Эксперимент проведен в Красноярском крае на коровах черно-пестрой породы в возрасте первого отела средней упитанности живой массой 580–600 кг. Сформировали две группы животных по 10 гол. в каждой. Продолжительность опыта составляла 100 дней. Содержание коров было привязным, круглогодично стойловым, доение осуществляли автоматически в молокопровод. Согласно схеме опыта контрольной группе скармливали основной рацион, опытной – дополнительно к основному рациону скармливали водный настой (200 мл/гол. в сутки) сосновой хвои (15 г/л), скорлупы кедрового ореха (25) и арабиногалактана (25 г/л). Испытываемый настой скармливали в смеси с концентрированными кормами. Рацион кормления соответствовал зоотехническим нормам. Установлено, что скармливание водного настоя исследуемых лесных компонентов не оказало отрицательного влияния на обмен веществ в организме коров: биохимические показатели крови и физико-химические показатели мочи коров соответствовали норме здоровых животных. При этом в крови коров опытной группы наиболее интенсивно протекали обменные процессы, улучшился минеральный и углеводный обмен, о чем свидетельствует увеличение содержания глюкозы на 16,6%, железа на 17,8, фосфора на 13,0%.

Ключевые слова: коровы, кормление, сосновая хвоя, скорлупа кедрового ореха, арабиногалактан, показатели крови, показатели мочи

EFFECT OF FEEDING WITH PROCESSED BY-PRODUCTS OF FORESTS BIOMASS ON METABOLISM OF COWS

¹Tereshchenko V.A., ¹Ivanov E.A., ^{1,2}Ivanova O.V., ¹Lyubimova Y.G.

¹Krasnoyarsk Scientific Research Institute of Animal Husbandry – Separate Division of Federal Research Center “Krasnoyarsk Science Center” of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Krasnoyarsk, Russia

²Russian State Agrarian University – Moscow named after K.A. Timiryazev Agricultural Academy
Moscow, Russia

The effect of aqueous extract of pine needles, pine nut shells and arabinogalactan on the metabolism of dairy cows was studied. The objectives of the research were to investigate the elemental composition of aqueous extract of pine needles, pine nut shells and arabinogalactan and to study the effect of cows' feeding on aqueous extract containing these supplements on the biochemical parameters of

blood, physical and biochemical parameters of cows' urine. The experiment was carried out in the Krasnoyarsk Territory on black-and-white cows at the age of first calving with an average body condition and life weight of 580–600 kg. Two groups of cows were formed, 10 animals in each. The duration of the experiment was 100 days. The cows were kept tied, in year-round stalls, milking was carried out automatically into the milk pipe. According to the scheme of the experiment, the control group was fed on the main diet, the experimental group was given aqueous extract (200 ml/head/day) of pine needles (15 g/l), pine nut shells (25 g/l) and arabinogalactan (25 g/l) in addition to the main diet. The test infusion was fed in a mixture with concentrated feed. The feeding ration corresponded to the zootechnical standards. It was found that feeding cows on aqueous extract of the studied forest components did not have a negative effect on the metabolism in the body of the animals: the biochemical parameters of blood and the physicochemical parameters of cows' urine corresponded to the norm of healthy animals. At the same time, metabolic processes in the blood of the cows in the experimental group were very intensive, mineral and carbohydrate metabolism improved, as evidenced by an increase in glucose content by 16.6%, iron – by 17.8, phosphorus – by 13.0%.

Keywords: cows, feeding, pine needles, pine nut shells, arabinogalactan, blood parameters, urine parameters

Для цитирования: Терещенко В.А., Иванов Е.А., Иванова О.В., Любимова Ю.Г. Влияние скармливания переработанных отходов биомассы леса на обмен веществ коров // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 51. № 5. С. 38–46. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-4>

For citation: Tereshchenko V.A., Ivanov E.A., Ivanova O.V., Lyubimova Y.G. Effect of feeding with processed by-products of forests biomass on metabolism of cows. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 5, pp. 38–46. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-4>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Финансовая поддержка

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования России, номер государственного учета НИОКТР: АААА-А19-119012290066.

Financial support

The work was funded by the Ministry of Science and Higher Education of Russia, R&D state registration number: АААА-А19-119012290066.

ВВЕДЕНИЕ

Полное и рациональное использование природных ресурсов – актуальная проблема во всем мире. Ежегодно увеличивается необходимость вовлекать в переработку сырье, которое до последнего времени относилось к отходам, в частности отходы лесной промышленности [1]. Этот резерв в настоящее время явно недооценен, поскольку уровень неиспользуемых отходов, таких как ветки, кора, хвоя, листья в Российской Федерации и особенно на территории Сибири, измеряется миллионами кубометров [2].

В Сибирском федеральном округе сосредоточено 10–12% покрытой лесом площади земного шара и столько же мировых запасов древесины, в том числе около 25% наиболее ценных хвойных пород [3], среди которых

ведущее место по распространенности и хозяйственной ценности занимает сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*)¹.

Сосновая хвоя богата эфирными маслами (терпеновые углеводороды), каротиноидами (каротины и ксантофиллы), зелеными пигментами («а» и «б» хлорофилл), витаминами (провитамин А, витамины С, Е, К, Д, F), фитонцидами, содержит в большом количестве незаменимые аминокислоты (лизин, триптофан, метионин, аргинин) и множество других элементов питания, недостаток которых в кормах часто сказывается на росте, развитии животных и их дальнейшей продуктивности [4–6].

Исследованиями ученых установлено, что добавление сосновой хвои в рационы высокопродуктивных коров способствует

¹Указ Губернатора Красноярского края № 332-уг от 21.12.2018 г. «Об утверждении лесного плана Красноярского края». Введ. 01.01.2019. Красноярск, 2018. 73 с.

нормализации обменных процессов в организме, укреплению иммунитета животных, повышению продуктивности, улучшению качества продукции. При этом хвою после специальной подготовки (экстракция, измельчение) можно скармливать животным в определенных количествах в течение всего года [7–9].

На территории Сибири расположено до 80% мировых запасов сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica*), от которой в среднем получают около 10–12 млн т кедрового ореха ежегодно². В Красноярском крае добывают не менее 250 тыс. т ореха в год.

Остающаяся в количестве 60% от массы исходного сырья скорлупа кедрового ореха считается отходом и не используется, хотя содержит в своем составе необходимый для животного организма углеводно-минеральный комплекс (клетчатка, кальций, калий, магний, фосфор, железо и др.) и различные органические вещества (пентозаны, витамины, танины, протеины, липиды) [10]. Ввиду этого она может быть использована в качестве биологически активной добавки в кормлении животных.

При высокой молочной продуктивности в организме коров усиливается интенсивность межклеточного обмена и энергии. В результате возникает напряженность в физиологии и защитных функциях организма, изменяется уровень неспецифической резистентности. В этот физиологически напряженный период организм животных испытывает дефицит углеводов, высокопродуктивные коровы не могут покрывать расход энергии только за счет энергии кормов [11], что приводит к снижению синтеза глюкозы клетками печени. Для восполнения дефицита энергии в рационах коров можно использовать растительные полисахариды, среди которых арабиногалактан лиственницы занимает видное место [12]. Этот комплексный природный водорастворимый полисахарид, получаемый из древесины, обладает иммунобиологической, гепатопротекторной,

гастропротекторной и мембранотропной активностью, пребиотическими, антиоксидантными свойствами, является источником пищевой клетчатки [13].

Часто возможность усвоения организмом животного компонентов кормовой добавки напрямую зависит от способа подготовки ее к скармливанию [14]. Кормовые добавки из лесных ресурсов (хвои, скорлупы кедрового ореха) требуют специальной подготовки к скармливанию, так как в своем составе они содержат труднопереваримую клетчатку (целлюлозу, лигнин), а также различные эфирные масла и смолы, придающие добавкам горьковатый вкус, из-за чего в обычном виде животные употребляют их мало и неохотно [1].

Самый простой и распространенный способ подготовки растительных компонентов кормовых добавок к скармливанию – обработка горячей водой. При взаимодействии с ней в определенных условиях некоторые компоненты кормовых добавок разлагаются, происходит их гидролиз, что позволяет улучшить их вкусовые качества, повысить доступность питательных веществ для животного организма.

В литературе отсутствуют данные по комплексному использованию в кормлении коров водного настоя сосновой хвои, скорлупы кедрового ореха и арабиногалактана.

Цель исследования – изучить влияние скармливания водного настоя сосновой хвои, скорлупы кедрового ореха и арабиногалактана на показатели обмена веществ дойных коров.

Задачи исследования:

- изучить элементный состав водного настоя сосновой хвои, скорлупы кедрового ореха и арабиногалактана;
- изучить влияние скармливания водного настоя изучаемых добавок на биохимические показатели крови, физические и биохимические показатели мочи коров.

²Sverguzova S., Shaikhiev I., Voronina J., Doroganova O. Alkaline treatment of pine nutshells to improve the treatment of model water from dye methylene blue. E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 126. DOI: 10.1051/e3sconf/201912600075.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в ООО «Племзавод "Таежный"» Сухобузимского района Красноярского края. Для опыта по принципу пар-аналогов сформировали две группы дойных коров (по 10 гол. в группе) чернопестрой породы в возрасте первого отела, средней упитанности (BCS = 3,5) со средней живой массой 580–600 кг. Опыт продолжался 100 дней.

Согласно схеме опыта, контрольная группа получала основной рацион, опытная дополнительно к основному рациону – водный настой (200 мл/гол. в сутки) сосновой хвои (15 г/л), скорлупы кедрового ореха (25), арабиногалактана (25 г/л).

Основной рацион коров в первую фазу лактации состоял из следующих кормов (кг/гол. в сутки): сенажа многолетних трав (25,5), соломы (2,0), ячменя (2,5), пшеницы (2,2), овса (2,2), жмыха подсолнечного (1,0), жмыха рапсового (1,0), патоки из зерна ржи (2,6), мела (0,1), соли (0,08).

В 1 кг сухого вещества рациона содержалось 1,01 ЭКЕ; переваримого протеина на 1 ЭКЕ – 114,12 г; сахаропротеиновое отношение – 0,98 : 1,0; кальциево-фосфорное – 1,6 : 1,0. На каждые 100 кг живой массы коровы потребляли 3,76 ЭКЕ и 3,7 кг сухого вещества.

Хвойные лапки сосны (отходы от лесозаготовки) заготовлены в зимний период в «Емельяновском лесничестве» Емельяновского района Красноярского края. Хвойную зелень отделяли от хвойных лапок механическим методом.

Скорлупу кедрового ореха измельчали на дробилке до размера частиц не более 4 мм. В опыте использовали арабиногалактан производства АО «Аметис» (Россия, Благовещенск), представляющий собой порошок бледно-кремового цвета без вкуса и запаха с низкой вязкостью и высокой клейкостью.

Для приготовления водного настоя хвойную муку и измельченную скорлупу кедрового ореха помещали в запарочную емкость объемом 50 л, заливали кипящей водой (100 °С) до объема 10 л, герметично закрывали крышкой и настаивали в течение 24 ч. Полученный водный настой процеживали

через сито, отжимали остаток хвойной муки и скорлупы кедрового ореха, затем в настое растворяли порошок арабиногалактана, тщательно перемешивая. Готовый настой разливали в пластиковые бутылки и хранили при температуре 8–10 °С. Срок хранения составлял не более 5 дней. Полученный водный настой имел выраженный хвойный запах и темно-коричневый цвет.

Анализ элементного состава водного настоя исследуемых добавок проводили в Красноярском региональном центре коллективного пользования ФИЦ КНЦ СО РАН на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Agilent Technologies 7900 ISP-MS (США) методом масс-спектрометрии.

Подопытных коров содержали в одинаковых условиях в индивидуальных стойлах на привязи. Доеение производилось автоматически в молокопровод с использованием доильной системы DeLaval и доильных аппаратов DUOVAC TU 200 (DeLaval, Швеция) 2 раза в день. Исследуемый настой скармливали в смеси с концентратами 1 раз в день во время утреннего кормления.

Кровь для исследований у всех подопытных коров брали в начале и в конце опыта до утреннего кормления из подхвостовой вены с использованием пластиковых вакуумных пробирок и специальных игл (PUTH, КНР).

Биохимический состав крови определяли в Красноярском научно-исследовательском институте животноводства на автоматическом биохимическом и иммуноферментном анализаторе крови Chem Well 2910 С (Awareness Tehnology, США) фотометрическим методом с использованием реагентов фирмы АО «Вектор-Бест» (Россия). Сыворотку крови для исследований получали центрифугированием на лабораторной центрифуге ULAB (UC-141D) при 2000 об./мин в течение 10–15 мин.

Пробы мочи для исследований брали в конце опыта у 5 гол. из каждой группы перед утренним кормлением при естественном мочеиспускании. Однократную порцию мочи собирали в чистые широкогорлые пластиковые контейнеры объемом 200 мл. Биохимический анализ мочи коров прово-

дили на анализаторе мочи LabUReader Plus 2 (77 Elektronika Kft., Венгрия) с использованием тест-полосок LabStrip U11Plus (77 Elektronika Kft., Венгрия). Физические свойства мочи (цвет и прозрачность) определяли с помощью прозрачного стеклянного цилиндра при дневном освещении на фоне белого листа бумаги путем визуального осмотра, консистенцию – методом медленного переливания мочи из одного сосуда в другой, запах определяли у свежей мочи.

Постановку и проведение эксперимента проводили по методике А.И. Овсянникова (1976 г.), биометрическую обработку опытных данных – по методике Н.А. Плохинского (1969 г.) в компьютерной программе «Пакет анализа для биометрической обработки зоотехнических данных» (2015 г.). Разницу между группами животных считали достоверной при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из макроэлементов больше всего в водном настое испытываемого лесного сырья содержалось калия, хлора, серы, кальция, натрия; из микроэлементов – алюминия, цинка, кобальта, марганца и железа. При этом содержание тяжелых металлов имело минимальные количественные значения (ниже пороговых значений определения прибора) (см. табл. 1).

В целом анализ элементного состава изучаемого водного настоя показал, что в нем содержится широкий спектр макро- и микроэлементов, необходимых для жизнедеятельности животного организма, он не токсичен и может быть использован в кормлении коров.

Контроль кормления сельскохозяйственных животных включает в себя биохимический метод – исследование изменений в обмене веществ животных, в частности биохимических показателей крови и мочи [15]. В табл. 2 представлены результаты биохимических исследований крови коров в начале и в конце опыта.

Табл. 1. Элементный состав водного настоя хвойной муки, скорлупы кедрового ореха и арабиногалактана ($M \pm m, n = 3$)

Table 1. Elemental composition of water extract of coniferous flour, pine nut shells and arabinogalactan ($M \pm m, n = 3$)

Элемент	Количественное содержание
<i>Макроэлементы, мг/л</i>	
Калий	23,28 ± 1,22
Хлор	13,92 ± 3,80
Сера	7,20 ± 0,52
Кальций	5,36 ± 0,66
Натрий	3,70 ± 0,08
Магний	3,30 ± 0,11
Фосфор	1,55 ± 0,25
<i>Микроэлементы</i>	
Алюминий, мг/л	166,60 ± 16,87
Цинк, мг/л	147,98 ± 7,69
Кобальт, мкг/л	516,67 ± 91,82
Марганец, мкг/л	138,87 ± 3,40
Железо, мкг/л	124,43 ± 7,69
Медь, мкг/л	22,54 ± 1,05
Хром, мкг/л	10,80 ± 0,84
Йод, мкг/л	<5,28 ± 0,0
Селен, мкг/л	<81,96 ± 0,0
Литий, мкг/л	<217,17 ± 0,0
Бор, мкг/л	<289,00 ± 0,0
<i>Тяжелые металлы</i>	
Свинец, мкг/л	<1,68 ± 0,54
Ртуть, нг/л	<168,43 ± 0,0
Кадмий, мкг/л	<1,77 ± 0,0

Результаты биохимических исследований крови коров, проведенных в начале опыта, свидетельствуют, что все изучаемые показатели находились в пределах физиологической нормы, за исключением содержания АСТ, уровень которого был выше нормы³ на 3,28–11,9%, креатинина, концентрация которого отмечена ниже на 1,6%, и железа в контрольной группе – ниже нормы на 6,9%.

В конце опыта в крови коров опытной группы по сравнению с контрольной установлено достоверное увеличение концентрации глюкозы на 16,6% ($p < 0,05$), железа на

³Медведева М.А. Клиническая ветеринарная лабораторная диагностика: справочник для ветеринарных врачей. М.: Аквариум Принт, 2013. С. 139–142.

Табл. 2. Биохимические показатели крови коров ($M \pm m, n = 10$)

Table 2. Biochemical parameters of cows' blood ($M \pm m, n = 10$)

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	В начале опыта	В конце опыта	В начале опыта	В конце опыта
Общий белок, г/л	65,07 ± 2,62	60,47 ± 2,71	67,92 ± 4,24	67,92 ± 4,24
Альбумин, ммоль/л	32,24 ± 2,82	35,2 ± 3,45	34,56 ± 5,25	39,43 ± 2,51
АЛТ, ед./мл	12,26 ± 1,88	18,96 ± 1,60	12,20 ± 0,85	19,61 ± 0,93
АСТ, ед./мл	55,95 ± 5,60	40,22 ± 3,50	51,64 ± 4,59	39,64 ± 4,32
Амилаза, ед./мл	10,10 ± 1,43	14,05 ± 0,92	12,31 ± 1,93	14,32 ± 1,27
Гамма-ГТ, ед./мл	15,60 ± 1,32	17,67 ± 4,54	15,30 ± 1,87	17,74 ± 2,50
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	71,08 ± 7,49	38,74 ± 8,46	74,36 ± 5,87	31,25 ± 3,44
Магний, ммоль/л	0,68 ± 0,08	0,80 ± 0,07	0,72 ± 0,13	0,95 ± 0,12
Железо, мкмоль/л	29,16 ± 2,52	26,80 ± 1,73	25,14 ± 1,90	31,58 ± 1,23*
Фосфор, ммоль/л	1,45 ± 0,33	1,63 ± 0,09	1,65 ± 0,16	1,84 ± 0,03*
Кальций, ммоль/л	2,59 ± 0,09	2,69 ± 0,25	2,71 ± 0,17	3,01 ± 0,07
Хлориды, ммоль/л	89,00 ± 5,68	89,30 ± 4,04	90,70 ± 3,82	91,44 ± 4,65
Глюкоза, ммоль/л	2,33 ± 0,20	2,83 ± 0,20	2,63 ± 0,16	3,30 ± 0,06*
Холестерин, ммоль/л	2,56 ± 0,17	3,15 ± 0,20	2,67 ± 0,61	2,86 ± 0,28
Креатинин, мкмоль/л	89,38 ± 7,36	103,49 ± 6,64	86,61 ± 9,48	95,82 ± 3,51
Триглицериды, ммоль/л	0,15 ± 0,02	0,19 ± 0,02	0,19 ± 0,07	0,17 ± 0,01
Мочевина, ммоль/л	3,43 ± 0,51	6,88 ± 0,26	3,34 ± 0,34	6,39 ± 0,65

* $p < 0,05$.

17,8 ($p < 0,05$) и фосфора на 12,9% ($p < 0,05$). В опытной группе также отмечена тенденция увеличения в крови общего белка на 12,3%, магния на 18,8, кальция на 11,9, хлоридов на 2,4%. По таким показателям, как холестерин, АСТ, щелочная фосфатаза, креатинин, мочевина, напротив, наблюдали тенденцию снижения их в крови коров опытной группы соответственно на 9,2; 1,4; 19,3; 7,4; 7,1%.

Все показатели крови коров соответствовали норме здоровых животных (см. сноску 1). Биохимический профиль картины крови подопытных животных показал, что в

организме нормально протекали метаболические процессы и отсутствовали нарушения.

Анализ физико-химических свойств мочи существенных межгрупповых различий не выявил, все показатели соответствовали норме. Моча коров опытной группы была соломенно-желтого цвета и слегка мутной консистенции (см. табл. 3). Возможно, это произошло по причине того, что скорлупа кедрового ореха содержит красящие вещества, часть которых при запаривании ее водой переходит вместе с питательными веществами в полученный настой [16].

Табл. 3. Физико-химические свойства мочи коров

Table 3. Cow urine physicochemical properties

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Цвет	Желтый	Соломенно-желтый
Прозрачность	Прозрачная	Слегка мутная
Запах	Видоспецифический	Видоспецифический
Консистенция	Жидкая водянистая	Жидкая водянистая
Удельная плотность, г/л	1,02	1,02

Табл. 4. Биохимические показатели мочи коров ($M \pm m, n = 5$)**Table 4.** Cow urine biochemical parameters ($M \pm m, n = 5$)

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Активная кислотность (рН)	7,00 ± 0,18	7,50 ± 0,18
Кетоновые тела, ммоль/л	0,30 ± 0,14	0,30 ± 0,11
Билирубин, мкмоль/л	Отрицательно	Отрицательно
Уробилиноген, мкмоль/л	»	»
Белок (альбумин), г/л	0,12 ± 0,06	0,12 ± 0,08
Глюкоза	Нормально	Нормально
Эритроциты	Отрицательно	»
Лейкоциты	»	»
Нитриты	»	»
Аскорбиновая кислота	»	»

В моче подопытных коров не обнаружены билирубин, уробилиноген, эритроциты, лейкоциты, нитриты и аскорбиновая кислота, что соответствует показателям мочи здоровых животных. По содержанию кетоновых тел, глюкозы и показателю рН моча коров обеих групп соответствовала норме. Однако у коров контрольной группы реакция мочи была более кислая (7,0), чем у животных опытной (7,5). Уклонение реакции мочи животных в более кислую сторону может свидетельствовать о недостатке минеральных веществ в организме или нарушении минерального обмена (см. табл. 4) [15].

В моче подопытных коров обеих групп обнаружены следы белка (0,12 г/л) в идентичном количестве. Присутствие белка в моче коров может быть связано с физиологической протеинурией, протекающей на фоне скармливания большого количества кормов, богатых неденатурированными белками, в частности концентратов⁴.

ВЫВОДЫ

1. Скармливание водного настоя сосновой хвои, скорлупы кедрового ореха и арабиногалактана коровам не оказало отрицательного влияния на биохимические показатели крови и физико-химические свойства мочи.

2. Под влиянием испытываемого настоя лесных ресурсов (сосновой хвои, скорлупы кедрового ореха, арабиногалактана) улучшилось состояние обмена веществ, произошло насыщение организма коров биологически активными веществами: концентрация глюкозы в крови увеличилась на 16,6%, железа – на 17,8, фосфора – на 13,0%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев А.Л., Калачев А.А., Залесов С.В. Использование отходов лесозаготовок в качестве сырья для получения кормовых добавок // Леса России и хозяйство в них. 2018. № 3 (66). С. 65–72.
2. Дитрих В.И., Андрияс А.А., Пережилин А.И., Корпачев В.П. Оценка объемов и возможные пути использования отходов лесозаготовок на примере Красноярского края // Хвойные бореальной зоны. 2010. № 3-4. С. 346–351.
3. Безруких В.А., Костренко О.В., Авдеева Е.В. Природные особенности тайги как основного фактора ее хозяйственного освоения // Хвойные бореальной зоны. 2018. № 1. С. 45–51.
4. Боголюбова Н.В., Романов В.Н. Улучшение физиолого-биохимических процессов в организме жвачных с применением добавок на основе переработки биомассы леса // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2018. № 4. С. 79–87.

⁴Кондрахин И.П., Архипов А.В., Левченко В.И., Таланов Г.А., Фролова Л.А., Новиков В.Э. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник. М.: КолосС, 2004. 520 с.

5. Короткий В.П., Боголюбова Н.В., Рыжова Е.С., Рыжов В.А. Хвойная энергетическая добавка – источник энергии и биологически активных веществ в рационах коров // *Farm News*. 2018. № 4. С. 58–59.
6. Семенов М.И., Суховеев М.Е. Возможности использования биомассы заготовленной древесины в лесах Алтайского края // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014. № 12. С. 76–80.
7. Юрина Н.А., Юрин Д.А., Есауленко Н.Н. Оптимальный подход к кормлению новотельных высокопродуктивных коров // *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2017. № 4. С. 38–43.
8. Короткий В.П., Юрина Н.А., Юрин Д.А., Буряков Н.П., Рыжов В.А., Марисов С.С. Опыт применения фитобиотической кормовой добавки в летних условиях юга России // *Эффективное животноводство*. 2020. № 4. С. 121–123.
9. Терещенко В.А., Иванов Е.А., Иванова О.В. Лесные ресурсы Красноярского края в кормлении коров // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2019. № 6. С. 45–49. DOI: 10.31857/S2500-26272019645-49.
10. Балдынова Ф.П. Ферментация скорлупы и подскорлупной оболочки кедровых орехов молочнокислыми бактериями в творожной сыворотке с целью получения косметических средств // *Химия растительного сырья*. 2011. № 4. С. 325–328.
11. Киреева К.В., Пушкарев И.А., Куренинова Т.В., Силивинова Т.Л. Характеристика биохимических показателей крови высокопродуктивных коров в период сухостоя под влиянием скармливания влажного плющеного зерна кукурузы // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2019. № 7 (177). С. 84–89.
12. Ivanov E., Ivanova O., Tereshchenko V., Efimova L. Sustainable increase of cow milk productivity using components of Siberian forest and alpha-amylase enzyme // *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*. 2020. Vol. 26 (5). P. 657–664. DOI: 10.9775/kvfd.2020.24102.
13. Фомичев Ю.П., Никанова Л.А., Лашин С.А. Дигидрокверцетин и арабиногалактан – природные биорегуляторы жизнедеятельности человека и животных, применение в сельском хозяйстве и пищевой промышленности // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2018. № 3. С. 21–32.
14. Богатов А.В., Гантар С.Л., Сороколетов О.Н. Способ кормления сельскохозяйственных животных // *Инновации и продовольственная безопасность*. 2015. № 3. С. 43–46.
15. Романенко Л.В., Волгин В.И., Прохоренко П.Н., Федорова З.Л. Методы контроля кормления коров с высокой продуктивностью адаптивными рационами // *Молочное и мясное скотоводство*. 2017. № 1. С. 23–27.
16. Лопачев Е.А., Ермолаева Г.А., Беляков М.В. Исследование природного лигнина настоев ореха кедрового // *Пиво и напитки*. 2017. № 4. С. 48–51.

REFERENCES

1. Vorob'ev A.L., Kalachev A.A., Zalesov S.V. Waste left after logging utilization as raw material for fodder additives production. *Lesnaya Rossiya i khozyaistvo v nikh = Forests of Russia and their Management*, 2018, no. 3 (66), pp. 65–72. (In Russian).
2. Ditrikh V.I., Andriyas A.A., Perezhilin A.I., Korpachev V.P. Assessment of volumes and possible ways of using logging waste on the example of the Krasnoyarsk Territory. *Khvoynye boreal'noi zony = Conifers of the Boreal Area*, 2010, no. 3-4, pp. 346–351. (In Russian).
3. Bezrukikh V.A., Kostrenko O.V., Avdeeva E.V. Natural features of the taiga as the main factor of its economic development. *Khvoynye boreal'noi zony = Conifers of the Boreal Area*, 2018, no. 1, pp. 45–51. (In Russian).
4. Bogolyubova N.V., Romanov V.N. Improvement of physiological and biochemical processes in ruminants with the use of additives based on the processing of forest biomass. *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya = Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*, 2018, no. 4, pp. 79–87. (In Russian).
5. Korotkii V.P., Bogolyubova N.V., Ryzhova E.S., Ryzhov V.A. Coniferous energy supplement is a source of energy and biologically active substances in the diets of cows. *Farm News*, 2018, no. 4, pp. 58–59. (In Russian).
6. Semenov M.I., Sukhoveev M.E. The potential of using the biomass of timber cut in the forests of the Altai Region. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2014, no. 12, pp. 76–80. (In Russian).
7. Yurina N.A., Yurin D.A., Esaulenko N.N. The optimal approach to feeding of calved

- highly productive cows. *Agrarnyi vestnik Verkhnevolzh'ya = Agrarian Journal of Upper Volga Region*, 2017, no. 4, pp. 38–43. (In Russian).
8. Korotkii V.P., Yurina N.A., Yurin D.A., Buryakov N.P., Ryzhov V.A., Marisov S.S. Experience of using phytobiotic feed additive in summer conditions of the south of Russia. *Effektivnoe zhivotnovodstvo = Efficient Animal Husbandry*, 2020, no. 4, pp. 121–123. (In Russian).
 9. Tereshchenko V.A., Ivanov E.A., Ivanova O.V. Forest resources of the Krasnoyarsk Region in feeding cows. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka = Russian Agricultural Sciences*, 2019, no. 6, pp. 45–49. (In Russian). DOI: 10.31857/S2500-26272019645-49.
 10. Baldynova F.P. Fermentation of the shell and cover of pine nuts with lactic acid bacteria in curd whey in order to obtain cosmetics. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya = Chemistry of Plant Raw Material*, 2011 no. 4, pp. 325–328. (In Russian).
 11. Kireeva K.V., Pushkarev I.A., Kureninova T.V., Silivirova T.L. Characteristics of blood biochemical indices of highly productive cows in dry period under the influence of feeding wet rolled maize grain. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2019, no. 7 (177), pp. 84–89. (In Russian).
 12. Ivanov E., Ivanova O., Tereshchenko V., Efimova L. Sustainable increase of cow milk productivity using components of Siberian forest and alpha-amylase enzyme. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 2020, vol. 26 (5), pp. 657–664. DOI: 10.9775/kvfd.2020.24102.
 13. Fomichev Yu.P., Nikanova L.A., Lashin S.A. Dihydroquercetin and arabinogalactan - natural bioregulators in humans and animals used in agricultural and food industry. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, 2018, no. 3, pp. 21–32. (In Russian).
 14. Bogatov A.V., Gaptar S.L., Sorokoletov O.N. Method of feeding farm animals. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost' = Innovations and Food Safety*, 2015, no. 3, pp. 43–46. (In Russian).
 15. Romanenko L.V., Volgin V.I., Prokhorenko P.N., Fedorova L. Methods of control of high productive cows' feeding by adaptive rations. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2017, no. 1, pp. 23–27. (In Russian).
 16. Lopachev E.A., Ermolaeva G.A., Belyakov M.V. The research of natural lignin of infusions of pines' nuts of liquor production. *Pivo i napitki = Beer and Beverages*, 2017, no. 4, pp. 48–51. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ Терещенко В.А., научный сотрудник;
адрес для переписки: Россия, 660049, Красноярск, пр. Мира, 66; e-mail: v.a.tereshchenko@mail.ru

Иванов Е.А., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Иванова О.В., доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник, заведующая кафедрой

Любимова Ю.Г., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ Vera A. Tereshchenko, Researcher; address: 66, Prospect Mira, Krasnoyarsk, 660049, Russia; e-mail: v.a.tereshchenko@mail.ru

Evgeny A. Ivanov, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Olga V. Ivanova, Doctor of Science in Agriculture, Assistant Professor, Chief Researcher, Head of the Department

Yulia G. Lyubimova, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Дата поступления статьи 10.06.2020
Received by the editors 10.06.2020

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА И МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЛИНЕЙНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Белозерцева С.Л., Петрухина Л.Л.

*Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Иркутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук
Иркутская область, с. Пивовариха, Россия*

Представлены результаты изучения влияния линейной принадлежности коров на их воспроизводительные качества и молочную продуктивность. Исследования проведены в Иркутской области на стаде голштинизированного скота черно-пестрой породы прибайкальского типа. Осуществлен анализ основных показателей, характеризующих воспроизводительную способность коров стада в хозяйстве за 2013–2018 гг. Материалами исследований послужила информационная база данных животных из программы племенного учета «Селэкс». Коров распределили по линейной принадлежности и молочной продуктивности на пять групп по уровню удоя: от 5000 до 6500 кг, 6501–8000, 8001–9500, 9501–11 000 и более 11 001 кг). Плодотворное осеменение телок происходило в возрасте 15,7–16,6 мес с живой массой более 400 кг, что соответствует зоотехническим нормам. Наиболее раннее (15,7 мес) осеменение было у телок линии быка Рефлекшн Соверинг, возраст первого отела составил 753 дня при живой массе 561 кг. Наиболее позднее (498 дней) плодотворное осеменение отмечено у телок линии быка Монтвик Чифтейн при живой массе 498 кг. Наибольшей молочной продуктивностью обладали коровы линии быков Силинг Трайджун Рокит (8766 кг) и Рефлекшн Соверинг (8704 кг) при достоверной разнице ($p \geq 0,90$). У коров этих линий отмечены наибольшая продолжительность сервис-периода (164 и 179 дней), а также продолжительность межотельного периода (445 и 458 дней) соответственно. Коэффициент воспроизводительной способности коров различной линейной принадлежности составил от 0,80 до 0,88, что является низким показателем.

Ключевые слова: линейная принадлежность, межотельный период, возраст плодотворного осеменения, выход телят

REPRODUCTIVE QUALITIES AND MILK PRODUCTIVITY OF BLACK-AND-WHITE COWS DEPENDING ON SIRE LINEAGE

Belozertseva S.L., Petrukhina L.L.

*Irkutsk Research Institute of Agriculture – Branch of Irkutsk Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Pivovarikha, Irkutsk region, Russia*

The paper presents the results of studying the effect of sire lineage on reproductive qualities and milk yield of cows. The study was carried out in Irkutsk region on a herd of Holsteinized black-and-white cattle of Pribaikalsky type. The analysis of the main characteristics of reproductive capacity of herd cows on a farm was performed during 2013–2018. The material of the research work was based on the informational database of animals from the program of breeding register Selex. Cows were divided according to sire lineage and milk productivity into five groups by the level of milk yield: from 5000 to 6500 kg, 6501-8000, 8001-9500, 9501-11000 and more than 11001 kg. Successful insemination of heifers took place at the age of 15.7-16.6 months with the live weight of more than 400 kg, which corresponds to zootechnical standards. The earliest (15.7 months) insemination was in heifers of Reflection Sovereign sire line, the age of first calving was 753 days with the live weight of 561 kg. The latest (498 days) successful insemination was observed in heifers of Montvik Chieftain bull line with the live weight of 498 kg. Cows of Sealing Trygen Rocket (8766 kg) and Reflection Sovereign (8704 kg) sire lines had the highest milk productivity with a significant difference ($p \geq 0.90$). The cows of these lines had the longest service period (164 and 179 days), as well as the length

of the calving interval (445 and 458 days), respectively. The coefficient of reproductive capacity of cows of different sire lines ranged from 0.80 to 0.88, which is a low indicator.

Keywords: sire lineage, calving interval, age of successful insemination, calves output

Для цитирования: Белозерцева С.Л., Петрухина Л.Л. Воспроизводительные качества и молочная продуктивность коров черно-пестрой породы в зависимости от линейной принадлежности // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 5. С. 47–55. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-5>

For citation: Belozertseva S.L., Petrukhina L.L., Reproductive qualities and milk productivity of black-and-white cows depending on sire lineage. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 5, pp. 47–55. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-5>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Финансовая поддержка.

Работа выполнена в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (проект 0806-2019-0004).

Financial support

The work was conducted within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project 0806-2019-0004).

ВВЕДЕНИЕ

Одна из проблем увеличения молочной продуктивности скота – снижение показателей воспроизводства стада. Высокий генетический потенциал молочной продуктивности коров и его раскрытие в современных условиях рынка возможен лишь при выполнении определенных требований [1–4]. Для получения от коров наивысшей продуктивности необходим ряд условий: крепкое здоровье животных, хорошая приспособленность к современным системам производства, наличие оптимальных воспроизводительных качеств и длительный период продуктивного использования, способность к раннему началу продуктивности и продолжительному сохранению ее высокого уровня. Это лишь небольшая часть условий, позволяющая получить от животного наибольшую продуктивность.

В молочном скотоводстве разведение животных определенной линейной принадлежности – одна из важнейших частей селекции. За счет использования генофонда быков-производителей высокопродуктивной голштинской породы разной линейной принадлежности происходит совершенствование хозяйственно полезных признаков коров черно-пестрой породы [5, 6]. Коровы той или иной линейной принадлежности в зависимости от условий содержания и кормления показывают различный уровень мо-

лочной продуктивности, который, в свою очередь, оказывает огромное влияние на воспроизводительные качества коров.

Воспроизводство стада – процесс, включающий в себя ряд мероприятий (зоотехнических, технологических, ветеринарных, организационных и др.), которые направлены на получение здорового приплода, его сохранение и выращивание и впоследствии способного реализовать свой генетический потенциал высокой молочной продуктивности.

Оптимизация функции воспроизводства – мощный фактор для реализации генетических предпосылок высокой молочной продуктивности коров. Выявлено значительное влияние различных факторов на величину молочной продуктивности [6]. Основные показатели воспроизводительной функции – возраст первого отела, сервис-период, межотельный период, возраст первого осеменения, выход телят на 100 коров.

Высокий уровень лактации вызывает перестройку всего организма животного. В первую очередь молочная продуктивность предъявляет повышенные требования к репродуктивной системе, так как размножение и лактация у млекопитающих – это последовательные этапы единого биологического процесса воспроизводства [7–9].

В настоящее время развитие молочного скотоводства характеризуется целым комплексом проблем. Одна из главных проблем рен-

табельности предприятия при производстве молока в высокопродуктивных стадах – нарушение воспроизводительной функции коров.

Цель исследования – изучить воспроизводительные качества и молочную продуктивность коров черно-пестрой породы в зависимости от линейной принадлежности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Анализ молочной продуктивности и воспроизводительных качеств черно-пестрого скота в зависимости от линейной принадлежности проведен на базе племенного завода АО «Железнодорожник» Иркутской области. В данном хозяйстве разводят голштинизированный скот черно-пестрой породы прибайкальского типа. Материалом исследований послужила информационная база данных животных из программы племенного учета «Селэкс». Для достижения поставленной цели провели анализ основных показателей, характеризующих воспроизводительную способность коров стада в хозяйстве за 2013–2018 гг. При выполнении данной работы использованы общепринятые методы исследований: зоотехнические, аналитические, вариационно-статистические. Все полученные результаты обработаны на основе математической статистики на персональном компьютере с использованием соответствующих программ (Microsoft Excel, Snedecor V5).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Возраст первого плодотворного осеменения телок оказывает существенное влияние на их молочную продуктивность. Данный показатель напрямую зависит от живой массы животного. Осеменение телок необходимо проводить при достижении ими массы, составляющей не менее 60% живой массы полновозрастной коровы [10]. Однако слишком позднее первое осеменение нежелательно, так как каждый дополнительный день выращивания несет в себе дополнительные затраты по расходу кормов, оплате рабочей силы, технических затрат и др.

Короткий период выращивания коровы более выгоден не только с экономической, но и с генетической точки зрения. Это выражается в быстрой смене поколений в стаде, уменьшении количества ремонтного молодняка, повышении долголетия коров и их продуктивности за лактацию и всю жизнь [11].

В табл. 1 представлена зависимость возраста и живой массы телок при первом плодотворном осеменении от линейной принадлежности в АО «Железнодорожник». Проведенный анализ воспроизводительной способности коров различной линейной принадлежности показал, что плодотворное осеменение телок происходило в возрасте 15,7–16,6 мес (470–498 дней) с живой массой более 400 кг, что полностью соответствует зоотехническим нормам.

Табл. 1. Возраст и живая масса телок при первом плодотворном осеменении и отеле в зависимости от линейной принадлежности

Table. 1. Age and live weight of heifers at the first successful insemination and calving depending on sire lineage

Линия быка-производителя	Число голов	При плодотворном осеменении			При первом отеле		
		Возраст		Живая масса, кг	Возраст		Живая масса, кг
		дни	мес		дни	мес	
Вис Бек Айдиал	500	495 ± 2	16,5	411 ± 1	772 ± 4	25,7	558 ± 3
Монтвик Чифтейн	138	498 ± 5	16,6	414 ± 3	778 ± 8	25,9	571 ± 6
Рефлекшн Соверинг	254	470 ± 3	15,7	401 ± 2	753 ± 4	25,1	561 ± 3
Силинг Трайджун Рокит	25	496 ± 9	16,5	406 ± 6	778 ± 12	25,9	574 ± 11

Наиболее раннее осеменение отмечено у телок линии быка Рефлекшн Соверинг (15,7 мес), возраст первого отела у этих же животных составил 753 дня (25,1 мес) при живой массе 561 кг. Плодотворное осеменение телок линии быка Монтвик Чифтейн происходило в возрасте 16,6 мес (498 дней) при живой массе 414 кг. Это позже на 28 дней, чем у телок линии Рефлекшн Соверинг.

Анализ воспроизводительной способности коров различной линейной принадлежности выявил, что наибольшей молочной продуктивностью обладали коровы линии быков Силинг Трайджун Рокит (8766 кг) и Рефлекшн Соверинг (8704 кг) при достоверной разнице ($p \geq 0,90$). У коров этих линий была наибольшая продолжительность сервис-периода (164 и 179 дней), а также продолжительность межотельного периода (445 и 458 дней) соответственно (см. табл. 2).

Считается, что средняя продолжительность сервис-периода в норме составляет 80–90 дней. Как показывают исследования многих ученых, такая продолжительность сервис-периода позволяет получить от коровы одного теленка в год, что является одним из условий рентабельности производства.

Известно, что для того чтобы получить одного теленка в год, необходимо чтобы сервис-период в среднем составлял 85 сут, так как каждые последующие сутки увеличения сервис-периода считаются сутками бесплодия [12–14].

Продолжительность сервис-периода объясняется прежде всего периодом, за который организм коровы восстанавливается после отела. В результате высокой молочной продуктивности происходит большая нагрузка на организм животного. У таких животных высокая интенсивность обмена веществ, что часто приводит к снижению иммунного статуса организма даже при незначительных нарушениях в кормлении и содержании. В результате ресурсов организма не хватает одновременно и на интенсивную лактацию, и на воспроизводство [15].

Рассчитанный коэффициент воспроизводительной способности коров различной линейной принадлежности составил от 0,80 до 0,88. Это достаточно низкий показатель, свидетельствующий о сниженной воспроизводительной способности коров. Следует отметить, что коэффициент воспроизводительной способности у коров линии Вис Бек Айдиал на 5,7% выше, чем у коров линии Монтвик Чифтейн, при от-

Табл. 2. Воспроизводительные качества и молочная продуктивность коров в зависимости от линейной принадлежности

Table. 2. Reproductive qualities and milk productivity of cows depending on sire lineage

Показатель	Линия быка-производителя			
	Вис Бек Айдиал	Монтвик Чифтейн	Рефлекшн Соверинг	Силинг Трайджун Рокит
Продолжительность лактации, дни	355 ± 16	383 ± 31	394 ± 19	383 ± 47
Удой, кг	8284 ± 137	8248 ± 222	8704 ± 153	8766 ± 450
Содержание жира, %	3,82 ± 0,002	3,82 ± 0,003	3,83 ± 0,002	3,82 ± 0,005
Молочный жир, кг	316,8 ± 5,3	315,0 ± 8,5	333,2 ± 5,9	335,8 ± 17,4
Сервис-период, дни	141 ± 8	158 ± 17	179 ± 12	164 ± 26
Межотельный период, дни	418 ± 9	443 ± 17	458 ± 13	445 ± 18
Коэффициент воспроизводительной способности	0,88	0,83	0,80	0,82

носителем одинаковой продуктивности и одних условиях содержания и кормления.

Анализ молочной продуктивности показал, что от коров линий Силинг Трайджун Рокит и Рефлекшн Соверинг за 305 дней получили 8766 и 8704 кг молока соответственно. Высокая молочная продуктивность впоследствии сказалась на более длительном восстановлении коров после отела. Об этом свидетельствуют удлиненный сервис-период (164 и 179 дней), а также межотельный период (445 и 458 дней) соответственно. Коэффициент воспроизводительной способности у коров этих линий составил 0,82 и 0,80 соответственно.

Не только принадлежность к линии, но и индивидуальные особенности быков-производителей оказывают большое влияние на молочную продуктивность и воспроизводительную способность коров-дочерей, использующихся в стаде. В практике к высокопродуктивным животным подбирают лучших производителей, что весьма положительно влияет на качество коров-дочерей. По данным П.Н. Прохоренко и Х.А. Амерханова [16], генетическое улучшение молочного стада на 85–90% определяется племенной ценностью быка-производителя.

Влияние отдельных быков-производителей основных генеалогических линий, используемых в стаде АО «Железнодорожник», на воспроизводительные качества коров-дочерей показано в табл. 3. Наиболее многочисленная группа представлена дочерьми быков линии Вис Бек Айдиал, Монтвик Чифтейн, Рефлекшн Соверинг.

Дочери всех быков-производителей вне зависимости от линейной принадлежности имели низкий коэффициент воспроизводительной способности (от 0,73 до 0,89) и большую продолжительность сервис-периода (110–243 дня). Так, наибольшая продолжительность сервис-периода отмечена у дочерей быков линии Вис Бек Айдиал: Ларчик 91 (243 дня), Титаник Лехокс 103999782 (220); линии Рефлекшн Соверинг: Комстар Леннокс 104226424 (221 день), Лозерлот 104192862 (200);

линии Монтвик Чифтейн: Бойлет 5117 (192 дня).

Оптимальная продолжительность межотельного периода в среднем составляет 365–440 дней. Если он длится более 440 дней, продолжительность периода считается неудовлетворительной. В данном случае продолжительность межотельного периода у дочерей всех представленных быков выше нормы, что свидетельствует о проблемах воспроизводства в хозяйстве.

Наибольшая продолжительность межотельного периода у дочерей быков Титаник Лехокс 103999782 (501 день), Гром 45 (455) линии Вис Бек Айдиал; Бойлет 5117 (447 дней), Плинт 5287 (436) линии Монтвик Чифтейна; Лозерлот 104192862 (465 дней), Комстар Леннокс 104226424 (429 дней) линии Рефлекшн Соверинга.

Межотельный период, сервис-период и молочная продуктивность взаимосвязаны: по мере увеличения молочной продуктивности показатель оплодотворяемости снижается, сервис-период и межотельный период увеличиваются вне зависимости от линейной принадлежности (см. табл. 3). Увеличение этих показателей снижает возможность получения теленка от коровы в течение календарного года.

С целью определения влияния уровня молочной продуктивности за 305 дней лактации в зависимости от линейной принадлежности на воспроизводительную способность коров животных распределили по линейной принадлежности и на пять групп по уровню молочной продуктивности: от 5000 до 6500 кг, 6501–8000, 8001–9500, 9501–11 000 и более 11 001 кг (см. табл. 4).

Выход телят у коров с удоем молока 5000–6500 кг (90–94%) был значительно выше, чем у коров с продуктивностью 9000 кг молока и выше.

Вне зависимости от линейной принадлежности высокий показатель межотельного периода отмечен у животных с продуктивностью от 11 000 кг (447–484 дня), наименьшая продолжительность межотельного периода отмечена у коров с продуктивностью 5000–6500 кг за 305 дней лактации.

Табл. 3. Воспроизводительные качества и молочная продуктивность коров в зависимости от быков-производителей разной линейной принадлежности

Table. 3. Reproductive qualities and milk productivity of cows depending on bulls-producers of different sire lineage

Бык-производитель	Число голов	Дойные дни	Молочная продуктивность			Сервис-период, дни	Межтельный период, дни	Коэффициент воспроизводительной способности
			Удой, кг	Жир, %	Молочный жир, кг			
<i>Линия Вис Бек Айдиала</i>								
Ветерок 1451	13	373	8088 ± 546	3,84 ± 0,01	310,6 ± 21,2	192 ± 25	443 ± 47	0,82
Галлей 1165	12	337	8693 ± 336	3,82 ± 0,02	332,1 ± 12,0	110 ± 17	418 ± 22	0,87
Гироксеп 53	67	439	7840 ± 199	3,83 ± 0,005	300,3 ± 7,7	217 ± 21	419 ± 10	0,87
Граф 2069	92	409	8217 ± 163	3,82 ± 0,004	313,9 ± 6,3	187 ± 16	436 ± 11	0,84
Гром 45	39	285	8512 ± 225	3,84 ± 0,005	326,9 ± 8,6	167 ± 18	455 ± 18	0,80
Закап 1154	22	423	8045 ± 250	3,84 ± 0,006	308,9 ± 9,8	157 ± 29	454 ± 40	0,80
Ларчик 91	22	470	7815 ± 384	3,82 ± 0,005	298,5 ± 14,9	243 ± 39	427 ± 39	0,85
Тиганик Лехокс 103999782	11	436	7845 ± 362	3,84 ± 0,01	301,2 ± 14,0	220 ± 58	501 ± 49	0,73
<i>Линия Монтевик Чифтейна</i>								
Бойлет 5117	23	405	8227 ± 305	3,82 ± 0,005	314,3 ± 11,8	192 ± 36	447 ± 33	0,82
Плинт 5287	32	394	8226 ± 291	3,82 ± 0,008	314,2 ± 11,3	139 ± 14	436 ± 17	0,84
<i>Линия Рефлекин Соверинга</i>								
Баян 2016	113	383	8430 ± 144	3,83 ± 0,004	322,9 ± 5,6	155 ± 12	424 ± 9,8	0,86
Комстар Леннокс 104226424	12	447	8593 ± 409	3,83 ± 0,009	329,1 ± 15,8	221 ± 113	429 ± 26	0,85
Лозерлот 104192862	14	410	8285 ± 367	2,82 ± 0,008	316,5 ± 14,1	200 ± 34	465 ± 40	0,78
Фелс-М 462090	16	408	8027 ± 208	3,84 ± 0,01	308,2 ± 7,6	163 ± 32	412 ± 25	0,89

Табл. 4. Воспроизводительные способности коров разных линий в зависимости от молочной продуктивности за 305 дней лактации

Table. 4. Reproductive abilities of cows of different lines depending on milk productivity during 305 days of lactation

Линия быка-производителя	Продуктивность за 305 дней, кг	Удой за 305 дней лактации, кг		Сервис-период, дни		Межотельный период, дни		Выход телят, %
		$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	Cv, %	
Вис Бек Айдиал	От 5000–6500	5824 ± 105	7,2	126 ± 16	57,0	405 ± 12	16,0	90
	6501–8000	7367 ± 20	5,3	149 ± 11	42,1	423 ± 16	21,8	87
	8001–9500	8764 ± 81	4,8	150 ± 22	42,4	424 ± 29	27,0	86
	9501–11 000	10241 ± 67	3,7	156 ± 20	59,5	438 ± 20	25,5	84
	Более 11 001	11466 ± 111	3,3	181 ± 27	48,0	455 ± 26	19,4	81
Монтвик Чифтейн	От 5000–6500	5870 ± 48	7,1	125 ± 26	59,2	407 ± 39	27,2	90
	6501–8000	7210 ± 105	3,9	117 ± 44	69,6	391 ± 16	10,7	94
	8001–9500	8797 ± 147	5,6	125 ± 25	49,0	410 ± 36	28,9	89
	9501–11 000	10587 ± 369	9,2	149 ± 36	51,7	429 ± 42	26,2	85
	Более 11 001	–	–	–	–	–	–	–
Рефлекшн Соверинг	от 5000-6500	6404 ± 87	1,9	118 ± 36	56,0	389 ± 20	14,8	94
	6501–8000	7589 ± 148	5,5	111 ± 33	72,2	396 ± 27	24,8	93
	8001–9500	8671 ± 129	5,4	124 ± 19	30,3	401 ± 17	11,2	91
	9501–11 000	10401 ± 102	3,5	148 ± 22	43,9	430 ± 21	18,0	85
	Более 11 001	11887 ± 325	7,2	201 ± 0,5	0,5	484 ± 59	17,2	76
Силинг Трайджун Рокит	От 5000-6500	–	–	–	–	–	–	–
	6501–8000	7068 ± 193	5,4	95 ± 50	68,4	378 ± 29	15,3	97
	8001–9500	8648 ± 295	5,9	97 ± 24	32,7	378 ± 21	9,8	97
	9501–11 000	10457 ± 256	5,5	162 ± 23	39,5	447 ± 46	22,9	82
	Более 11 001	–	–	–	–	–	–	–

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное исследование показало, что линейная принадлежность и бык-производитель не оказывают существенного влияния на воспроизводительные способности коров, в то время как их молочная продуктивность и способность восстанавливаться после отела играют важную и определяющую роль. Животные, обладающие высокой молочной продуктивностью, требуют особого внимания (кормления и содержания), что позволит нормализовать их воспроизводительные функции в послеотельный период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сакса Е.И.* Реализация генетического потенциала голштинского скота при создании высокопродуктивного стада ЗАО «ПЗ Рабителицы» // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 3. С. 5–9.
2. *Чомаев А., Клинский Ю., Колодиев Ч.* Мероприятия по улучшению воспроизводства стада КРС в хозяйствах // Зооиндустрия. 2001. № 9. С. 25–30.
3. *Галиев Б.Х.* Воспроизводительная способность телок при разном кормлении // Зоотехния. 2002. № 5. С. 27–28.

4. *Перфилов А.А., Баймишев Х.Б., Пристяжнюк О.Н., Едренин Н.Н.* Репродуктивные и продуктивные качества первотелок, полученных от коров в условиях интенсивной технологии // *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии.* 2009. № 1. С. 5–9.
5. *Гончарова Л.Н.* Молочная продуктивность и воспроизводительная способность голштинизированных коров черно-пестрой породы в зависимости от линейного происхождения // *Вестник Алтайского аграрного университета.* 2017. № 4 (150). С. 91–95.
6. *Решетова Н.А.* Влияние уровня продуктивности на воспроизводительные способности коров // *Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова.* 2015. № 1. С. 85–88.
7. *Нежданов А.Г., Лободин К.А., Дюльгер Г.П.* Гормональный контроль за воспроизводством крупного рогатого скота // *Ветеринария.* 2008. № 1. С. 3–5.
8. *Перфилов А.А.* Воспроизводительные качества коров в зависимости от уровня молочной продуктивности // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета.* 2006. № 5 (25). С. 29–31.
9. *Стрекозов Н.И., Конопелько Е.И.* Оптимальная структура высокопродуктивного стада молочного скота и интенсивность выращивания тёлочек // *Достижения науки и техники АПК.* 2013. № 3. С. 5–7.
10. *Абылкасымов Д.А., Ионова Л.В.* Молочная продуктивность и показатели воспроизводительной способности коров в зависимости от отдельных факторов // *Молочное и мясное скотоводство.* 2014. № 1. С. 9–11.
11. *Харламов Е.Ю.* Воспроизводство стада – важнейший технологический фактор повышения конкурентоспособности молочного скотоводства // *Зоотехния.* 2013. № 12. С. 25–26.
12. *Мальшиев А.А.* Резервы повышения воспроизводства животных // *Зоотехния.* 2007. № 6. С. 28–29.
13. *Масалов В.Н.* Зависимость репродуктивной функции черно-пестрых голштинизированных коров от различных факторов // *Зоотехния.* 2007. № 4. С. 25–27.
14. *Перепелюк А., Шишкин О.* Эффективные методы контроля воспроизводства крупного рогатого скота // *Молочное и мясное скотоводство.* 2012. № 1. С. 31–32.
15. *Сударев Н.И.* Удой и сервис-период взаимосвязаны // *Животноводство России.* 2008. № 3. С. 49–51.
16. *Прохоренко П.Н., Амерханов Х.А.* О мерах по стабилизации роста производства и реализации молока // *Молочное и мясное скотоводство.* 2005. № 2. С. 2–4.

REFERENCES

1. Sakska E.I. Realization of the genetic potential of Holstein cattle during the creation of a highly productive herd of JSC “PZ Rabititsy”. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2019, no. 3, pp. 5–9. (In Russian).
2. Chomaev A., Klinskii Yu., Kolodiev Ch. Measures to improve the reproduction of cattle herds on farms. *Zoindustriya*, 2001, no. 9, pp. 25–30. (In Russian).
3. Galiev B.Kh. Reproductive ability of heifers under various type of feeding. *Zootekhniya = Zootechniya*, 2002, no. 5, pp. 27–28. (In Russian).
4. Perfilov A.A., Baimishev Kh.B., Pristyazhnyuk O.N., Edrenin N.N. Reproductive and productive qualities of first-calf heifers obtained from cows under conditions of intensive technology. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Bulletin of Samara State Agricultural Academy*, 2009, no. 1, pp. 5–9. (In Russian).
5. Goncharova L.N. Milk production and reproductive ability of Holsteinized black-pied cows depending on the line of origin. *Vestnik Altaiskogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2017, no. 4 (150), pp. 91–95. (In Russian).
6. Reshetova N.A. Productivity level influence on the reproductive ability of cows. *Vestnik Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Katanova = Bulletin of Katanov Khakass State University*, 2015, no. 1, pp. 85–88. (In Russian).
7. Nezhdanov A.G., Lobodin K.A., Dyul'ger G.P. Hormonal control over the reproduction of cattle. // *Veterinariya = Veterinary*, 2008, no. 1, pp. 3–5. (In Russian).
8. Perfilov A.A. Reproductive potential of cows depending on the level of milk efficiency. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2006, no. 5 (25), pp. 29–31. (In Russian).

9. Strekozov N.I., Konopel'ko E.I. Optimal structure of a high producing dairy herd and intensity of heifer rearing. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2013, no. 3, pp. 5–7. (In Russian).
10. Abylkasymov D.A., Ionova L.V. Milk productivity and indicators of the reproductive ability of cows, depending on individual factors. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2014, no. 1, pp. 9–11. (In Russian).
11. Kharlamov E.Yu. Herd reproduction – the main technological factor of increasing the competitiveness of dairy cattle breeding. *Zootekhnika*, 2013, no. 12, pp. 25–26. (In Russian).
12. Malyshev A.A. Reserves for increasing of animals' reproduction. *Zootekhnika*, 2007, no. 6, pp. 28–29. (In Russian).
13. Masalov V.N. Dependence of the reproductive function of black-and-white Holsteinized cows on various factors. *Zootekhnika*, 2007, no. 4, pp. 25–27. (In Russian).
14. Perepelyuk A., Shishkin O. Effective methods of controlling cattle reproduction. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2012, no. 1, pp. 31–32. (In Russian).
15. Sudarev N.I. Milk yield and service period are interconnected. *Zhivotnovodstvo Rossii = Animal Husbandry of Russia*, 2008, no. 3, pp. 49–51. (In Russian).
16. Prokhorenko P. N., Amerkhanov Kh. A. On measures to stabilize the growth of milk production and sales. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2005, no. 2, pp. 2–4. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ Белозерцева С.Л., научный сотрудник;
адрес для переписки: Россия, 664511, Иркутская область, Иркутский район, с. Пивовариха, ул. Дачная, 14; e-mail: gnu_iniih_risc@mail.ru

Петрухина Л.Л., научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ Svetlana L. Belozertseva, Researcher;
address: 14 Dachnaya St, Pivovarikha vil., Irkutsk district, Irkutsk region, 664511, Russia; e-mail: gnu_iniih_risc@mail.ru

Lydia L. Petrukhina, Researcher

Дата поступления статьи 18.06.2020
Received by the editors 18.06.2020

ПРИМЕНЕНИЕ НОВОГО ФИТОПРЕПАРАТА ПРИ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫХ РАССТРОЙСТВАХ ПОРОСЯТ

Савельева Л.Н., Бондарчук М.Л., Куделко А.А.

*Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук
Забайкальский край, г. Чита, Россия*

Проведен анализ терапевтической эффективности применения нового лечебно-профилактического препарата на поросятах крупной белой породы × дюрок. Эксперимент 2019, 2020 гг. проведен в условиях свиноводческого хозяйства Забайкальского края. Подопытных животных лечили препаратом на основе сухих экстрактов лимонника, шиповника, черемухи, ромашки, корневища элеутерококка. Для эксперимента сформированы три группы новорожденных поросят ($n = 30$) с признаками расстройства желудочно-кишечного тракта. Препарат применяли поросятам в течение 10 дней по двум разработанным схемам: 1-й опытной группе давали внутрь в дозе 6 мл/кг живой массы 1 раз в сутки; 2-й опытной группе – в дозе 6 мл/кг живой массы 2 раза в сутки с интервалом 12 ч. Контрольной группе вводили пребиотик в дозе 10 мл/кг (1×10^6 КОЕ/10 мг) 1 раз в сутки. У животных ежедневно оценивали клинический статус (температуру, пульс, дыхание, уровень обезвоженности по тургору кожи, выраженность рефлексов, состояние фекалий). Выздоровление в 1-й группе наблюдали на 4-е сутки, во 2-й группе на 2-е сутки. Животные контрольной группы перенесли заболевание в тяжелой форме, падеж составил 60%, выжившие животные выздоравливали на 10-й день. У животных 2-й группы наблюдали увеличение лимфоцитов на 34,5%, эритроцитов на 18,1, гемоглобина на 8,1, гематокрита на 13,9%. При биохимическом анализе сыворотки крови поросят отмечена положительная динамика роста общего белка на 12,1%, альбуминов на 17,1, глобулинов на 6,2%. Наиболее эффективной определена схема применения растительного препарата во 2-й опытной группе. Использование препарата по рекомендуемой схеме лечения позволит свиноводческим хозяйствам обеспечить сохранность молодняка свиней, увеличить привес поросят и получить экологически чистую продукцию свиноводства.

Ключевые слова: поросята, желудочно-кишечные расстройства, препарат, схема лечения, терапевтическая эффективность, белковый обмен

APPLICATION OF A NEW PHYTOPREPARATION FOR GASTROINTESTINAL DISORDERS IN PIGLETS

Savelyeva L.N., Bondarchuk M.L., Kudelko A.A.

*Scientific Research Institute of Veterinary Medicine of Eastern Siberia – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Chita, Trans-Baikal Territory, Russia*

The analysis of the therapeutic efficacy of a new medical and prophylactic drug on piglets of Large White breed crossed with Duroc was carried out. The experiment was conducted in the conditions of a pig-breeding farm in the Trans-Baikal Territory in 2019, 2020. Experimental animals were treated with a preparation based on dry extracts of magnolia vine, wild rose, bird cherry, chamomile, and eleutherococcus rhizomes. For the experiment, three groups of newborn pigs ($n = 30$) with signs of gastrointestinal tract disorders were formed. The drug was administered to piglets for 10 days according to two regimens: the 1st experimental group was given the drug orally at a dose of 6 ml/kg of live weight once a day; the 2nd experimental group – at a dose of 6 ml/kg of live weight 2 times a day with an interval of 12 hours. The control group was injected with a prebiotic at a dose of 10 ml/kg (1×10^6 CFU/10 mg) once a day. The animals were assessed on a daily basis for their clinical status (temperature, pulse, respiration, level of dehydration according to skin turgor, intensity of reflexes, state of feces). Recovery in the 1st group was observed on the 4th day, in the 2nd group on the 2nd day. The animals of the control group suffered a severe disease, the death rate was 60%,

the surviving animals recovered on the 10th day. In animals of the 2nd group, there was an increase in lymphocyte cells by 34.5%, erythrocytes – by 18.1%, hemoglobin – by 8.1%, hematocrit – by 13.9%. The biochemical analysis of the blood serum of piglets showed a positive growth dynamics of total protein by 12.1%, albumin – by 17.1%, globulins – by 6.2%. The most effective regimen of treating pigs with the herbal preparation proved to be the one used in the 2nd experimental group. The use of the drug according to the recommended treatment regimen will allow pig farms to ensure high survival rate of young pigs, increase their weight gain and get environmentally friendly pig products.

Keywords: young pigs, gastrointestinal disorders, preparation, drug regimen, therapeutic efficacy, protein metabolism

Для цитирования: Савельева Л.Н., Бондарчук М.Л., Куделко А.А. Применение нового фитопрепарата при желудочно-кишечных расстройствах поросят // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 5. С. 56–61. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-6>

For citation: Savelyeva L.N., Bondarchuk M.L., Kudelko A.A. Application of a new phytopreparation for gastrointestinal disorders in piglets. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 5, pp. 56–61. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-6>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время перед отраслью свиноводства России стоит задача увеличения объемов экспорта продукции в 4–5 раз к 2024 г.¹ Однако в Забайкальском крае поголовье свиней в 2015–2020 гг. уменьшилось от 113,4 до 68,8 тыс. голов, или 47%. Производство свинины в хозяйствах всех категорий края снизилось от 14,8 до 13,2 тыс. т².

Одна из причин – заболевания животных, в том числе желудочно-кишечного тракта, которые имеют различную этиологию как инфекционного, так и неинфекционного характера. Нарушение технологий кормления супоросных свиноматок, недостаток питательных веществ в организме, неправильное кормление и содержание лактирующих свиноматок и другие дополняют неблагоприятные факторы развития отрасли [1–4].

Разработчики биопрепаратов, лечебно-профилактических схем для свиноводства отмечают полезность применения растительных препаратов, что обусловлено высокой физиологической совместимостью биологически активных веществ в тканях растений и животных, нетоксичностью и низкой стоимостью сырья [5–7].

Цель исследований – изучить терапевтическую эффективность нового лечебно-профилактического препарата на основе растительного сырья в различных схемах применения при желудочно-кишечных расстройствах поросят.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальные исследования 2019, 2020 гг. проведены в весенний период в свиноводческом хозяйстве Забайкальского края. Лабораторные исследования проводили в лаборатории лабораторно-аналитических исследований Научно-исследовательского института ветеринарии Восточной Сибири – филиала Сибирского федерального научного центра агроботехнологий (НИИВ Восточной Сибири – филиал СФНЦА РАН) и в ГУ Краевая ветеринарная лаборатория.

Для эксперимента сформированы три группы новорожденных поросят крупной-белой породы × дюрок ($n = 30$) с признаками расстройства желудочно-кишечного тракта. У животных ежедневно оценивали клинический статус (температуру, пульс, дыхание, уровень обезвоженности по тургору кожи, выраженность рефлексов, состояние фекалий) до периода выздоровления.

¹Ковалев Ю.И. Новое время, новые решения // Информационный бюллетень. М., 2018. № 8. С. 31–32.

²Статистический ежегодник Забайкальского края. 2018. Чита: Забайкалкрайстат, 2019. 311 с.

Разработанный препарат не токсичен, представляет собой раствор сладковатого вкуса коричневого цвета. В его состав включены следующие сухие экстракты растительного происхождения: плоды лимонника – *Schisandra berry* (содержат флавоноиды, катехины, эфирное масло, схизандрин, оказывают тонизирующее действие на организм, повышают иммунитет); плоды шиповника – *Surrexit coxis* (содержат витамины С, В, К, Р, каротин, железо, кальций, соли калия, фосфор, магний, марганец, являются бактерицидным иммуномодулирующим средством); плоды черемухи – *Cerasis fructus* (содержат дубильные вещества, оказывают закрепляющее действие при диарее, имеют бактерицидные свойства, насыщают организм витаминами, укрепляют иммунную систему); цветы ромашки (отвар) – *Pyrethri flores* (благодаря наличию флавоноидов обладают антибактериальными свойствами); корневище элеутерококка – *Rhizome de Siberian ginseng* (адаптоген, иммуностимулятор, помогает животным быстрее и легче адаптироваться к различным неблагоприятным факторам внешней среды); пребиотик (иммуностимулятор, способствует укреплению защитных функций организма животных за счет конкурентного взаимодействия с секундарной микрофлорой кишечника).

Препарат назначали пороссятам в течение 10 дней по двум разработанным схемам:

1-й опытной группе давали внутрь в дозе 6 мл/кг живой массы 1 раз в сутки (схема № 1);

2-й опытной группе – в дозе 6 мл/кг живой массы 2 раза в сутки с интервалом 12 ч (схема № 2);

контрольной группе давали пребиотик в дозе 10 мл/кг (1×10^6 КОЕ/10 мг) 1 раз в сутки.

Для оценки показателей крови при применении препарата у пороссят проведен отбор проб крови в вакуумные пробирки Vacutainer с K_2 ЭДТА для гематологических анализов и с активатором сгустка – для биохимических. При проведении гематологических исследований использовали гематологический анализатор PCE 90 Vet. Исследования сыворотки крови проводили с применением биохимических анализаторов URIT 800 Vet, Stat Fax 1904+ и классическими ме-

тодами биохимии. Биометрическая обработка полученных результатов исследований проведена методом вариационной статистики с применением критерия достоверности по Стьюденту на персональном компьютере с использованием программы Microsoft Excel XP.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2016–2019 гг. научными сотрудниками Научно-исследовательского института ветеринарии Восточной Сибири – филиала Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН разработан препарат на основе растительных экстрактов, проведены его доклинические испытания, получены положительные результаты [8].

В эксперименте на пороссятах определены оптимальная лечебная доза препарата и его эффективность (см. табл. 1).

По результатам исследований, все подопытные пороссята переболели острым расстройством желудочно-кишечного тракта в легкой форме. Выздоровление, в том числе прекращение диареи, в 1-й и 2-й группах наступило на 4-й и 2-й день соответственно. Молодняк контрольной группы перенесли заболевание в тяжелой форме, пали 60% пороссят, выжившие животные выздоравливали на 10-е сутки, отставали в весе. Среднесуточный привес у пороссят контрольной группы по сравнению с 1-й опытной отмечен ниже на 1,9%, со 2-й опытной – на 6,3%. При отбивке (в 25-дневном возрасте) масса пороссят составила 4,68 кг в контроле, 5,0 – в 1-й группе и 5,13 кг с применением препарата по схеме № 2 (2-я группа). Отмечено, что животные в опытных группах более активны, рефлексы у них хорошо выражены.

Для оценки влияния препарата на показатели крови проведена сравнительная характеристика некоторых гематологических и биохимических показателей крови опытных пороссят (см. табл. 2).

По данным исследований установлено, что применение разработанного препарата по схеме № 2 достоверно ($p < 0,001$) увеличило содержание в крови лимфоцитов на 34,5%, эритроцитов на 18,1, гемоглобина на 8,1, гематокрита на 13,9%, что свидетель-

Табл. 1. Результат применения нового препарата при желудочно-кишечных расстройствах поросят ($n = 30$)

Table 1. Result of the use of a new drug for gastrointestinal disorders of piglets ($n = 30$)

Показатель	Группа		
	1-я опытная	2-я опытная	контрольная
Число поросят, гол.	10	10	10
Разовая доза, мл/кг живой массы	6	6	10
Продолжительность лечения, сут	10	10	10
Продолжительность болезни, сут	4	2	10
Среднесуточный привес, г	204	208	195
Выздоровело, гол.	9	10	4
Падеж поросят, гол.	1	–	6
Эффективность лечения, %	90,0	100,0	40

Табл. 2. Сравнительная характеристика гематологических и биохимических показателей крови поросят при применении нового препарата ($n = 30$)

Table 2. Comparative characteristics of hematological and biochemical parameters of piglet blood when using a new drug ($n = 30$)

Показатель	Норма	Группа		
		1-я опытная	2-я опытная	контрольная
Лейкоциты (WBC, 10^9 /л)	8–16	$10,9 \pm 0,6$	$10,6 \pm 0,70$	$11,7 \pm 0,4$
Лимфоциты (LYM, 10^9 /л)	40–50	$34,3 \pm 0,60^{**}$	$49,0 \pm 1,25^{***}$	$32,1 \pm 0,54$
Эритроциты (RBC, 10^{12} /л)	6–7,5	$6,2 \pm 0,89^{**}$	$7,2 \pm 0,90$	$5,9 \pm 0,79$
Гемоглобин (HGB, г/л)	90–110	$95,0 \pm 2,50$	$99,0 \pm 2,45$	$91,0 \pm 2,63$
Гематокрит (HCT,%)	36–50	$35,2 \pm 5,30$	$38,7 \pm 4,66$	$33,3 \pm 5,80$
Общий белок, г/л	65–85	$71,0 \pm 1,70^*$	$75,3 \pm 1,74^{***}$	$66,2 \pm 1,62$
Альбумины, г/л	23–40	$23,02 \pm 0,18^{***}$	$25,1 \pm 0,22^{***}$	$20,8 \pm 0,16$
Глобулины, г/л	39–60	$46,02 \pm 0,84$	$47,2 \pm 0,90^*$	$44,3 \pm 0,83$
Общий кальций, ммоль/л	2,5–3,5	$3,0 \pm 0,22$	$3,1 \pm 0,12$	$2,2 \pm 0,16$
Фосфор, ммоль/л	1,4–1,78	$2,1 \pm 0,17$	$2,2 \pm 0,20$	$1,8 \pm 0,15$

* $p < 0,05$,

** $p < 0,01$,

*** $p < 0,001$.

ствует о благоприятном влиянии на физиологическое состояние растущего организма.

Увеличение содержания общего белка и белковых фракций сыворотки крови поросят согласовывалось с увеличением среднесуточного прироста в результате улучшения белкового обмена веществ.

Содержание общего белка в сыворотке крови при сравнении показателей контрольной и 2-й опытной группы (схема лечения

№ 2) отмечено выше на 12,1% ($p < 0,001$). Между показателями 1-й и 2-й опытных групп разница составила 5,7%.

Также в ходе исследований определен уровень альбуминов и глобулинов, увеличение которого наблюдали при активизации иммунитета. Известно, что альбумин сыворотки крови принимает участие в поддержании объема и коллоидно-осмотического давления крови, транспортирует, депониру-

ет различные вещества, в том числе лекарственные [7, 9, 10].

При сравнении уровня альбуминов между 1-й опытной и контрольной группами животных уровень альбуминов отмечен выше на 9,6%, между 2-й опытной группой и контрольной показатель превышал на 17,1%.

В результате сравнения уровня глобулинов во 2-й опытной группе по отношению к контрольной показатель отмечен выше в среднем на 6,1%.

Немаловажными показателями биохимического статуса организма молодняка животных являются содержание кальция и фосфора. По данным исследований, у животных в контрольной группе уровень Са и Р приближен к нижней границе нормативного диапазона, у опытных групп данные показатели отмечены чуть выше и соответствовали верхней границе физиологической нормы.

При необходимости (при определении инфекционного фактора) нужно назначать антибиотикотерапию в соответствии с чувствительностью выделенной микрофлоры. Растительный препарат рекомендован как дополнение к лечению по предложенной схеме № 2.

Полученные данные свидетельствуют о том, что новый препарат благоприятно влияет на основные показатели крови опытных животных, активизирует обмен веществ, защитные силы организма молодняка свиней.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения терапевтической эффективности нового препарата на основе растительного сырья в разных схемах при желудочно-кишечных расстройствах поросят установлено, что наиболее эффективно его применение в дозе 6 мл/кг живой массы 2 раза в сутки с интервалом 12 ч. Использование препарата по рекомендуемой схеме лечения позволит свиноводческим хозяйствам обеспечить сохранность молодняка свиней, увеличить привес поросят и получить экологически чистую продукцию свиноводства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савельева Л.Н., Бондарчук М.Л., Куделко А.А. Этиологические факторы острых расстройств желудочно-кишечного тракта у свиней на территории Забайкальского края // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. № 3 (43). С. 142–146.
2. Baxter E.M., Jarvis S., Sherwood L., Robson S.K., Ormandy E., Farish S.M., Roehe R., Lawrence A.B., Edwards S.A. Indicators of piglet survival in an outdoor farrowing system // Livestock Science. 2009. Vol. 124. P. 266–276.
3. Le Dividich J., Rooke J.A., Herpin T.M. Nutritional and immunological importance of colostrum for the newborn pig // Journal of Agricultural Science. 2005. Vol. 143. P. 469–485.
4. Xu R.J., Zhang S.H., Wang F.U. Postnatal adaptation of the gastrointestinal tract in neonatal pigs: a possible role of milk-borne growth factors // Livestock Production Science. 2000. Vol. 66. P. 95–107.
5. Буяров В.С., Червонова И.В., Ярован Н.И., Учасов Д.С., Сеин О.Б. Пробиотики и пребиотики в промышленном свиноводстве и птицеводстве // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2014. № 2. С. 164–168.
6. Симонова Н.В., Лашин А.П., Симонова Н.П. Эффективность фитопрепаратов в коррекции процессов перекисного окисления липидов биомембран на фоне ультрафиолетового облучения // Вестник КрасГАУ. 2010. № 5. С. 95–99.
7. Лашин А.П., Симонова Н.В., Симонова Н.П. Настои лекарственных растений в профилактике диспепсии у новорожденных телят // Вестник КрасГАУ. 2013. № 1. С. 28–31.
8. Савельева Л.Н., Бондарчук М.Л., Куделко А.А. Результаты доклинических исследований нового разрабатываемого препарата на основе растительных экстрактов для профилактики и лечения острых расстройств желудочно-кишечного тракта поросят // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 11 (77–1). С. 191–194.
9. Савельева Л.Н., Бондарчук М.Л., Куделко А.А. Эффективность новых лечебно-профилактических препаратов при желудочно-кишечных расстройствах у поросят // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 3 (51). С. 87–90.
10. Зирук И.В., Шахматов М.М., Заманбеков Н.А. Влияние комплекса микроэлементов на основе L-аспарагиновой кислоты на гематологические показатели и микрофлору

ру кишечника подсвинков // Ветеринарный врач. 2013. № 1. С. 57–59.

REFERENCES

1. Savel'eva L.N., Bondarchuk M.L., Kudelko A.A. Etiological factors of acute disorders of the intestinal tract in pigs of the Trans-Baikal Territory. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik = Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2017, no. 3 (43), pp. 142–146. (In Russian).
2. Baxter E.M., Jarvis S., Sherwood L., Robson S.K., Ormandy E., Farish S.M., Roehe R., Lawrence A.B., Edwards S.A. Indicators of piglet survival in an outdoor farrowing system. *Livestock Science*, 2009, vol. 124, pp. 266–276.
3. Le Dividich J., Rooke J.A., Herpin T.M. Nutritional and immunological importance of colostrum for the newborn pig. *Journal of Agricultural Science*, 2005, vol. 143, pp. 469–485.
4. Xu R.J., Zhang S.H., Wang F.U. Postnatal adaptation of the gastrointestinal tract in neonatal pigs: a possible role of milk-borne growth factors. *Livestock Production Science*, 2000, vol. 66, pp. 95–107.
5. Buyarov V.S., Chervonova I.V., Yarovan N.I., Uchasov D.S., Sein O.B. Probiotics and prebiotics in industrial pig breeding and poultry. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Oryol State Agrarian University*, 2014, no. 2, pp. 164–168. (In Russian).
6. Simonova N.V., Lashin A.P., Simonova N.P. Phytopreparation efficiency for correction of the biomembrane lipid peroxidation processes together with ultraviolet irradiation. *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasGAU*, 2010, no. 5, pp. 95–99. (In Russian).
7. Lashin A.P., Simonova N.V., Simonova N.P. Medicinal plant infusions in the dyspepsia prevention of newborn calves. *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasGAU*, 2013, no. 1, pp. 28–31. (In Russian).
8. Savel'eva L.N., Bondarchuk M.L., Kudelko A.A. Results of pre-clinical studies of new medical preparation under development on the bases of plant extracts for prevention and treatment of acute diseases of gastrointestinal tract of piglets. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal = International Research Journal*, no. 11 (77–1), 2018, pp. 191–194. (In Russian).
9. Savel'eva L.N., Bondarchuk M.L., Kudelko A.A. Effectiveness of new medioprophylactic drugs for prevention of gastrointestinal disorders in piglets. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik = Far Eastern Agrarian Bulletin*, 2019, no. 3 (51), pp. 87–90. (In Russian).
10. Ziruk I.V., Shakhmatov M.M., Zamanbekov N.A. Influence of a complex of microcells on the bases of L-aspartic acid on hematological parameters and intestinal microflora of pigs. *Veterinarnyi vrach = Veterinarian*, 2013, no. 1, pp. 57–59. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ Савельева Л.Н., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 672010, Забайкальский край, г. Чита, ул. Кирова, 49; e-mail: luba.saveleva@mail.ru

Бондарчук М.Л., младший научный сотрудник

Куделко А.А., кандидат ветеринарных наук, научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Lubov N. Savelieva**, Candidate of Science in Biology, Lead Researcher; **address:** 49, Kirov St., Chita, Trans-Baikal Territory, 672010, Russia; e-mail: luba.saveleva@mail.ru

Maria L. Bondarchuk, Junior Researcher

Alexey A. Kudelko, Candidate of Science in Veterinary Medicine, Researcher

Дата поступления статьи 21.08.2020

Received by the editors 21.08.2020

ЛИНЕЙНАЯ СТРУКТУРА ЛОШАДЕЙ ЗАБАЙКАЛЬСКОЙ АБОРИГЕННОЙ ПОРОДЫ

¹Шкуратова Г.М., ¹Базарон Б.З., ¹Хамируев Т.Н., ¹Дашинимаев С.М., ²Мельникова Н.Н.

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Забайкальский край, г. Чита, Россия

²Сельскохозяйственный производственный кооператив им. Калинина
Забайкальский край, Агинский район, Россия

Представлены результаты анализа современного состояния перспективных мужских линий забайкальской породы лошадей, дана краткая характеристика каждой линии. Материал исследований – данные районных архивных документов, сводные ведомости по бонитировке лошадей племенных хозяйств Забайкальского края (2010–2018 гг.). Изучены следующие показатели лошадей: тип, экстерьер, приспособительные качества, живая масса, промеры (высота в холке, длина туловища, обхват груди и пясти). На основании промеров высчитаны индексы телосложения – формата (растянутости) и компактности (сбитости). Действующая линейная структура забайкальской породы лошадей представлена семью линиями, которые имеют живых продолжателей. В генеалогии породы лидируют линии Аргали, Кагора, Четкого и Премьера. Наиболее многочисленная линия Аргали занимает 21,6% в общей структуре. Линия характеризуется наибольшими показателями высоты в холке и длины туловища, что позволяет лошадям линии эффективно тебеневать. Второе место по численности потомков занимает линия Четкого (18,9%). У этих животных в генотипе присутствует ген курчавости. На третьем месте выступает линия Премьера (15,3%), потомки которого отличаются высоким ростом (до 146 см) и длинным туловищем (до 152 см). Линия Кагора вороно-чубарой масти по численности занимает четвертое место (12,7%). Лошади компактные, крепкой плотной конституции, с хорошим экстерьером. На основе линий Аргали, Кагора, Четкого и Премьера создается внутривидовой тип забайкальских лошадей, отличающихся массивным телосложением и хорошей приспособленностью к круглогодичному пастбищно-тебеневочному содержанию.

Ключевые слова: родоначальники линии, сыновья, внуки, правнуки, промеры, живая масса

LINEAR STRUCTURE OF HORSES OF ZABAYKALSKY ABORIGENOUS BREED

¹Shkyratova G.M., ¹Bazaron B.Z., ¹Khamiruev T.N., ¹Dashinimaev S.M., ²Melnikova N.N.

¹Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Chita, Trans-Baikal Territory, Russia

²Agricultural production cooperative named after Kalinin
Aginsky region, Trans-Baikal Territory, Russia

The analysis results of the current state of promising male lines of Zabaikalsky horse breed are presented, a brief description of each line is given. Research material is data from the regional archival documents and summary sheets on the appraisal of horses of pedigree farms of Trans-Baikal Territory (2010–2018). The following parameters of horses were studied: type, conformation, adaptive qualities, live weight, measurements (height at withers, body length, chest girth, cannon girth). On the basis of the measurements, the indices of the body build were calculated – index of format and index of blockiness. The current linear structure of Zabaikalsky horse breed is represented by seven lines that have living successors. In the genealogy of the breed, the leading lines are Argali, Kagor, Chetky and Premiere. The most numerous Argali line accounts for 21.6% of the total structure. The line is characterized by the best indicators of height at withers and length of the body, which allows the horses of this line to effectively pasture in winter. The second place in terms of the number of descendants is occupied by the Chetky line (18.9%). These animals have a curl gene in their genotype. The Premier line, whose descendants are distinguished by their tall height (up to 146 cm) and long body (up to 152 cm), ranks third (15.3%). The Kagor line of the black-marked coat

colour type ranks fourth in terms of the number (12.7%). The latter are compact, strong and solid in constitution, with good conformation. On the basis of Argali, Kagor, Chetky and Premier lines, the intra-breed type of Zabaikalsky horses is created, distinguished by a massive constitution and good adaptability to year-round grazing and keeping.

Keywords: ancestors of the line, sons, grandsons, great-grandsons, measurements, live weight

Для цитирования: Шкуратова Г.М., Базарон Б.З., Хамируев Т.Н., Дашинимаев С.М., Мельникова Н.Н. Линейная структура лошадей забайкальской аборигенной породы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 5. С. 62–68. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-7>

For citation: Shkyratova G.M., Bazaron B.Z., Khamiruev T.N., Dashinimaev S.M., Melnikova N.N. Linear structure of horses of Zabaykalsky aboriginal breed. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 5, pp. 62–68. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-7>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Забайкальская аборигенная порода лошадей происходит от лошадей монгольского корня и создана в результате длительного естественного искусственного отбора табунным способом в суровых условиях. Порода плодovitа, отличается высокой приспособленностью к круглогодичному пастбищному содержанию без капитальных помещений на одном подножном корме.

Линейная структура породы, отражающая ее генетическое разнообразие, в определенной степени пластична. Одни линии развиваются сильно ветвясь и от них отводят большое число новых линий, другие продолжают развиваться через одну крупную ветвь, третьи постепенно угасают и сходят на «нет», уходя в маточное поголовье [1–5].

Основным методом совершенствования животных при чистопородном разведении является метод разведения по линиям, который впервые был применен на Хреновском конном заводе при создании орловской рысистой породы лошадей [6, 7].

Суть линейного разведения заключается в размножении, распространении генотипа, выдающегося по полезной наследственности животного через его сыновей, внуков и правнуков. При такой технологии проявляются приспособительные качества забайкальских лошадей к местным крайне суровым природно-климатическим условиям [8].

На значительную роль линейного разведения при совершенствовании аборигенных пород лошадей указывали Н.В. Анашина¹, И.И. Сорокина [9], С.С. Павловский², Л.С. Золотова³, А.С. Зейнуллин⁴.

Для локальных пород наиболее оптимальным является разведение 5–6 линий. При большом количестве линий и ограниченном поголовье высокопродуктивных племенных маток снижаются темпы селекционного совершенствования породы.

В условиях Забайкальского края, где лошади круглый год находятся на пастбище и разводятся в условиях с резкими сезонными колебаниями температуры, актуально изучение линейной структуры лошадей забайкальской породы.

¹Анашина Н.В. Племенная работа в продуктивном коневодстве // Задачи по дальнейшему повышению эффективности коневодства и коннозаводства, вытекающие из решений XXVI съезда КПСС. ВНИИК.

²Павловский С.С., Ткачева И.В. Генеалогическая структура новоалександровской тяжеловозной породы лошадей // Научно-технический бюллетень института животноводства национальной академии аграрных наук Украины. 2019. № 122. С. 130–138.

³Золотова Л.С. Работоспособность лошадей орловской рысистой породы разного происхождения // Наука и инновации в АПК XXI века, посвященная 145-летию академии. Материалы всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. Казань. 2018. С. 300–303.

⁴Зейнуллин А.С., Буранбаев Б.М. Создание новых высокопродуктивных внутривидовых типов, линий, семейств местных пород лошадей "нарынкой" популяции // Пищевые технологии будущего: инновации в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции. Пенза. 2020. С. 201–205.

Цель исследования – изучить линейную структуру лошадей забайкальской аборигенной породы для ее характеристики и определения задач дальнейшей работы с линиями.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материал исследований – данные районных архивных документов, сводные ведомости по бонитировке лошадей племенных хозяйств Забайкальского края (2010–2018 гг.). Работа выполнена в соответствии с инструкциями Минсельхоза РФ⁵. В исследованиях учтены следующие показатели: тип, экстерьер, приспособительные качества, живая масса, промеры (высота в холке, длина туловища, обхват груди и пясти). На основании промеров высчитаны индексы телосложения – формата (растянутости) и компактности (сбитости).

Биометрическую обработку полученных цифровых материалов проводили методом вариационной статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В Забайкальском крае зарегистрировано шесть племенных хозяйств по разведению забайкальской породы лошадей, работающих над совершенствованием племенных и

продуктивных качеств. В настоящее время действующая линейная структура представлена семью линиями, имеющими живых продолжателей (см. табл. 1).

В генеалогии забайкальской породы лидируют следующие линии: Аргали, Кагора, Четкого и Премьера. В ходе исследований проанализированы промеры и живая масса потомков родоначальников линии (см. табл. 2).

Характеристика линии Аргали. Родоначальник линии – жеребец Аргали, 1980 г.р., темно-серой масти, родился в СПК им. Калининна Агинского района. Аргали активно использовался в воспроизводстве и оставил четырех ценных сыновей, 13 внуков и семь правнуков. В связи с тем, что он в структуре породы занимает первое место (21,6%) по численности потомков, представлена полная характеристика его продолжателей по основным селекционируемым признакам. Продолжателями линии выступают сыновья: Арбат, 1986 г.р., Алмаз, 1984 г.р., Алмазный, 1991 г.р., Азалин-1, 1996 г.р. (см. табл. 3).

Наиболее перспективные продолжатели линии Аргали – его внуки – жеребцы: Ахиллес, 2004 г.р., рыжий; Азиль 23, 2006 г.р., соловый, а также правнуки: Бурал, 2012 г.р., чалый; Алан-23, 2015 г.р., булано-саврасый (см. табл. 4 и 5).

Табл. 1. Сравнительные показатели родоначальников линий

Table 1. Comparative indicators of the lines' ancestors

Кличка	Год рождения	Масть	Промер, см				Живая масса, кг	Потомство		
			высота в холке	длина туловища	обхват груди	обхват пясти		сыновья	внуки	правнуки
Аргали	1980	Темно-серая	141	148	172	20,5	450	4	13	7
Кагор	1991	Вороно-чубарая	141	147	175	19,0	430	7	6	1
Строгий	1980	Мышастая	141	148	177	20,0	440	2	5	3
Четкий	1990	Гнедо-саврасо-курчавая	140	148	177	20,0	440	9	12	–
Ландыш	1996	Буланая	142	150	179	20,0	430	4	6	1
Ходок	1987	Мышастая	141	148	179	19,0	430	2	10	2
Премьер	1997	Пегая	148	155	173	21,0	460	5	11	1
В среднем			142,0	149,1	176,0	19,9	440	33	63	15

Примечание. Классность – элита.

⁵Ковешников В.С. Порядок и условия проведения бонитировки племенных лошадей забайкальской породы. М., 2011. 20 с.

Табл. 2. Промеры и живая масса потомков родоначальников линий

Table 2. Measurements and live weight of the descendants of the lines' ancestors

Линия	Потомство	Промеры, см				Живая масса, кг
		высота в холке	длина туловища	обхват груди	обхват пясти	
Аргали	Сыновья	142,5 ± 0,64	149,7 ± 1,11	182,7 ± 0,86	20,6 ± 0,24	455,0 ± 4,86
	Внуки	141,7 ± 0,50	149,0 ± 0,64	180,3 ± 1,23	20,2 ± 0,27	456,5 ± 4,13
	Правнуки	143,0 ± 0,92	150,0 ± 0,81	181,0 ± 1,39	21,2 ± 0,64	470,7 ± 3,88
Кагор	Сыновья	142,4 ± 0,29	150,0 ± 0,38	181,0 ± 0,97	20,2 ± 0,17	460,0 ± 4,05
	Внуки	142,8 ± 0,44	150,6 ± 0,49	181,0 ± 1,80	20,6 ± 0,20	458,3 ± 4,59
	Правнуки	141	147	174	20,0	430
Четкий	Сыновья	140,3 ± 0,33	147,5 ± 1,43	177,7 ± 1,54	19,7 ± 0,15	454,4 ± 3,90
	Внуки	141,6 ± 0,43	149,5 ± 0,58	181,2 ± 0,40	20,3 ± 0,02	460,8 ± 4,40
	Правнуки	–	–	–	–	–
Премьер	Сыновья	139,0 ± 0,54	149,6 ± 2,11	175,8 ± 1,59	19,6 ± 0,24	430,0 ± 7,72
	Внуки	141,5 ± 0,68	148,6 ± 0,93	180,4 ± 1,43	19,9 ± 0,25	447,2 ± 4,31
	Правнуки	139	146	172	19	420

Табл. 3. Промеры, живая масса и индексы телосложения сыновей жеребца Аргали

Table 3. Measurements, live weight and body build indices of Argali stallion's sons

Кличка, мать, год рождения	Промер, см				Индекс, %		Живая масса, кг
	высота в холке	длина туловища	обхват груди	обхват пясти	формата	компактности	
Арбат, гнедой, 1986	142	149	183	20,5	104,9	122,8	450
Алмаз, мышастый, 1984	143	151	185	20,0	105,6	122,5	460
Алмазный, мышастый, 1991	144	152	186	21,0	105,5	129,2	470
Азалин-1, 1996	141	147	175	21,0	104,2	119,0	440

Примечание. Классность – элита.

Табл. 4. Промеры, живая масса и индексы телосложения внуков жеребца Аргали

Table 4. Measurements, live weight and body build indices of Argali stallion's grandsons

Кличка, мать, год рождения	Промер, см				Индекс, %		Живая масса, кг
	высота в холке	длина туловища	обхват груди	обхват пясти	формата	компактности	
Бурал, чалый, 2012	144	151	185	22	104,8	122,5	520
Хула-Якут, саврасый, 2001	141	147	181	20	104,2	123,1	445
Арбалет-9, гнедо-пеганый, 2000	146	152	177	20	104,1	116,4	460
Арбат, чалый, 2006	140	148	178	22	105,7	127,1	500
Алан-23, булано-саврасый, 2015	143	150	184	20	104,8	122,6	480
Аргос-23, гнедо-саврасо-курчавый, 2013	141	149	175	20	105,7	117,4	440
Азбар, гнедой, 2015	146	153	182	20	104,8	118,9	450

Примечание. Классность – элита.

Табл. 5. Промеры, живая масса и индексы телосложения правнуков жеребца Аргали
Table 5. Measurements, live weight and body build indices of Argali stallion's great-grandsons

Кличка, масть, год рождения	Промер, см				Индекс, %		Живая масса, кг
	высота в холке	длина туловища	обхват груди	обхват пясти	формата	компактность	
Бурал, чалый, 2012	144	151	185	22	104,8	122,5	520
Хула-Якут, саврасый, 2001	141	147	181	20	104,2	123,1	445
Арбалет-9, гнедо-пеганый, 2000	146	152	177	20	104,1	116,4	460
Арбат, чалый, 2006	140	148	178	22	105,7	127,1	500
Алан-23, булано-саврасый, 2015	143	150	184	20	104,8	122,6	480
Аргос-23, гнедо-саврасо-курчавый, 2013	141	149	175	20	105,7	117,4	440
Азбар, гнедой, 2015	146	153	182	20	104,8	118,9	450

Примечание. Классность – элита.

Три сына (Арбат, Алмаз и Алмазный) превосходили своего отца по промерам и живой массе. Все жеребцы обладали хорошими приспособительными качествами, что дало основание для их широкого использования. Линия характеризуется наибольшими показателями высоты в холке и длины туловища, что позволяет лошадям линии эффективно тебеневать (высота в холке определяет длину ног). Крупность представителей линии определяет и наибольшую живую массу.

Наибольшее число потомства оставили жеребцы Алмаз и Алмазный (см. табл. 3). Показатели промеров и живой массы четырех внуков (Авангард, Бурый, Алмаз ЧГ и Алмаз) превышали данные своего деда, а также своих отцов.

В настоящее время работают в табунах племенных хозяйств следующие жеребцы-производители – правнуки Аргали: жеребец Хула-Якут, 2001 г.р., саврасый в СПК племрепродуктор «Кункур» Агинского района; Арбат, 2006 г.р., чалый и Бурал, 2012 г.р., чалый в генофондном хозяйстве АКФ «им. Ленина» Могойтуйского района; Арбалет-9, 2000 г.р., гнедо-пеганый, Аргос-23, 2013 г.р., гнедо-саврасый на генофондной племенной ферме «Читинская ГЗК с ипподромом им. Х. Хакимова».

Характеристика линии Четкого. Линия занимает второе место (18,9%) в структуре породы. Родоначальник линии – гнедо-саврасо-курчавый жеребец Четкий, 1990 г.р.

Отличался малым ростом (140 см), который передал своим сыновьям Чарoitu-10, Чинару-17, Чану, Чикою-1. С 2010 г. линия использовалась на кобылах генофондной племенной фермы «Читинская ГЗК с ипподромом им. Х. Хакимова».

Из 12 внуков Четкого семь (Эле Хула, Сокол, Батор, Азиат, Гэсэр, Джин и Бургэд) вошли в производящий состав СПК ГПЗ «Урульга» Еравнинского района Республики Бурятия и в настоящее время используются в косяках. У шести жеребцов в генотипе, кроме Гэсэра, присутствует ген курчавости [10].

Характеристика линии Премьера. Линия занимает в структуре породы третье место (15,3%). Родоначальник линии – пеганый жеребец Премьер, 1997 г.р. Он имел высокий рост (148 см), большую длину туловища (155 см) и крупное телосложение. По этим двум признакам жеребец превосходил всех родоначальников действующих линий.

Продолжателями линии выступают пять сыновей. Одному из них (Пират) Премьер передал длинное туловище. Однако ни один из потомков не унаследовал его высокий рост. Сыновья Привал и Пират работали в СПК им. Калинина Агинского района, Призрак – в СПК племрепродуктор «Кункур» Агинского района.

Шесть внуков Премьера имели длину туловища от 149 до 152 см, три внука – высокий рост (144–146 см). Десять внуков Пре-

мьера работают в настоящее время на генотипной племенной ферме «Читинская ГЗК с ипподромом им. Х. Хакимова».

Характеристика линии Кагора. В структуре породы линия занимает четвертое место (12,7%). Родоначальник линии – вороно-чубарый жеребец Кагор, 1991 г.р. Он был компактным с правильным экстерьером, но имел невысокий рост (141 см), который передал своему сыну Кагорнику и правнуку Сохору, а также вороно-чубарую масть.

Его сыновья (Кагорик, Кавказ, Рубин и Салин) работали производителями в 2003–2015 гг. в СПК им. Калинина Агинского района. Родоначальник линии Кагор часто передавал потомству вороно-чубарую масть. В своем генотипе сыновья Кагорик и Кавказ унаследовали от отца эту масть, внуки – Кубик рубик и Сохор, а также правнук Сохор.

Хорошее потомство в породе оставили внуки – жеребцы Кубик рубик, 2005 г.р., вороно-чубарый, Резвый, 2005 г.р., рыже-чубарый, и Ракша, 2014 г.р., чубарый, которые работают производителями в СПК им. Калинина Агинского района с 2012 по 2020 г. Эти жеребцы компактные, крепкой плотной конституции, с хорошим экстерьером. Правнук Кагора – вороно-чубарый Сохор, 2013 г.р. – унаследовал от прадеда масть, параметры экстерьера и продуктивность, с 2018 г. работает в СПК племрепродуктор «Рассвет» Ононского района.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В целях повышения потенциала продуктивности лошадей забайкальской породы следует интенсивно использовать жеребцов из линий Аргали, Кагора, Четкого и Премьера. На основе этих линий создается внутрипородный тип забайкальских лошадей, отличающихся массивным телосложением и хорошей приспособленностью к круглогодичному пастбищно-тебеновочному содержанию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акимбеков А.Р., Юлдашбаев Ю.А.* Продуктивность казахских лошадей типа жабе при разведении по линиям // Зоотехния. 2017. № 5. С. 11–13.
2. *Юлдашбаев Ю.А., Баймуханов Д.А., Акимбеков А.Р., Исхан К.Ж., Демин В.А.* Разведение казахских лошадей типа жабе с использованием жеребцов разных линий // Зоотехния. 2018. № 8. С. 5–8.
3. *Кондрашкова И.С.* Сравнительная характеристика резвостных качеств рысаков американской стандартбредной породы в зависимости от их происхождения и возраста // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 7 (165). С. 80–86.
4. *Нургалиев Р.Д., Лозовский А.Р.* Генеалогический анализ линейной структуры табунных лошадей кушумской породы в СПК (колхоз) "Искра" Астраханской области // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6. С. 606.
5. *Нурмаханбетов Д.М., Акимбеков А.Р., Туррабаев А.Т.* Зоотехническая характеристика создаваемых линий казахских лошадей типа жабе // Новости науки Казахстана. 2013. № 1 (115). С. 92–99.
6. *Рождественская Г.А., Крешихина В.В.* Динамика племенного поголовья орловской рысистой породы с начала XX по XXI в. // Коневодство и конный спорт. 2018. № 5. С. 8–10.
7. *Рождественская Г.А., Калинкина Г.В., Орлова Ю.А., Крешихина В.В.* Генетическая структура орловской рысистой породы лошадей. Современные линии лошадей // Коневодство и конный спорт. 2019. № 5. С. 7–12.
8. *Шкуратова Г.М., Базарон Б.З., Хамируев Т.Н., Дашинимаев С.М.* Адаптивные изменения кожно-волосного покрова лошадей забайкальской аборигенной породы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 4. С. 101–105. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-4-11.
9. *Сорокина И.И.* Метод разведения по линиям, современное состояние и перспективы // Зоотехния. 2009. № 10. С. 6–10.
10. *Базарон Б.З., Калашников Р.В., Хамируев Т.Н.*

ев Т.Н., Дашинимаев С.М., Шкуратова Г.М., Храброва Л.А. Формирование линии Четкого с феноменом курчавости в забайкальской породе лошадей // Коневодство и конный спорт. 2020. № 4. С. 30–32.

REFERENCES

1. Akimbekov A.R., Yuldashbaev Yu.A. Productivity of Kazakh horses, type Zhabe, according to line breeding. *Zootechniya*, 2017, no. 5, pp. 11–13. (In Russian).
2. Yuldashbaev Yu.A., Baimukanov D.A., Akimbekov A.R., Iskhan K. Zh., Demin V.A. Breeding of Kazakh horses, type Zhabe, with use of different lines stallions. *Zootechniya*, 2018, no. 8, pp. 5–8. (In Russian).
3. Kondrashkova I.S. Comparative characteristics of speeding qualities of the American standard-bred trotters depending on their origin and age. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2018, no. 7 (165), pp. 80–86. (In Russian).
4. Nurgaliev R.D., Lozovsky A.R. The genealogical analysis of linear structure of herd horses of Kushumskaya breed in the SPK (collective farm) "Iskra" in Astrakhan region. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*, 2015, no. 6, pp. 606. (In Russian).
5. Nurmakhanbetov D.M., Akimbekov A.R., Turabaev A.T. Zootechnical characteristics of the created lines of Kazakh horses, type Zhabe. *Novosti nauki Kazakhstana = News of Kazakhstan Science*, 2013, no. 1 (115), pp. 92–99. (In Russian).
6. Rozhdestvenskaya G.A., Kreshikhina V.V. Dynamics of breeding stock of Orlov trotter breed from the beginning of the XX to the XXI century. *Konevodstvo I Konny Sport*, 2018, no. 5, pp. 8–10. (In Russian).
7. Rozhdestvenskaya G.A., Kalinkina G.V., Orlova Yu.A., Kreshikhina V.V. Genetic structure of the Orlov trotter breed. Current male lines. *Konevodstvo I Konny Sport*, 2019, no. 5, pp. 7–12. (In Russian).
8. Shkyratova G.M., Bazaron B.Z., Khamiruev T.N., Dashinimaev S.M. Adaptive changes of the hair coat of the horses of Zabaykalsky aboriginal breed. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2019, vol. 49, no. 4, pp. 101–105. (In Russian). DOI: 10.26898 / 0370-8799-2019-4-11.
9. Sorokina I.I. Method of line breeding – modern state and perspectives of development. *Zootechniya*, 2009, no. 10, pp. 6–10. (In Russian).
10. Bazaron B.Z., Kalashnikov R.V., Khamiruev T.N., Dashinimaev S.M., Shkyratova G.M., Khrabrova L.A. Formation of Chetky line with the phenomenon of curly hair in the Zabaykalskaya breed. *Konevodstvo I Konny Sport*, 2020, no. 4, pp. 30–32. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ Шкуратова Г.М., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, адрес для переписки: Россия, 672010, Забайкальский край, г. Чита, ул. Кирова, 49, а/я 470; e-mail: Shkyratova-52@mail.ru

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

Хамируев Т.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник; e-mail: tnik0979@mail.ru

Дашинимаев С.М., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; e-mail: solbonmd@mail.ru

Мельникова Н.Н., зоотехник

AUTHOR INFORMATION

✉ Galina M. Shkyratova, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; address: 49 Kirova St, Chita, Trans-Baikal Territory, 672010, Russia; e-mail: Shkyratova-52@mail.ru

Badma Z. Bazaron, Candidate of Science in Agriculture; Senior Researcher

Timur N. Khamiruev, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor, Lead Researcher; e-mail: tnik0979@mail.ru

Solbon M. Dashinimaev, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; e-mail: solbonmd@mail.ru

Nadezhda N. Melnikova, zootechnician

Дата поступления статьи 21.08.2020
Received by the editors 21.08.2020

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ «РУМИДЖОЙ» В РАЦИОНАХ РЕМОНТНЫХ ТЕЛОК

¹Немзоров А.М., ¹Ларина Н.А., ²Итэсь Ю.В.

¹Кемеровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук

Кемеровская область, пос. Новостройка, Россия

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Представлены результаты научно-хозяйственного опыта по применению новой энергетической добавки в рационах ремонтного молодняка крупного рогатого скота в послемолочный период выращивания. Исследования 2019 г. проведены в условиях Кемеровской области в летне-осенний период. Ремонтные телки получали энергетическую добавку в смеси с концентратами в количестве 20 мл на одну голову в сутки. Кормление подопытного молодняка осуществляли на достаточно высоком уровне (10,2–10,3 МДж обменной энергии), количество основных питательных веществ соответствовало потребности. Скармливание добавки положительно повлияло на энергию роста животных. Установлено, что живая масса телок опытной группы к концу исследований достигла 139,2 кг, что выше контроля на 2,5 кг. За период эксперимента валовой прирост живой массы увеличился в среднем на 2,92 кг, или 7,5%, среднесуточный прирост повысился на 48,6 г. При скармливании добавки установлена положительная динамика по гематологическим показателям крови. Количество гемоглобина в опытной группе повысилось на 10,33 г/л, эритроцитов – на 0,21 млн/мм³, что характеризует интенсивное течение окислительно-восстановительных процессов в организме. Увеличение общего белка, альбуминов трансфераз в сыворотке крови свидетельствует о более высоком белковом обмене по сравнению с контрольным молодняком. Повышение содержания глобулинов в опытной группе телят на 27,43% указывает на улучшение защитных сил организма за счет применения добавки. Экономический эффект от использования энергетической добавки в рационах телок составил в среднем на одну голову 302 р. при окупаемости затрат 0,53 р.

Ключевые слова: молодняк, энергетическая добавка, рацион, живая масса, ранний период выращивания

EFFICIENCY OF USING ENERGY SUPPLEMENT "RUMIJOY" IN THE DIETS OF REPLACEMENT HEIFERS

¹Nemzorov A.M., ¹Larina N.A., ²Ites' Yu.V.

¹Kemerovo Research Institute of Agriculture – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre for Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

Novostroyka, Kemerovo region, Russia

²Siberian Federal Scientific Centre of AgroBioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The paper presents the results of scientific and economic experiment on the use of a new energy supplement in the diets of replacement young cattle in the post-milk period of rearing. The studies were carried out in 2019 in the conditions of Kemerovo region in the summer and autumn period. Replacement heifers received an energy supplement mixed with concentrates in the amount of 20 ml per head per day. The experimental young animals were fed at a sufficiently high level (10.2–10.3 MJ of metabolizable energy), the amount of basic nutrients corresponded to the need. Feeding the supplement had a positive effect on the growth energy of the animals. It was established that the live weight of heifers in the experimental group reached 139.2 kg by the end of the research, which is 2.5 kg higher than the control. During the period of the experiment, the gross gain in live weight increased by an average of 2.92 kg or 7.5%, the average daily gain exceeded control by 48.6 g. When feeding the supplement, positive dynamics in hematological blood parameters was established. The amount of hemoglobin in the experimental group increased by 10.33 g/l, erythrocytes – by 0.21 million/

mm3, which characterizes the intensive course of redox processes in the body. An increase in the total protein and albumin transferases in the blood serum indicates a higher protein metabolism in comparison with the control group of young cattle. An increase in the content of globulins in the experimental group of calves by 27.43% indicates an improvement in the body immuno-defences due to the use of the supplement. The economic effect of using the energy supplement in the diets of heifers averaged 302.0 rubles per head, with a payback of 0.53 rubles.

Keywords: young cattle, energy supplement, diet, live weight, early rearing period

Для цитирования: Немзоров А.М., Ларина Н.А., Итес' Ю.В. Эффективность использования энергетической добавки «Румиджой» в рационах ремонтных телок // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 5. С. 69–76. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-8>

For citation: Nemzorov A.M., Larina N.A., Ites' Yu.V. Efficiency of using energy supplement "RumiJoy" in the diets of replacement heifers. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 5, pp. 69–76. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-8>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Важная задача современного животноводства – организация питания молодняка в различные возрастные периоды для реализации его максимального генетического потенциала [1]. В связи с этим большое внимание уделяется переходному периоду от молочного к растительному типу питания телят. Это связано с неспособностью пищеварительной системы молодняка переваривать питательные вещества растительных кормов из-за низкой ферментативной активности в преджелудках и становления рубцового пищеварения. Особенно для роста телят в переходный период необходимы доступные источники протеина, энергии и биологически активных веществ [2]. Известно, что устойчивы к заболеваниям те телята, которые имеют высокий энергетический баланс своего организма. Недостаток жирных кислот в рационе как одного из важнейших показателей энергетической ценности приводит к нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы, ухудшению воспроизводительных качеств у молодняка, к ослаблению иммунитета и снижению роста [3]. Объемистые корма зачастую не отвечают требованиям рациона первого класса из-за низкого содержания энергетической составной (углеводов, жиров, белка). В результате растущие животные не способны покрыть расход энергии на увеличение мышечной

массы, не используя дополнительные источники энергии. Ремонтный молодняк в начальный период выращивания более чувствителен к недостатку энергии, чем взрослые животные, так как энергозатраты у телят значительно выше. Обогащение энергии рационов за счет кормовых растительных жиров различного происхождения позволяет увеличить интенсивность роста и снизить затраты на выращивание [4].

По данным исследователей, использование в рационах молодняка крупного рогатого скота энергонасыщенных кормовых добавок в сочетании с минерально-витаминными и микробиологическими препаратами позволяет повысить переваримость питательных веществ корма и их усвоение, увеличить среднесуточный прирост живой массы на 6,1–8,3% по сравнению со сверстниками из контрольной группы [5, 6]. В условиях РУП «Экспериментальная база Жодино» Минской области исследована эффективность применения в рационах бычков черно-пестрой породы комбикорма КР-2 с маслом рапса в количестве 7% от массы концентрированных кормов. Среднесуточный прирост живой массы превышал на 4,2% сверстников контрольной группы при одинаковых затратах корма на прирост 4,32–4,33 к. ед. [7].

В связи с этим актуально применение в кормлении растущего молодняка в послемолочный период новых комплексных энерге-

тических добавок, позволяющих сбалансировать питание по энергии и способствующим интенсивному росту животных.

Цель работы – оценить влияние скармливания новой энергетической добавки «РумиДжой» на рост и развитие голштинизированного ремонтного молодняка черно-пестрой породы крупного рогатого скота.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Научно-хозяйственный опыт 2019 г. проведен в условиях Кемеровской области на ремонтном молодняке в летне-осенний период. Продолжительность эксперимента 60 дней. Животные для проведения эксперимента подобраны по принципу пар-аналогов с учетом даты рождения, живой массы и происхождения. При постановке на опыт разница в возрасте у молодняка внутри группы составила 3,5–4,0 мес, между аналогами из контрольной и опытной групп по дате рождения не превышала 5 дней. Живая масса телят на начало эксперимента 97,2–97,6 кг. Критериями подбора по происхождению служили: порода (доля кровности по голштинской породе), живая масса матери, один отец (животные-аналоги из контрольной и опытной групп были сестрами по отцу). Исследования проведены по схеме:

1) контрольная группа (12 гол.), кормление – основной рацион (ОР);

2) опытная группа (12 гол.), кормление – ОР с энергетической добавкой «РумиДжой» (20 мл на одну голову в сутки).

Условия содержания и кормления подопытных животных одинаковые, за исключением изучаемого фактора. Опытной группе молодняка дополнительно с комбикормом раздавали жидкую энергетическую добавку «РумиДжой» (ООО ПО «Сиббиофарм», г. Бердск, Новосибирская область). В состав добавки входили следующие компоненты: комбинации органических кислот, полученных путем микробного синтеза (янтарная, уксусная, молочная, пропионовая, лимонная); углеводы (фруктоза, мальтоза, глюкоза); витамины; ферменты; лакто- и бифидобактерии; глицерин высокой очистки растительного происхождения. Рационы

животных рассчитаны по основным питательным и минеральным веществам на основе детализированных норм кормления с учетом планируемого прироста живой массы. Химический состав кормов, используемых в кормлении телок, проводили в центре агрохимической службы «Кемеровский» и в лаборатории биохимии Сибирского научно-исследовательского и проектно-технологического института животноводства Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук (СибНИПТИЖ СФНЦА РАН).

Состояние здоровья и метаболический статус молодняка оценивали по анализам крови, взятой от аналогов, выделенных из каждой группы по три головы в начале и в конце опыта. В крови определены морфологические показатели: эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, гемоглобин, гематокрит. Из биохимических показателей изучены: общий белок, альбумины, глобулины, мочевины, креатинин, билирубин, АЛТ, АСТ, кальций общий, фосфор неорганический, железо. Анализ крови выполнен в лаборатории биохимии СибНИПТИЖа СФНЦА РАН на автоматическом приборе Abacus VET5 Diatron.

Изучение роста и развития подопытных животных проводили по данным ежемесячного индивидуального взвешивания с последующим расчетом абсолютного и среднесуточного прироста живой массы. При определении экономической эффективности применения добавки учитывали следующие показатели: живая масса на конец эксперимента, стоимость затраченных кормов и добавки, оплата корма приростом и стоимость 1 кг живой массы молодняка. Экономический эффект рассчитывали по разности между полученным результатом в стоимостном выражении и затратами на препарат. Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики по Е.К. Меркурьевой [8] на персональном компьютере с использованием программы Microsoft Excel с определением уровня достоверности (p) по t -критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По окончании молочного периода и с переходом на растительные корма живая масса телят обычно снижается, так как молодняк испытывает дефицит в легкопереваримых питательных веществах и энергии. В связи с этим важно обеспечить животным полноценное питание кормами высокого качества с балансирующими добавками.

В послемолочный период выращивания основную долю в структуре рационов телок занимали концентрированные корма (68–70%) и сено (20,0–21,0%), незначительную – зеленая масса (9,0–9,5%). Анализ кормления молодняка показал, что значительной разницы в потреблении основных кормов и питательных веществ не установлено (см. табл. 1).

Табл. 1. Среднесуточный рацион подопытного молодняка

Table 1. Average daily diet of experimental young cattle

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
<i>Состав рациона</i>		
Сено злаковое, кг	2,0	2,0
Зеленая масса, кг	2,0	2,0
Зерносмесь, кг	3,0	3,0
Мел марки Б, г	45,0	45,0
Соль, г	30,0	30,0
Энергетическая добавка, мл	–	20,0
<i>Концентрация питательных веществ в 1 кг сухого вещества рациона</i>		
ЭЖЕ, кг	1,0	1,0
О.Э., МДж	10,2	10,3
Сырого протеина, г	129,3	129,3
Переваримого протеина, г	92,1	92,1
Сахара, г	45,4	45,4
Крахмала, г	261,3	261,3
Сырой клетчатки, г	180,5	180,5
Кальция, г	9,5	9,5
Фосфора, г	4,3	4,3
Калия, г	12,7	12,7
Железа, мг	226,1	226,1
Меди, мг	7,9	7,9
Цинка, мг	24,9	24,9
Марганца, мг	36,6	36,6
Каротина, мг	30,8	30,8

Растущий молодняк наиболее требователен к протеиновому, энергетическому и минеральному питанию, так как их рост и развитие напрямую зависят от обмена белков, макро- и микроэлементов, которые участвуют во всех метаболических процессах [9].

Энергонасыщенность и полноценность любого рациона оцениваются по концентрации энергии и питательных веществ в 1 кг сухого вещества [10]. Кормление подопытного молодняка осуществляли на достаточно высоком уровне (10,2–10,3 МДж обменной энергии), количество основных питательных веществ соответствовало потребности. Анализируемые рационы животных считаются оптимальными для этого периода выращивания [11].

Значительное влияние на состояние обмена веществ в организме растущих животных оказывает и содержание минеральных элементов в рационе¹. В исследованиях учитывали концентрацию в рационе кальция, фосфора и калия, микроэлементов – по количеству железа, меди, цинка, марганца. Уровень кальция и фосфора в сухом веществе соответствовал нормативным значениям при оптимальном их соотношении (2,1–2,2 : 1,0). Концентрация рассматриваемых микроэлементов (медь, цинк, марганец) отмечена выше физиологической потребности этого возрастного периода. Содержание железа в рационе в 6,5 раза выше нормы. Это связано с высокой его концентрацией в кормах, так как Кемеровская область относится к биогеохимической провинции с повышенным уровнем железа в растениях. По данным исследователей, доступность этого микроэлемента из растительных кормов составляет около 5% [11, 12].

На формирование растущих животных оказывают влияние не только питательные и минеральные вещества, но и витамины. Наиболее важные из них – жирорастворимые, среди которых особое место занимают витамин А и его провитамин – каротин. Они выполняют антиоксидантную и иммуности-

¹Калашиников А.П., Фисинин В.И., Щеглов В.В. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справ. пособие. 3-е изд. М., 2003. 456 с.

мулирующую роль [13]. В рационе молодняка уровень каротина составил 30,8 мг, что в 1,5 раза выше нормы.

Важным индикатором, оценивающим состояние здоровья и метаболических процессов в организме животных, являются данные гематологических исследований [14]. У растущего организма состав крови более подвержен изменениям по сравнению со взрослыми животными. У быстрорастущего молодняка в крови окислительно-восстановительные процессы протекают интенсивнее, чем у медленно растущих телят [15].

Изучение гематологических показателей крови показало, что в начале и в конце эксперимента контрольная и опытная группы телят в показателях не имели достоверных различий, а также соответствовали физиологической норме возрастного периода выращивания (см. табл. 2)².

Следует отметить, что к концу исследований у телок, получавших энергетическую добавку, наблюдали тенденцию увеличения эритроцитов и гемоглобина. Так, количество

гемоглобина в опытной группе к концу эксперимента повысилось на 10,33 г/л, эритроцитов – на 0,21 млн/мм³, в контрольной, наоборот, снизилось соответственно на 8,66 г/л и 1,77 млн/мм³. Эти элементы указывают на более активные окислительно-восстановительные процессы в организме молодняка опытной группы.

Включение в рацион энергетической добавки повлияло на количество общего белка, альбуминов, трансфераз в сыворотке крови, что свидетельствует об интенсивном течении белкового обмена по сравнению с контрольным молодняком. Повышение уровня глобулинов в опытной группе телят на 27,43% указывает на улучшение защитных сил организма за счет применения добавки. По остальным биохимическим показателям крови подопытных животных существенной разницы не наблюдали, они соответствовали физиологическим нормам (см. сноску 2).

Основные показатели, характеризующие развитие животных, – живая масса и среднесуточный прирост. Исследованиями уста-

Табл. 2. Гематологические показатели крови молодняка

Table 2. Hematological indicators of blood of young cattle

Показатель	Контрольная группа		Опытная группа	
	начало опыта	конец опыта	начало опыта	конец опыта
Эритроциты, млн/мм ³	10,91 ± 0,42	9,14 ± 0,99	10,87 ± 1,28	11,08 ± 0,65
Лейкоциты, тыс./мкл	8,56 ± 1,94	9,34 ± 1,80	8,65 ± 0,91	8,94 ± 1,35
Гемоглобин, г/л	101,33 ± 2,73	92,67 ± 8,57	102,67 ± 9,94	113,00 ± 6,94
Гематокрит, %	35,03 ± 1,38	32,83 ± 2,45	36,78 ± 3,74	39,30 ± 1,77
Тромбоциты, тыс./мкл	775,0 ± 45,37	628,3 ± 110,77	733,3 ± 46,93	627,3 ± 98,93
Общий белок, г/л	57,63 ± 0,54	64,84 ± 1,78	58,03 ± 2,02	76,14 ± 4,33
Альбумин, г/л	26,37 ± 1,67	31,37 ± 1,16	28,62 ± 0,99	33,50 ± 2,41
Глобулины, г/л	31,26 ± 2,15	33,47 ± 0,93	29,41 ± 1,86	42,65 ± 3,17
Мочевина, ммоль/л	3,23 ± 0,14	2,96 ± 0,08	3,66 ± 0,39	2,76 ± 0,13
Креатинин, мкмоль/л	75,18 ± 3,60	91,29 ± 13,52	72,23 ± 1,48	96,78 ± 4,02
Билирубин, ммоль/л	13,41 ± 0,66	11,35 ± 2,98	14,06 ± 2,29	9,74 ± 0,26
Кальций, ммоль/л	1,52 ± 0,09	2,28 ± 0,31	1,89 ± 0,22	2,06 ± 0,23
Фосфор, ммоль/л	1,46 ± 0,09	1,52 ± 0,09	1,58 ± 0,18	1,68 ± 0,06
Железо, ммоль/л	17,65 ± 1,09	19,71 ± 1,35	17,89 ± 1,14	16,13 ± 2,05
АСТ, ЕД/л	124,37 ± 14,27	95,97 ± 31,13	107,25 ± 9,80	77,97 ± 8,86
АЛТ, ЕД/л	25,80 ± 2,15	15,1 ± 2,55	37,67 ± 2,09	34,67 ± 12,53

²Васильева С.В., Конопатов Ю.В. Клиническая биохимия крупного рогатого скота. Учебное пособие. 2-е изд. СПб., 2017. 188 с.

Табл. 3. Изменение живой массы и прироста у подопытных животных**Table 3.** Changes in live weight and growth in experimental cattle

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Средняя живая масса, кг: при постановке на опыт	97,60 ± 1,09	97,20 ± 1,14
при снятии с опыта	136,70 ± 1,74	139,20 ± 1,68
Валовой прирост, кг	39,08 ± 1,11	42,00 ± 0,98
Процент к контролю	–	7,5
Среднесуточный прирост, г	651,40 ± 18,49	700,00 ± 16,32
Процент к контролю	–	7,5
Затраты корма на 1 кг прироста, к. ед.	7,22	6,86

новлено, что введение в рацион энергетической добавки «РумиДжой» в количестве 20 мл на одну голову в сутки положительно повлияло на увеличение живой массы. В начале опыта живая масса телят достоверных различий между группами не имела (в среднем 97,2–97,6 кг), к концу исследований в опытной группе она достигла 139,2 кг, что выше на 2,5 кг по сравнению с контролем (см. табл. 3).

За опытный период у молодняка, получавшего добавку, валовой прирост живой массы увеличился в среднем на 2,92 кг, или 7,5%, среднесуточный прирост на 48,6 г, оплата корма приростом на одну голову составила 6,86 к. ед., что выше на 5% показатели контрольной группы. Включение добавки «РумиДжой» в рацион телят за период эксперимента позволило получить в среднем экономический эффект 302 р. на одну голову при окупаемости затрат 0,53 р.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Скармливание ремонтному молодняку после молочного периода выращивания препарата «РумиДжой» в количестве 20 мл на одну голову в сутки имело положительную динамику на увеличение гемоглобина к концу эксперимента в опытной группе на 10,33 г/л, эритроцитов на 0,21 млн/мм³, глобулинов на 27,43%. Увеличение общего белка, альбуминов, трансфераз в сыворотке крови свидетельствует о высоком белковом обмене по сравнению с контрольным молод-

няком. Включение в рацион энергетической добавки имело тенденцию по увеличению валового прироста на 2,92 кг, среднесуточного – на 48,6 г по сравнению с контрольной группой.

Использование в кормлении ремонтных телок добавки «РумиДжой» позволяет улучшить экономические показатели выращивания. Показатели оплаты корма приростом в опытной группе отмечены на 5% выше, чем в контроле, экономический эффект – больше на 302 р. при окупаемости затрат 0,53 р.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Терещенко В.А., Иванов Е.А., Иванова О.В. Сквашенное молоко и природный минерал в кормлении телят // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 2. С. 210–215.
2. Зеленков П.И., Зеленков А.П., Зеленкова А.А. Повышение энергии роста телят в молочный период // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 77 (03). С. 1–10.
3. Рахимжанова И.А., Мирошников С.А., Галиев Б.Х., Никулин В.Н., Ширнина Н.М. Синтез энергетических соединений в преджелудках бычков казахской белоголовой породы в связи с различным уровнем полиненасыщенных жирных кислот в летних рационах // Известия Оренбургского аграрного университета. 2017. № 1 (63). С. 197–201.
4. Рязанов В.А., Левахин Ю.И., Джуламанов Е.Б., Нуржанов Б.С. Экономическая эффективность применения рационов с содержанием бурасс жиров в кормлении бычков

- красной степной породы // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 3 (99). С. 147–151.
5. Николаева Н.А., Борисова П.П., Алексеева Н.М., Васильева Е.С. Влияние энергонасыщенных кормовых добавок на переваримость питательных веществ рационов у телок симментальской породы // Главный зоотехник. 2018. № 4. С. 18–25.
 6. Боголюбова Н.В., Рыков Р.А., Романов В.Н. Оценка метаболического статуса организма бычков при использовании в питании энерго-витаминно-минерального комплекса // Зоотехния. 2018. № 5. С. 2–4.
 7. Радчиков В.Ф., Сапсалева Т.Л., Голубенко Т.Л. Масло рапсовое в кормлении бычков // Науковий вістник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2015. Т. 1 (61). Частина 3. С. 166–171.
 8. Меркурьева Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных: монография. М.: Колос, 1970. 423 с.
 9. Белова С.Н., Плешков В.А. Эффективность использования кормовой добавки Примасан в рационах молодняка крупного рогатого скота // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 12. С. 87–89.
 10. Ляцук Р.Н., Михайлова О.А., Мошкина С.В., Самойлов Д.А. Зоотехническая оценка коров при использовании кормовых добавок «Атриге» и «Ковелос Энергия» // Вестник Курганской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 3. С. 23–28.
 11. Кальницкий Б.Д. Минеральные вещества в кормлении животных: монография. Л.: Агропромиздат, 1985. 207 с.
 12. Залюбовская Е.Ю., Чубин А.Н. Влияние скармливания различных форм микроэлементов на рост, развитие и обмен веществ молодняка крупного рогатого скота // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. № 4 (44). С. 116–120.
 13. Нефедова В.Н., Семенченко С.В., Дегтярь А.С. Витамин А в животноводстве и ветеринарии // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2015. Т. 30. С. 176–180. URL: <http://e-koncept.ru/2015/65106.htm>.
 14. Шарнина Н.М., Галиев Б.Х., Картекинов И.С., Мирошников И.С., Рахимжанова И.А., Байков А.С., Дусаева Х.Б. Гематологические показатели бычков, выращиваемых на мясо, при использовании в рационах кавитированных кормов // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 4. С. 143–150.
 15. Шейграцова Л.Н., Курак А.С., Кирикович С.А. Влияние препарата бактериального происхождения на энергию роста и формирование иммунного статуса телят // Таврический научный обозреватель. 2016. № 5 (10). С. 141–147.

REFERENCES

1. Tereshchenko V.A., Ivanov E.A., Ivanova O.V. Acidified milk and natural mineral in calf feeding. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2018, no. 2, pp. 210–215. (In Russian).
2. Zelenkov P.I., Zelenkov A.P., Zelenkova A.A. The increase in energy growth calf in the dairy period. *Nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*, 2012, no. 77 (03), pp. 1–10. (In Russian).
3. Rakhimzhanova I.A., Miroshnikov S.A., Galiev B.Kh., Nikulin V.N., Shirnina N.M. Synthesis of energy compounds in gizzards of Kazakh white-head steers associated with the different level of polyunsaturated fatty acids in summer diets. *Izvestiya Orenburgskogo agrarnogo universiteta = Izvestiya of Orenburg State Agrarian University*, 2017, no. 1 (63), pp. 197–201. (In Russian).
4. Ryazanov V.A., Levakhin Yu.I., Dzhulamanov E.B., Nurzhanov B.S. Economic efficiency of feeding with bypass fats in feeding red-steppe calves. *Vestnik myasnogo skotovodstva = The Herald of Beef Cattle Breeding*, 2017, no. 3 (99), pp. 147–151. (In Russian).
5. Nikolaeva N.A., Borisova P.P., Alekseeva N.M., Vasil'eva E.S. The influence of highly nutritious feed additives on nutrients digestibility of rations in heifers of Simmental breed. *Glavnyy zootechnik = Chief Zootechnician*, 2018, no. 4, pp. 18–25. (In Russian).
6. Bogolyubova N.V., Rykov R.A., Romanov V.N. Assessment of the metabolic status of the bull-calves organism at use of food energy-vitamin-mineral complex in nutrition. *Zootechniya*, 2018, no. 5, pp. 2–4. (In Russian).
7. Radchikov V.F., Capsulea T.L., Golubenko T.L. Use of rapeseed oil for calves feeding. *Naukovij vistnik LNUVMBT imeni S.Z. Gzhits'kogo = Scientific Messenger of LNU of Veterinary*

- Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhitsky*, 2015, vol. 1 (61), part 3, pp. 166–171. (In Russian).
8. Merkur'eva E.K. *Biometrics in breeding and genetics of farm animals*. Moscow, Kolos Publ., 1970, 423 p. (In Russian).
 9. Belova S. N., Pleshkov V. A. Efficiency of Primasan feed additive in the diets of young cattle. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2019, vol. 33, no. 12, pp. 87–89. (In Russian).
 10. Lyashhuk R.N., Mihyalova O.A., Moshkina S.V., Samoilov D.A. Zootechnical assessment of cows with the use of feed additives «Atpure» and «Cavelos Energy». *Vestnik Kurganskoy gosudarstvennoy selskohoziaystvennoy akademii = Bulletin of Kurgan State Agricultural Academy*, 2017, no. 3, pp. 23–28. (In Russian).
 11. Kalnitsky B.D. *Mineral substances in animal feeding*. Leningrad, Agropromizdat Publ., 1985. 207 p. (In Russian).
 12. Zalyubovskaya E.Yu., Chubin A.N. Influence of different forms of trace elements exerted on the growth, development and metabolism of young cattle. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik = Far East Agrarian Bulletin*, 2017, no. 4 (44), pp. 116–120. (In Russian).
 13. Nefedova V.N., Semenchenko S.V., Degtyar A.S. Vitamin A in animal husbandry and veterinary medicine. *Nauchno-metodicheskiy elektronnyy zhurnal «Kontsept» = Scientific and Methodological electronic journal "Concept"*, 2015, vol. 30. pp. 176–180. URL: <http://e-koncept.ru/2015/65106.htm>. (In Russian).
 14. Sharnina N.M., Galiev B.H., Kartekenov I.S., Miroshnikov I.S., Rakhimzhanova I.A., Baikov A.S., Dusaeva Kh.B. Hematological indicators of calves grown for beef after use of diets with cavitated concentrates. *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbandry and Fodder Production*, 2018, vol. 101, no. 4, pp. 143–150. (In Russian).
 15. Sheygratsova L.N., Kurak A.S., Kirikovich S.A. Effect of preparation of bacterial origin on growth energy and immune status of calves. *Tavrisheskiy nauchnyy obozrevatel' = Tavrichesky Scientific Observer*, 2016, no. 5 (10), pp. 141–147. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Немзоров А.М.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 650510, Кемеровская область, пос. Новостройка, ул. Центральная, 47; e-mail: nemzorov.83@mail.ru

Ларина Н.А., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, доцент; e-mail: larina.n59@mail.ru

Итэсь Ю.В., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник; e-mail: ites_uv@ngs.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Artyom M. Nemzorov**, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; **address:** 47, Centralnaya St., Novostroika, Kemerovo, 650510, Russia; e-mail: nemzorov.83@mail.ru

Nadezhda A. Larina, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher, Assistant Professor; e-mail: larina.n59@mail.ru

Yuriy V. Ites, Candidate of Science in Biology, Lead Researcher; e-mail: ites_uv@ngs.ru

Дата поступления статьи 23.07.2020
Received by the editors 23.07.2020



КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕМЕЛЬ. МЕТОДЫ

Каличкин В.К., Корякин Р.А., Максимович К.Ю., Галимов Р.Р.

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия*

Для решения задачи автоматизации агроэкологической оценки земель (природно-ресурсного потенциала) и создания интеллектуальных информационных систем для дальнейшего их программирования необходимым этапом является концептуализация предметной области, или концептуальное моделирование. В настоящей работе концептуальная модель предметной области «Агроэкологические свойства земель», разработанная на основе абстрактно-логического языка UML и предложенная в предыдущей части цикла статей авторов, дополнена типом абстрактных объектов «метод». Методы в UML отражают виды взаимосвязей между данными различной природы и призваны различать способы, с помощью которых можно заполнить недостающие данные и информацию при решении практических задач в рамках проектирования и выстраивания адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Рассмотрены UML-методы для одного из абстрактных классов предметной области – класса «Рельеф». В данном классе выделены 31 группа комплектов входных данных и 23 – выходных. Все 54 комплекта данных обусловлены связями «метод – атрибут», действующими внутри данного класса или по ранее зафиксированным в концептуальной модели связям между классами. Это означает, что метод класса как абстрактный объект задает множество зависимостей между данными, привязанными к атрибутам данного класса, как входными, и данными, привязанными к атрибутам данного или связанного с ним класса, как выходными. Элементами такого множества зависимостей могут быть детерминированные или стохастические алгоритмы, статистические и другие обрабатывающие ряды данных методы, методы анализа данных и искусственного интеллекта, а также конкретные математические формулы. Показана технология построения базы знаний по UML-методам класса «Рельеф», содержащей 713 групп UML-методов, классифицированных по семи типам, а также приведены примеры UML-методов трех различных типов.

Ключевые слова: концептуальная модель, UML, методы, предметная область, земельный участок, характеристика земель

THE CONCEPTUAL MODEL OF AGROECOLOGICAL PROPERTIES OF LAND. METHODS

Kalichkin V.K., Koryakin R.A., Maksimovich K.Yu., Galimov R.R.

*Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk Region, Russia*

To solve the problem of automating the agroecological land estimation (natural resource potential) and creating intelligent information systems for their further programming, the necessary stage is the conceptualization of the domain knowledge (DK), or conceptual modelling. In this work, the conceptual model of DK “Agroecological properties of land”, developed on the basis of the abstract logical language UML and proposed in the previous part of the series of articles by the authors, is supplemented by the type of abstract objects “method”. The methods in UML reflect the

types of relationships between data of various nature and are designed to distinguish the ways with which it is possible to fill in the missing data and information when solving practical problems in the framework of designing and building adaptive landscape farming systems. UML methods are considered for one of DK abstract classes – class “Relief”. In this class, 31 groups of input datasets and 23 groups of output datasets are suggested. All 54 datasets are based on the “method – attribute” connection that operate within this class or by abstract relationships between classes previously built into the conceptual model. This means that a class method as an abstract object defines a set of dependencies between data associated with the given class attributes, as input dataset, and data associated with the given or related class attributes, as output dataset. The elements of such set of dependencies can be deterministic or stochastic algorithms, statistical and other data processing methods, data analysis and artificial intelligence methods, as well as specific mathematical formulas. The technology of building a knowledge base by UML methods of class “Relief” is shown, containing 713 groups of UML methods classified by seven types, and also examples of UML methods of three different types are given.

Keywords: conceptual model, UML, methods, domain knowledge, plot of land, land characteristics

Для цитирования: Каличкин В.К., Корякин Р.А., Максимович К.Ю., Галимов Р.Р. Концептуальная модель агроэкологических свойств земель. Методы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 5. С. 77–86. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-9>

For citation: Kalichkin V.K., Koryakin R.A., Maksimovich K.Yu., Galimov R.R. The conceptual model of agroecological properties of land. Methods. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 5, pp. 77–86. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-9>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Одна из задач применения методов искусственного интеллекта в сельском хозяйстве – создание автоматизированной системы (программного комплекса для ЭВМ), осуществляющей агроэкологическую оценку земель с помощью интеллектуального анализа данных. Исследования в этой области проводят, например, на кафедре систем искусственного интеллекта Сибирского федерального университета [1, 2]. Здесь создана интеллектуальная система поддержки принятия решения, которая решает задачи ранжирования сельскохозяйственных земель на основе связанного с этими территориями 28-мерного массива геопространственных данных (2 координаты и 26 геопараметров). Схемы решения задач оценки земель в системе создаются на базе экспертных оценок и после отладки на значительном объеме экспериментальных данных могут использоваться как объективный инструмент. Как дополнительный способ оценки земель разработана также методика

определения технико-экономических показателей эксплуатации земель (коэффициент технологической эффективности) в системе управления эффективностью АПК [3].

В зарубежной литературе в отличие от отечественной можно найти большое количество методов и подходов в решении задач оценки сельскохозяйственных земель. Например, многокритериальные подходы к анализу решений (Multi Criteria Decision Analysis approaches – MCDA) [4], нечеткие многокритериальные методы (Fuzzy Multi-Criteria Methods) [5], а также метод многокритериального анализа ELECTRETri (ELimitation EtChoix Traduisant la REalité) в ArcGIS [6]. Интеллектуальная система оценки земли (ISLE – Intelligent System for Land Evaluation) также разработана в качестве основы для интеграции методов искусственного интеллекта с ГИС. ISLE основана на знаниях и моделирует оценку земли в соответствии с моделью FAO-SYS [7, 8]. Интеллектуальная система оценки пригодности сельскохозяйственных

земель (ALSE – Agriculture Land Suitability Evaluator) основана на геоэкологических факторах, автоматизирует процесс оценки и иллюстрирует результаты в таблице атрибутов [9]. Оптимизированный алгоритм машинного обучения (optimized Machine Learning (ML) algorithm) используется для обработки больших данных [10]. Разработано картирование зоны пригодности для землепользования (landuse suitability zone – LSZ) на основе метода аналитической иерархии (analytic hierarchy process – АНР). В этом случае используются модели динамического преобразования землепользования и его последствий (Dynamic Conversion of Land-Use and its Effects – Dyna-CLUE) и статистического масштабирования (Statistical Down Scaling Model – SDSM) [11].

Прежде чем приступить к освоению известных методов автоматизированной оценки земель или разработке собственных, необходимо иметь достаточно четкое представление о предметной области (ПО) и ее модели. Это правило обязательно для исполнения, поскольку помогает избежать ошибки в последующем моделировании или программировании [12, 13].

В предыдущей публикации мы описали концептуальную модель агроэкологических свойств земель и представили ее в виде диаграммы в стандарте UML [14]. Диаграмму характеризуют классы – абстрактные объекты, их атрибуты – свойства абстрактных объектов, связи между классами (на диаграмме пронумерованы цифрами 1–13). Эта диаграмма (концептуальная модель) должна содержать еще один тип принятых в UML абстрактных объектов – *методы*. Методы UML привязаны к классам и отражают всевозможные способы преобразования выявленных через атрибуты классов структур данных в другие имеющие смысл в рамках ПО, т.е. прикрепленные к конкретным абстрактным объектам ее концептуальной модели данные. Методы на диаграмме отсутствуют, в указанной статье их не рассматривали.

Цель данной работы – представить примеры методов в рамках концептуальной модели агроэкологических свойств земель.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Агроэкологическая оценка земель сельскохозяйственного назначения – одна из шести совокупностей факторов, которые необходимо учитывать при моделировании АЛСЗ¹. Для концептуализации ПО выбрана объектно-ориентированная методология, которая является логическим развитием методологий структурного программирования и моделирования данных, обеспечивающих локализацию и структуризацию как самих данных, так и процессов их обработки. При этом подходе вместо набора процедур, предназначенных для решения конкретной задачи, формируется набор абстрактных объектов, свойственных данной ПО, а сами процедуры решения конкретных задач рассматриваются как примеры реализации абстрактных объектов. Развитие объектно-ориентированной методологии связано с созданием методов визуального описания данных, их структур и состояний, процессов и субъектов их обработки. Для решения нашей задачи выбран UML – унифицированный язык моделирования – и абстрактный объект UML – «метод».

Абстрактный объект UML «метод» – наиболее простой и интуитивно понятный среди объектов, используемых для реализации процедур решения конкретных задач. Другие виды таких объектов, например *последовательности*, часто используются вынужденно в силу более глубокой детализации и усложнения структуры классов и связей концептуальной модели ПО. О последовательностях предполагается отдельная публикация в серии статей авторов о концептуальной модели агроэкологических свойств земель.

Методы в UML привязаны к классам и отражают возможности использования атрибутов этого класса для получения зна-

¹Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. руководство. М.: Росинформагротех», 2005. 784 с.

чений других атрибутов этого же класса или атрибутов других классов через связи между классами. Получение значений выполняется через известные или пока неизвестные процедуры решения конкретных задач. Это могут быть детерминированные или стохастические алгоритмы, статистические и другие обрабатывающие ряды данных методы, методы анализа данных и искусственного интеллекта. Иногда реализацией метода может быть устоявшаяся форма расчета одного параметра по другим, известная в виде конкретной формулы.

Таким образом, в UML метод класса – вычислительная процедура, аргументами которой являются значения (или одно значение) атрибутов этого же класса. На выходе такой процедуры может получиться другой атрибут этого же класса или атрибут класса, имеющего связь с данными. Графическая нотация класса состоит из двух частей – заголовка с именем класса и тела с описанием его полей (атрибуты – в терминах UML) и методов (операций – в терминах UML)² [15].

В рамках предметной области «Агроэкологические свойства земель» основная цель применения методов – восполнить пробелы в имеющихся данных о землях и природных условиях не измерительными методами, а с помощью автоматических расчетов на ЭВМ и в информационных системах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Прежде чем переходить к описанию методов расчета одних характеризующих природные объекты и комплексы величин через другие, заметим, что все они обусловлены нахождением земельного участка в природной среде, а значит, выполняются под влиянием и с учетом внешних природных процессов. Набор природных процессов – важная часть ПО, которая сформируется после понимания того, какие комплекты внешних природных процессов учитывает каждый из выбранных методов.

Для отражения практики применения методов в рассматриваемой ПО в каче-

стве примера выбран класс «Рельеф» (см. табл. 1). Строки – это наборы атрибутов класса «Рельеф», подаваемые на вход метода, в столбцах – значения выдаваемого на выходе атрибута этого же или другого класса (см. табл. 1).

Цифрами 1–5 обозначены атрибуты класса «Рельеф» сверху вниз согласно их порядку на диаграмме [14]. Они дают 31 комплект входных параметров, из которых с помощью методов можно получить или 5 атрибутов класса «Рельеф», или 18 атрибутов четырех связанных классов (связи 1, 3, 4, 10 [14]). Аналогичны другие обозначения: э1, э2 (2 атрибута класса «Эрозия», связь 1); п1, п2, п3, п4, п5, п6, п7, п8, п9 (9 атрибутов связанного класса «Почвы», связь 3); а1, а2, а3, а4 (4 атрибута связанного класса «Агрометеорологический ресурс», связь 4); з1, з2, з3 (3 атрибута связанного класса «Земельный участок», связь 10). В ячейках таблицы цвет означает наличие метода, разные цвета – разные виды методов. Расшифровка цветов – внизу таблицы.

Пример 1. Для отражения связи между крутизной склонов (р4) и степенью проявления эрозии (э2) – в таблице это фиолетовая клетка на пересечении строки с обозначением «4» и столбца с обозначением «э2» – можно использовать статистический метод, предложенный М.Н. Заславским [16] (см. табл. 2).

Пример 2. Для отражения связи между рельефом (р1–5) и почвенным покровом (п1–п4) – в таблице это желтые клетки на пересечении строки с обозначением «1–5» и четырех столбцов с обозначениями «п1», «п2», «п3», «п4» – необходимо разработать метод.

Для разработки метода может быть использован закон аналогичных топографических рядов³. Сущность этого закона заключается в том, что в любой зоне распределение почв на элементах рельефа имеет аналогичный характер: на возвышенных элементах залегают почвы, генетически самостоятельные (автоморфные), которым свойственны

²Буч Г., Рамбо Д., Джекобсон А. UML: специальный справочник. СПб.: Питер, 2002. 432 с.

³Захаров С.А. Курс почвоведения. М.; Л.: Госиздат, 1927. 455 с.

Табл. 1. Класс «Рельеф»: методы

Table 1. Class “Relief”: methods

	1	2	3	4	5	п1	п2	п3	п4	п5	п6	п7	п8	п9	э1	э2	з1	з2	з3	а1	а2	а3	а4
1		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	■	■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,2			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,3		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,4		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,5		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2,3	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2,4	■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2,5	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3,4	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3,5	■	■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4,5	■	■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,2,3				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,2,4			■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,2,5			■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,3,4		■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,3,5		■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,4,5		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2,3,4	■			■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2,3,5	■		■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2,4,5	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3,4,5	■	■				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,2,3,4				■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,2,3,5				■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,2,4,5				■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1,3,4,5		■				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2,3,4,5	■					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1-5						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Расшифровка цветов:

■	– метод невозможен, так как параметр находится среди входных;
■	– существует математическая формула;
■	– существует статистический метод;
■	– существует метод математического моделирования;
■	– существует метод искусственного интеллекта;
■	– логика предметной области требует разработки метода;
■	– метод неизвестен

Табл. 2. Интенсивность эрозии в зависимости от крутизны склона

Table 2. The intensity of erosion depending on the steepness of the slope

Крутизна склонов, град.	Интенсивность эрозии, т/га в год
0–1	От незначительной (< 0,5) до средней (1–5)
1–3	От слабой (0,5–1) до сильной (5–10)
3–5	От средней (1–5) до очень сильной (> 10)
5–7	От сильной (5–10) до очень сильной (> 10)

вынос подвижных продуктов почвообразования и аккумуляция малоподвижных; на пониженных элементах рельефа (шлейфы склонов, днища низин и западин, приозерные понижения, пойменные террасы и др.) расположены генетически подчиненные почвы (полугидроморфные и гидроморфные) с аккумуляцией подвижных продуктов почвообразования, приносимых с поверхностным и внутрипочвенным стоками с водоразделов и склонов; на склоновых элементах рельефа

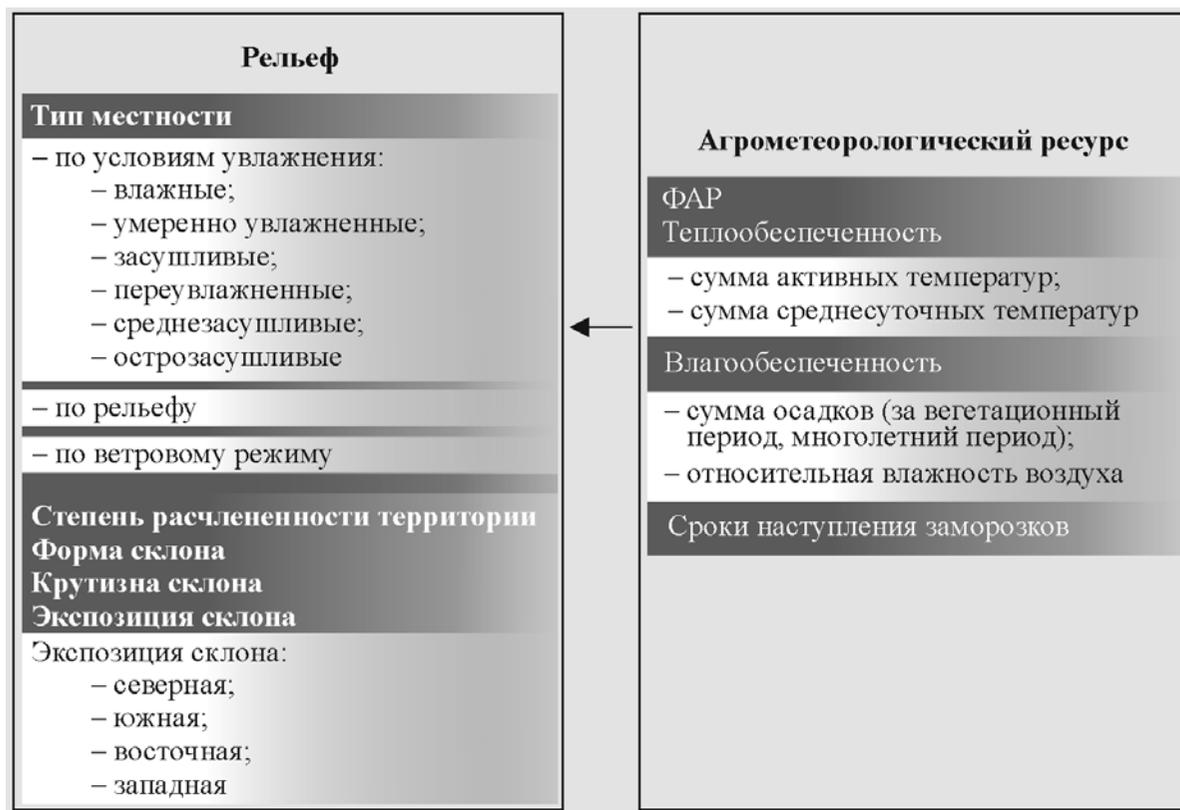
залегают переходные почвы, в которых по мере приближения к отрицательным формам рельефа возрастает аккумуляция подвижных веществ.

Пример 3. Для отражения связи между типом местности, экспозицией склона и влагообеспеченностью – в таблице это голубые клетки на пересечении строки с обозначением «1,5» и столбца с обозначением «а2», «а3» – можно использовать методы искусственного интеллекта (ИИ). Тип местности, подобно ландшафту или району, – один из наиболее распространенных и важных понятий ландшафтной географии. Эту категорию классифицируют также по условиям увлажнения: «переувлажненные», «влажные», «умеренно увлажненные», «засушливые» и «острозасушливые».

Для использования одного из методов ИИ необходимо базовую диаграмму UML [14] дополнить, а именно в классе «Рельеф» создать подкласс «Тип местности» (на основе одноименного атрибута) и добавить в

этот подкласс атрибуты «по условиям увлажнения», «по рельефу», «по ветровому режиму». Дифференциация подкласса «Тип местности» может быть продолжена до создания атрибутов по условиям увлажнения (см. рисунок). Аналогичным образом детализируем класс «Агрометеорологический ресурс».

Определение типа местности по условиям увлажнения возможно на основе использования искусственной нейронной сети (ИНС) и дерева моделей M5 Tree (которое также применяется для прогнозирования прогревания почвы) [17]. Построение модели начинается со сбора первичных данных. В нашем случае это гидрометеорологические параметры, так как они составляют основу водного (сумма осадков) и теплового балансов (испаряемость). Для более детального анализа и прогноза список используемых атрибутов может быть расширен, и задействованы такие параметры, как форма склона и угол наклона рельефа, условия дре-



Детализация классов – «Рельеф» и «Агрометеорологический ресурс»
Detailing of classes – “Relief” and “Agrometeorological resource”

нированности, гранулометрический состав почв и др. Это позволит получить оптимальную модель на основе ELM (Extreme Learning Machine) [18] для оценки влажности исследуемого участка, учитывая экспозицию, рельефно-ландшафтные характеристики, сопоставляя с соответствующей комбинацией метеорологических данных.

Алгоритм обучения ИНС можно провести методом обратного распространения ошибки. Обучение ИНС содержит три основных стадии: первая – подача на входы сети обучающих данных (X_1 – данные по рельефу, X_2 – по экспозиции склона, X_3 – по теплообеспеченности, X_4 – по влагообеспеченности), вторая – противоположное распространение погрешности, третья – корректирование весов. На выходе получают векторы ответов по определению типа местности по условиям увлажнения. В результате благодаря полученной зависимости можно по данным, связанным с атрибутами «Тип местности» и «Экспозиция склона» класса «Рельеф», оценивать данные, связанные с атрибутами «Теплообеспеченность» и «Влагообеспеченность» класса «Агрометеорологический ресурс», реализуя заявленное предназначение UML-метода как абстрактного объекта в концептуальной модели предметной области.

Представленный в табл. 1 фрагмент знаний о взаимозависимостях данных предметной области «Агроэкологические свойства земель» – важный инструмент в интеллектуальных информационных системах, одной из функций которых является заполнение пробелов в информации. Например, «Аграрная интеллектуальная система» [19] имеет компонент «Доформализация входных данных». На практике любая задача земледелия (растениеводства) связана с конкретным земельным участком, а значит, применима концептуальная модель ПО, отображаемая на диаграмме [14]. Однако про этот участок известна не вся информация, даже при наличии большого количества данных нет никакой гарантии, что они не устарели. Для заполнения пробелов в знаниях информационная система обращается в таблицы методов, находит в них комплекты входных данных,

соответствующие уже имеющимся по участку данным, по этим комплектам определяет методы для расчета недостающих величин. Если метода нет, сигнализирует о необходимости его разработки. Для некоторых задач нужны не все данные, поэтому доформализация входных данных может происходить по разным сценариям с использованием разных комплектов методов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методы нужны для устранения пробелов в данных и знаниях. Анализ научной и методической литературы по данной теме показал, что существуют только общие рекомендации для составления дидактических и корректирующих методов, но сфера разработки новых, более оптимальных и эффективных методов (в том числе с использованием адаптивного подхода) для определения и исправления пробелов в знаниях недостаточно исследована. В связи с этим актуальной задачей является разработка эффективной методики для определения и исправления пробелов в знаниях, на основании которых гипотетическая система поддержки принятия решений (например, АИС) может давать прогнозы и рекомендации принимающим решения лицам, занятым непосредственно в сельскохозяйственном производстве.

Важной задачей является формирование комплектов знаний и прослеживание их взаимосвязи с практическими сельскохозяйственными задачами и возникающими при их реализации моментами необходимости поддержки принятия решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Раевич К.В., Зеньков И.В. Интеллектуальная система поддержки принятия управленческих решений в задачах оценки земель сельскохозяйственного назначения // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2016. № 5 (112). С. 95–104. DOI: 10.21285/1814-3520-2016-5-95-104.
2. Раевич К.В., Маглинец Ю.А., Цибульский Г.М. Интеллектуальная информационная система оценивания земель сельскохозяйственного назначения // Журнал

- Сибирского федерального университета. Техника и технологии. 2016. Т. 9. № 7. С. 1025–1034. DOI: 10.17516/1999-494X-2016-9-7-1025-1034.
3. *Raevich K.V., Zеньков И.В., Маглинец Ю.А.* Управление использованием продуктивных земель агропромышленного комплекса Красноярского края на основе показателей агроэкономического потенциала // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2016. № 3 (110). С. 57–66.
 4. *Mendas A., Delali A.* Integration of Multi-Criteria Decision Analysis in GIS to develop land suitability for agriculture: Application to durum wheat cultivation in the region of Mle-ta in Algeria // Computers and Electronics in Agriculture. 2012. Vol. 83. P. 117–126. DOI: 10.1016/j.compag.2012.02.003.
 5. *Elaalem M.* A Comparison of Parametric and Fuzzy Multi-Criteria Methods for Evaluating Land Suitability for Olive in Jeffara Plain of Libya // APCBEE Procedia. 2013. Vol. 5. P. 405–409. DOI: 10.1016/j.apcbee.2013.05.070.
 6. *Romano G., Sasso P.D., Liuzzi G.T., Gentile F.* Multi-criteria decision analysis for land suitability mapping in a rural area of Southern Italy // Land Use Policy. 2015. Vol. 48. P. 131–143. DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.05.013.
 7. *Tsoumakas G., Vlahavas I.* ISLE: an intelligent system for land evaluation // Proceedings ACAI. 1999. Vol. 99. P. 26–32.
 8. *Tsoumakas G., Vlahavas I.* Land Evaluation- An Artificial Intelligence Approach // Environmental information systems in industry and public administration. IGI Global, 2001. P. 158–166. DOI: 10.4018/978-1-930708-02-0.ch009
 9. *Elsheikh R., Shariff A.R.B.M., Amiri F., Ahmad N.B., Balasundram S.K., Soom M.A.M.* Agriculture Land Suitability Evaluator (ALSE): A decision and planning support tool for tropical and subtropical crops // Computers and Electronics in Agriculture. 2013. Vol. 93. P. 98–110. DOI: 10.1016/j.compag.2013.02.003.
 10. *Senagi K., Jouandeau N., Kamoni P.* Using parallel random forest classifier in predicting land suitability for crop production // Journal of Agricultural Informatics. 2017. Vol. 8. N 3. P. 23–32. DOI: 10.17700/jai.2017.8.3.39.
 11. *Sahoo S., Sil I., Dhar A., Debsarkar A., Das P., Kar A.* Future scenarios of land-use suitability modeling for agricultural sustainability in a river basin // Journal of Cleaner Production. 2018. Vol. 205. P. 313–328. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.09.099/
 12. *Сорокин А.Б.* Концептуальное проектирование интеллектуальных систем поддержки принятия решений // Онтология проектирования. 2017. Т. 7. № 3 (25). С. 247–269. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-3-247-269.
 13. *Мохов В.А., Гринченков Д.В., Власова Л.М., Тху Н.Т., Пидоненко Г.В.* Концептуальное моделирование как основа проектирования сложных систем // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2018. № 2 (198). С. 40–47. DOI: 10.17213/0321-2653-2018-2-40-47.
 14. *Каличкин В.К., Корякин Р.А., Максимович К.Ю., Сигитов А.А., Галимов Р.Р.* Концептуальная модель агроэкологических свойств земель // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 1. С. 72–80. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-1-9.
 15. *Фаулер М.* UML. Основы. 3-е издание / пер. с англ. СПб.: Символ-Плюс, 2004. 192 с.
 16. *Заславский М.Н.* Эрозиоведение. Основы противоэрозионного земледелия: монография. М.: Высшая школа, 1987. 376 с.
 17. *Мансуров А.В.* Нейросетевой метод определения температуры и влажности неоднородно увлажненных почв по данным СВЧ-радиометрии // ОНВ. 2006. № 4 (38). С. 121–125.
 18. *Huang G.B., Zhu Q.Y., Siew C.K.* Extreme learning machine: theory and applications // Neurocomputing. 2006. Vol. 70. N 1-3. P. 489–501. DOI: 10.1016/j.neucom.2005.12.126.
 19. *Каличкин В.К., Корякин Р.А., Куценогий П.К.* Архитектура и принципы работы аграрной интеллектуальной системы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 4. С. 65–75. DOI: 10.26898/0370-8799-2019.

REFERENCES

1. *Raevich K.V., Zen'kov I.V.* Intelligent system to support managerial decision-making in the problems of agricultural land assessment. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University*, 2016, no. 5 (112), pp. 95–104. (In Russian). DOI: 10.21285/1814-3520-2016-5-95-104.

2. Raevich K.V., Maglinets Yu.A., Tsubul'skii G.M. The intelligent information system of estimation of lands of agricultural purpose. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Tekhnika i tekhnologii* = Journal of Siberian Federal University. Engineering and Technologies, 2016, vol. 9, no. 7, pp. 1025–1034. (In Russian). DOI: 10.17516/1999-494X-2016-9-7-1025-1034.
3. Raevich K.V., Zen'kov I.V., Maglinets Yu.A. Management of Krasnoyarsk Region agro-industrial complex arable land use based on the indicators of agro-economic potential. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Proceedings of Irkutsk State Technical University*, 2016, no. 3 (110), pp. 57–66. (In Russian).
4. Mendas A., Delali A. Integration of Multi-Criteria Decision Analysis in GIS to develop land suitability for agriculture: Application to durum wheat cultivation in the region of Mleta in Algeria. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2012, vol. 83, pp. 117–126. DOI: 10.1016/j.compag.2012.02.003.
5. Elaalem M. A Comparison of Parametric and Fuzzy Multi-Criteria Methods for Evaluating Land Suitability for Olive in Jeffara Plain of Libya. *APCBEE Procedia*, 2013, vol. 5, pp. 405–409. DOI: 10.1016/j.apcbee.2013.05.070.
6. Romano G., Sasso P.D., Liuzzi G.T., Gentile F. Multi-criteria decision analysis for land suitability mapping in a rural area of Southern Italy. *Land Use Policy*, 2015, vol. 48, pp. 131–143. DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.05.013.
7. Tsoumakas G., Vlahavas I. ISLE: an intelligent system for land evaluation. *Proceedings ACAI*, 1999, vol. 99, pp. 26–32.
8. Tsoumakas G., Vlahavas I. Land Evaluation – An Artificial Intelligence Approach. *Environmental information systems in industry and public administration. IGI Global*, 2001, pp. 158–166. DOI: 10.4018/978-1-930708-02-0.ch009.
9. Elsheikh R., Shariff A.R.B.M., Amiri F., Ahmad N.B., Balasundram S.K., Soom M.A.M. Agriculture Land Suitability Evaluator (ALSE): A decision and planning support tool for tropical and subtropical crops. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2013, vol. 93, pp. 98–110. DOI: 10.1016/j.compag.2013.02.003.
10. Senagi K., Jouandeau N., Kamoni P. Using parallel random forest classifier in predicting land suitability for crop production. *Journal of Agricultural Informatics*, 2017, vol. 8, no. 3, pp. 23–32. DOI: 10.17700/jai.2017.8.3.39.
11. Sahoo S., Sil I., Dhar A., Debsarkar A., Das P., Kar A. Future scenarios of land-use suitability modeling for agricultural sustainability in a river basin. *Journal of Cleaner Production*, 2018, vol. 205, pp. 313–328. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.09.099.
12. Sorokin A.B. Conceptual design of intelligent decision support systems. *Ontologiya proektirovaniya = Ontology of Designing*, 2017, vol. 7, no. 3 (25), pp. 247–269. (In Russian). DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-3-247-269.
13. Mokhov V.A., Grinchenkov D.V., Vlasova L.M., Tkhu N.T., Pidonenko G.V. Conceptual modeling as a basis of designing complex systems. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Tekhnicheskoe nauki = Bulletin of Higher Educational Institutions. North Caucasus Region. Technical Sciences*, 2018, no. 2 (198), pp. 40–47. (In Russian). DOI: 10.17213/0321-2653-2018-2-40-47.
14. Kalichkin V.K., Koryakin R.A., Maksimovich K.Yu., Sigitov A.A., Galimov R.R. Conceptual model of land agroecological properties. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 1, pp. 72–80. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2020-1-9.
15. Fowler M. UML Distilled. SPb: Simvol-Plyus Publ., 2004, 192 p.
16. Zaslavskii M.N. *Erosion science. Erosion control fundamentals*. M.: Vysshaya shkola = Higher School, 1987, 376 p.
17. Mansurov A.V. Artificial neural network approach measuring temperature and moisture of non-uniform damped soils by microwave radiometry, *ONV = Omsk Scientific Bulletin*, 2006, no. 4 (38), pp. 121–125. (In Russian).
18. Huang G.B., Zhu Q.Y., Siew C.K. Extreme learning machine: theory and applications. *Neurocomputing*, 2006, vol. 70, no. 1-3, pp. 489–501. DOI: 10.1016/j.neucom.2005.12.126.
19. Kalichkin V.K., Koryakin R.A., Kutsenogii P.K. Architecture and principles of work of agrarian intelligent system. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2019, vol. 49, no. 4, pp. 65–75. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2019.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Каличкин В.К.**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; e-mail: kvk@ngs.ru

Корякин Р.А., кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник; e-mail: romank@nsk.ru

Максимович К.Ю., младший научный сотрудник; e-mail: kiri-maksimovi@mail.ru

Галимов Р.Р., младший научный сотрудник; e-mail: rufangalimov@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Vladimir K. Kalichkin**, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: kvk@ngs.ru

Roman A. Koryakin, Candidate of Science in Physics and Mathematics, Senior Researcher; e-mail: romank@nsk.ru

Kirill Yu. Maksimovich, Junior Researcher; e-mail: kiri-maksimovi@mail.ru

Rufan R. Galimov, Junior Researcher; e-mail: rufangalimov@yandex.ru

*Дата поступления статьи 20.06.2020
Received by the editors 20.06.2020*



ДЫХАТЕЛЬНЫЙ ОТКЛИК ЖИВОЙ ФАЗЫ НА СТРЕСС КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ

Данилова А.А.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Изучена возможность разработки шкалы для оценки степени деградации почвы на основе измерения дыхательного отклика ее живой фазы на внесение естественного питательного субстрата – соломы. Исследования проведены в Новосибирской области. Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый среднегумусный. Варианты опыта: многолетняя залежь (целина); бессменный пар; пахотная почва; газон, сформированный более 20 лет назад путем отсыпки чернозема выщелоченного, удаленного с сельскохозяйственных полей; старая тропа на этом газоне; лес (дополнительный контроль). На основе эмпирических оценок определен уровень антропогенной нагрузки. Образцы почвы отбирали осенью 2018, 2019 гг. после уборки яровой пшеницы. В лабораторном опыте в почву вносили сухую измельченную пшеничную солому (содержание углерода 40%, азота 0,54%) в дозе 3 г/кг. Почву инкубировали при температуре 25 °С, влажности 60% от полной полевой влагоемкости для каждого варианта. Учет продукции CO₂ проведен адсорбционным методом. Длительность опыта 30 дней. Под дыхательным откликом принята относительная величина повышения продуцирования CO₂ при внесении соломы (опыт) в сравнении с почвой без добавок (контроль) в процентах. В опыте дыхательный отклик был обратно пропорционален уровню антропогенной нагрузки на почву. Показатель в варианте с максимальной антропогенной нагрузкой (бессменный пар) составил 250–300%, в варианте с минимальной нагрузкой (многолетняя залежь) – 0–10%. Ранжирование объектов исследования по изучаемому критерию проведен при помощи многомерного анализа методом главных компонент. Предложена предварительная шкала для оценки степени деградации почвы. Почву оценивали как недеградированную или слабодеградированную при дыхательном отклике, равном 0–25%, среднедеградированную – 25–50, в сильной степени деградированную – выше 50%.

Ключевые слова: дыхательный отклик, микробное сообщество почвы, степень деградации почвы

RESPIRATORY RESPONSE OF LIVING PHASE TO STRESS AS A CRITERION FOR ASSESSMENT OF SOIL CONDITION

Danilova A.A.

Siberian Federal Scientific Centre of AgroBioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The possibility of developing a scale for assessing the degree of soil degradation based on measuring the respiratory response (RR) of its living phase to the application of a natural nutrient substrate, straw, was studied. The studies were carried out in the vicinity of Novosibirsk region. The soil was leached medium loamy medium humus chernozem. Experiment options included long-term fallow (virgin land); permanent fallow; arable soil; a lawn formed more than 20 years ago by dumping leached chernozem removed from agricultural fields; an old trail on this lawn; forest (additional control). The level of anthropogenic impact was determined on the basis of empirical estimates. Topsoil samples were taken in the autumn of 2018, 2019 after harvesting spring wheat. In the laboratory experiment, dry crushed wheat

straw (carbon content 40%, nitrogen content 0.54%) was added into the soil at a dose of 3 g/kg. The soil was incubated at a temperature of 25 °C, humidity of 60% of the total field moisture capacity for each option. Records of CO₂ production were made by the adsorption method. The duration of the experiment was 30 days. The respiratory response is the relative value of the increase in CO₂ production when straw is applied (experiment) compared to the soil without additives (control), measured in percent. In the experiment, the respiratory response was inversely proportional to the level of anthropogenic impact on the soil. The indicator in the variant with the maximum anthropogenic impact (permanent fallow) was 250–300%, in the variant with the minimum impact (long-term fallow) – 0–10%. The ranking of research objects according to the criterion under study was carried out using multivariate analysis by the method of principal components. A preliminary scale is proposed for assessing the degree of soil degradation. The soil was assessed as non-degraded or slightly degraded with a respiratory response equal to 0–25%, moderately degraded – 25–50%, and highly degraded – above 50%.

Keywords: respiratory response, soil microbial community, degree of soil degradation

Для цитирования: *Данилова А.А.* Дыхательный отклик живой фазы на стресс как критерий оценки состояния почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 5. С. 87–93. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-10>

For citation: Danilova A.A. Respiratory response of living phase to stress as a criterion for assessment of soil condition. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 5, pp. 87–93. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-10>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Финансовая поддержка.

Работа проведена в рамках выполнения государственного задания ГЗ 0778-2018-0002.

Financial support

The work was carried out within the framework of the state assignment GZ 0778-2018-0002.

ВВЕДЕНИЕ

В экологических исследованиях реакция экосистемы на стресс (мощность, длительность и др.) – важнейший критерий ее состояния [1–4]. Поступление органического вещества – типичный стресс для микробной системы почвы [5–11]. Измерение дыхательного отклика живой фазы почвы на внесение общедоступного субстрата глюкозы признано стандартным методом определения микробной биомассы [12]. Функциональный отклик микробного сообщества почвы на воздействие пестицидов, истощение или обогащение почвы органическим веществом использован нами в качестве критерия для оценки экологической устойчивости почвы [13]. Как известно, в Российской Федерации официально утверждены 35 показателей для оценки степени деградации почвы¹. Однако они дают выраженную реакцию, когда почва уже находится

в сильной степени нарушенности. Для ранней диагностики неблагополучия почв признана чувствительность показателей биологической активности, но общепризнанных показателей и шкал для этих целей на данный момент нет [12, 14]. Исследования в данном направлении актуальны как в теоретическом, так и в практическом аспекте. Мы предположили, что дыхательный отклик живой фазы почвы на внесение труднодоступного естественного субстрата (соломы) пропорционален уровню антропогенной нагрузки на почву, т.е. существует возможность применения этого показателя в качестве критерия для оценки степени деградации (истощения) почвы.

Цель работы – разработать шкалу для оценки степени деградации почвы на основе измерения дыхательного отклика ее живой фазы при внесении естественного питательного субстрата – соломы.

¹Письмо Роскомзема от 27.03.1995 № 3-15/582 о «Методических рекомендациях по выявлению деградированных и загрязненных земель» (вместе с «Методическими рекомендациями по выявлению деградированных и загрязненных земель» Консультант Плюс www.consultant.ru. Дата обращения 09.09.2020.

Задачи исследования:

- изучить зависимость дыхательного отклика живой фазы на внесение соломы от уровня антропогенной нагрузки на почву;
- измерить дыхательный отклик живой фазы почвы на вариантах с разной антропогенной нагрузкой;
- предложить предварительную шкалу для оценки степени деградации почвы.

В сообщении представлены результаты первого этапа исследований.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в окрестностях и на территории р.п. Краснообск Новосибирской области (54°53'13,5"N, 82°59'36,7"E). Почва – выщелоченный чернозем с разной степенью антропогенной нагрузки: многолетняя залежь (условно приняли за целину); бессменный пар; пахотная почва; газонт; сформированный более 20 лет назад путем отсыпки чернозема выщелоченного, удаленного с сельскохозяйственных полей; старая тропа на этом газоне; почва под лесом (дополнительный контроль). Подробная агрохимическая и микробиологическая характеристика почвы приведена ранее [13]. Образ-

цы почвы отбирали осенью 2018 и 2019 гг. Уровень антропогенной нагрузки на почву ранжировали на основе эмпирических оценок (см. рис. 1). Продукцию CO₂ (дыхание) определяли абсорбционным методом [15]. В лабораторном опыте в почву вносили сухую измельченную солому пшеницы в дозе 3 г/кг. Под дыхательным откликом подразумевали относительную величину повышения показателя при внесении соломы (опыт) в сравнении с почвой без добавок (контроль) в процентах. Группировку вариантов опыта провели на основе анализа данных методом главных компонент в программе Statsoft Statistica for Windows.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В опыте дыхательный отклик живой фазы почвы был обратно пропорционален степени деградации почвы (см. рис. 2). Результаты количественной оценки этой зависимости представлены на рис. 3. При внесении соломы дыхание почвы возрастало во всех вариантах опыта, однако величина дыхательного отклика была различной. По результатам многомерного анализа объекты исследования образовали три группы: це-

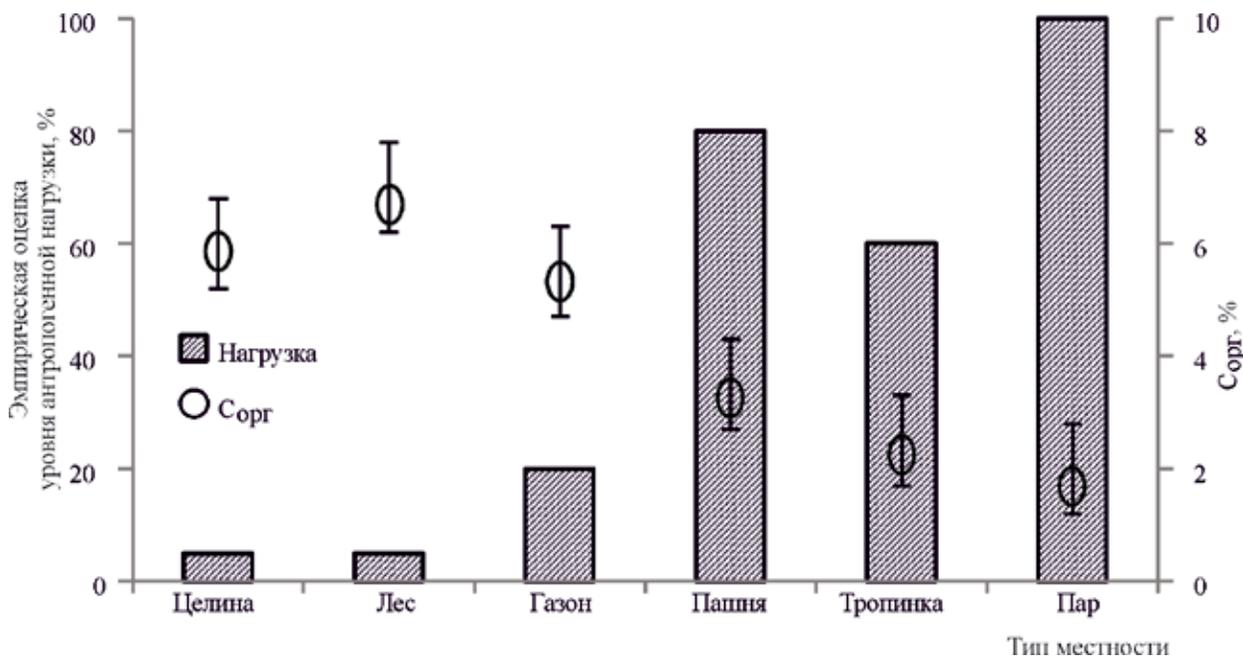


Рис. 1. Уровень антропогенной нагрузки по вариантам опыта и содержание C_{орг} в почве
Fig.1. The level of anthropogenic impact by experiment options and content of C_{org} in soil

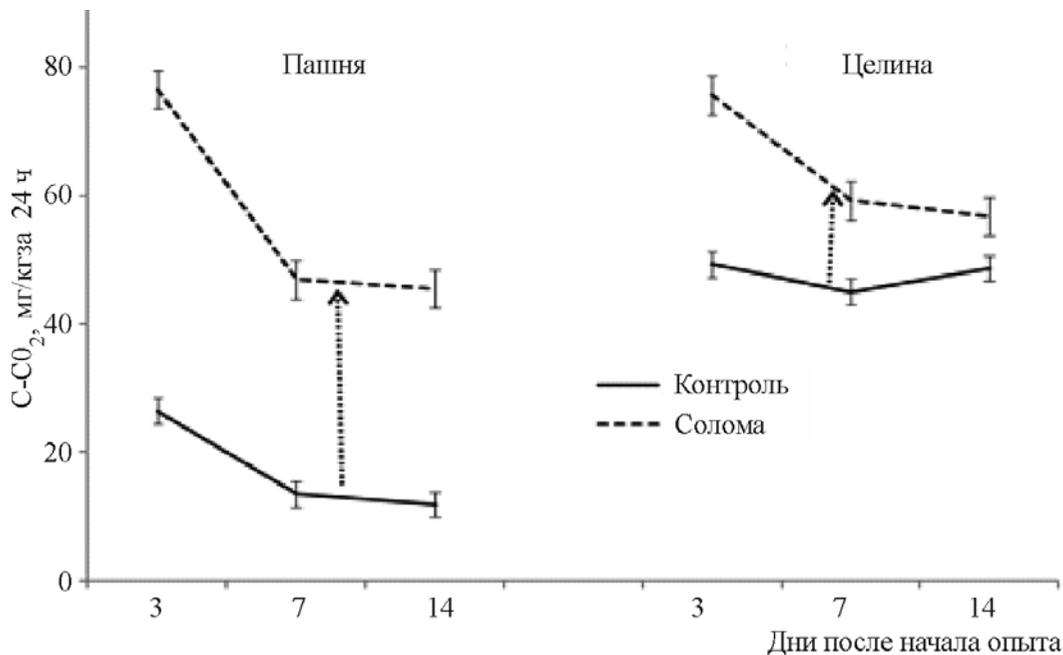


Рис. 2. Уровень антропогенной нагрузки и изменение дыхательной активности чернозема выщелоченного при внесении соломы

Примечание. Стрелками показана величина дыхательного отклика почвы

Fig. 2. The level of anthropogenic impact and changes in the respiratory activity of leached chernozem upon straw introduction.

Note. The arrows show the value of soil respiratory response

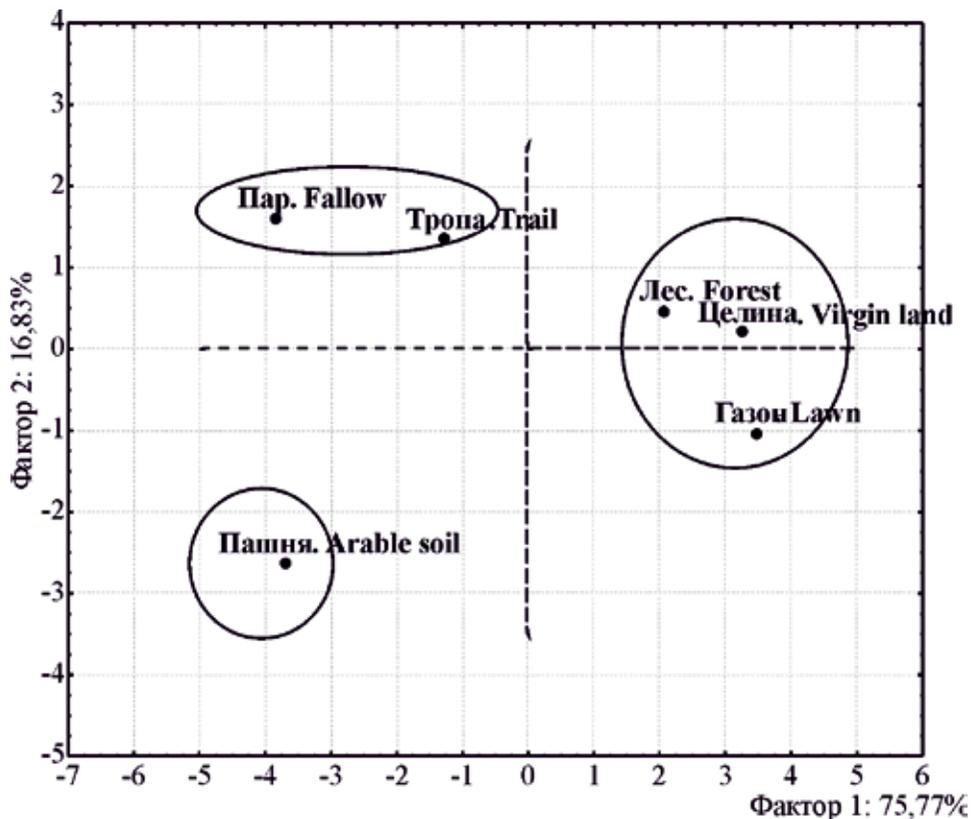


Рис. 3. Группировка вариантов опыта в координатах главных компонент

Fig. 3. Grouping of experiment variants in the coordinates of the main components

Предварительная шкала для оценки степени деградации почв в зависимости от ее дыхательного отклика на внесение соломы
 Preliminary scale for assessing the degree of soil degradation depending on its respiratory response to straw application

Градации шкалы	Дыхательный отклик, %	Пример фона
Недеградированная, слабодеградированная	0–25	Целина, газон, лес
Среднедеградированная	25–50	Пар, тропинка
Сильнодеградированная	Более 50	Пашня

лина, лес, газон; пар, тропинка; пашня. На основе полученных данных составили предварительную шкалу для оценки степени деградации почвы (см. таблицу).

Интересен тот факт, что почва на пашне по предлагаемому критерию оказалась более деградированной (истощенной) в сравнении с бессменным паром. Вероятно, это указывает на более высокую чувствительность дыхательного отклика для экологической оценки в сравнении с оценкой дыхания почвы без внесения соломы. Можно предположить, что применение нашего критерия выявило разницу между пахотной почвой после уборки пшеницы с высокой урожайностью (до 6 т зерна/га) и почвой парующей, из которой питательные элементы не выносились, хотя и поступление их было минимальным. Поскольку образцы почвы отбирали сразу после уборки урожая, вероятно, поступивший опад затормозил минерализационные процессы из-за недостатка азота, в то время как на пару нитратного азота было достаточно. Ранее при помощи мультисубстратного теста (МСТ) показано, что внесение соломы вызывает выраженный функциональный отклик микробного сообщества почвы в виде повышения потребления органических мономеров. На этой основе разработан новый способ оценки экологической устойчивости почвы². При этом оставался неизученным дыхательный отклик сообщества на стресс. Полученные результаты показали, что дыхательный отклик как интегральный пока-

затель биогенности почвы хорошо коррелирует с результатами МСТ, что позволяет использовать его в качестве дополнительного критерия состояния почвы. Преимущество предлагаемого подхода в сравнении с МСТ заключается в простоте и низкой стоимости процедуры анализа.

В дальнейших исследованиях будут задействованы другие типы почв с разным уровнем антропогенной нагрузки, что позволит уточнить градации оценочной шкалы.

ВЫВОДЫ

1. Установлено количественное соответствие величины дыхательного отклика живой фазы почвы на внесение соломы с уровнем антропогенной нагрузки на почву.
2. Предложена предварительная шкала для оценки степени деградации почвы по величине дыхательного отклика ее живой фазы на внесение соломы: почву оценивают как недеградированную или слабодеградированную при дыхательном отклике, равном 0–25%, среднедеградированную – 25–50, в сильной степени деградированную – выше 50%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Одум Ю.* Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
2. *Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M.T., Landi L., Pietramellara G., Renella G.* Microbial diversity and soil functions // *European Journal of Soil Science*. 2003. Vol. 54. P. 655–670.
3. *Orwin K.H., Wardle D.A.* New indices for quantifying the resistance and resilience of soil

²Данилова А.А., Легостаева Я.Б., Сивцева Н.Е., Петров А.А. Способ оценки устойчивости сапротрофного микробного сообщества почвы методом мультисубстратного теста. Патент РФ № 2678876. Дата регистрации в ГРИ РФ 04.02.2019.

- biota to exogenous disturbances // *Soil Biology & Biochemistry*. 2004. Vol. 36. P. 1907–1912.
4. *Botton S., van Heusden M., Parsons J.R., Smidt H., van Straalen N.* Resilience of Microbial Systems Towards Disturbances // *Critical Reviews in Microbiology*. 2006. Vol. 32. P. 101–112.
 5. *Palozzi J.E., Lindo Z.* Are leaf litter and microbes team players? Interpreting home-field advantage decomposition dynamics // *Soil Biology and Biochemistry*. 2018. Vol. 124. P. 189–198. DOI: 10.1016/j.soilbio.2018.06.018.
 6. *Habtewold J.Z., Helgason B.L., Yanni S.F., Janzen H.H., Ellert B.H., Gregorich E.G.* Litter composition has stronger influence on the structure of soil fungal than bacterial communities // *European Journal of Soil Biology*. 2020. Vol. 98. P. 103–190. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2020.103190.
 7. *Li D., Bingzi Zhao B., Dan C., Olk D.C., Zhang J.* Soil texture and straw type modulate the chemical structure of residues during four-year decomposition by regulating bacterial and fungal communities // *Applied Soil Ecology*. 2020. Vol. 155. DOI: 10.1016/j.apsoil.2020.103664.
 8. *Bao Y., Feng Y., Stegen J.C., Wu M., Chen R., Liu W., Zhang J., Li Z., Lin X.* Straw chemistry links the assembly of bacterial communities to decomposition in paddy soils // *Soil Biology and Biochemistry*. 2020. Vol. 148. DOI: 10.1016/j.soilbio.2020.107866.
 9. *Kuzyakov Y., Blagodatskaya E.* Microbial hotspots and hot moments in soil: Concept & review // *Soil Biology & Biochemistry*. 2015. Vol. 83. P. 184–199.
 10. *Paul E.A.* The nature and dynamics of soil organic matter: Plant inputs, microbial transformations, and organic matter stabilization // *Soil Biology & Biochemistry*. 2016. Vol. 98. P. 109–126. DOI: 10.1016/j.soilbio.2016.04.001 0038-0717.
 11. *Wal A. van der, Boer W. de.* Dinner in the dark: Illuminating drivers of soil organic matter decomposition // *Soil Biology & Biochemistry*, 2017. Vol. 105. P. 45–48. DOI: 10.1016/j.soilbio.2016.11.006 0038-0717.
 12. *Thiele-Bruhn S., Schloter M., Wilke B-M, Beaudette L.A., Martin-Laurent F., Nathalie Chevignon N., Mougin C., Jörg Römbke J.* Identification of new microbial functional standards for soil quality assessment // *Soil*, 2020. Vol. 6. P. 17–34. DOI: 10.5194/soil-6-17-2020.
 13. *Данилова А.А.* Биодинамика пахотной почвы при различном содержании органического вещества (на примере чернозема выщелоченного Приобья): монография. Новосибирск: СФНЦА РАН, 2018. 158 с.
 14. *Li P., Zhang T., Wang X., Dongsheng Yu D.* Development of biological soil quality indicator system for subtropical China // *Soil & Tillage Research*. 2013. Vol. 126. P. 112–118. DOI: 10.1016/j.still.2012.07.011.
 15. *Шарков И.Н.* Совершенствование абсорбционного метода определения CO₂ из почвы в полевых условиях // *Почвоведение*. 1987. № 1. С. 127–138.

REFERENCES

1. *Odum Yu.* *Fundamentals of Ecology*. M.: Mir Publ., 1975. 740 p. (In Russian).
2. *Nannipieri P., Ascher J., Ceccherini M.T., Landi L., Pietramellara G., Renella G.* Microbial diversity and soil functions. *European Journal of Soil Science*, 2003, vol. 54, pp. 655–670.
3. *Orwin K.H., Wardle D.A.* New indices for quantifying the resistance and resilience of soil biota to exogenous disturbances. *Soil Biology & Biochemistry*, 2004, vol. 36, pp. 1907–1912.
4. *Botton S., van Heusden M., Parsons J.R., Smidt H., van Straalen N.* Resilience of Microbial Systems Towards Disturbances. *Critical Reviews in Microbiology*, 2006, vol. 32, pp. 101–112.
5. *Palozzi J.E., Lindo Z.* Are leaf litter and microbes team players? Interpreting home-field advantage decomposition dynamics. *Soil Biology and Biochemistry*, 2018, vol. 124, pp. 189–198. DOI: 10.1016/j.soilbio.2018.06.018.
6. *Habtewold J.Z., Helgason B.L., Yanni S.F., Janzen H.H., Ellert B.H., Gregorich E.G.* Litter composition has stronger influence on the structure of soil fungal than bacterial communities. *European Journal of Soil Biology*, 2020, vol. 98, pp. 103–190. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2020.103190.
7. *Li D., Bingzi Zhao B., Dan C., Olk D.C., Zhang J.* Soil texture and straw type modulate the chemical structure of residues during four-year decomposition by regulating bacterial and fungal communities. *Applied Soil Ecology*, 2020, vol. 155. DOI: 10.1016/j.apsoil.2020.103664.

8. Bao Y., Feng Y., Stegen J.C., Wu M., Chen R., Liu W., Zhang J., Li Z., Lin X. Straw chemistry links the assembly of bacterial communities to decomposition in paddy soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 2020, vol. 148. DOI: 10.1016/j.soilbio.2020.107866.
9. Kuzyakov Y., Blagodatskaya E. Microbial hotspots and hot moments in soil: Concept & review. *Soil Biology & Biochemistry*, 2015, vol. 83, pp. 184–199.
10. Paul E.A. The nature and dynamics of soil organic matter: Plant inputs, microbial transformations, and organic matter stabilization. *Soil Biology & Biochemistry*, 2016, vol. 98, pp. 109–126. DOI: 10.1016/j.soilbio.2016.04.001 0038-0717.
11. *Wal A. van der, Boer W. de.* Dinner in the dark: Illuminating drivers of soil organic matter decomposition // *Soil Biology & Biochemistry*. 2017. Vol. 105. P. 45–48. DOI: 10.1016/j.soilbio.2016.11.006 0038-0717.
12. Thiele-Bruhn S., Schloter M., Wilke B-M, Beaudette L.A., Martin-Laurent F., Nathalie Chevignon N., Mougou C., Jörg Römbke J. Identification of new microbial functional standards for soil quality assessment // *Soil*. 2020. Vol. 6. P. 17–34. DOI: 10.5194/soil-6-17-2020.
13. Danilova A.A. Biodynamics of arable soil with different content of organic matter (for example, leached chernozem of the Ob region). Novosibirsk: SFSCA RAS, 2018, 158 p. (In Russian).
14. Li P., Zhang T., Wang X., Dongsheng Yu D. Development of biological soil quality indicator system for subtropical China. *Soil & Tillage Research*, 2013, vol. 126, pp. 112–118. DOI: 10.1016/j.still.2012.07.011.
15. Sharkov I.N. Improvement of the absorption method for the determination of CO₂ from soil in the field. *Pochvovedenie = Eurasian Soil Science*, 1987, no. 1, pp. 127–138. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ Данилова А.А., доктор биологических наук, главный научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; e-mail: Danilova7alb@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Albina A. Danilova**, Doctor of Science in Biology, Head Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: Danilova7alb@yandex.ru

Дата поступления статьи 07.06.2020
Received by the editors 07.06.2020



ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ (*BETA VULGARIS* L.) НА ХОЛОДОСТОЙКОСТЬ

Абекова А.М., Ержебаева Р.С., Агеенко А.В., Конысбеков К.Т., Берсимбаева Г.Х.

Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства

Алматинская область, пос. Алмалыбак, Республика Казахстан

Представлены результаты исследования гибридов и линий сахарной свеклы, устойчивых к неблагоприятным факторам возделывания культуры. Изучено 50 образцов отечественной и зарубежной селекции из разных стран мира: России, Украины, Киргизии, Германии, Австрии. Эксперимент проводили в лабораторных условиях с использованием методов проращивания при низких температурах и восстановления регенерационных процессов в культуре *in vitro*. Оценку устойчивости генотипов сахарной свеклы к холодовому стрессу проводили по методике с использованием физиологического метода проращивания семян при температуре 4 °С в климатической камере в течение 45–48 сут. Выделены образцы, показавшие высокую всхожесть: ЧС 97 (50%), Киргизская 069 (42), ЧС 1631 (38), Бийская 32 (38), РМС 133 (33), Успех (31), Рамонская 125 (30%). Данные формы рекомендованы для возделывания в северных регионах Республики Казахстан. Оценка холодостойкости с использованием культуры *in vitro* проведена согласно методике, разработанной Институтом биоэнергетических культур и сахарной свеклы (г. Киев, Украина). В качестве эксплантов использованы гипокотили с верхушечной почкой (черешки) 15-дневных проростков гибридов сахарной свеклы. На основании оценки коллекционных образцов сахарной свеклы с использованием культуры *in vitro* отобраны следующие генотипы: Киргизская 069, ЧС 97, РМС 60, ЧС 1611, 2249. Линии ЧС 97 и ЧС 1611, способные восстанавливать регенерационные процессы после длительного холодового стресса при температуре 4 °С, микроклонально размножены с целью включения в селекционный процесс для получения холодостойких гибридов.

Ключевые слова: сахарная свекла, гибрид, линия, холодостойкость, всхожесть, пазушные почки

ASSESSMENT OF COLLECTION SAMPLES OF SUGAR BEET (*BETA VULGARIS* L.) FOR COLD RESISTANCE

Abekova A.M., Yerzhebayeva R.S., Ageyenko A.V., Konysbekov K.T., Bersimbaeva G.Kh.

Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing

Almalybak village, Almaty region, the Republic of Kazakhstan

The results of studying hybrids and lines of sugar beet resistant to unfavorable factors of crop cultivation are presented. The study was carried out on 50 samples of domestic and foreign selection from various countries of the world: Russia, Ukraine, Kyrgyzstan, Germany, Austria. The experiment was carried out in laboratory conditions by means of germination methods at low temperatures and restoration of regeneration processes using *in vitro* culture. The assessment of the resistance of sugar beet genotypes to cold stress was carried out by physiological method of seed germination at a temperature of 4°C in a climatic chamber during 45-48 days. Samples showing high germination ability were identified: ChS 97 (50%), Kirgizskaya 069 (42), ChS 1631 (38), Biyskaya 32 (38), PMC 133 (33), Uspek (31), Ramonskaya 125 (30%). These forms are recommended for cultivation in

the northern regions of the Republic of Kazakhstan. The assessment of cold resistance using in vitro culture was carried out according to the methodology developed by the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets (Kiev, Ukraine). Hypocotyls with apical buds (petioles) of 15-day-old seedlings of sugar beet hybrids were used as explants. Based on the assessment of collection samples of sugar beet using in vitro culture, the following genotypes were selected: Kirgizskaya 069, ChS 97, PMC 60, ChS 1611, 2249; ChS 97 and ChS 1611 lines. These samples, capable of restoring regeneration processes after prolonged cold stress at temperature 4°C, were microclonally propagated in order to be included in the breeding process with the purpose of obtaining cold-resistant hybrids.

Keywords: sugar beet, hybrid, line, cold resistance, germination ability, axillary buds

Для цитирования: Абекова А.М., Ержебаева Р.С., Агеенко А.В., Конысбеков К.Т., Берсимбаева Г.Х. Оценка коллекционных образцов сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) на холодостойкость // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 5. С. 94–102. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-11>

For citation: Abekova A.M., Yezhebayeva R.S., Ageyenko A.V., Konysbekov K.T., Bersimbaeva G.Kh. Assessment of collection samples of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) for cold resistance. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 5, pp. 94–102. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2020-5-11>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Финансовая поддержка

Данные исследования финансированы Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, грант АРО5131605 «Создание холодостойких и нецветущих образцов сахарной свеклы биотехнологическими и селекционными методами для северных регионов Казахстана».

Financial support

The research was funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Grant No. AP 05131605 «Creation of cold-resistant and non-bolting sugar beet samples by biotechnological and selection methods for northern regions of Kazakhstan».

ВВЕДЕНИЕ

Сахарная свекла (*Beta vulgaris* L.) – ценная техническая культура, сырье для производства 35–40% сахара в мире. В Республике Казахстан это традиционный и основной источник получения сахара. Подъем отрасли по выращиванию сахарной свеклы и производству сахара относится к приоритетным направлениям развития сельского хозяйства республики. В Государственной программе развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан для обеспечения внутренних потребностей к 2021 г. планируется увеличение объема производства сахарной свеклы до 1120 тыс. т¹. Основные регионы выращивания сахарной свеклы – Алматинская и Жамбылская области². Для увеличения посевной площади сахарной свеклы и продвижения ее производства в северные

регионы необходимо проводить селекционные исследования и создавать холодостойкие гибриды. Единственный селекционный центр республики, в котором ведется селекция и семеноводство сахарной свеклы, – Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства (КазНИИЗиР). Создано 15 гибридов, из них семь допущено к использованию в республике³. Большинство гибридов, созданных в КазНИИЗиР, предназначены для южных и юго-восточных регионов республики. Проблема устойчивости к абиотическим стрессам занимает одно из главных мест в производстве и селекции свеклы многих селекционных программ мира [1–4]. Задача заключается в создании гибридов для возделывания в широком географическом ареале, включающем северную зону. При этом формы должны

¹ Государственная программа развития агропромышленного комплекса РК на 2017–2021 годы. URL: <http://mgov.kz/ru/aaza-stan-respublikasyny-a-k-damyutudy-2017-2021-zhyldar-a-arnal-an-memlekettik-ba-darlamasy>.

² Официальная статистическая информация по отраслям. URL: <http://www.stat.gov.kz>. Дата обращения: 03.08.2020 г.

³ Бастаубаева Ш.О., Конысбеков К.Т. Мировые тенденции развития НТИ по сахарной свекле и научное обеспечение свекловодства в Казахстане // Сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. «Достижения и перспективы развития земледелия и растениеводства», посвященной 85-летию КазНИИЗиР. Алматы: ТОО «Асыл Кітап», 2019. С. 442–450.

сохранять высокий уровень продуктивности, устойчивость к цветущности и качество продукции. Необходимое условие для создания таких сортов и гибридов – наличие разнообразного, хорошо изученного исходного материала, применение современных методов его оценки на устойчивость к неблагоприятным факторам среды⁴. Проблема холодостойкости сахарной свеклы важна для Казахстана, так как в целом ряде регионов республики весной и осенью складываются неблагоприятные погодные условия. Холодостойкость свеклы можно рассматривать с точки зрения способности давать всходы и продолжать рост при весенних пониженных температурах, а также противостоять осенним заморозкам и переносить зимовку в определенных районах. Для ускорения селекционного процесса в настоящее время исследователи применяют предварительную оценку холодостойкости с помощью лабораторных физиологических методов, основанных на проращивании семян при моделируемых условиях холода (температуры 4, 6, 9 и 12 °С)⁵ [5]. Физиологические методы ранней диагностики на семенах и проростках позволяют в настоящее время проводить оценку круглый год и анализировать большое количество селекционного материала [6–8].

Цель исследований – оценить коллекцию гибридов и линий сахарной свеклы на холодостойкость с использованием метода проращивания и восстановления регенерационных процессов в культуре *in vitro* при низких положительных температурах для отбора холодостойких образцов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве материала исследований использовано 50 гибридов и линий сахарной свеклы. Материал представлен образцами, полученными из Всероссийского научно-исследовательского института сахарной све-

клы и сахара им. А.Л. Мазлумова (г. Рамонь, Россия), Института биоэнергетических культур и сахарной свеклы (г. Киев, Украина), мировой коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР, г. Санкт-Петербург) и образцами селекции ТОО «КазНИИЗиР». Оценку устойчивости генотипов сахарной свеклы к холодовому стрессу проводили по методике с использованием физиологического метода проращивания семян при низких температурах [5]. Действие низкотемпературного стресса на семена моделировали в климатической камере BINDER KBWF 720 при температуре 4 °С в течение 45–48 сут. Семена по 25 шт. в восьмикратной повторности проращивали в стеклянных чашках Петри на бумажном ложе, увлажненном 30 мл дистиллированной воды. В качестве контроля семена по 25 шт. в четырехкратной повторности проращивали в термостате при температуре 24 °С.

Оценка холодостойкости с использованием культуры *in vitro* проведена согласно методическим рекомендациям, разработанным Институтом биоэнергетических культур и сахарной свеклы (см. сноску 5), с модификациями. В качестве эксплантов для оценки холодостойкости методом культуры *in vitro* использованы гипокотили с верхушечной почкой (черешки) 15-дневных проростков гибридов сахарной свеклы. После отсечения корешка и первичных листьев сегмент гипокотилиа с верхушечной почкой (2 см) подвергали стерилизации. Далее в асептических условиях помещали на стандартную питательную среду Murashige & Skoog (Phyto Technology, США) [9] с добавлением 0,5 мг БАП/л (Sigma-Aldrich, Индия), 2,5 мг аскорбиновой кислоты/л, 30 г сахарозы/л (AppliChem, Германия) и 7 г агара/л (B&V srl, Италия), pH = 5,8. Стерилизацию черешков сахарной свеклы проводили 0,1%-м раствором дихлорида ртути с каплей Твин-80 в течение 6 мин на шейкере с последующей

⁴Булатова Н.А. Скрининг образцов сахарной свеклы на холодостойкость и их селекционная ценность: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. СПб.: ВНИИР им. Н.И. Вавилова, 2000. 105 с.

⁵Бех Н.С., Бойко И.И., Коцар М.О., Присяжнюк О.И. Способы оценки сахарной свеклы при низких температурах с использованием культуры *in vitro*. Киев: Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы, 2015. 14 с.

промывкой стерильной дистиллированной водой (трижды) [10]. Каждому образцу введено в культуру *in vitro* по 100 шт. черешков.

Культивирование пробирочной культуры контрольного варианта (40 шт. черешков каждого образца) проводили при температуре 24 °С, освещении 3000–4000 лк и 16-часовом фотопериоде. Опытные экспланты (60 шт. каждого образца) культивировали в условиях климатической камеры при низких температурах (4 °С) и освещении 3000–4000 лк. По истечении 2 мес экспланты перенесли в светокультуральную комнату с температурой 24 °С на 30 дней. Признак устойчивости определяли после 3 мес культивирования по восстановлению ростовых процессов и формированию пазушных почек. За контроль приняты показатели образования пазушных почек без холодового стресса.

Статистическая обработка данных выполнена в программной среде *R* (*R* version 3.6.1 (2019–07–05) "Action of the Toes") с открытым исходным кодом. Проведен однофакторный дисперсионный анализ ANOVA. Среднее значение (\bar{X}) и стандартное отклонение (σ) вычислены с использованием программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В лабораторных условиях проведена оценка 50 коллекционных образцов сахарной свеклы на холодостойкость с использованием физиологического метода проращивания семян при низких температурах (4 °С) в течение 45–46 сут. По результатам оценки 50 коллекционных образцов установлена лабораторная всхожесть на контрольном варианте 66–100%, в среднем – 80,7% (см. табл. 1).

Наблюдение за динамикой появления всходов на опытном варианте показало, что в условиях проращивания семян при температуре 4 °С прорастание проходило медленно, на 19–20-й день проращивания во всех коллекционных образцах всхожесть составила в среднем 1,8%. Итоговая всхожесть (на 46-й день) отмечена от 1 до 50% и в среднем составила 10,87%. У большинства образцов всхожесть оставалась на низком уровне 1–7% (см. табл. 1, рисунок). Данные согла-

суются с результатами украинских коллег, которые показали замедление процесса прорастания при температуре 4 °С, всхожесть наступала только на 20-е сутки и достигла пика на 35–40-й день [5]. Исследователями также отмечен низкий уровень прорастания семян сахарной свеклы МС-линий и линий опылителей на уровне 3,3–78,2% при температуре 4 °С, более высокий уровень всхожести (45,3–100%) при температуре 6 °С [5], 64–85% при температуре 9 °С, 72–96% у гибридов коллекции ВИР при температуре 12 °С.

По результатам проращивания семян сахарной свеклы отобраны следующие холодостойкие образцы с наиболее высокой всхожестью семян при температуре 4 °С: ЧС 97 (50%), Киргизская 069 (42), ЧС 1631 (38), Бийская 32 (38), РМС 133 (33), Успех (31), Рамонская 125 (30%).

Оценка холодостойкости коллекции сахарной свеклы проведена с использованием метода культуры *in vitro*. После 2 мес культивирования эксплантов сахарной свеклы (черешки проростков) в условиях климатической камеры при низких температурах (4 °С) формирование пазушных почек составило в среднем 0,93 шт., при значении данного признака 1,74 шт. у эксплантов контрольного варианта, культивируемого в светокультуральной комнате при температуре 24 °С. Стресс холода в течение 2 мес оказал значительное влияние на формирование пазушных почек образцов сахарной свеклы. Разница средних значений группы с холодовым стрессом и контролем была значимой при уровне $p = 4,17 \times 10^{-14}$ (см. табл. 2, рисунок). В условиях стресса 19% эксплантов не сформировали пазушные почки. Выделены образцы, которые сформировали в среднем 1,5–1,8 почек (2247, 2249, Кубанский МС – 95, ЧС 97, Рамонская односемянная 32, РМС 60).

Дальнейшее культивирование эксплантов опытного и контрольного вариантов продолжено в светокультуральной комнате при температуре 24 °С в течение 30 дней. По истечении данного срока повторно оценено количество образовавшихся пазушных почек и выделены образцы, которые

Табл. 1. Оценка холодостойкости гибридов и линий сахарной свеклы

Table 1. Evaluation of cold resistance of sugar beet hybrids and lines

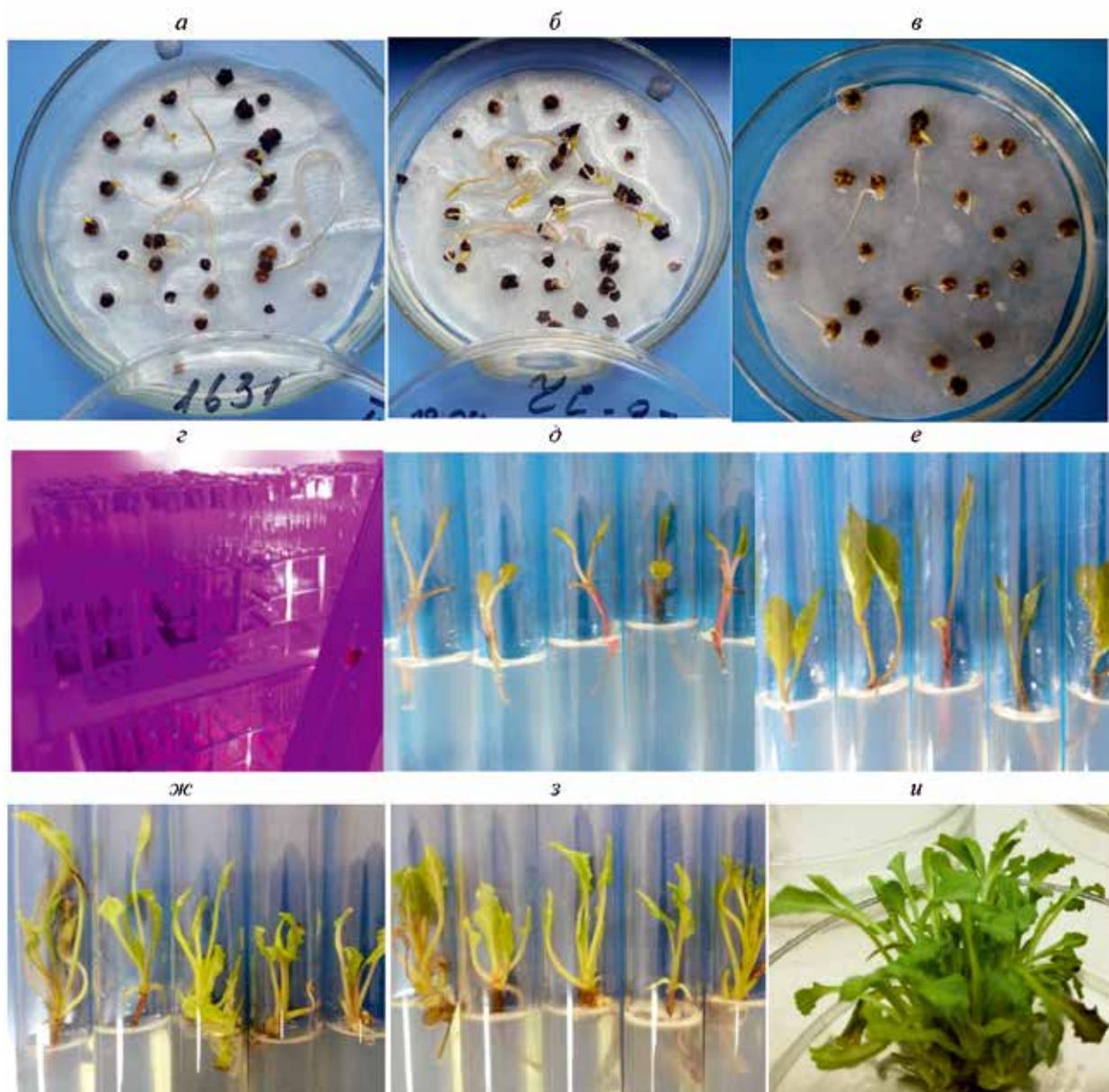
Образец	Гибрид/линия	Происхождение	Всхожесть семян, %		Образование пазушных почек после 2 мес культивирования <i>in vitro</i> , шт.		Восстановление ростовых процессов после 1 мес при температуре 24 °С, шт.	
			Опыт (4 °С)	Контроль (24 °С)	Опыт (4 °С)	Контроль (24 °С)	Опыт (4 °С)	Контроль (24 °С)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2137 (Айшолпан)	Гибрид	Казахстан	15,0	87,8	0,8	1,9	0,9	2,0
2120 (КазМСF1 × Вп-44)	»	То же	6,0	92,1	0,7	1,8	1,0	2,3
2198 (КазМС F1 × СОАН-22)	»	»	6,0	76,7	1,2	1,5	2,6	2,3
2201 (СОАН-98 × СОАН98)ЯН-10	»	»	3,0	75,4	1,0	1,9	1,3	2,5
2210 (Ленурон × Вп44)	»	»	12,0	69,2	0,7	2,0	1,8	5,3
2216 (Н-22)	»	»	15,0	78,3	0,8	1,3	1,2	2,4
2227 (Ирис А-1)	»	»	5,0	91,7	1,0	1,7	1,0	2,3
2229 (КазМС-20)	»	»	2,0	68,3	0,8	1,5	1,4	2,4
2235 (P ₀₉ -20-06)	»	»	5,0	70,8	0,7	1,6	1,0	2,4
2248 (КазМС-20)	»	»	10,0	75,0	0,7	1,8	1,4	2,6
2251 P ₀ А1	»	»	6,0	89,6	0,8	2,2	2,2	3,0
2256 (КазМС F1 × СОАН-22) Синт-1	»	»	5,0	83,7	0,8	1,6	1,3	2,5
2280 (Уман МСТ × ВП-24)	»	»	10,0	87,3	0,7	1,6	1,0	2,4
2287 (Ленурон А1)	»	»	2,0	84,5	1,0	1,5	1,3	2,7
2290 (Шекер)	»	»	4,0	94,5	1,0	1,9	1,4	2,8
2249 (КазМС-20)	»	»	5,0	100,0	1,5	2,8	3,1	4,1
КазСИБ-14	»	»	6,0	72,9	1,0	1,6	2,3	3,0
МС 7	Линия	»	3,0	72,5	0,6	0,6	1,5	2,4
МС1949	»	»	6,0	89,2	0,6	0,5	1,4	2,5
ОП14044	»	»	12,0	75,8	0,7	1,2	1,4	2,6
ВП44	»	»	3,0	77,5	0,8	1,2	1,2	2,4
РМС 60	Гибрид	Россия	4,0	94,2	1,5	2,4	3,2	3,8
P ₀ 117	»	»	7,0	92,1	0,8	1,7	0,9	2,1
РМС 133	»	»	33,0	86,3	0,6	3,5	1,2	5,2
РМС 90	»	»	1,0	82,5	1,0	1,8	0,9	2,3
Рамнес	»	»	2,0	76,3	0,8	1,5	0,9	2,2

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Супер Агро	Гибрид	Россия	20,0	85,8	0,8	1,6	1,0	2,3
Финал	»	»	10,0	89,2	0,8	1,4	0,9	2,1
Смена	»	»	15,0	100,0	0,9	2,1	2,0	2,9
Кубанский МС – 95	»	»	6,0	88,8	1,5	2,0	3,0	3,7
Успех	»	»	31,0	70,4	0,8	1,7	1,5	2,5
МС 2113	Линия	»	10,0	84,6	0,7	1,5	1,2	2,2
ГО ММ (14044 + 15676)	»	»	4,0	100,0	0,8	2,0	1,0	2,4
Руслан	Гибрид	»	6,0	72,9	1,0	1,0	3,0	2,5
РМС 134	»	»	12,0	78,8	1,4	2,0	2,0	3,3
РМС 135	»	»	3,0	72,5	0,8	1,0	1,2	2,2
РМС 136	»	»	6,0	89,2	1,0	1,7	2,4	3,0
Курский МС	»	»	12,0	78,8	1,2	2,4	2,9	3,7
Бийская 32	»	»	38,0	76,7	0,2	2,3	0,6	3,5
Рамонская односемянная 32	»	»	7,50	70,4	1,8	1,8	3,0	4,0
Рамонская 125	»	»	30,0	66,0	0,7	1,4	1,1	2,1
Барский	»	Украи- на	8,0	69,0	0,7	1,7	0,9	1,6
ЧС 97	Линия	То же	50,0	85,8	1,6	2,4	3,4	4,3
ЧС 1611	»	»	10,00	76,7	1,3	2,0	3,2	3,2
ЧС 1631	»	»	26,0	70,4	1,3	2,0	2,3	4,7
2289 (Александрия)	Гибрид	»	1,0	66,3	0,7	1,7	1,0	2,4
2165 Вп-23	»	Казах- стан	1,0	94,2	1,0	1,8	1,4	2,5
Киргизская 069	»	Кирги- зия	42,0	68,0	0,7	1,8	3,3	3,1
Shreiber N	»	Ав- стрия	0	62,0	0,8	1,8	1,3	2,1
2247 (МС Денок × СОАН-22)	»	Герма- ния	7,0	77,1	1,5	1,7	3,0	2,8
Среднее значение \bar{X}			10,87	80,7	0,93	1,74	1,69	2,82
Стандартное отклонение σ			11,2	9,9	0,31	0,82	0,82	0,81

быстро восстановили ростовые процессы после стресса холода. По высокой холодостойкости отобраны пять образцов (ЧС 97 – 3,4 шт., Киргизская 069 – 3,3, РМС 60 – 3, ЧС 1611 – 3,2, 2249 – 3,1 шт.), показавших высокий уровень формирования пазушных почек (3–4 шт.) на черешках после длитель-

ного культивирования (2 мес) *in vitro* при температуре 4 °С и 1 мес при температуре 24 °С (см. табл. 1). Статистическая обработка данных количества пазушных почек на опытном и контрольном вариантах по окончании опыта (3 мес) показала достоверную разницу между значениями на уровне $p = 4.35e-16$.



Оценка холодостойкости сахарной свеклы при низких температурах (4 °С) методом проращивания семян и культуры *in vitro*

a – семена ЧС 1631; *б* – ЧС 97; *в* – семена 2210 (после 30 дней проращивания); *г* – экспланты образца 2216 в климатической камере при температуре 4 °С; *д* – экспланты 2216 опытного варианта после 1 мес холодогового стресса; *е* – экспланты контрольного варианта после 1 мес культивирования; *ж*, *з* – восстановление ростовых процессов после воздействия стресса; *и* – микроклональное размножение ЧС 97

Sugar beet cold resistance assessment at low temperatures (4 °С) by the method of germinating seeds and *in vitro* culture

a – seeds of ChS 1631; *б* - ChS 97; *в* – seeds of 2210 (after 30 days of germination); *г* – explants of sample 2216 in a climatic chamber at a temperature of + 4 °С; *д* – explants 2216 of the experimental variant after 1 month of cold stress; *е* – explants of the control variant after 1 month of cultivation; *ж*, *з* – restoration of growth processes after exposure to stress, *и* – micropropagation of ChS 97

Исследования показали, что материнская форма ЧС 97 проявила наиболее высокую всхожесть (50%) при низкой положительной температуре проращивания 4 °С и также выделена по способности быстро восстанавли-

вать ростовые процессы после воздействия стресса холода в культуре *in vitro*. Линии ЧС 97 и ЧС 1611 микроклонально размножены с целью включения в селекционный процесс и получения холодостойких гибридов.

Табл. 2. Результаты дисперсионного анализа (ANOVA) данных оценки холодостойкости в культуре *in vitro*

Table 2. Results of analysis of variance (ANOVA) of *in vitro* culture cold resistance assessment data

Параметр	Число степеней свободы (Df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (MS)	F-критерий	p-значение
<i>Этап образования пазушных почек после 2 мес культивирования in vitro</i>					
Количество пазушных почек	1	24,57	24,569	77,47	4,17e-14 *
Остатки	100	31,72	0,317		
<i>Этап восстановления ростовых процессов после 1 мес при температуре 24 °С</i>					
Количество пазушных почек	1	44,14	44,14	94,22	4,35e-16 *
Остатки	100	46,85	0,47		

**p* = 0,01.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лабораторный метод проращивания семян сахарной свеклы в условиях низких положительных температур позволил отобрать генотипы, способные прорасти при 4 °С. Высокую всхожесть показали следующие образцы: ЧС 97 (50%), Киргизская 069 (42), ЧС 1631 (38), Бийская 32 (38), РМС 133 (33), Успех (31), Рамонская 125 (30%). Данные образцы могут быть использованы в северных регионах Республики Казахстан с ранними сроками посева.

Метод оценки холодостойкости с использованием культуры *in vitro* позволил выделить и отобрать генотипы, способные восстанавливать регенерационные процессы после холодового стресса (Киргизская 069, ЧС 97, РМС 60, ЧС 1611, 2249).

Все холодостойкие линии из отобранных генотипов микроклонально размножены. Данные линии могут быть использованы для создания отечественных гибридов, устойчивых к холоду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stevanato P., Chiodi C., Broccanello C., Concheri G., Biancardi E., Pavli O., Skaracis G. Sustainability of the Sugar Beet Crop // Sugar Tech. 2019. Vol. 21. P. 703–716. DOI: 10.1007/s12355-019-00734-9.
2. Biancardi E., Mitchell M.J., Panella L., Lewellen R., Stevanato P. Chapter 6 Sugar Beet. Bradshaw J.E. (ed.) // Root and Tuber Crops, Handbook of Plant Breeding. 2010. P. 173–219. DOI: 10.1007/978-0-387-92765-7_6.
3. Pfeiffer N., Trankner C., Lemnian I., Grosse I., Muller A., Jung C., Kopisch-Obuch F. Genetic analysis of bolting after winter in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) // Theoretical and Applied Genetics. 2014. Vol. 127. Is. 11. P. 2479–2489. DOI: 10.1007/s00122-014-2392-x.
4. Волгин В.В., Логвинов В.А., Павленко Е.А., Шевченко А.Г. Выведение холодостойких гибридов // Сахарная свекла. 1994. № 6. С. 9–10.
5. Роиц Н.В., Бех Н.С., Коцар М.А., Бойко И.И. Оценка и отбор холодостойких форм сахарной свеклы с использованием культуры *in vitro* // Сахарная свекла. 2016. № 9. С. 11–13.
6. Патуринский А.В., Козулина Н.С. Физиологическая оценка засухоустойчивости и потенциальной продуктивности селекционного материала зерновых культур // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2003. № 4. С. 151–156.
7. Baloch M.J., Dunwell J., Khakwani A.A., Denet M., Jatoi W.A., Channa S.A. Assessment of wheat cultivars for drought tolerance via osmotic stress imposed at early seedling growth stages // Journal of Agricultural Research. 2012. Vol. 50. P. 299–310.
8. Юдина Р.С., Леонова И.Н., Салина Е.А., Хлесткина Е.К. Влияние чужеродных интрогрессий в геноме пшеницы на ее устойчивость к осмотическому стрессу // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 4/1. С. 643–649.
9. Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures // Physiologia Plantarum. 1962. Vol. 15. P. 473–497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.

10. Yerzhebayeva R.S., Abekova A.M., Bersimbaeva G.H., Konysbekov K.T., Bastaubaeva Sh.O., Roik N.V., Urazaliev K.R. *In vitro* Cell Selection of Sugar Beet for Resistance to Culture Filtrate of the Fungus *Fusarium oxysporum* // *Cytology and Genetics*. 2019. Vol. 53 (4). P. 307–314. DOI: 10.3103/S0095452719040042.

REFERENCES

1. Stevanato P., Chiodi C., Broccanello C., Concheri G., Biancardi E., Pavli O. & Skaracis G. Sustainability of the Sugar Beet Crop. *Sugar Tech.*, 2019, vol. 21, pp. 703–716. DOI: 10.1007/s12355-019-00734-9.
2. Biancardi E., Mitchell M.J., Panella L., Lewellen R., Stevanato P. Chapter 6 Sugar Beet. Bradshaw J.E. (ed.). *Root and Tuber Crops, Handbook of Plant Breeding, Springer Science + Business Media, LLC*, 2010, pp. 173–219. DOI: 10.1007/978-0-387-92765-7_6.
3. Pfeiffer N., Trankner C., Lemnian I., Grosse I., Muller A., Jung C., Kopisch-Obuch F. Genetic analysis of bolting after winter in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 2014, vol. 127, is. 11, pp. 2479–2489. DOI: 10.1007/s00122-014-2392-x.
4. Volgin V.V., Logvinov V.A., Pavlenko E.A., Shevchenko A.G. Breeding of cold-resistant hybrids. *Sakharnaya svekla = Sugar beet*, 1994, no. 6, pp. 9–10 (In Russian).
5. Roik N.V., Bekh N.S., Kotsar M.A., I.I. Evaluation and screening of cold-resistant forms of sugar beets using culture in vitro. *Sakharnaya*

svekla = Sugar beet, 2016, no. 9, pp. 11–13. (In Russian).

6. Paturinskii A.V., Kozulina N.S. Physiological assessment of drought resistance and potential productivity of the breeding material of grain crops. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2003, no. 4, pp. 151–156. (In Russian).
7. Baloch M.J., Dunwell J., Khakwani A.A., Denet M., Jatoi W.A., Channa S.A. Assessment of wheat cultivars for drought tolerance via osmotic stress imposed at early seedling growth stages. *Journal of Agricultural Research*, 2012, vol. 50, pp. 299–310.
8. Yudina R.S., Leonova I.N., Salina E.A., Khlestkina E.K. Effect of alien genomic introgressions on the osmotic tolerance of wheat. *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2014, vol. 18, no. 4/1, pp. 643–649. (In Russian).
9. Murashige T., Skoog F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*, 1962, vol. 15, pp. 473–497. DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.
10. Yerzhebayeva R.S., Abekova A.M., Bersimbaeva G.H., Konysbekov K.T., Bastaubaeva Sh.O., Roik N.V., Urazaliev K.R. *In vitro* Cell Selection of Sugar Beet for Resistance to Culture Filtrate of the Fungus. *Fusarium oxysporum*. *Cytology and Genetics*, 2019. vol. 53 (4), pp. 307–314. DOI: 10.3103/S0095452719040042.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Абекова А.М.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Республика Казахстан, 040909, Алматинская область, Карасайский район, пос. Алмалыбак, ул. Ерлепесова, 1; e-mail: aabekova@mail.ru

Ержебаева Р.С., кандидат биологических наук, руководитель группы

Агеенко А.В., доктор философии, генеральный директор

Конысбеков К.Т., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Берсимбаева Г.Х., старший лаборант

AUTHOR INFORMATION

✉ **Alfiya M. Abekova**, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; **address:** 1, Yerlepesov St, Almalybak v., Karasaisky district, Almaty region, 040909, Republic of Kazakhstan; e-mail: aabekova@mail.ru

Raushan S. Yerzhebaeva, Candidate of Sciences in Biology, Head of the Group

Andrey V. Ageyenko, PhD, General Director

Kerimkul T. Konysbekov, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

Gulnara Kh. Bersimbaeva, Senior Assistant

Дата поступления статьи 21.08.2020
Received by the editors 21.08.2020



К 90-ЛЕТИЮ СИБИРСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО И ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ЖИВОТНОВОДСТВА СФНЦА РАН

В 1930 г. был организован первый в Сибири специализированный институт животноводства. Годы его становления пришлись на очень трудный период. Слабая материально-техническая база как в науке, так и в сельскохозяйственном производстве, отсутствие квалифицированных кадров и научной школы усложняли процесс создания научно обоснованного эффективного животноводства. Несмотря на трудности, в то время открыты отделы селекции и кормления крупного рогатого скота, свиней, овец, биохимическая лаборатория, лаборатория качества шерсти овец, искусственного осеменения животных и гистологии с соответствующим оборудованием.

В годы Великой Отечественной войны ученые создавали новые высокоэффективные породы животных, чтобы обеспечить армию и гражданское население страны продуктами животноводства. Выведены адаптированные к сибирскому климату следующие породы животных:

– сибирское отродье черно-пестрой породы молочного скота (А.С. Храмов, П.Т. Трибулкин, Р.П. Матис, В.В. Козырев, В.П. Чубабрия, П.К. Хоменко, Ф.М. Кохомский). В дальнейшем селекцию продолжили Ю.М. Бурдин, Л.Д. Герасимчук, С.Б. Яранцева и др.;

– сибирская северная и кемеровская породы свиней (М.О. Симон, А.И. Овсянников, И.Т. Скорик, П.И. Терницкий, Е.Г. Савина, А.Ф. Лысаков, И.И. Гудилин). Исследования в этом направлении продолжили А.Г. Крючковский, В.А. Бекенёв, А.П. Гришкова;

– алтайская, забайкальская и красноярская породы овец (С.С. Крымский, Ф.Я. Вовченко, М.Д. Чамуха, И.Ф. Логинов, Г.Р. Литовченко, А.Е. Елиманов, Д.С. Зайцев, В.М. Сюткин, Н.Г. Лыкова). Исследования продолжили А.Е. Луценко, С.С. Билтуев.

Животные всех перечисленных пород широко распространены в Сибирском регионе. Селекционная работа была высоко оценена государственными наградами.

Для улучшения кормления животных выведены скороспелые сорта кормовой свеклы, брюквы и моркови (А.И. Козловский, Е.А. Кротова).

В прикладной сельскохозяйственной науке в 1960-х годах стали разрабатывать технические средства для механизации животноводческих ферм. СибНИПТИЖ принял активное участие в этом научном направлении. Разработано более 80 технических новинок, 30 из которых включены в зональную и федеральную системы машин для механизации животноводства с организацией их производства на промышленных предприятиях региона (К.С. Шаповалов, И.К. Хлебников, Н.А. Трусов, Н.В. Ньюшков и др.).

Перевод животноводства на промышленную основу потребовал комплексной механизации ферм и новых знаний в проектировании. С 1970 г. в СибНИПТИЖе введена принципиально новая система планирования, организации и проведения комплексных научных исследований, идея которой принадлежит А.П. Калашникову. Исследования ученых разных специальностей сосредоточились на разработке технологий производства молока, говядины, свинины и продуктов овцеводства. Разработано более 100 проектов, 18 из них утверждены Госагропромом РСФСР.

Работы по освоению промышленных технологий производства продуктов животноводства на основе реконструкции ферм и производства кормового белка были удостоены пре-

мии Совета Министров СССР и премии Совета Министров РФ (1975, 1991 г.). Большинство разработок института (413) защищено авторскими свидетельствами и патентами.

Строительство нового сельскохозяйственного научного центра в Сибири (1975–1980 гг.) и оснащение его современным оборудованием позволило институту совместно с региональными научно-исследовательскими институтами, вузами и специалистами племпредприятий сделать очередной шаг в пороодообразовательном процессе и совершить технологический прорыв в содержании животных. В то время был построен первый в СССР механизированный комплекс на 1200 коров по проекту СибНИПТИЖа (А.Н. Губин, Р.Я. Бахмутова, В.Г. Гуля и большая группа технологов). В нем был проведен крупномасштабный эксперимент по привязному и беспривязному содержанию коров, обеспечившему удой почти 5 тыс. кг молока, что по тем временам было фантастическим результатом. Все средства механизации (кормление, уборка навоза, доение, привязывание коров и др.) разработаны и изготовлены конструкторским бюро института.

За 90 лет учеными института совместно со специалистами племенных хозяйств региона выведены новые породы животных, приспособленные к местным условиям. На основе классических методов селекции, иммуногенетических и биотехнологических приемов в племенной базе осуществлена коренная породная реконструкция животноводства на востоке России (Н.О. Сухова, Г.М. Гончаренко). Институтом выведены 10 пород сельскохозяйственных животных (на каждую из которых необходимо 25–30 лет), 3 породных группы, 12 заводских типов, 5 заводских линий и кроссов, 4 сорта кормовых корнеплодов.

Во многих областях, краях и автономных республиках Сибири, Дальнего Востока и Урала большой удельный вес занимали крупный рогатый скот сибирского отродья черно-пестрой породы, позднее преобразованный в породу Сибирячка (Л.Д. Герасимчук, И.И. Клименок, С.Б. Яранцева и др.); герфордский, симментальский, казахский белоголовый типы мясного скота (Н.Г. Гамарник, Б.О. Инербаев, А.И. Рыков и др.); новосибирский заводской тип крупной белой, скороспелой мясной породы (СМ-1), сибирской северной и кемеровской пород свиней (Е.Ф. Гришина, В.И. Фролова); сибирский мясо-шерстный тип кроссбредов овец (М.Д. Чамуха, Г.А. Стакан, И.В. Дегтяренко); 2 породы рыб – карп сарбоянский и зеркальный (З.А. Иванова, И.В. Морузи, В.А. Коровин и др.).

За уникальные породы свиней для сибирских условий авторский коллектив был награжден Сталинской премией (в последующем Государственной).

За годы своей деятельности СибНИПТИЖ внес большой вклад в подготовку научных кадров. Аспирантуру при институте окончили 524 человека, с 1976 по 2014 г. в диссертационном совете при СибНИПТИЖе защищено 549 диссертаций, в том числе на соискание ученой степени доктора наук – 95, кандидата наук – 454. Более 20 лет при институте действовал совет по породам молочного и мясного скота, координирующий селекционно-племенную работу через племпредприятия региона. Ученые постоянно участвовали в переподготовке кадров для животноводства региона.

В тот же период под руководством академика А.П. Калашникова, объединившем ученых 30 научно-исследовательских институтов, в том числе и СибНИПТИЖа (Н.И. Подлетская, Х.В. Загитов, В.А. Солошенко и др.), разработаны детализированные нормы кормления, которые претерпели три переиздания и до сих пор являются настольной книгой специалистов-животноводов, ученых, студентов.

Перечисленные работы произвели революционизирующее воздействие на отрасль животноводства в целом. Продуктивность в товарных хозяйствах молочного скота превысила 5-тысячный рубеж за лактацию, крупного рогатого скота на откорме – 750–900 г в сутки, свиней – 550–600 г. По проектам СибНИПТИЖа (А.Н. Губин, М.И. Рагимов) построено только в Новосибирской области пять промышленных откормочных комплекса с полной механизацией трудовых процессов.

Несмотря на трудности настоящего времени, институт продолжает работать. Есть разработки по созданию мясных высокопродуктивных животных специально для северных территорий. Животные нового типа имеют толстую кожу и густую длинную шерсть, хорошо защищающую от гнуса, устойчивы к суровым климатическим условиям Сибири. Для обслуживания этих животных по сравнению с молочными породами не требуется много рабочей силы: их не нужно доить, так как эта порода мясная, и молоко выпивают телята. Они хорошо растут, устойчивы к болезням. Полученные помеси различных модификаций по своим приспособительным качествам могли бы занять огромную территорию от Урала до Дальнего Востока. Ускорению этой работы может способствовать современное оборудование для микросателлитного анализа и глубокого изучения качественных характеристик молока и мяса, а также создание зонального селекционно-генетического центра при СибНИПТИЖе, в планах которого должно быть выведение новых молочных и мясных пород, высокоадаптированных к условиям Сибири.

Решение данной проблемы носит не только научный, но и социальный характер. Разведение скота новых генотипов на личном подворье и фермерских хозяйствах даст возможность создать новые рабочие места, наполнить рынок востребованной качественной говядиной, повысить оседлость населения отдаленных территорий.

В области технологических исследований СибНИПТИЖ практически завершил разработку по обоснованию рациональной рецептуры комплексных кормовых добавок – БВМД, премиксов и заменителей молочных кормов для всех видов животных с широким использованием местных кормовых ресурсов (муки, жмыхов и шротов из сои, рапса, подсолнечника, кукурузы) и нетрадиционного сырья (карбамид, цеолиты, бентонитовые глины, известняки, гуматы, стерины, минералы в хелатированной форме, наночастицы серебра, отходы переработки леса, торфы, сапропели и др.). Решены вопросы технических средств для приготовления кормовых добавок в форме цехов-модулей с производительностью до 10 т в смену.

Немаловажное значение имеет кормовая база, над качеством которой постоянно работали ученые института (Н.Н. Подлетская, С.А. Юргин, В.А. Солошенко, В.А. Рогачев). Сложнейшую проблему дефицита сахаров в кормах, достигающего 50%, удалось решить с помощью производства кормовой патоки из зерна, мало востребованного населением (ржи, тритикале, фуражной пшеницы, ячменя). Оборудование для этих целей позволяет решить проблему дозирования витаминов, микроэлементов и других малообъемных компонентов рационов.

СибНИПТИЖ в настоящее время имеет возможность изготовления комбикормовых агрегатов, дробилок, плющилок зерна, прессоов и грануляторов для обработки семян масличных культур и производства гранулированных кормов, поилок с электроподогревом воды, станочного оборудования для свиноферм. Институт в составе центра осуществляет координацию научных исследований в области животноводства по всей сети научно-исследовательских учреждений Сибири. Объединение трех академий под эгидой РАН создает предпосылки расширения спектра исследований, особенно касающихся качества животноводческой продукции, с использованием геномных технологий.

Перед СибНИПТИЖем стоит множество проблем. Есть надежда, что с ними ученые института справятся при обогащении классических методов зоотехнической науки фундаментальными, создании новых лабораторий и оснащении их современным оборудованием, а также привлечении талантливых молодых специалистов.

Доктор биологических наук,
руководитель СибНИПТИЖа *С.Н. Магер*,
академик, руководитель научного направления
СибНИПТИЖа *В.А. Солошенко*

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Правила публикации рукописей в журнале определяют требования к оформлению, научной экспертизе и подготовке к публикации направляемых в редакцию журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» рукописей. Правила для авторов составлены на основе этических принципов, общих для членов научного сообщества, и правил публикации в международных и отечественных научных периодических изданиях, а также в соответствии с требованиями ВАК для периодических изданий, включенных в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Журнал публикует оригинальные статьи по фундаментальным и прикладным проблемам по направлениям:

- общее земледелие и растениеводство;
- селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений;
- защита растений;
- кормопроизводство;
- кормление сельскохозяйственных животных и технологии кормов;
- ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунологией;
- технология и средства механизации сельского хозяйства.

В журнале также публикуются обзоры, краткие сообщения, хроника, рецензии, книжные обзоры, материалы по истории сельскохозяйственной науки и деятельности учреждений и ученых.

Статья, направляемая в редакцию, должна соответствовать тематическим разделам журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»:

Наименование рубрики	Группы специальностей научных работников в соответствии с Номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени
Земледелие и химизация	06.01.01 Общее земледелие и растениеводство
Растениеводство и селекция	06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений
Защита растений	06.01.07 Защита растений
Кормопроизводство	06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов
Животноводство и ветеринария	06.02.02 Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология 06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных
Механизация, автоматизация, моделирование и информационное обеспечение	05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства
Проблемы. Суждения	06.01.01 Общее земледелие и растениеводство 06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений 06.01.07 Защита растений 06.02.02 Ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология 06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов

Журнал принимает материалы от аспирантов, соискателей, докторантов, специалистов и экспертов в данной области.

При направлении статьи в редакцию журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» рекомендуем руководствоваться следующими правилами.

РЕКОМЕНДАЦИИ АВТОРУ ДО ПОДАЧИ СТАТЬИ

Представление статьи в журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» подразумевает, что:

- статья ранее не была опубликована в другом журнале;
- статья не находится на рассмотрении в другом журнале;
- все соавторы согласны с публикацией текущей версии статьи.

Перед отправкой статьи на рассмотрение необходимо убедиться, что в файле (файлах) содержится вся необходимая информация на русском и английском языках, указаны источники информации, размещенной на рисунках и в таблицах, все ссылки оформлены корректно.

На публикацию представляемых в редакцию материалов требуются письменное разрешение и рекомендация руководства организации, на средства которой проводились работы. Авторы (соавторы) подписывают рукопись, подтверждая свое участие в выполнении представляемой работы и удостоверяя согласие с ее содержанием. 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), e-mail
- Отдельно следует выделить автора, ответственного за связь с редакцией, и указать его контактные e-mail и мобильный телефон

По представленной форме заполняется Авторская справка <http://sibvest.elpub.ru/>, в которой должно быть выражено согласие на открытое опубликование статьи в печатном варианте журнала и его электронной копии в сети Интернет. Автор, подписывая рукопись и направляя ее в редакцию, тем самым передает авторские права на издание этой статьи СФНЦА РАН.

Полный пакет документов (сопроводительное письмо, анкеты авторов, авторская справка, статья на одной стороне стандартного листа формата А4) направить по адресу: 630501, Новосибирская область, Новосибирский район, р.п. Краснообск, а/я 463, научно-организационный отдел 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 15 страниц компьютерного набора; статей, размещаемых в рубриках «Из диссертационных работ» и «Краткие сообщения», – не более 5 страниц.

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

ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК

Заголовок статьи на русском и английском языках (не более 70 знаков).

Фамилии и инициалы авторов, информация об авторах, полное официальное название научного учреждения, в котором проведены исследования, а также его полный почтовый адрес (включая индекс, город и страну), на русском и английском языках.

Если в подготовке статьи принимали участие авторы из разных учреждений, необходимо указать принадлежность каждого автора к конкретному учреждению с помощью надстрочного индекса.

Информация о конфликте интересов либо его отсутствии. Автор обязан уведомить редактора о реальном или потенциальном конфликте интересов, включив информацию о конфликте интересов в соответствующий раздел статьи. Если конфликта интересов нет, автор должен также сообщить об этом.

Пример формулировки: «Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов».

Реферат на русском и английском языках. Реферат является кратким и последовательным изложением материала статьи по основным разделам и должен отражать основное содержание, следовать логике изложения материала и описания результатов в статье с приведением конкретных данных. Объем реферата не менее 200–250 слов. Не следует включать впервые введенные термины, аббревиатуры (за исключением общеизвестных), ссылки на литературу. В реферате не следует подчеркивать новизну, актуальность и личный вклад автора; место исследования необходимо указывать до области (края), не упоминать конкретные организации.

Ключевые слова на русском и английском языках. 5–7 слов по теме статьи. Желательно, чтобы ключевые слова дополняли аннотацию и название статьи.

Благодарности на русском и английском языках. В этом разделе указываются все источники финансирования исследования, а также благодарности людям, которые участвовали в работе над статьей, но не являются ее авторами.

Основной текст статьи. При изложении оригинальных экспериментальных данных рекомендуется использовать подзаголовки:

ВВЕДЕНИЕ (постановка проблемы, цель, задачи исследования)

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ (условия, методы (методика) исследований, описание объекта, место и время проведения)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ или **ВЫВОДЫ**

Теоретические, обзорные и проблемные статьи могут иметь произвольную структуру, но обязательно должны содержать реферат, ключевые слова, список литературы.

Список литературы. Библиографический список должен быть оформлен в виде общего списка в порядке цитирования в тексте (не менее 15 источников), желательны ссылки на источники 2–3-летнего срока давности. Список литературы должен быть оформлен в соответствии с требованиями и правилами составления библиографической ссылки (ГОСТ Р 7.05–2008). В тексте ссылка на источник отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1]. Литература в списке дается на тех языках, на которых она издана. В библиографическое описание публикации необходимо вносить всех авторов, не сокращая их одним, тремя и т.п. Недопустимо сокращение названий статей, журналов, издательств.

В список литературы включаются только рецензируемые источники: статьи из научных журналов и монографии, упоминающиеся в тексте статьи.

ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ И REFERENCES

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

Монография

Климова Э.В. Полевые культуры Забайкалья: монография. Чита: Поиск, 2001. 392 с.

Часть книги

Холмов В.Г. Минимальная обработка кулисного пара под яровую пшеницу при интенсификации земледелия в южной лесостепи Западной Сибири // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. М.: Агропромиздат, 1990. С. 230–235.

Периодическое издание

Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Божанова Г.В., Пакуль В.Н. Технологические качества зерна мягкой яровой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 4. С. 27–35. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-4-4.

REFERENCES составляется в том же порядке, что и русскоязычный вариант, по следующим правилам:

Фамилии И.О. авторов в транслитерированном варианте, англоязычное название статьи, *транслитерация названия русскоязычного источника = англоязычное название источника*,

(для монографии: город, англоязычное название издательства, год, количество страниц; для журнала: год, номер, страницы). (In Russian).

Транслитерация осуществляется через сайт: <https://antropophob.ru/translit-bsi>

Пример: Avtor A.A., Avtor B.B., Avtor C.C. Title of article.

Транслитерация авторов. Англоязычное название статьи

Zaglavie jurnala = Title of Journal, 2012, vol. 10, no. 2, pp. 49–54.

Транслитерация источника = англоязычное название источника

Монография

Klimova E.V. *Field crops of Zabaikalya*. Chita, Poisk Publ., 2001, 392 p. (In Russian).

Часть книги

Kholmov V.G. Minimum tillage of coulisse-strip fallow for spring wheat with intensification of arable agriculture in southern forest-steppe of Western Siberia. *Resource-saving tillage systems*, Moscow, Agropromizdat Publ., 1990, pp. 230–235. (In Russian).

Периодическое издание

Pakul A.L., Lapshinov N.A., Bozhanova G.V., Pakul V.N. Technological grain qualities of spring common wheat depending on the system of soil tillage. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2018, vol. 48, no. 4, pp. 27–35. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2018-4-4.

Если необходимо сослаться на авторефераты, диссертации, сборники статей, учебники, учебные пособия, ГОСТы, информацию с сайтов, статистические отчеты, статьи в общественно-политических газетах и прочее, то такую информацию следует оформить в *сноску* в конце страницы. Сноски нумеруются арабскими цифрами, размещаются постранично сквозной нумерацией.

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СНОСКИ:

Цитируемый текст¹.

¹Климова Э.В., Андреева О.Т., Темникова Г.П. Пути стабилизации кормопроизводства Забайкалья // Проблемы и перспективы совершенствования зональных систем земледелия в современных условиях: материалы науч.-практ. конф. (Чита, 16–17 октября 2008 г.). Чита, 2009. С. 36–39.

Цифровой идентификатор Digital Object Identifier – DOI (когда он есть у цитируемого материала) необходимо указывать в конце библиографической ссылки.

Пример:

Chu T., Starek M.J., Brewer M.J., Murray S.C., Pruter L.S. Assessing lodging severity over an experimental maize (Zea mays L.) field using UAS images // Remote Sensing. 2017. Vol. 9. P. 923. DOI: 10.3390/rs9090923.

Наличие DOI статьи следует проверять на сайте <http://search.crossref.org/> или <https://www.citethisforme.com>. Для этого нужно ввести в поисковую строку название статьи на английском языке.

РИСУНКИ, ТАБЛИЦЫ, СКРИНШОТЫ И ФОТОГРАФИИ

Рисунки должны быть хорошего качества, пригодные для печати. Все рисунки должны иметь подрисуночные подписи. Подрисуночную подпись необходимо перевести на английский язык. Рисунки нумеруются арабскими цифрами по порядку следования в тексте. Если рисунок в тексте один, то он не нумеруется. Отсылки на рисунки оформляются следующим образом: «На рис. 3 указано, что ...» или «Указано, что ... (см. рис. 3)». Подрисуночная подпись включает порядковый номер рисунка и его название. Выравнивается по центру: «Рис. 2. Описание жизненно важных процессов». Точка после подрисуночной подписи не ставится. Перевод подрисуночной подписи следует располагать после подрисуночной подписи на русском языке. Таблицы должны быть хорошего качества, пригодные для печати. Предпочтительны таблицы, пригодные для редактирования, а не отсканированные или в виде рисунков. Все таблицы должны иметь заголовки. Название таблицы должно быть переведено на английский язык. Таблицы нумеруются арабскими цифрами по порядку следования в тексте. Если таблица в тексте одна, то она не нумеруется. Отсылки на таблицы оформляются следующим образом: «В табл. 3 указано, что ...» или «Указано, что ... (см. табл. 3)». Заголовок таблицы включает порядковый номер таблицы и ее название. Выравнивается по центру: «Табл. 2. описа-

ние жизненно важных процессов». Точка после заголовка таблицы не ставится. Перевод заголовка таблицы следует располагать после заголовка таблицы на русском языке.

Следует обратить внимание на написание формул в статье. Во избежание путаницы необходимо греческие (α , β , π и др.), русские (А, а, Б, б и др.) буквы и цифры писать прямым шрифтом, латинские – курсивным (*W*, *Z*, *m*, *n* и др.). Математические знаки и символы нужно писать также прямым шрифтом. Необходимо четко указывать верхние и нижние надстрочные символы (W^1 , F_1 и др.).

Фотографии, скриншоты и другие нерисованные иллюстрации необходимо загружать отдельно в специальном разделе формы для подачи статьи в виде файлов формата *.jpeg, *.bmp, *.gif (*.doc и *.docx – в случае, если на изображение нанесены дополнительные пометки). Разрешение изображения должно быть >300 dpi. Файлам изображений необходимо присвоить название, соответствующее номеру рисунка в тексте.

В описании файла следует отдельно привести подрисовочную подпись, которая должна соответствовать названию фотографии, помещаемой в текст.

Редакция просит авторов при подготовке статей руководствоваться изложенными выше правилами. Статьи, оформленные не по правилам, будут возвращаться авторам без рассмотрения.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ЖУРНАЛОМ И АВТОРОМ

Редакция журнала ведет переписку с ответственным (контактным) автором, однако при желании коллектива авторов письма могут направляться всем авторам, для которых указан адрес электронной почты.

Все поступающие в журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» статьи проходят предварительную проверку на соответствие формальным требованиям. На этом этапе статья может быть возвращена автору (авторам) на доработку с просьбой устранить ошибки или добавить недостающие данные. Также на этом этапе статья может быть отклонена из-за несоответствия ее целям журнала, отсутствия оригинальности, малой научной ценности.

Все научные статьи, поступившие в редакцию журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки», проходят обязательное двухстороннее «слепое» рецензирование (double-blind – автор и рецензент не знают друг о друге). Рукописи направляются по профилю научного исследования на рецензию членам редакционной коллегии.

В спорных случаях редактор может привлечь к процессу рецензирования нескольких специалистов, а также главного редактора. При положительном заключении рецензента статья передается редактору для подготовки к печати.

При принятии решения о доработке статьи замечания и комментарии рецензента передаются автору. Автору дается 2 месяца на устранения замечаний. Если в течение этого срока автор не уведомил редакцию о планируемых действиях, статья снимается с очереди публикации.

При принятии решения об отказе в публикации статьи автору отправляется соответствующее решение редакции.

Ответственному (контактному) автору принятой к публикации статьи направляется финальная версия верстки, которую он обязан проверить.

ПОРЯДОК ПЕРЕСМОТРА РЕШЕНИЙ РЕДАКТОРА/РЕЦЕНЗЕНТА

Если автор не согласен с заключением рецензента и/или редактора или отдельными замечаниями, он может оспорить принятое решение. Для этого автору необходимо:

- исправить рукопись статьи согласно обоснованным комментариям рецензентов и редакторов;
- ясно изложить свою позицию по рассматриваемому вопросу.

Редакторы содействуют повторной подаче рукописей, которые потенциально могли бы быть приняты, однако были отклонены из-за необходимости внесения существенных изменений или сбора дополнительных данных, и готовы подробно объяснить, что требуется исправить в рукописи для того, чтобы она была принята к публикации.

ДЕЙСТВИЯ РЕДАКЦИИ В СЛУЧАЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ПЛАГИАТА, ФАБРИКАЦИИ ИЛИ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ДАННЫХ

Редакция научного журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» в своей работе руководствуется традиционными этическими принципами научной периодики и сводом принципов «Кодекса этики научных публикаций», разработанным и утвержденным Комитетом по этике научных публикаций, требуя соблюдения этих правил от всех участников издательского процесса.

ИСПРАВЛЕНИЕ ОШИБОК И ОТЗЫВ СТАТЬИ

В случае обнаружения в тексте статьи ошибок, влияющих на ее восприятие, но не искажающих изложенные результаты исследования, они могут быть исправлены путем замены pdf-файла статьи. В случае обнаружения в тексте статьи ошибок, искажающих результаты исследования, либо в случае плагиата, обнаружения недобросовестного поведения автора (авторов), связанного с фальсификацией и/или фабрикации данных, статья может быть отозвана. Инициатором отзыва статьи может быть редакция, автор, организация, частное лицо. Отзывная статья помечается знаком «Статья отозвана», на странице статьи размещается информация о причине отзыва статьи. Информация об отзыве статьи направляется в базы данных, в которых индексируется журнал.

УВАЖАЕМЫЕ ПОДПИСЧИКИ!

*Подписка на журнал
«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»
принимается в почтовых отделениях ФГУП «Почта России»
и в других организациях, осуществляющих прием подписки*

*В каталоге «Газеты. Журналы»
ОАО Агентство «Роспечать»
подписной индекс 46808*

*На годовой комплект журналов
или отдельные номера можно подписаться
в редакции*

*Полнотекстовая версия журнала
«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»
размещена на сайте Научной электронной библиотеки:
<http://www.elibrary.ru>*