

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
**СИБИРСКИЙ ВЕСТНИК
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ**
SIBIRSKII VESTNIK SEL'SKOKHOZYAISTVENNOI NAUKI

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

ОСНОВАН В 1971 г.

ВЫХОДИТ ШЕСТЬ РАЗ В ГОД

Том 51, № 6 (283)

DOI: 10.26898



2021

ноябрь – декабрь

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

Заместитель главного редактора – Ломбанина Татьяна Александровна, начальник редакционно-издательского отдела Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий 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
К.С. Голохваст	член-корреспондент РАО, д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
М.И. Гулюкин	академик РАН, д-р вет. 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 РАН, д-р вет. наук, Новосибирск, Россия
Н.М. Иванов	член-корреспондент РАН, 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, Москва, Россия
В.А. Солошенко	академик РАН, д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
Н.А. Сурин	академик РАН, д-р с.-х. наук, Красноярск, Россия
И.Ф. Храпцов	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 вет. наук, академик Академии наук Монголии, президент Монгольской академии аграрных наук, Улан-Батор, Монголия
А.М. Наметов	д-р вет. наук, член-корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан, ректор Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана, Астана, Казахстан
В.С. Николов	д-р вет. наук, председатель Сельскохозяйственной академии Республики Болгария, София, Болгария
Сезай Эркисли	профессор, Университет Ататюрка, Турция
Сейед Али Джохари	профессор, Университет Курдистана, Иран
Сеюн Хван Янг	профессор, Чоннамский национальный университет, Республика Корея



www.sibvest.elpub.ru

Редакторы *Е.В. Мосунова, Г.Н. Ягунова*. Корректор *В.Е. Селянина*. Оператор электронной верстки *Н.Ю. Бориско*. Переводчик *М.Ш. Гаценко*
Свидетельство о регистрации средств массовой информации ПИ ФС77-64832 выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 2 февраля 2016 г.

Издатель: Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук
Адрес редакции: 630501, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, р.п. Краснообск, здание СФНЦА РАН, к. 456, а/я 463
Тел./факс (383)348-37-62 e-mail: sibvestnik@sfsca.ru, vestnik.nsk@ngs.ru; <https://sibvest.elpub.ru/jour>

Вышел в свет 27.12.2021. Формат 60 × 84¹/₈. 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 агробιοтехнологий Российской академии наук

© ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук», 2021

© ФГБУ «Сибирское отделение Российской академии наук», 2021



СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

*ЗЕМЛЕДЕЛИЕ
И ХИМИЗАЦИЯ*

*AGRICULTURE
AND CHEMICALIZATION*

Бражников П.Н., Сайнакова А.Б., Литвинчук О.В. Влияние способов обработки почвы на урожайность озимой ржи сорта Сударушка

5 Brazhnikov P.N., Sainakova A. B., Litvinchuk O.V. Influence of tillage methods on the yield of winter rye variety Sudarushka

РАСТЕНИЕВОДСТВО И СЕЛЕКЦИЯ

PLANT GROWING AND BREEDING

Новиков О.О., Романова М.С., Хаксар Е.В., Леонова Н.И., Косинова Е.И. Влияние различных составов питательной среды на развитие микрорастений картофеля сорта Солнечный

11 Novikov O.O., Romanova M.S., Khaksar E.V., Leonova N.I., Kosinova E.I. The effects of different compositions of growth media on the development of microplants of the Solnechny potato variety

Алексеева В.И., Платонова А.З. Биологическая оценка костреца безостого в различных агроклиматических зонах Якутии

22 Alexeeva V.I., Platonova A.Z. Biological evaluation of awnless bromegrass in different agro-climatic zones of Yakutia

Мусинов К.К., Козлов В.Е., Сурначев А.С., Лихенко И.Е. Потребность в продолжительности яровизации коллекционных образцов мягкой озимой пшеницы

31 Musinov K.K., Kozlov V.E., Surnachev A.S., Likhenko I.E. The need for the vernalization duration of soft winter wheat collection samples

КОРМОПРОИЗВОДСТВО

FODDER PRODUCTION

- Устинова В.В., Барашкова Н.В.** Продуктивность естественных фитоценозов Намского агроландшафта Якутии при органическом и минеральном режимах питания **39** **Ustinova V.V., Barashkova N.V.** Productivity of natural phytocenoses of the Namsky agrolandscape in Yakutia under organic and mineral nutrition regimes

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION

- Султанов Ф.С., Юдин А.А., Разина А.А., Габдрахимов О.Б.** Защита растений нового сорта яровой пшеницы Марсианка **47** **Sultanov F.S., Yudin A.A., Razina A.A., Gabdrakhimov O.B.** Plant protection of a new variety of spring wheat Marsianka
- Мороховец Т.В., Мороховец В.Н., Вострикова С.С., Басай З.В., Скорик Н.С., Маркова Е.С., Баймуханова А.А.** Результаты изучения сорно-полевой флоры Приморского края в 2016–2020 гг. **57** **Morokhovets T.V., Morokhovets V.N., Vostrikova S.S., Basai Z.V., Skorik N.S., Markova E.S., Baymukhanova A.A.** Results of the study of the weed-field flora of Primorsky territory in 2016-2020.

*ЖИВОТНОВОДСТВО
И ВЕТЕРИНАРИЯ*

*ANIMAL HUSBANDRY
AND VETERINARY SCIENCE*

- Севастьянова Т.В., Уша Б.В.** Влияние кормовой добавки Биопротектин-КД на молочную продуктивность коров и коррекцию микробиоты телят **68** **Sevastianova T.V., Usha B.V.** The effect of the feed additive bioprotectin-KD on the productivity of dairy cows and the correction of the microbiota of calves
- Петрухина Л.Л.** Молочная продуктивность коров-первотелок в зависимости от интенсивности их выращивания **77** **Petrukhina L.L.** Milk productivity of first-calf cows depending on the intensity of their breeding

СОДЕРЖАНИЕ

*МЕХАНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ,
МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ*

*MECHANISATION, AUTOMATION,
MODELLING AND DATAWARE*

- Гарафутдинова Л.В.** Агроэкологическая типизация земель **84** **Garafutdinova L.V.** Agroecological land typification
- Чемоданов С.И., Бурлаков Ю.В.** Обновление технических средств зерноуборочного комплекса **95** **Chemodanov S.I., Burlakov Yu.V.** Update of technical equipment of the grain harvesting complex



ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ СОРТА СУДАРУШКА

✉ **Бражников П.Н., Сайнакова А.Б., Литвинчук О.В.**

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук
Томск, Россия

✉ e-mail: Bracznik@sibmail.com

Изложены результаты изучения элементов технологии возделывания нового сорта озимой ржи Сударушка. Исследования проводили в 2019, 2020 гг. в условиях подтаежной зоны Томской области. Дана оценка влияния способов обработки почвы, а также воздействия удобрения гуминового из торфа Гумостим на урожайность озимой ржи Сударушка. Почвы опытного участка кислые (рН 4,3) дерново-подзолистые супесчаного механического состава. Пахотный горизонт характеризуется низким (1,5%) содержанием гумуса, слабой обеспеченностью нитратным азотом (0,2 мг/100 г), средней (19,2) – подвижным фосфором и обменным калием (7,1), высоким (11,0 мг/100 г) содержанием подвижного алюминия. Схема опыта включала четыре варианта обработки почвы: вспашка пара ПЛН-4-35 + культивация КПН-4,2, посев без прикатывания и с прикатыванием; дискование БДМК-2,8 + культивация КПН-4,2, посев без прикатывания и с прикатыванием. Обработку удобрением гуминовым из торфа Гумостим в концентрации 0,001% проводили по вегетации в фазе начала выхода в трубку. Средняя урожайность озимой ржи сорта Сударушка за годы исследований составила 4,66 т/га в варианте с дискованием, последующей культивацией перед посевом и дальнейшим посевом с прикатыванием, что на 0,34 т/га выше, чем при традиционном способе обработки почвы. Применение удобрения гуминового из торфа Гумостим на холодных дерново-подзолистых почвах позволило в среднем по опыту получить урожайность озимой ржи 4,31 т/га, что на 0,39 т/га выше, чем без удобрения.

Ключевые слова: озимая рожь Сударушка, урожайность, способы обработки почвы, Гумостим

INFLUENCE OF TILLAGE METHODS ON THE YIELD OF WINTER RYE VARIETY SUDARUSHKA

✉ **Brazhnikov P.N., Sainakova A.B., Litvinchuk O.V.**

Siberian Research Institute of Agriculture and Peat – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of AgroBioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Tomsk, Russia

✉ e-mail: Bracznik@sibmail.com

The results of studying the elements of the technology of cultivation of a new variety of winter rye Sudarushka are presented. The research took place in 2019, 2020 in the sub-taiga zone of the Tomsk region. The impact of soil cultivation methods as well as the impact of humic fertiliser from peat Gumostim on the yield of winter rye Sudarushka is evaluated. The soils of the experimental plot are acidic (pH 4.3) soddy-podzolic loamy sandy loam. The arable horizon has a low humus content (1.5%), a low (0.2 mg/100g) content of nitrate nitrogen, a medium content of mobile phosphorus

(19.2) and exchangeable potassium (7.1) and a high (11.0 mg/100g) content of mobile aluminium. The scheme of the experiment included four variants of cultivation: ploughing of fallow lands with PIN-4-35 + cultivation KPN-4,2, sowing without packing and with packing; disking with BDMK-2,8 + cultivation KPN-4,2, sowing without packing and with packing. Treatment with humic fertilizer from peat Gumostim at a concentration of 0.001% was carried out during the growing season in the beginning phase of the leaf-tube formation. The average yield of winter rye in the variety Sudarushka during the years of research was 4.66 t/ha in the variant with disking, subsequent cultivation before sowing and further sowing with packing, which is 0.34 t/ha higher than with the traditional method of soil cultivation. The application of humic fertilizer from peat Gumostim on cold sod-podzolic soils enabled the average yield of winter rye to be 4.31 t/ha y, which is 0.39 t/ha higher than without the fertilizer.

Keywords: winter rye Sudarushka, yield, soil cultivation methods, Gumostim

Для цитирования: Бражников П.Н., Сайнакова А.Б., Литвинчук О.В. Влияние способов обработки почвы на урожайность озимой ржи сорта Сударушка // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 5–10. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-1>

For citation: Brazhnikov P.N., Sainakova A.B., Litvinchuk O.V. Influence of tillage methods on the yield of winter rye variety Sudarushka. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 5–10. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-1>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Озимая рожь – стратегическая продовольственная зерновая культура России, самая пластичная по ареалу и наиболее адаптивная для регионов со сложными природно-климатическими условиями. Только рожь выдерживает самую низкую температуру на глубине узла кущения до -23 °С. Она по праву считается культурой низкого экономического риска, особенно в районах с бедными почвами. Рожь в основном распространена в районах, имеющих песчаные и глинистые почвы с низким плодородием и высокой кислотностью, где другие зерновые культуры имеют более низкую урожайность [1–3].

Применение комплекса агротехнических мероприятий направлено на получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур и должно основываться на их биологических особенностях, что способствует проявлению максимального потенциала сорта [4].

Один из путей повышения урожайности ржи – правильная обработка почвы, которая должна решать комплекс задач в зависимости от предшественника, почвенных, климатических и гидротермических условий,

фитосанитарного состояния полей. Для сохранения материальных и энергетических ресурсов необходимо минимальное количество технологических операций и при этом обеспечение оптимальных условий для развития растений.

В научной литературе есть разные мнения и выводы о влиянии различных технологий основной обработки на урожайность сельскохозяйственных культур [5–7]. По мнению некоторых ученых [8–10], безотвальная система обработки почвы в сравнении с отвальной ухудшает показатели плодородия пахотного слоя. Ряд авторов отмечают увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, выращиваемых по безотвальной обработке (по сравнению со вспашкой), на фоне высоких доз минеральных удобрений [11].

В подтаежной зоне на холодных дерново-подзолистых почвах принята система обработки почвы с обязательным прикатыванием посевов [12]. В прикатанной почве увеличиваются запасы влаги, стимулируются процессы прорастания семян.

Цель исследования – разработать элементы технологии возделывания нового сорта озимой ржи Сударушка.

Эдафические стрессы, биотические факторы и климатические условия, лимитирующие получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур в Западно-Сибирском регионе, позволяют наиболее полно оценить степень влияния агротехнических приемов на урожайность, в частности озимой ржи. В предыдущих опытах были определены сроки посева и нормы высева семян озимой ржи сорта Сударушка^{1,2}. Задачей настоящего исследования стало определение рациональных приемов обработки почвы при возделывании сорта.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучение агротехники возделывания нового сорта озимой ржи Сударушка проведено в 2019, 2020 гг. на полях агротехнического севооборота Нарымского отдела селекции и семеноводства Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства и торфа – филиала СФНЦА РАН.

Почвы опытного участка кислые (рН 4,3) дерново-подзолистые супесчаного механического состава. Пахотный горизонт характеризуется низким (1,5%) содержанием гумуса, слабой обеспеченностью нитратным азотом (0,2 мг/100 г почвы), средней – подвижным фосфором (19,2) и обменным калием (7,1), высоким содержанием подвижного алюминия (11,0 мг/100 г) [13].

Зимы 2019/20 и 2020/21 гг. были суровыми (до –45 °С) и продолжительными со значительным (до 110 см) снежным покровом, залегающим в течение 175–186 дней. Метеорологические условия вегетационных периодов существенно различались по количеству осадков и температурному режиму.

Особенность вегетационного периода 2019 г. – позднее наступление весны. Раз-

рушение снегового покрова произошло 16 апреля, но в связи с очень прохладной погодой возобновление вегетации отмечено только 5 мая. Фазы выхода в трубку и колошения затянулись до II и III декады июня соответственно. Цветение ржи началось лишь в конце июня. Дефицит влаги отмечен в течение всего вегетационного периода, особенно в период налива зерна, что сказалось на урожайности.

В 2020 г. разрушение снегового покрова произошло 11 апреля, вегетация возобновилась 19 апреля. Выход в трубку и колошение проходили в короткие сроки, и уже 7 июня отмечено начало цветения ржи. Достаточный запас влаги и теплая погода позволили сформировать хороший урожай.

Материалом для исследований послужил новый сорт озимой ржи Сударушка, в 2021 г. внесенный в Государственный реестр селекционных достижений по Западно-Сибирскому региону; защищен патентом³.

Сорт среднепозднеспелый, вегетационный период 340–350 сут. Высота растений 106–110 см. Устойчивость к полеганию высокая. Относится к сортам экстенсивного типа, характеризуется повышенной зимостойкостью, средней устойчивостью к бурой ржавчине и мучнистой росе, в меньшей степени поражается снежной плесенью. В конкурсном сортоиспытании средняя урожайность за 2015–2017 гг. составила 5,1 т, что на 0,41 т выше, чем у районированного сорта Петровна. Активность альфа-амилазы низкая, число падения – 241. Натура зерна – 699 г/л. Сорт обладает высокой стабильной продуктивностью и способностью сохранять оптимальный стеблестой на протяжении всего вегетационного периода.

Схема опытов предусматривала изучение влияния способов обработки почвы и

¹Бражников П.Н. Влияние сроков посева и норм высева на урожайность озимой ржи сорта Сударушка // Оптимизация селекционного процесса – фактор стабилизации и роста продукции растениеводства Сибири: материалы междунар. конф. Красноярск, 2019. С. 200–203.

²Бражников П.Н. Элементы технологии возделывания нового сорта озимой ржи Сударушка в условиях северной таежной зоны // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии: сб. науч. док. 22-й междунар. науч.-практ. конф. Якутск, 2019. С. 17–18.

³Пат. 11665 (Российская Федерация). Рожь озимая Сударушка / П.Н. Бражников, А.Б. Сайнакова. Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН; № 75001; опубл. 18.05.2021.

удобрения гуминового из торфа Гумостим на урожайность озимой ржи сорта Сударушка.

Опыты включали четыре варианта обработки почвы:

- вспашка пара ПЛН-4-35 + культивация КПН-4,2, посев с прикатыванием;
- вспашка пара ПЛН-4-35 + культивация КПН-4,2, посев без прикатывания;
- дискование БДМК-2,8 + культивация КПН-4,2, посев с прикатыванием;
- дискование БДМК-2,8 + культивация КПН-4,2, посев без прикатывания.

На четырех повторностях из восьми при наступлении фазы начала выхода в трубку осуществлено опрыскивание посевов Гумостимом, предназначенным для повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур. Удобрение содержит гуминовые, карбоновые кислоты и аминокислоты, в том числе незаменимые, а также макроэлементы – азот, фосфор, кальций, железо, микроэлементы – медь, цинк, марганец, витамины – А, В1, В2, В5, В6, В12, С, Е. Содержание основного действующего вещества – 1% гуминовых кислот. Для некорневой подкормки растений использовали раствор препарата в концентрации 0,001%⁴.

Расположение делянок в опытах систематическое, учетная площадь делянки 20 м². Посевы проведены 15 августа селекционной сеялкой СКС-6-10 центрального высева с нормой высева 5,5 млн всхожих семян/га. За контроль принята вспашка пара ПЛН-4-35 + культивация КПН-4,2 с прикатыванием. Прикатывание проводили гладкими катками КВГ-1,4, опрыскивание – ранцевым опрыскивателем марки Palisad (12 л) из расчета 200 л/га. Под предпосевную культивацию вносили азофоску (N₁₆P₁₆K₁₆) в дозе 50 кг/га в физическом весе.

Экспериментальный материал обработан статистически по Б.А. Доспехову⁵ с использованием пакета прикладных программ⁶.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В неблагоприятных условиях 2019 г. преимущество имел вариант с традиционной обработкой почвы – отвальной вспашкой с культивацией и прикатыванием посевов (контроль). Вариант с безотвальной обработкой почв (дискование, культивация + прикатывание) оказался наиболее продуктивным в оптимальных условиях вегетационного периода 2020 г., средняя урожайность озимой ржи Сударушка составила 5,50 т/га (+0,64 т/га, НСР₀₅ = 0,25). В среднем за 2 года урожайность при варианте обработки почвы «дискование БДМК- 2,8 + культивация КПН-4,2, посев с прикатыванием» также достоверно превысила контроль (+0,34 т/га, НСР₀₅ = 0,15).

При опрыскивании посевов раствором Гумостима (0,001%) в фазе выхода в трубку во всех вариантах получено увеличение урожайности ржи на 0,20–0,57 т/га в 2019 г. и на 0,30–0,50 т/га в 2020 г. Прибавки значимы в варианте дискование БДМК-2,8 + культивация КПН-4,2, посев с прикатыванием (+0,57 т/га, НСР₀₅ = 0,47) в неблагоприятных условиях 2019 г. и во всех вариантах в благоприятном 2020 г. (НСР₀₅ = 0,22). В среднем за 2 года урожайность на всех вариантах с обработкой Гумостимом достоверно превышала варианты без обработки (+0,35–0,46 т/га, НСР₀₅ = 0,11).

Двухлетние опыты подтвердили необходимость такого агроприема, как прикатывание почвы: во всех вариантах без прикатывания посевов урожайность ржи была достоверно ниже контроля (см. таблицу).

⁴Пат. 2530145С1 (Российская Федерация). Способ получения стимулятора роста растений из низинного торфа / Л.В. Касимова, А.Е. Донькин, А.А. Краснощекоев, В.А. Климович; Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа РАСХН; № 2013122952/13; заявл. 21.05.2013; опубл. 10.10.2021.

⁵Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 416 с.

⁶Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск, 2007 с.

Урожайность сорта Сударушка при разных способах обработки почвы и внекорневой подкормке Гумостимом, т/га
Yield of the Sudarushka variety with different methods of soil cultivation and foliar feeding with Gumostim, t/ha

Вариант	2019 г.		2020 г.		Средняя за 2 года	± к контролю
	Без подкормки	Гумостим	Без подкормки	Гумостим		
Вспашка, культивация, посев с прикатыванием	3,68	3,88	4,62	5,12	4,32	Контроль
Вспашка, культивация, посев без прикатывания	2,39	2,83	4,25	4,66	3,53	-0,79
Дискование, культивация, посев с прикатыванием	3,57	4,14	5,32	5,68	4,66	+0,34
Дискование, культивация, посев без прикатывания	3,04	3,47	4,50	4,80	3,95	-0,37
НСР ₀₅	0,254	0,476	0,264	0,216	0,151	0,322

ВЫВОДЫ

1. Средняя урожайность озимой ржи Сударушка за 2019, 2020 гг. составила 4,66 т/га в варианте с дискованием, последующей культивацией перед посевом и дальнейшим посевом с прикатыванием, что на 0,34 т/га выше, чем при традиционном способе обработки почвы.

2. Применение удобрения гуминового из торфа Гумостим на холодных дерново-подзолистых почвах позволило получить урожайность ржи в среднем по опыту 4,31 т/га, что на 0,39 т/га выше, чем без удобрения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уткина Е.И., Кедрова Л.И. Зимостойкость озимой ржи: проблемы и решения // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018. № 62 (1). С. 11–18. DOI: 10.30766/2072-9081.2018.62.1.11-18.
2. Сысуюев В.А. Комплексные научные исследования по озимой ржи – важнейшей национальной и стратегической зерновой культуре РФ // *Достижения науки и техники АПК*. 2012. № 6. С. 8–11.
3. Жученко А.А. Потенциальная продуктивность и экологическая устойчивость ржи // *Агропродовольственная политика*. 2012. № 2. С. 19–24.
4. Сдобников С.С. Обработка почвы, условия питания растений и использования удобрений в интенсивном земледелии // *Параметры плодородия основных типов почв: монография*. М.: Агропромиздат, 1988. С. 44–56.
5. Колкова И.А. Влияние обработки почвы на плодородие и агрофизические свойства // *Молодой ученый*. 2017. № 29 (163). С. 39–42.
6. Плескачев Ю.Н., Кощев И.А., Кандыбин С.С. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность зерновых культур // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2013. № 1. С. 23–26.
7. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А., Власенко А.Н. Эффективность систем основной обработки темно-серой лесной почвы при возделывании ячменя // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2021. № 51 (1). С. 11–17. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-1-1.
8. Пегова Н.А., Владыкина Н.И. Изменение показателей плодородия и продуктивности дерново-подзолистой почвы при разных системах обработки // *Достижения науки и техники АПК*. 2016. Т. 30. № 6. С. 72–76.
9. Куликова А.Х., Ерофеев С.Е. Агроэкологическая оценка основной обработки почвы под яровую пшеницу // *Земледелие*. 2003. № 2. С. 16–17.
10. Цыбулько Н.Н., Ермоленко А.В., Лазаревич С.С. Влияние обработки дерново-подзолистых супесчаных почв разной степени гидроморфности на влагообеспеченность и урожайность сельскохозяйственных культур // *Мелиорация*. 2012. № 1. С. 103–118.
11. Беседин Н.В., Сахн-Вальд Ф.В., Котельникова М.Н. Влияние различных способов обработки почвы и систем удобрений на урожайность озимой пшеницы в условиях серых лесных почв Курской области // *Главный агроном*. 2019. № 12. С. 12–16.
12. Системы земледелия Томской области на ландшафтной основе: монография / под ред. В.К. Каличкина Томск, 2018. Ч. 1. 266 с.

13. Анкудович Ю.Н., Макарикова Р.П., Наумова Н.Б., Савенков О.А., Вервайн О.Д. Изменение содержания кислоторастворимой формы элементов в агродерново-подзолистой почве при внесении удобрений в длительном полевом опыте с севооборотом // Проблемы агрохимии и агроэкологии. 2013. № 1. С. 16–21.

REFERENCES

1. Utkina E.I., Kedrova L.I. Winter hardiness of winter rye: problems and solutions. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*, 2018, no. 62 (1), pp. 11–18. (In Russian). DOI: 10.30766/2072-9081.2018.62.1.11-18.
2. Sysuev V.A. Comprehensive scientific research on winter rye—the most important national and strategic grain crop of the Russian Federation. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex*, 2012, no. 6, pp. 8–11. (In Russian).
3. Zhuchenko A.A. Potential productivity and environmental sustainability of rye. *Agroproduktivnaya politika. Agroproduktivnaya politika = Agri-food policy*, 2012, no. 2, pp. 19–24. (In Russian).
4. Sdobnikov S.S. *Soil treatment, conditions of plant nutrition and the use of fertilizers in intensive agriculture. Fertility parameters of the main soil types*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1988, pp. 44–56. (In Russian).
5. Kolkova I.A. Influence of tillage on fertility and agrophysical properties. *Molodoi uchenyi = Young scientist*, 2017, no. 29 (163), pp. 39–42. (In Russian).
6. Pleskachev Yu.N., Koshchev I.A., Kandybin S.S. The influence of basic tillage methods on the yield of grain crops. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Altai State University*, 2013, no. 1, pp. 23–26. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Бражников П.Н.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 634050, Томск, ул. Гагарина, 3; e-mail: Bracznik@sibmail.com

Сайнакова А.Б., кандидат сельскохозяйственных наук, директор

Литвинчук О.В., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

7. Perfil'ev N.V., V'yushina O.A., Vlasenko A.N. Efficiency of systems of basic processing of dark gray forest soil in the cultivation of barley. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Bulletin of Agricultural Science*, 2021, no. 51 (1), pp. 11–17. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2021-1-1.
8. Pegova N.A., Vladykina N.I. Changes in the indicators of fertility and productivity of sod-podzolic soil under different treatment systems. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex*, 2016, vol. 30, no. 6, pp. 72–76. (In Russian).
9. Kulikova A.Kh., Erofeev S.E. Agroecological assessment of the main tillage for spring wheat. *Zemledelie = Zemledelie*, 2003, no. 2, pp. 16–17. (In Russian).
10. Tsybul'ko N.N., Ermolenko A.V., Lazarevich S.S. Influence of processing of sod-podzolic sandy loam soils of different degrees of hydromorphy on the moisture supply and yield of agricultural crops. *Melioratsiya = Land reclamation*, 2012, no. 1, pp. 103–118. (In Russian).
11. Besedin N.V., Sakhn-Val'd F.V., Kotel'nikova M.N. Influence of various tillage methods and fertilizer systems on winter wheat yield in the conditions of gray forest soils of the Kursk region. *Glavnyi agronom = Chief Agronomist*, 2019, no. 12, pp. 12–16. (In Russian).
12. *Agricultural systems of the Tomsk region on a landscape basis* / edited by V.K. Kalichkin. Tomsk, 2018, Part 1. 266 p. (In Russian).
13. Ankudovich Yu.N., Makarikova R.P., Naumova N.B., Savenkov O.A., Vervain O.D. Changes in the content of the acid-soluble form of elements in agroderново-podzolic soil when applying fertilizers in a long field experiment with crop rotation. *Problemy agrokhimii i agroekologii = Problems of Agrochemistry and Agroecology*, 2013, no. 1, pp. 16–21. (In Russian).

AUTHOR INFORMATION

✉ **Petr N. Brazhnikov**, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; **address:** 3, Gagarina St., Tomsk, 634050, Russia; e-mail: Bracznik@sibmail.com

Anna B. Sainakova, Candidate of Science in Agriculture, Director

Olga B. Litvinchuk, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 25.08.2021

Дата принятия к публикации / Accepted for publication 25.11.2021

Дата публикации / Published 27.12.2021



ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СОСТАВОВ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА РАЗВИТИЕ МИКРОРАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ СОРТА СОЛНЕЧНЫЙ

✉ Новиков О.О., Романова М.С., Хаксар Е.В., Леонова Н.И., Косинова Е.И.

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук
Томск, Россия

✉ novickoww@yandex.ru

Представлены результаты исследования влияния питательных сред различного состава на рост оздоровленных микрорастений картофеля сорта Солнечный, выращиваемых в лабораторных условиях *in vitro*. Изучено шесть составов питательной среды: стандартная среда по прописи Мурасиге-Скуга, модифицированная для микрочеренкования (контроль), модифицированная среда Мурасиге-Скуга со сниженным содержанием минеральных компонентов (до 1/2 и 1/3), модифицированная среда Мурасиге-Скуга с повышенным содержанием агар-агара (10 г/л), модифицированная среда Мурасиге-Скуга с пониженным содержанием агар-агара (4 г/л), среда Мурасиге-Скуга, модифицированная с добавлением 3 мг/л гиббереллиновой кислоты и 1 мг/л индолилуксусной кислоты. Учтены параметры растений: длина растения, наличие корня, число междоузлий, общая масса растения, масса листьев, масса корней, площадь поверхности листовой пластины. Применение сред со сниженным содержанием минеральных компонентов привело к увеличению длины растений на 28–30%, массы побега на 25% за счет массы листьев на 18%, массы стебля на 31%, суммарной площади поверхности листовых пластин на 12%. На среде с 1/3 минеральных компонентов отмечено увеличение массы корневой системы на 20%. На среде с повышенным содержанием агар-агара зарегистрировано уменьшение длины растений на 6%, уменьшение массы побега на 12% за счет уменьшения массы стебля на 15%. Растения на среде с пониженным содержанием агар-агара отличались большей массой корневой системы на 10%, побега на 17% за счет увеличения массы листьев на 27% и суммарной площади поверхности листовых пластин на 22%. При добавлении в среду регуляторов роста (гиббереллиновой и индолилуксусной кислоты) отмечено увеличение высоты растений на 70%, уменьшение массы корневой системы на 50% и листьев на 46%, увеличение массы стебля на 23%. Суммарная площадь поверхности листьев была ниже контрольных значений на 28%. Для ускоренного микроразмножения оздоровленных растений и подготовки растений для пересаживания на аэрогидропонные установки с целью получения миниклубней оптимальными являются модифицированные питательные среды со сниженным количеством минеральных компонентов 1/2 и 1/3 и со сниженным содержанием агар-агара.

Ключевые слова: картофель, состав питательной среды, клональное микроразмножение, регуляторы роста

THE EFFECTS OF DIFFERENT COMPOSITIONS OF GROWTH MEDIA ON THE DEVELOPMENT OF MICROPLANTS OF THE SOLNECHNY POTATO VARIETY

✉ Novikov O.O., Romanova M.S., Khaksar E.V., Leonova N.I., Kosinova E.I.

Siberian Research Institute of Agriculture and Peat – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Tomsk, Russia

✉ novickoww@yandex.ru

The results of studying the effect of nutrient media of various compositions on the growth of improved micro-plants of potatoes of the Solnechny variety grown under laboratory conditions in

in vitro are presented. Six compositions of the nutrient medium were studied: standard Murashige-Skuga medium modified for micropropagation (considered as a control), modified Murashige-Skuga medium with a reduced content of mineral components (up to 1/2 and up to 1/3), modified Murashige-Skuga medium with an increased content of agar-agar (10 g/l), modified Murashige-Skuga medium with a reduced content of agar-agar (4 g/l), Murashige-Skuga medium modified with the addition of 3 mg/L giberrellinic acid and 1 mg/L indoliacetic acid. The following parameters of cultivated plants were taken into account: plant length, root presence, number of internodes, total plant mass, leaf mass, root mass, leaf plate surface area. The use of modified nutrient media with a reduced content of mineral components led to an increase in plant length (by 28-30%), stem mass (by 25%) due to leaf mass (by 18%) and stem mass (by 31%) and the total surface area of leaf plates (by 12%). In the variant using a medium with 1/3 mineral components an increase in the mass of the root system was observed (by 20%). When growing plants on a modified nutrient medium with a high content of agar-agar, a decrease in the length of plants (by 6%), a decrease in the mass of the scion (by 12%) due to a decrease in the mass of the stem (by 15%) was observed. Plants grown on a modified nutrient medium with a reduced content of agar-agar were distinguished by a larger mass of the root system (by 10%), scion (by 17%) (due to an increase in leaf mass (by 27%), as well as the total surface area of leaf plates (by 22%). When growth regulators (giberrellin and indoliacetic acid) were added to the modified nutrient medium, a significant increase in plant height (by 70%), a decrease in the mass of the root system (by 50%) and leaves (by 46%), and an increase in the mass of the stem (by 23%) were observed. The total leaf surface area was 28% lower than the control values. For accelerated micropropagation of improved potato plants of the Solnechny variety and preparation of plants for transplanting to aeroponic systems in order to produce mini-tubers, the following modified nutrient media are optimal options: with a reduced number of mineral components (1/2 and 1/3) and with a reduced content of agar-agar.

Keywords: potatoes, nutrient medium composition, clonal micropropagation, growth regulators

Для цитирования: Новиков О.О., Романова М.С., Хаксар Е.В., Леонова Н.И., Косинова Е.И. Влияние различных составов питательной среды на развитие микрорастений картофеля сорта Солнечный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 11–21. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-2>

For citation: Novikov O.O., Romanova M.S., Khaksar E.V., Leonova N.I., Kosinova E.I. The effects of different compositions of growth media on the development of microplants of the Solnechny potato variety. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 11–21. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-2>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – одна из важнейших культур в сельскохозяйственном производстве России и всего мира. По данным ФАО картофель выращивают в 180 странах мира [1]. Одним из главных факторов, влияющих на урожайность данной культуры, является высокая восприимчивость к вирусным, бактериальным и грибным заболеваниям. Применение метода клонального микроразмножения позволяет решить проблему получения

оздоровленного посадочного материала, свободного от вирусной, грибной и бактериальной инфекции, и повысить урожайность данной культуры [2–4]. В сравнении с традиционными методами микроклональное размножение имеет следующие преимущества: получение генетически однородного посадочного материала, высокий коэффициент размножения, сокращение сроков селекционного процесса, возможность культивирования трудноразмножаемых растений традиционными методами^{1,2}[5].

¹Дорофеева В.Ю., Медведева Ю.В., Карначук Р.А. Селективный свет и продуктивность растений картофеля в условиях *in vitro* и гидропонного культивирования // Актуальные проблемы картофелеводства: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Томск, 10–13 апреля 2018 г.). Томск, 2018. С. 215–218.

²Федорова Ю.Н., Федорова Л.Н. Совместное влияние состава питательной среды и света на формирование микро-растений в условиях *in vitro* // Традиции и инновации в развитии АПК: материалы международной научно-практической конференции (Великие Луки, 17–19 апреля 2019 г.). Великие Луки, 2019. С. 53–59.

Один из важных факторов, влияющих на процесс микроклонального размножения растений в лабораторных условиях, – состав питательной среды. Так, для полноценного роста и развития растению требуется 17 химических элементов [6, 7]. Поэтому важным в семеноводстве оздоровленного картофеля является выбор состава среды, оптимального для выращивания растений определенного сорта.

В настоящее время для микроклонального размножения картофеля используется питательная среда Мурасиге-Скуга (МС) с различными модификациями. В работе С.В. Кушнаренко с соавторами [8] показано, что при выращивании растений картофеля на питательной среде МС с полной минеральной частью отмечена тенденция к уменьшению роста растений картофеля, в то время как выращивание на 1/2 минеральной части не показывало данного эффекта. Кроме того, на среде с 1/2 минеральной частью растения картофеля лучше укоренялись. В нашей работе проведена серия экспериментов по выявлению влияния различной концентрации минеральной части в модифицированной питательной среде МС на микрорастения картофеля сорта Солнечный.

По литературным данным, выращивание растений на модифицированных питательных средах с пониженным содержанием агар-агара (4 г/л) приводит к увеличению количества междоузлий, так как жидкая питательная среда обеспечивает большую подвижность трофических элементов. С экономической точки зрения, выращивание растений на жидких питательных средах более выгодно, так как при приготовлении одного литра среды используется меньше агар-агара [9, 10].

Исследователями проводится поиск методов замедления роста растений *in vitro* для снижения затрат на микрочеренкование при поддержании сорта в коллекции [11–13]. Одним из таких подходов может быть использование модифицированных питательных сред с различным содержанием агар-агара.

В нашей работе была проведена серия экспериментов по выявлению влияния жидкой (4 г/л агар-агара) и твердой (10 г/л агар-агара) питательной среды МС на рост и развитие растений картофеля сорта Солнечный.

Цель исследования – изучить влияние различных составов модифицированных питательных сред на рост и развитие растений картофеля сорта Солнечный *in vitro* в лабораторных условиях.

Для достижения поставленной цели исследовано влияние питательной среды на морфометрические показатели (высота растения, количество междоузлий, ризогенез, масса корневой системы, масса побега, масса листьев, масса стебля и площадь листовой поверхности) оздоровленных микрорастений картофеля сорта Солнечный и определена экономическая эффективность использования питательных сред разного состава.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа проведена в Сибирском научно-исследовательском институте сельского хозяйства и торфа – филиале Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук. Объект эксперимента – оздоровленные материнские микроклоны картофеля *Solanum tuberosum* L. сорта Солнечный, полученные из апикальных меристем путем культивирования на стандартной питательной среде МС с модификациями. Подготовка и выращивание растений осуществлены по рекомендациям³.

Сорт Солнечный – среднеспелый, пригоден для переработки на картофелепродукты. Товарная урожайность – 21–27 т/га. Клубень округлый с глазками средней глубины. Кожура гладкая желтая. Мякоть желтая. Масса товарного клубня 139–290 г. Содержание крахмала 14,4–16,0%. Вкус хороший. Товарность 85–98%. Лежкость 94%. Устойчив к возбудителю рака картофеля, слабо поражается золотистой картофельной цистообразующей нематодой. Включен в Госреестр РФ по Западно-Сибирскому (10) региону.

³Трофимец Л.Н., Бойко В.В., Анисимов Б.В. и др. Безвирусное семеноводство картофеля: рекомендации. М.: Агропромиздат, 1990.

После вычленения меристемы и появления из меристемы полноценного микро-растения проведено его микрোকлональное размножение и закладка опыта. Микрোকлональное размножение пробирочных растений картофеля осуществлено с помощью микрочеренкования в стерильных ламинар-боксах. Перед закладкой опыта все микро-растения прошли диагностику методом ПЦР в реальном времени на наличие X-, Y-, M-, L-, S-, A-вирусов и вириода веретено-видности клубней картофеля. По результа-

там анализа все растения, использованные в работе, были свободны от возбудителей инфекций.

Гиббереллиновую кислоту (ГК) и индолилуксусную кислоту (ИУК) растворяли в 70%-м этиловом спирте или в небольшом количестве (несколько капель 0,5 н.) HCl или KOH. Все концентрированные раство-ры необходимых элементов помечали эти-кеткой и хранили в холодильнике. Изучено шесть вариантов составов модифицирован-ной питательной среды (см. табл. 1).

Табл. 1. Состав модифицированной питательной среды для выращивания оздоровленных растений картофеля

Table 1. Composition of a Modified Nutrient Medium for Improved Potato Plants

Компонент питательной среды	Номер варианта опыта					
	1	2	3	4	5	6
	Среда MC (контроль), мг/л	Среда MC с 1/2 содержанием минеральных компонентов, мг/л	Среда MC с 1/3 содержанием минеральных компонентов, мг/л	Среда MC с повышенным содержанием агар-агара (10 г/л), мг/л	Среда MC с пониженным содержанием агар-агара (4 г/л), мг/л	Среда с содержанием ГК и ИУК, мг/л
<i>Макросоли</i>						
NH ₄ NO ₃	1650	825	550,00	1650	1650	1650
KNO ₃	1900	950	633,34	1900	1900	1900
CaCl ₂ 2H ₂ O	440	220	146,67	440	440	440
MgSO ₄ 4H ₂ O	370	185	123,34	370	370	370
KN ₂ PO ₄	170	85	56,67	170	170	170
<i>Микросоли</i>						
H ₃ BO ₃	6,2	3,1	2,07	6,2	6,2	6,2
MnSO ₄ 4H ₂ O	22,3	11,15	7,44	22,3	22,3	22,3
CoCl ₂ 6H ₂ O	0,025	0,0125	0,0084	0,025	0,025	0,025
ZnSO ₄ 7H ₂ O	8,6	4,3	2,87	8,6	8,6	8,6
CuSO ₄ 5H ₂ O	0,025	0,0125	0,0084	0,025	0,025	0,025
Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O	0,25	0,125	0,084	0,25	0,25	0,25
KI	0,83	0,415	0,28	0,83	0,83	0,83
<i>Хелат железа</i>						
Fe ₂ SO ₄ 7H ₂ O	27,8	13,9	9,27	27,8	27,8	27,8
Na ₂ -ЭДТА 2H ₂ O	37,3	18,65	12,44	37,3	37,3	37,3
<i>Витамины</i>						
Тиамин – HCl	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	0,1
Пиридоксин – HCl	5	5	5	5	5	0,5
АС-К	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	–
<i>Регуляторы роста</i>						
ГК	–	–	–	–	–	3
ИУК	–	–	–	–	–	1
Сахароза	30000	30000	30000	30000	30000	10000
Агар-агар	7000	7000	7000	10000	4000	7000

Состав модифицированной питательной среды, используемой в качестве контроля, подобран на основании данных, приведенных в литературных источниках, который авторы данной работы на протяжении нескольких лет успешно применяли для выращивания оздоровленных микрорастений картофеля при микрочеренковании [14, 15].

В модифицированных питательных средах 2 и 3 снижено содержание минеральных компонентов с целью выявления влияния количества минеральной части на рост и развитие микрорастений картофеля. Модифицированные питательные среды 4 и 5 отличаются повышенным и пониженным содержанием агар-агара. Добавление в модифицированную питательную среду большего количества агар-агара приводит к замедлению темпа роста и развития микрорастений картофеля, что позволяет снизить затраты на микрочеренкование. Использование модифицированной питательной среды с пониженным содержанием агар-агара позволяет обеспечить большую подвижность трофических элементов и более высокий темп роста и развития микрорастений. Использование модифицированной питательной среды 5 более выгодно с экономической точки зрения и может обеспечить более активный рост растений. Для основы модифицированной питательной среды 6 использована модифицированная питательная среда Кемеровского научно-исследовательского института сельского хозяйства (КемНИИСХ) [16]. На фоне других сред она выделяется наличием регуляторов роста, композицией витаминов и низким содержанием сахарозы. Данная питательная среда способствует увеличению коэффициента размножения и высоты растений.

Во время опыта черенки культивировали при температуре 20–22 °С с фотопериодом (свет/темнота) 16/8 ч в пробирках в течение 28 сут с использованием люминесцентных ламп OSRAM (холодный дневной свет, мощность 36 W, освещенность секции 5 тыс. лк). На каждом варианте выращивали по 35 растений каждого сорта. Повторность трехкратная. В течение опыта на 3-и, 7, 14, 21, 28-е сутки измеряли показатели, характери-

зующие развитие растений: длину растения, наличие корня, количество междоузлий на одно растение. На 28-е сутки проводили измерение общей массы растения, массы листьев, массы корней и площади поверхности листовой пластины.

Появление корней определяли визуально через определенные промежутки времени. Высоту измеряли мерной линейкой от основания растения до верхней точки роста. Количество междоузлий определяли путем пересчета их на одном микрорастении. Массу растений с листьями, массу листьев и массу корней определяли путем взвешивания на лабораторных весах. Для определения площади поверхности листьев использованы отсканированные изображения листьев, которые обрабатывались с помощью программы «ImageJ». Статистическая обработка результатов производилась с помощью пакета программ для Windows Statistica 8.0. Для сравнения изучаемых величин использовали критерий Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты изучения различных составов модифицированной питательной среды на высоту растений на различных сроках их развития приведены в табл. 2. Изучаемые составы питательной среды приведены в табл. 1.

Анализ данных табл. 2 показывает, что выращивание оздоровленных растений картофеля сорта Солнечный на модифицированной питательной среде МС с 1/2 минеральных компонентов привело к увеличению высоты растений (разница составила 1 см на 14-е сутки выращивания, 2 см на 21-е сутки и 2,52 см на 28-е сутки выращивания). Использование модифицированной питательной среды МС с 1/3 минеральных компонентов привело сначала к уменьшению высоты растений по сравнению с контрольными (0,39 см на 7-е сутки развития), но на более поздних сроках к увеличению высоты растений (растения опытного варианта выше контрольных на 0,6 см на 14-е сутки развития, на 2,25 см на 21-е сутки и на 2,7 см на 28-е сутки). Следует отметить,

Табл. 2. Влияние различных составов модифицированной питательной среды на высоту оздоровленных микрорастений сорта Солнечный, см

Table 2. Effects of Different Compositions of the Modified Nutrient Medium on the Height of Improved Microplants of the Solnechny Variety, cm

Вариант опыта	Время культивирования, сут				
	3	7	14	21	28
1	0,17 ± 0,018	1,15 ± 0,06	4,92 ± 0,21	7,38 ± 0,25	8,95 ± 0,27
2	0,20 ± 0,015**	1,07 ± 0,06	5,92 ± 0,20***	9,38 ± 0,25***	11,47 ± 0,29***
3	0,12 ± 0,009	0,76 ± 0,04***	5,52 ± 0,16**	9,63 ± 0,27***	11,65 ± 0,31***
4	0,13 ± 0,016*	0,87 ± 0,05***	4,89 ± 0,16	7,07 ± 0,27	8,46 ± 0,32*
5	0,13 ± 0,010	1,04 ± 0,05	5,42 ± 0,17*	7,64 ± 0,23	9,13 ± 0,22
6	0,11 ± 0,009**	1,35 ± 0,06**	7,53 ± 0,19***	11,85 ± 0,23***	15,22 ± 0,27***

Здесь и в табл. 3, 4:

* Отличия достоверны с $p < 0,05$ по сравнению с контролем.

** Отличия достоверны с $p < 0,01$ по сравнению с контролем.

*** Отличия достоверны с $p < 0,001$ по сравнению с контролем.

что разные сорта по-разному реагируют на данный фактор. Например, Н.В. Лебедева⁴ отмечает существенное негативное влияние уменьшения минеральной части на рост и развитие растений картофеля сортов Удача, Чародей, Загадка Питера и Снегирь. Растения, выращиваемые на среде МС с повышенным содержанием агар-агара, незначительно отставали в росте от растений в контроле (0,04 см на 3-и сутки выращивания, 0,28 см на 7-е сутки выращивания и 0,49 см на 28-е сутки выращивания). Использование модифицированной питательной среды МС с пониженным содержанием агар-агара не вызвало статистически значимых отклонений от контроля. Единственное отличие появлялось на 14-е сутки выращивания – растения были на 0,5 см выше контрольных, но на более поздних сроках выращивания отличий не отмечено. При использовании модифицированной среды с добавлением ГК и ИУК растения сначала отставали в росте от контрольных (на 0,6 см на 3-е сутки выращивания), затем догнали и превысили по длине контрольные растения (1,2 см на 7-е сутки, 2,61 см на 14-е сутки, 4,47 см на 21-е сутки и 6,27 см на 28-е сутки). Увеличение высоты микрорастений картофеля на 7,6–24,1% при использовании среды КемНИИСХа также отмечают В.П. Ходаева и В.И. Куликова [16].

Результаты измерения количества междоузлий при выращивании микрорастений с использованием модифицированной питательной среды различного состава представлены в табл. 3.

В варианте с использованием модифицированной питательной среды МС с 1/2 минеральных компонентов в опыте с растениями картофеля сорта Солнечный отмечено увеличение числа междоузлий на 14-е и 21-е сутки выращивания (0,38 и 0,41 шт. соответственно), но на 28-е сутки выращивания достоверных отличий не было выявлено (см. табл. 3). На 21-е сутки выращивания также отмечено увеличение числа междоузлий у растений, выращиваемых на среде с добавлением ГК и ИУК (на 0,29 шт.). На 28-е сутки выращивания достоверных отличий не было выявлено. Ходаева В.П. и Куликова В.И. [16] также указывают, что количество междоузлий в отдельных случаях увеличивалось на 30% при использовании модифицированной питательной среды КемНИИСХа. Кроме того, исследования Е.П. Мякишевой и других [10] показывают, что при добавлении в модифицированную питательную среду 4 г/л агар-агара способствует увеличению количества междоузлий. Однако в нашей работе подобного эффекта отмечено не было.

Влияние различных составов модифицированной питательной среды на морфоме-

⁴Лебедева Н.В. Ускоренное размножение ранних сортов картофеля в условиях *in vitro* и его использование в семеноводстве Северо-Запада РФ: дис. ... канд. с.-х. наук. Великие Луки, 2015. 186 с.

Табл. 3. Влияние различных составов модифицированной питательной среды на количество междоузлий оздоровленных микрорастений сорта Солнечный, шт.

Table 3. Effects of Different Compositions of the Modified Nutrient Medium on the Number of Internodes of Improved Microplants of the Solnechny Variety, pcs.

Вариант опыта	Время культивирования, сут			
	7	14	21	28
1	0,75 ± 0,091	3,08 ± 0,121	4,81 ± 0,111	6,57 ± 0,100
2	0,87 ± 0,083	3,46 ± 0,104*	5,22 ± 0,106**	6,78 ± 0,104
3	0,54 ± 0,072	3,11 ± 0,077	4,93 ± 0,090	6,50 ± 0,094
4	0,81 ± 0,084	3,18 ± 0,086	4,75 ± 0,103	6,53 ± 0,110
5	0,81 ± 0,080	3,20 ± 0,087	4,77 ± 0,102	6,62 ± 0,095
6	0,90 ± 0,072	3,27 ± 0,078	5,10 ± 0,099*	6,77 ± 0,107

трические параметры выращиваемых растений отражено в табл. 4.

Анализ представленных в табл. 4 данных показывает, что на модифицированной питательной среде МС с 1/2 минеральных компонентов растения имели большую массу побега за счет незначительного увеличения массы листьев (на 0,02 г, или 18%) и массы стебля (на 0,04 г, или 31%). При этом площадь листовых пластин также была больше (на 0,83 см², или 12%). Растения, выращенные на питательной среде МС с 1/3 минеральных компонентов, имели те же показатели, что и выращенные на среде с 1/2 минеральных компонентов, но дополнительно отличались увеличенной массой корней (на 0,02 г, или 20%). Растения, выращенные на модифицированной среде с повышенным содержанием агар-агара, имели менее

массивный побег за счет снижения массы стебля (на 0,02 г, или 15%). Растения, выращенные на модифицированной среде с пониженным содержанием агар-агара, напротив, имели более массивный побег за счет увеличения массы листьев (на 0,03 г, или 27%). Суммарная площадь поверхности листьев в опытном варианте отмечена выше контроля на 1,49 см², или 22,1%. Использование модифицированной среды с добавлением ГК и ИУК привело к значительному снижению массы корневой системы растений (на 0,05 г, или 50%), уменьшению массы листьев (на 0,05 г, или 54,5%) и увеличению массы стебля (на 0,03 г, или 23%). Площадь поверхности листовых пластин была уменьшена на 1,87 см², или 27,8%.

Динамика ризогенеза при выращивании растений на модифицированных питатель-

Табл. 4. Влияние различных составов модифицированной питательной среды на морфологические показатели оздоровленных микрорастений сорта Солнечный на 28-е сутки выращивания

Table 4. Effects of Different Compositions of the Modified Nutrient Medium on Morphological Parameters of Improved Microplants of the Solnechny Variety on the 28th Day of Cultivation

Вариант опыта	Масса, г				Площадь поверхности листовых пластин, см ²
	корней	побега	листьев	стебля	
1	0,10 ± 0,004	0,24 ± 0,008	0,11 ± 0,004	0,13 ± 0,006	6,74 ± 0,206
2	0,11 ± 0,004	0,30 ± 0,01***	0,13 ± 0,004**	0,17 ± 0,007***	7,57 ± 0,199**
3	0,12 ± 0,005*	0,30 ± 0,01***	0,13 ± 0,003***	0,17 ± 0,007***	7,52 ± 0,188**
4	0,09 ± 0,04	0,21 ± 0,01**	0,10 ± 0,003	0,11 ± 0,005**	6,95 ± 0,184
5	0,11 ± 0,04*	0,28 ± 0,01**	0,14 ± 0,005***	0,14 ± 0,005	8,23 ± 0,225***
6	0,05 ± 0,04***	0,22 ± 0,01	0,06 ± 0,004***	0,16 ± 0,008***	4,87 ± 0,213***

ных средах различного состава представлена в табл. 5.

При выращивании микрорастений картофеля сорта Солнечный на модифицированной среде МС со сниженной концентрацией минеральных компонентов зарегистрировано ускорение ризогенеза (см. табл. 5). Кроме того, ускорение ризогенеза отмечено также в варианте со сниженным количеством агар-агара. Добавление ГК и ИУК привело к замедлению процесса образования корней. Стимулируя рост стебля, данная модифицированная питательная среда одновременно из-за высокой концентрации гиббереллина подавила рост корней и привела к уменьшению размеров листьев, что выражено в низкой их массе в данном варианте эксперимента⁵.

При расчете экономической эффективности использования модифицированных питательных сред различного состава учитывалась стоимость отдельных компонентов питательной среды, а также одноразовых расходных материалов, необходимых в процессе приготовления сред (в процессе приготовления питательной среды МС с добавлением ГК и ИУК для стерилизации этих компонентов дополнительно необходимо использовать фильтры холодной фильтрации,

Табл. 5. Влияние различных составов модифицированной питательной среды на число микрорастений картофеля сорта Солнечный с появившимися корнями на разных сроках культивирования

Table 5. Effects of Different Compositions of the Modified Nutrient Medium on the Number of Potato Microplants of the Solnechny Variety, with Roots Formed at Different Stages of Cultivation

Вариант опыта	Время культивирования, сут				
	3	7	14	21	28
1 (контроль)	19	70	105	105	105
2	29	82	104	105	105
3	29	85	104	105	105
4	23	52	105	105	105
5	40	81	105	105	105
6	10	58	105	105	105

стоимость которых составляет 246 р. 84 коп за 1 шт. Для приготовления 1 л среды необходимо два фильтра). Стоимость отдельных компонентов представлена в табл. 6. Результаты расчета приведены в табл. 7. Для расчетов использованы цены на 22 октября 2021 г.

Самыми дорогостоящими компонентами модифицированных питательных сред являются ИУК, ГК, Тиамин – HCl и Пиридоксин – HCl (см. табл. 6).

Из рассмотренных три варианта состава питательной среды дешевле контрольного: питательная среда с 1/2 минеральных компонентов (на 1 р. 02 коп. за 1 л), питательная среда с 1/3 минеральных компонентов (на 1 р. 36 коп. за 1 л) и питательная среда с пониженным содержанием агар-агара (на 17 р. 09 коп. за 1 л) (см. табл. 7).

Табл. 6. Стоимость компонентов питательной среды

Table 6. The Cost of Components of the Nutrient Medium

Компонент питательной среды	Стоимость за 1 кг, р.
NH ₄ NO ₃	468
KNO ₃	440
CaCl ₂ 2H ₂ O	400
MgSO ₄ 4H ₂ O	300
KH ₂ PO ₄	479
H ₃ BO ₃	173
MnSO ₄ 4H ₂ O	1157
CoCl ₂ 6H ₂ O	2980
ZnSO ₄ 7H ₂ O	243
CuSO ₄ 5H ₂ O	724
Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O	3448
KI	5516
Fe ₂ SO ₄ 7H ₂ O	318
Na ₂ -ЭДТА 2H ₂ O	700
Тиамин – HCl	41167
Пиридоксин – HCl	466078
ИУК	65496
ГК	1484306
Сахароза	586
АС-К	2552
Агар-агар	5700

⁵Тимофеева О.А., Невмержницкая Ю.Ю. Клональное микроразмножение растений: учебно-методическое пособие. Казань: Казанский университет. 2012. 56 с.

Табл. 7. Стоимость различных вариантов модифицированной питательной среды
Table 7. The Cost of Different Compositions of Modified Nutrient Medium

Вариант состава питательной среды	Цена за 1 л, р.
Контроль	61,96
Среда МС с 1/2 минеральных компонентов	60,94
Среда МС с 1/3 минеральных компонентов	60,60
Среда МС с повышенным количеством агар-агара (10 г/л)	79,07
Среда МС с пониженным количеством агар-агара (4 г/л)	44,87
Среда МС с добавлением 3 мг/л ГК и 1 мг/л ИУК	557,97

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование модифицированной питательной среды со сниженным количеством минеральных компонентов (1/2 и 1/3 от концентрации МС) для выращивания растений картофеля сорта Солнечный привело к увеличению высоты растений, увеличению массы корневой системы, листьев и стеблей растений, а также к увеличению площади поверхности листовых пластин растений. Выращивание оздоровленных растений картофеля на модифицированной питательной среде с повышенным содержанием агар-агара (10 г/л) привело к уменьшению высоты растений и массы стебля. Использование модифицированной питательной среды МС с пониженным содержанием агар-агара (4 г/л) вызвало увеличение массы корней, увеличение массы листьев и суммарной площади поверхности листовых пластин растений картофеля сорта Солнечный. В варианте с модифицированной питательной средой с добавлением ГК и ИУК отмечено значимое увеличение высоты растений, а также снижение массы корневой системы, листьев и суммарной поверхности листовых пластин. Кроме того, в данном варианте зарегистрировано увеличение массы стеблей растений.

При расчете стоимости модифицированной питательной среды различных составов наиболее дорогостоящим вариантом из

изученных признана модифицированная питательная среда с добавлением ГК и ИУК, наименее – среда со сниженным количеством агар-агара.

Для выращивания оздоровленных микро-растений сорта Солнечный с целью дальнейшего черенкования для получения максимального количества новых растений целесообразно использовать модифицированные питательные среды с уменьшенным количеством минеральных компонентов (1/2 и 1/3 частей). При выращивании растений, подготавливаемых для дальнейшей пересадки на аэрогидропонные установки с целью получения миниклубней, рекомендуются модифицированные питательные среды МС со сниженным количеством минеральных компонентов (1/2 и 1/3), а также со сниженным содержанием агар-агара (4 г/л).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Xhulaj D., Gixhari B.* In Vitro Micropropagation Of Potato (*Solanum tuberosum* L). Cultivars // Agriculture and Forestry. 2018. Vol. 64. N 4. P. 105–112.
2. *Гизатуллина А.Т., Стасевский З., Гимаева Е.А., Сафиуллина Г.Ф.* Картофель (*Solanum tuberosum* L.) cv. Особенности формирования микроклубеньков Невского в культуре *in vitro* // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. 2019. Т. 161. № 3. С. 375–384. DOI: 10.26907 / 2542-064X.2019.3.375-384.
3. *Чураков А.А., Попова Н.М., Халицкий А.Н., Пирятевец Ю.А.* Способ получения асептических эксплантов картофеля в культуре *in vitro* // Вестник КрасГАУ. 2019. № 5. С. 16–21.
4. *Loyola-Vargas V.M., Ochoa-Alejo N.* An Introduction to Plant Tissue Culture: Advances and Perspectives // Plant Cell Culture Protocols, 4th edition. Серия книг: Methods in Molecular Biology. 2018. Vol. 1815. P. 3–13.
5. *Милехин А.В., Бакулов А.Л., Рубцов С.Л., Дмитриева Н.Н.* Морфологические показатели растений картофеля *in vitro* в зависимости от различных питательных сред // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 2 (3). С. 632–636.
6. *Trejo-Tellez I.L., Gomez-Merino C.F.* Nutrient Solutions for Hydroponic Systems //

- Hydroponics – A Standard Methodology for Plant Biological Researches. 2012. P. 1–22.
7. Mahler R.L. Nutrients Plants Require for Growth // University of Idaho Agriculture Experiments Station. 2004. Vol. 1124. P. 20–23.
 8. Кушнаренко С.В., Ромаданова Н.В., Аралбаева М.М., Матакова Г.Н., Бекебаева М.О., Басибекова Д.И. Создание коллекции *in vitro* сортов и гибридов картофеля как исходного материала для криоконсервации // Биотехнология. Теория и практика. 2013. № 1. С. 28–33.
 9. Yaser Hassan Dewir, Abdulhakim A. Aldubai, Mafatlal M. Kher, Abdullah A. Alsadon, Salah El-Hendawy, Nasser A. Al-Suhaibani. Optimization of media formulation for axillary shoot multiplication of the red-peeled sweet potato (*Ipomea batatas* [L.] Lam.) ‘Abees’ // Chilean journal of agricultural research. 2020. Vol. 80. Is. 1. С. 3–10.
 10. Мякишева Е.П., Таварткиладзе О.К., Дурникин Д.А. Новые особенности клонального микроразмножения сорта картофеля селекции Западной Сибири // Биологический вестник Мелитопольского государственного педагогического университета имени Богдана Хмельницкого. 2016. Т. 6. № 1. С. 375–389.
 11. Munoz M., Diaz O., Reinún W., Winkler A., Quevedo R. Slow growth *in vitro* culture for conservation of Chilotanum potato germplasm // Chilean journal of agricultural research. 2019. Vol. 79. Is. 1. P. 26–35.
 12. Vettorazzil R.G., Carvalho V.S., Sudre C.P., Rodrigues R. Developing an *in vitro* optimized protocol to sweet potato landraces conservation // Acta Scientiarum. Agronomy. 2017. Vol. 39. Is. 3. P. 359–367.
 13. Bello-Bello J.J., García-García G.G., Iglesias-Andreu L. *In vitro* conservation of vanilla (*Vanilla planifolia* Jacks.) under slow growth conditions // Revista fitotecnia mexicana. 2015. Vol. 38. Is. 2. P. 165–171.
 14. Романова М.С., Хаксар Е.В., Новиков О.О., Леонова Н.И., Семенов А.Г. Влияние различных составов питательной среды на развитие микрорастений картофеля сорта Антонина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 6. С. 26–36. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-6-3.
 15. Новиков О.О., Романова М.С., Леонова Н.И., Хаксар Е.В., Чудинова Ю.В. Изучение влияния различного состава питательных сред на растения картофеля сортов Памяти Рогачева и Кетский в культуре *in vitro* // Инновации и продовольственная безопасность. 2018. № 4 (22). С. 39–45.
 16. Ходаева В.П., Куликова В.И. Размножение сортов картофеля в культуре *in vitro* на различных питательных средах // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 10. С. 66–68.

REFERENCES

1. Xhulaj D., Gixhari B. In Vitro Micropropagation Of Potato (*Solanum tuberosum* L). Cultivars. *Agriculture and Forestry*, 2018, vol. 64, no. 4, pp. 105–112.
2. Gizatullina A.T., Stasevskii Z., Gimaeva E.A., Safiullina G.F. Potato (*Solanum Tuberosum* L.) cv. Nevskij microtuber formation in *in vitro* culture. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya Estestvennye nauki = Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2019, vol. 161, no. 3, pp. 375–384. (In Russian). DOI: 10.26907 / 2542-064X.2019.3.375-384.
3. Churakov A.A., Popova N.M., Khalipskii A.N., Piryatenets Yu.A. The way of obtaining aseptic potato explants *in vitro*. *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KrasGAU*, 2019, no. 5, pp. 16–21. (In Russian).
4. Loyola-Vargas V.M., Ochoa-Alejo N. An Introduction to Plant Tissue Culture: Advances and Perspectives. *Plant Cell Culture Protocols, 4th edition. Book series: Methods in Molecular Biology*. 2018, vol. 1815, pp. 3–13.
5. Milekhin A.V., Bakulov A.L., Rubtsov S.L., Dmitrieva N.N. Morphological parameters of potato plants *in vitro* depending on various nutrient media. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk = Izvestia of RAS SamSC*, 2018, vol. 20, no. 2 (3), pp. 632–636. (In Russian).
6. Trejo-Tellez I.L., Gomez-Merino C.F. Nutrient Solutions for Hydroponic Systems. *Hydroponics – A Standard Methodology for Plant Biological Researches*, 2012, pp. 1–22.
7. Mahler R.L. Nutrients Plants Require for Growth. *University of Idaho Agriculture Experiments Station*, 2004, vol. 1124, pp. 20–23.
8. Kushnarenko S.V., Romadanova N.V., Aralbaeva M.M., Matakova G.N., Bekebaeva M.O., Basibekova D.I. Creation of an *in vitro* collection of potato varieties and hybrids as a starting

- material for cryopreservation. *Biotekhnologiya. Teoriya i praktika = Eurasian Journal of Applied Biotechnology*, 2013, no. 1, pp. 28–33. (In Russian).
9. Yaser Hassan Dewir, Abdulhakim A. Aldubai, Mafatlal M. Kher, Abdullah A. Alsadon, Salah El-Hendawy, Nasser A. Al-Suhaibani. Optimization of media formulation for axillary shoot multiplication of the red-peeled sweet potato (*Ipomea batatas* [L.] Lam.) 'Abees'. *Chilean journal of agricultural research*, 2020, vol. 80, is. 1, pp. 3–10.
 10. Myakisheva E.P., Tavartkiladze O.K., Durnikin D.A. Clonal micropropagation of potato varieties by Western Siberia selection – the new features. *Biologicheskii vestnik Melitopol'skogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta imeni Bogdana Khmel'nitskogo = Biological Bulletin of Bogdan Chmelnitskij Melitopol State Pedagogical University*, 2016, vol. 6, no. 1, pp. 375–389. (In Russian).
 11. Munoz M., Diaz O., Reinún W., Winkler A., Quevedo R. Slow growth in vitro culture for conservation of Chilotanum potato germplasm. *Chilean journal of agricultural research*, 2019, vol. 79, is. 1, pp. 26–35.
 12. Vettorazzil R.G., Carvalho V.S., Sudre C.P., Rodrigues R. Developing an in vitro optimized protocol to sweet potato landraces conservation. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 2017, vol. 39, is. 3, pp. 359–367.
 13. Bello-Bello J.J., García-García G.G., Iglesias-Andreu L. *In vitro* conservation of vanilla (*Vanilla planifolia* Jacks.) under slow growth conditions. *Revista fitotecnia Mexicana*, 2015, vol. 38, is. 2, pp. 165–171.
 14. Romanova M.S., Khaksar E.V., Novikov O.O., Leonova N.I., Semenov A.G. The effect of different compositions of growth media on the development of microplants of the Antonina potato variety. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 6, pp. 26–36. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2020-6-3.
 15. Novikov O.O., Romanova M.S., Leonova N.I., Khaksar E.V., Chudinova Yu.V. The effect of various nutrient media on plants of potato varieties memory Rogachev and Ket in vitro. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost' = Innovations and food safety*, 2018, no. 4 (22), pp. 39–45. (In Russian).
 16. Khodaeva V.P., Kulikova V.I. Reproduction of potato cultivars in vitro on different nutrient media. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*. 2016, vol. 30, no. 10, pp. 66–68. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Новиков О.О.**, младший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 634050, Томск, ул. Гагарина, 3; e-mail: novickoww@yandex.ru

Романова М.С., кандидат биологических наук, заместитель директора

Хаксар Е.В., лаборант-исследователь

Леонова Н.И., научный сотрудник

Косинова Е.И., младший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Oleg O. Novikov**, Junior Researcher; **address:** 3, Gagarina St., Tomsk, 634050, Russia; e-mail: novickoww@yandex.ru

Margarita S. Romanova, Candidate of Science in Biology, Deputy Director

Elena V. Khaksar, Research Assistant

Nadezhda I. Leonova, Researcher

Elena I. Kosinova, Junior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 20.08.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 07.12.2021
Дата публикации / Published 27.12.2021

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОСТРЕЦА БЕЗОСТОГО В РАЗЛИЧНЫХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ЯКУТИИ

¹Алексеева В.И., (✉)²Платонова А.З.

¹Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова – обособленное подразделение Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук

Республика Саха (Якутия), Россия

²Арктический государственный агротехнологический университет

Республика Саха (Якутия), Россия

(✉) e-mail: agafya.platonova.2016@mail.ru

Представлены результаты биологической оценки сортообразцов костреца безостого в разных агроклиматических зонах Якутии. В исследованиях использованы 143 коллекционных сортообразца костреца безостого из генетической коллекции ВИР, других научно-исследовательских учреждений, а также местные дикорастущие образцы. Изучаемые сортообразцы обладают высокой зимостойкостью, селекционные номера в большей степени. Дана оценка засухоустойчивости сортообразцов, выращиваемых в трех зонах Якутии. Установлена тесная взаимосвязь признаков зимостойкости и засухоустойчивости (водоудерживающей способности) у костреца безостого. Коэффициент корреляции в среднем составил 0,74. Дана оценка интенсивности транспирации у сортообразцов костреца безостого. Анализ дневной динамики транспирации выявил, что в начальной фазе развития генеративных побегов (выход в трубку) минимальная интенсивность транспирации происходила в вечернее время, максимальная – в утренние и дневные часы. В фазе колошения и цветения интенсивность транспирации зависит от погодных условий. Установлено, что высокая зимостойкость костреца безостого обуславливает высокую урожайность сена; низкий процент водоудерживающей способности – зимостойкость и получение максимального урожая сена в условиях криолитозоны Якутии. Коэффициенты корреляции между параметрами зимостойкости, засухоустойчивости с урожайностью сена при разном травостое в среднем составили $-0,85 \dots -0,24$. Стандартный сорт костреца безостого Камалинский 14 устойчив и высоко адаптирован к условиям Якутии, рекомендуется как родительская форма в селекционном процессе по кострецу безостому. При отборе сортообразцов костреца безостого следует обратить внимание на сортообразцы из местной селекции, а также на популяции экспедиционных сборов по Якутии, которые обладают высокой урожайностью семян.

Ключевые слова: кострец безостый, зимостойкость, засухоустойчивость, семена

BIOLOGICAL EVALUATION OF AWNLESS BROMEGRASS IN DIFFERENT AGRO-CLIMATIC ZONES OF YAKUTIA

¹Alexeeva V.I., (✉)²Platonova A.Z.

¹M.G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture – Branch of the Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”

Republic of Sakha (Yakutia), Russia

²Arctic State Agrotechnological University

Republic of Sakha (Yakutia), Russia

(✉) e-mail: agafya.platonova.2016@mail.ru

The results of biological evaluation of awnless bromegrass varieties in different agroclimatic zones of Yakutia are presented. A total of 143 collection varieties of awnless bromegrass from the genetic collection of VIR, other research institutions and local wild specimen were used in the research. The varieties studied are highly winter-hardy, the breeding specimen numbers to a greater extent. The drought tolerance of the varieties grown in the three zones of Yakutia is evaluated. A close relationship between winter hardiness and drought tolerance (water retention capacity) in awnless bromegrass was established. The correlation coefficient averaged 0.74. The intensity of transpi-

ration in awnless bromegrass cultivars is evaluated. Analysis of the daily dynamics of transpiration revealed that during the initial development phase of generative shoots (emergence into a tube), the minimum intensity of transpiration occurred in the evening and the maximum in the morning and afternoon hours. During the earing and flowering phase, the intensity of transpiration depends on weather conditions. It has been established that high winter hardiness of awnless bromegrass accounts for high hay yield; low water-holding capacity accounts for winter hardiness and maximum hay yield in the conditions of Yakutia's cryolithozone. The correlation coefficients between winter hardiness, drought tolerance parameters and hay yield at different herbage levels averaged $-0,85... -0,24$. The standard variety of awnless bromegrass Kamalinsky 14 is stable and highly adapted to the conditions of Yakutia, and is recommended as a seed parent in the selection process for awnless bromegrass. When selecting varieties of awnless bromegrass, attention should be paid to varieties from local breeding, as well as populations of expeditionary collections across Yakutia, which have high seed yields.

Keywords: awnless bromegrass, winter hardiness, drought resistance, seeds.

Для цитирования: Алексеева В.И., Платонова А.З. Биологическая оценка костреца безостого в различных агроклиматических зонах Якутии // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 22–30. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-3>

For citation: Alexeeva V.I., Platonova A.Z. Biological evaluation of awnless bromegrass in different agro-climatic zones of Yakutia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 22–30. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-3>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Статья опубликована в соответствии с планом НИР Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова – Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук в рамках государственного задания НИР FWRS-2021-0006.

Acknowledgements

The article was published in accordance with the research plan of the Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov - The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences under the state research assignment FWRS-2021-0006.

ВВЕДЕНИЕ

Кострец безостый (*Bromopsis inermis* Leyss) – один из самых распространенных многолетних злаковых трав. Благодаря своим биологическим особенностям он произрастает в различных почвенно-климатических условиях, включая Крайний Север [1, 2].

Кострец безостый отличается высокой урожайностью, засухоустойчивостью и зимостойкостью. Охотно поедается на пастбищах и в виде сена всеми видами скота. Хорошо отрастает после скашивания или стравливания. Весной начинает рост рано и дает большое количество зеленого корма, поэтому может быть использован для

ранней зеленой подкормки вместо озимых. В условиях Якутии на огороженных участках в травостое держится до 8–9 лет. Широко используется в травосмесях при создании культурных сенокосов и пастбищ, а также для посева на осушенных болотах, землях, подверженных водной и ветровой эрозии¹ [1–9].

Во многих литературных источниках указано о значимости зимостойкости в подготовке растений в зависимости от их принадлежности к типовым группам (по отношению к отрицательным температурам воздуха). Различают следующие типы культур: устойчивые к низким температурам атмосферного воздуха, почвенного слоя и подснежной тем-

¹Ефимова А.З. Агроэкологическое обоснование возделывания костреца безостого (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub) на семена в Якутии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Якутск, 2004. 24 с.

пературе [10–16]. Кострец безостый образует много форм, которые по биологическим, экологическим и хозяйственным признакам объединяются в два типа: северный и южный (см. сноску 1) [6, 16].

В Якутии основными лимитирующими факторами являются суровые условия перезимовки и засушливые условия во время вегетации растений. Подбор исходного материала, адаптированного к суровым условиям Якутии, должен стать основой при создании сортов со стабильным урожаем надземной массы.

Цель исследования – оценить биологические особенности сортообразцов костреца безостого в разных агроклиматических зонах Якутии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальные исследования проведены в трех научно-полевых стационарах Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, которые расположены в разных по агроклиматическим показателям зонах возделывания сельскохозяйственных культур: Пригородной (Хангаласский улус), Заречной (Усть-Алданский улус) и Северной (Оймяконский улус).

В Хангаласском улусе исследования проведены в 1989–1993 гг. на пойменном участке, расположенном на среднем течении р. Лены. Почва мерзлотно-пойменная, дерновая, светло-серая супесчаная с нейтральной и слабощелочной реакцией почвенной среды. Тип засоления сульфатно-хлоридный. Содержание гумуса в пахотном слое 2,14–2,95%, обменного калия – 3,5–19,7 мг/100 г почвы, рН солевой 7,2–7,4.

В Усть-Алданском улусе исследования проходили на термокарстовом аласе Бэди в 2006–2008 гг. Алас ровный, относится к котловинно-долинному типу. Участок расположен на аласных ксероморфных солонцах, которые широко распространены на аласных лугах изучаемого региона. Этот тип почвы занимает 47,4% площади основного днища аласа Бэди, что составляет 672,7 га [17]. Микрорельеф опытного участка ров-

ный, имеет небольшой склон с севера на юг, с периферии аласа к центру. Содержание гумуса на глубине 0–20 см очень высокое (8,9%) с убыванием вниз по профилю до 1,9%. Обеспеченность нитратным азотом очень высокая – 46–48 мг/кг почвы, содержание фосфора очень низкое – 58 мг/кг, калия на глубине 0–20 см очень высокое – 305 мг/кг, 20–40 см – высокое – 159 мг/кг. Засоленность слабая, на горизонте 0–20 см сульфатно-хлоридная, 20–40 см – гидрокарбонатная. По наблюдениям Р. Десяткина [17], вечная мерзлота в течение вегетационного периода опускается до 2,0–2,5 м.

В Оймяконском улусе исследования проведены в 1998–2001 гг. Участок расположен на пойме р. Ючюгэй. Почва мерзлотная северо-таежная оподзоленная. Профиль почвы подвержен мерзлотным криотурбациям, оглеен, на почвах тяжелого механического состава обладает тиксотропностью. По механическому составу почвы легко-, средне- и тяжелосуглинистые на древнеаллювиальных отложениях, снизу подстилаемые песком и галечником. Содержание гумуса 2,11–2,47%, реакция водного раствора почвенной среды нейтральная, рН 6,4–7,7. Содержание фосфора и калия высокое. В верхних слоях (0–20 см) содержание фосфора составляет 29,9–31,78 мг/100 г почвы, обменного калия – 25,6–26,4 мг/100 г.

Метеорологические условия за годы исследований характеризовались очень суровыми зимами (температура опускалась до –57 °С в Хангаласском и Усть-Алданском улусах и ниже до –62 °С в Оймяконье) и более благоприятными условиями в период вегетации.

Гидротермический коэффициент (ГТК) составил в первом участке за 1989–1993 гг. от 1,2 до 2,7. Засушливыми отмечены 1989 г. (ГТК 1,20), 1993 г. (ГТК 1,53), увлажненными – 1990, 1991 гг. (ГТК 2,07 и 1,62 соответственно). Влажным был 1992 г. (ГТК 2,7).

На втором участке в 2006–2008 гг. метеорологические условия вегетационного периода по гидротермическому коэффициенту можно разделить на засушливые (2007 г.) и влажные (2006, 2008 гг.). Погодные условия

вегетационного периода 2007 г. характеризовались относительно низкой температурой воздуха и дефицитом атмосферных осадков. В I и II декадах июля установилась сухая и жаркая погода, дожди начались только с III декады. ГТК равнялся 0,55. Сумма активных температур выше 10 °С составляла 1295°, сумма осадков за данный период – 71,4 мм.

На третьем участке испытаний в 2000 г. ГТК равнялся 1,65, в 2001 г. – 1,23.

Закладку полевых опытов, биометрические учеты и наблюдения проводили по методическим указаниям ВИР (1985 г.), ВНИИК (1985, 1993 гг.). Дневной ход транспирации определяли по методике Н. Гусева «Некоторые методы исследования водного режима растений» (1966 г.). Математическую обработку результатов исследований осуществляли по Б.А. Доспехову (1985 г.) с использованием пакета программ Snedecor (2009 г.) и Microsoft Office Excel 2007.

В исследованиях использованы 143 коллекционных сортообразца костреца безостого из генетической коллекции ВИР, других научно-исследовательских учреждений, а также местные дикорастущие образцы: в Хангаласском улусе – 40 сортообразцов, Оймяконском – 90, Усть-Аланском – 13. Стандарт – районированный сорт Камалинский 14.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При определении особенностей селекции костреца безостого учитывали важные биологические признаки: зимостойкость, засухоустойчивость и водоудерживающую способность. По разработанной агротехнике возделывания данной культуры в условиях Якутии посев проведен широкорядным способом в летний срок [2, 12]. При таком посеве наблюдается хорошая адаптивность костреца безостого в условиях Якутии.

В Хангаласском и Оймяконском улусах в зимний период опытные участки использовали для тебеневки лошадей. В результате выделены зимостойкие и засухоустойчивые сортообразцы.

В Хангаласском улусе у стандартного сорта Камалинский 14 зимостойкость в пер-

вые 2 года жизни растений в целом хорошая, которая с возрастом становится отличной.

При оценке сортообразцов костреца безостого на засухоустойчивость определено, что водоудерживающая способность хорошо проявляется у вегетативных побегов. Генеративные побеги в засушливый год по водоудерживающей способности менее устойчивы, чем вегетативные. В связи с этим сортообразцы исследовали во время фазы цветения.

Потеря воды от общей массы растений зафиксирована в первый год вегетации растений у сорта Камалинский 14 на уровне 4,5%, у местных образцов – от 2 до 3%. В последующие годы использования травостоя отмечено, что водоудерживающая способность достигала 5% у сорта Камалинский 14 и до 4% у местных популяций, кроме гибридного номера Г-18. Он проявил эффект гомеостаза и не менял своих водоудерживающих способностей с третьего по четвертый год жизни растений (на уровне 2%).

Урожайность сена составила по годам у сорта Камалинский 14 на богаре от 14,4 до 33,3 ц/га в зависимости от ГТК года и первой точки исследований. Первый год жизни костреца безостого совпал с умеренно увлажненным годом (ГТК 0,81). Урожайность сена достигала 33,3 ц/га. Во второй год жизни костреца (ГТК 1,03) урожайность сена составила 21,1 ц/га. В третий год жизни данный показатель равнялся 14,4 ц/га, что связано с возрастом травостоя и очень засушливым летом (ГТК 0,59). На четвертый год жизни в более благоприятный год (ГТК 1,09) урожайность сена составила 21,98 ц/га.

Благодаря агротехнологическим приемам сорт Камалинский 14 хорошо адаптировался в криолитозоне. Отмечена отрицательная взаимосвязь как между урожайностью с зимостойкостью (до –0,6), так и между урожайностью сена и водоудерживающей способностью (–0,8) (см. табл. 1).

Аналогичный агротехнический прием с широкорядным способом посева заложен во второй точке исследований при изучении коллекции ВИР костреца безостого в жестких условиях Полюса холода Оймяконья.

Табл. 1. Хозяйственно ценные признаки и определение взаимосвязи с урожайностью сена у сортообразцов костреца безостого в условиях Хангаласского улуса (посев 1989 г., учет 1990–1993 гг.)

Table 1. Economically valuable traits and determination of correlation with hay yield in awnless bromegrass cultivars in Khangalass ulus conditions (seeding 1989, records 1990–1993)

Год жизни	Зимостойкость, балл	ГТК	Засухоустойчивость (водоудерживающая способность), %	Урожайность сена, ц/га
Первый (1990)	4,5	0,81	4	33,3
Второй (1991)	4,5	1,03	4,5	21,1
Третий (1992)	5	0,59	5	14,4
Четвертый (1993)	5	1,09	5	21,98
Коэффициент корреляции свойства с урожайностью сена костреца безостого	–0,66	0,24	–0,87	1,00

Отмечено, что Камалинский 14 хорошо адаптировался в криолитозоне. У данного сорта подтвердилась отрицательная взаимосвязь как между урожайностью с зимостойкостью (до –0,5), так и между урожайностью сена и водоудерживающей способностью (–0,5).

Местные сортообразцы проявили себя иначе: отмечена положительная взаимосвязь между зимостойкостью и урожайностью сена и водоудерживающей способностью и урожайностью сена. Коэффициенты корреляции 0,6–1,0 и 0,6 соответственно. У гибридных образцов явно выражена отрицательная взаимосвязь с зимостойкостью и урожайностью сена, что свидетельствует о гомеостазе и наследовании родительской формы сорта Камалинский 14 (см. табл. 2).

Особенности зимостойкости костреца безостого и засухоустойчивости выразились в определенной взаимосвязи с заготовкой кормов во второй полевой точке. Коэффи-

циент корреляции между зимостойкостью и водоудерживающей способностью у сорта Камалинский 14 равнялся 1,00, костреца Караваева Э№07-1/37 – 0,82, сортообразца Г-18 – 0,58, костреца Э№07-1/51 – 0,58. В среднем по образцам коэффициент корреляции составил 0,74.

В Усть-Алданском улусе посев произведен в осенний срок. Наблюдения за интенсивностью транспирации у сортообразцов костреца безостого проведены на втором, третьем и четвертом годах жизни по фазам развития растений (выход в трубку, колошение и цветение).

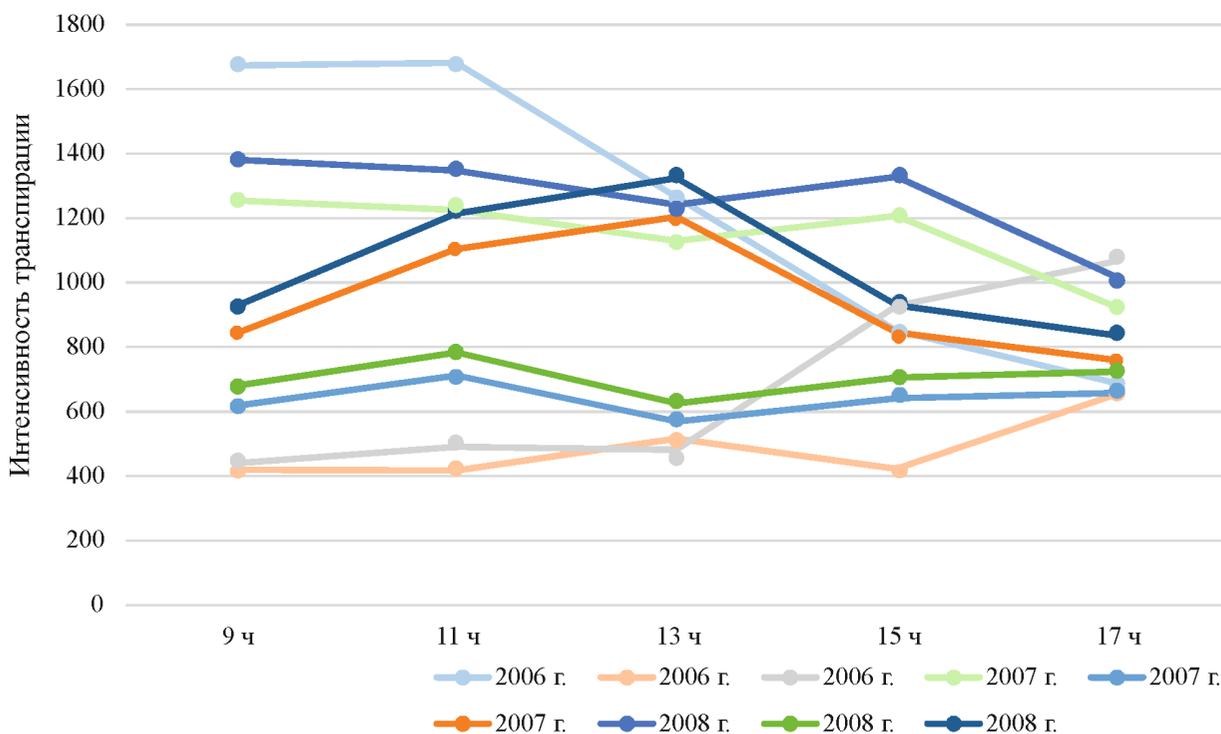
За годы исследований дневной ход транспирации у сортообразцов костреца безостого выражен одно- и двухвершинными кривыми, изображенными на рисунке.

Анализ дневной динамики транспирации выявил, что в начальной фазе развития генеративных побегов (выход в трубку) минимальная интенсивность транспирации

Табл. 2. Коэффициент корреляции у местных образцов костреца безостого и адаптированного сорта Камалинский 14 (Оймяконский улус, посев 1998 г., учет 1999–2001 гг.)

Table 2. Correlation coefficient in local samples and adapted cultivar Kamalinsky 14 (Oymyakonsky ulus, seeding 1998, records 1999–2001).

Факторная связь	Камалинский 14	Кострец Караваева Э№07-1/37	Г-18	Кострец Э№07-1/51	Среднее
Зимостойкость и урожайность сена	–0,5	1,0	–0,4	0,6	0,2
Водоудерживающая способность и урожайность сена	–0,5	0,6	0,7	0,6	0,4



Среднесуточная интенсивность транспирации сортообразцов костреца безостого (учет 2006–2008 гг.), мг/ч

Average daily transpiration rate of awnless bromegrass cultivars (records 2006–2008), mg/h

происходила в вечернее время, максимальная – в утренние и дневные часы. В фазе колошения и цветения интенсивность транспирации зависит от погодных условий. В благоприятные по влагообеспеченности 2007 и 2008 гг. в фазе колошения в дневное время отмечено максимальное (11 ч) и минимальное (13 ч) испарение влаги. Во время цветения пик интенсивности транспирации приходился на дневное время (13 ч), минимальное значение – в вечернее (17 ч). В неблагоприятном по влагообеспеченности 2006 г. минимальная интенсивность транспирации наблюдалась в 9 и 11 ч, максимальная – в вечернее время (17 ч). Анализ интенсивности транспирации по фазам развития у костреца безостого показал, что максимальное испарение влаги из листьев происходит в фазе выхода в трубку. По годам данный показатель колебался от 1149 до 1263 мг/ч, значительно меньше в фазе колошения – от 486 до 704 мг/ч, цветения – от 681 до 951 мг/ч. В неблагоприятный по теплообеспеченности с дефицитом влаги вегетационный период 2006 г. у растений отмечен низкий коэффициент транспирации (486–1231 мг/ч).

Среди сортообразцов костреца безостого наименьшей интенсивностью транспирации характеризуются сорта Антей и Аметист. В фазе трубкования на третий и четвертый годы жизни у них отмечено максимально высокое значение коэффициента транспирации – 1599 и 1614 мг/ч соответственно.

На третьем году жизни сортообразцов костреца безостого в фазе выхода в трубку выявлены высокие показатели интенсивности транспирации. У стандарта Камалинский 14 она составила 3718 мг/ч. Обладая оптимальными признаками зимостойкости и засухоустойчивости, в этот период растения костреца сформировали хорошую урожайность семян (см. табл. 3).

Благодаря биологическим особенностям костреца безостого максимальной урожайности семян он достигает в третий и четвертый годы жизни растений. Достоверно высокую урожайность семян обеспечивают шесть сортообразцов: Хаптагайский, Местный Якутский, Аммачаан, К-02-8, Э-118, К-02-6, у которых превышение над стандартом варьирует от 22 до 49% (см. табл. 3).

Табл. 3. Урожайность семян костреца безостого на третьем участке (условия аласа Бэди), посев 2005 г., г/м²**Table 3.** Seed yields of awnless brome grass in plot 3 (Bedi Alas conditions), seeding 2005, g / m²

Сортообразец	Год жизни			Среднее	% к стандарту
	второй	третий	четвертый		
Камалинский 14 (стандарт)	5,3	7,8	15,9	9,7	100
Лангепас	4,7	7,5	17,5	9,9	102
Аметист	4,5	8,5	16,6	9,9	102
Антей	6,4	8,9	17,6	11	113
Местный Якутский	7,3	8,5	20,1	12	124
Аммачаан	6,8	10,1	21,2	12,7	131
Хаптагайский	4,8	8,9	21,6	11,8	122
Э-118	6,1	11,8	23,7	13,9	143
К-02-5	4,9	8,7	17,2	10,3	106
К-02-6	7,7	12,2	23,4	14,4	149
К-02-8	6	8,4	23,3	12,6	130
НСР _{0,5}	1,7	2,9	3,1	2,1	

ВЫВОДЫ

1. Стандартный сорт костреца безостого Камалинский 14 устойчив и высоко адаптирован к условиям Якутии, рекомендуется как родительская форма в селекционном процессе по кострецу безостому.
2. Вододерживающая способность растений костреца безостого в фазе кущения с возрастом снижается до 5%.
3. Коэффициенты корреляции между параметрами зимостойкости, засухоустойчивости с урожайностью сена при разном травостое в среднем находятся на уровне $-0,85 \dots -0,24$.
4. Высокая зимостойкость костреца безостого обуславливает высокую урожайность сена; низкий процент вододерживающей способности – зимостойкость и получение максимального урожая сена в условиях криолитозоны Якутии.
5. Установлены тесные взаимосвязи признаков зимостойкости и засухоустойчивости (вододерживающей способности) у костреца безостого. Коэффициент корреляции в среднем составляет 0,74.
6. Анализ дневной динамики транспирации выявил, что в начальной фазе развития

генеративных побегов (выход в трубку) минимальная интенсивность транспирации происходила в вечернее время, максимальная – в утренние и дневные часы. В фазе колошения и цветения интенсивность транспирации зависит от погодных условий.

7. При отборе сортообразцов костреца безостого следует обратить внимание на сортообразцы из местной селекции, а также на популяции экспедиционных сборов по Якутии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казарина А.В., Абраменко И.С., Марунова Л.К. Оценка сортообразцов костреца безостого по хозяйственно ценным признакам и свойствам в лесостепи Самарского Заволжья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2019. Т. 21. № 6. С. 131–136.
2. Ефимов З.Г., Ефимова А.З., Слепцова А.И. Основы возделывания костреца безостого на семена в условиях Центральной Якутии. Якутск: Издательство СО РАСХН, 2002. 56 с.
3. Осипова В.В., Коноцук Л.Я. Продуктивное долголетие многолетних злаковых трав в

- условиях мерзлотных почв Нюрбинского улуса Республики Саха (Якутия) // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2019. № 1. С. 3–8. DOI: 10.36718/1819-4036-2019-11-3-8.
4. Банданова А.В., Бутуханов А.Б. Изменение величины и качества урожая костреца безостого по фазам развития // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2019. № 9. С. 19–26.
 5. Денисов Г.В. Кормовые культуры в зоне вечной мерзлоты: монография. М.: Россельхозиздат, 1980. 176 с.
 6. Денисов Г.В., Стрельцова В.С., Нахабцева С.Ф. Реконструкция и охрана аласных лугов Якутии: монография. Якутск, 1983. 192 с.
 7. Косолапов В.М., Пилипко С.В. Состояние и перспективы селекции многолетних кормовых культур // Кормопроизводство. 2017. № 3. С. 26–29.
 8. Павлова С.А., Пестерева Е.С., Захарова Г.Е. Урожайность и качество сеяных злаковых и бобово-злаковых пастбищ аласных лугов Заречной зоны Якутии // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. Т. 63. № 4 (376). С. 46–48. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-14070.
 9. Захарова В.И. Разнообразие сосудистых растений Центральной Якутии: монография. Новосибирск: Наука, 2014. 180 с.
 10. Гончаров Н.П., Гончаров П.Л. Методические основы селекции растений; изд. 2-е, перераб. и доп.: монография. Новосибирск: Гео, 2009. 435 с.
 11. Гончаров П.Л. Научные основы травосеяния Сибири: монография. М.: Агропромиздат, 1986. 286 с.
 12. Косолапов В.М., Пилипко С.В. Состояние и перспективы селекции многолетних кормовых культур // Кормопроизводство. 2017. № 3. (372). С. 8–12.
 13. Кашееваров Н.И., Осипова Г.М., Тюрюков А.Г., Филиппова Н.И. Исследование особенностей биологических признаков костреца безостого (*Bromopsis inermis* Leys.) для возделывания в экстремальных условиях // Доклады РАСХН. 2014. № 6. С. 14–17.
 14. Павлов Н.Е., Томская Ф.Г., Софронова Е.П. Интродукция и селекция кормовых трав в Якутии (пырейник сибирский, кострец безостый, ломкоколосник ситниковый): монография. Новосибирск: Юпитер, 2006. 237 с.
 15. Платонова А.З. Зимостойкость костреца безостого в Центральной Якутии // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. 2016. № 4 (54). С. 37–40.
 16. Сивцева В.И., Емельянова А.Г., Платонова А.З. Оценка многолетних злаков сенокосного применения на надпойменной террасе средней Лены // Аграрная Россия. 2016. № 3. С. 16–20.
 17. Десяткин Р.В. Почвообразование в термокарстовых котловинах – аласах криолитозоны: монография. Новосибирск: Наука, 2008. 324 с.

REFERENCES

1. Kazarina A.V., Abramenko I.S., Marunova L.K. Assessment of awnless bromegrass varieties by economically valuable characters and properties in the forest-steppe of Samara Zavolzhye. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk = Izvestia of the Samara Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences*, 2019, vol. 21, no. 6, pp. 131–136. (In Russian).
2. Efimov Z.G., Efimova A.Z., Sleptsova A.I. *Fundamentals of cultivation of awnless rump for seeds in the conditions of Central Yakutia*. Yakutsk, Publishing house SB RAAS, 2002, 56 p. (In Russian).
3. Osipova V.V., Konoshchuk L.Ya. Productive longevity of perennial cereal grasses under conditions of frozen soils of Nurbinsk ulus of the Republic of Sakha (Yakutia). *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of KrasGAU*, 2019, no. 1, pp. 3–8. (In Russian). DOI: 10.36718/1819-4036-2019-11-3-8.
4. Bandanova A.V., Butukhanov A.B. Changes in size and quality of awnless bromegrass by development phase. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of KrasGAU*, 2019, no. 9, pp. 19–26. (In Russian).
5. Denisov G.V. *Forage crops in the permafrost zone*. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1980, 176 p. (In Russian).
6. Denisov G.V., Strel'tsova V.S., Nakhabtseva S.F. *Reconstruction and protection of alas meadows in Yakutia*. Yakutsk, 1983, 192 p. (In Russian).
7. Kosolapov V.M., Pilipko S.V. State and prospects of breeding perennial forage crops. *Kormoproizvodstvo = Fodder Production*, 2017, no. 3, pp. 26–29. (In Russian).

8. Pavlova S.A., Pestereva E.S., Zakharova G.E. Yield and quality of seeded cereal and bean-cereal pastures of alas grasslands in the Zarechnaya zone of Yakutia. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal = International Agricultural Journal*, 2020, vol. 63, no. 4 (376), pp. 46–48. (In Russian). DOI: 10.24411/2587-6740-2020-14070.
9. Zakharova V.I. *Variety of vascular plants in Central Yakutia*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2014, 180 p. (In Russian).
10. Goncharov N.P., Goncharov P.L. *Methodological foundations of plant breeding*. Novosibirsk, Geo Publ., 2009, 435 p. (In Russian).
11. Goncharov P.L. *Scientific foundations of Siberian grass growing*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1986, 286 p. (In Russian).
12. Kosolapov V.M., Pilipko S.V. State and prospects of breeding perennial forage crops. *Kormoproizvodstvo = Fodder Production*, 2017. № 3. (372). pp. 8–12. (In Russian).
13. Kashevarov N.I., Osipova G.M., Tyrykov A.G., Filippova N.I. Investigation of the features of biological traits of awnless brome grass (*Bromopsis inermis* Lacc.) for cultivation in extreme conditions. *Doklady RASKhN = Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences*, 2014, no. 6, pp. 14–17. (In Russian)
14. Pavlov N.E., Tomskaya F.G., Sofronova E.P. *Introduction and selection of forage grasses in Yakutia (Siberian wheatgrass, awnless brome grass, psathyrostachys juncea)*. Novosibirsk, Yupiter Publ., 2006, 237 p. (In Russian)
15. Platonova A.Z. Winter hardiness of awnless rump in Central Yakutia. *Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta im. M.K. Ammosova = Vestnik of North-Eastern Federal University*, 2016, no. 4 (54), pp. 37–40. (In Russian).
16. Sivtseva V.I., Emel'yanova A.G., Platonova A.Z. Evaluation of perennial grasses for hay production on the above-floodplain terrace of the middle Lena. *Agrarnaya Rossiya = Agrarian Russia*, 2016, no. 3, pp. 16–20. (In Russian).
17. Desyatkin R.V. *Soil formation in thermokarst basins – alases of the permafrost zone*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2008, 324 p. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Алексеева В.И., кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией

✉ **Платонова А.З.**, кандидат сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 678013, Республика Саха (Якутия) с. Октемцы, пер. Моисеева, 16; e-mail: agafya.platonova.2016@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Valentina I. Alexeeva, Candidate of Science in Agriculture, Head of Laboratory

✉ **Agafya Z. Platonova**, Candidate of Science in Agriculture, Head Researcher; **address:** 16, Moiseev Lane, Oktemtsy village, Republic of Sakha (Yakutia), 678013; e-mail: agafya.platonova.2016@mail.ru

Дата поступления статьи /Received by the editors 20.08.2021
Дата принятия к публикации /Accepted for publication 12.11.2021
Дата публикации /Published 27.12.2021

ПОТРЕБНОСТЬ В ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЯРОВИЗАЦИИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

✉ **Мусинов К.К., Козлов В.Е., Сурначёв А.С., Лихенко И.Е.**

*Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал
Федерального исследовательского центра «Институт цитологии и генетики
Сибирского отделения Российской академии наук»*

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

✉ e-mail: musinov29@gmail.com

Потребность в яровизации – определенное по продолжительности влияние низких положительных температур с целью обеспечения перехода растений к генеративному развитию. Если требование по продолжительности яровизации не выполняется, растение не вступает в стадию образования генеративных органов. Определена яровизационная потребность образцов озимой мягкой пшеницы различного географического происхождения. Дана оценка влияния продолжительности периода яровизации на степень выраженности элементов структуры урожая. Материалом исследования служили 15 сортообразцов озимой мягкой пшеницы различного географического происхождения. Образцы проращивали в бумажных рулонах, затем яровизировали в климатической камере при температуре 3–5 °С на протяжении 60, 50, 40 сут. По окончании яровизации высаживали в теплице по 10 растений каждого образца. Отмечали даты наступления фенологических фаз: выхода в трубку, колошения, цветения. Для определения основных элементов структуры урожая проведен структурный анализ растений. С увеличением периода яровизации отмечено сокращение межфазных периодов от выхода в трубку до цветения. Влияние сроков яровизации отмечено на проявление признака длина колоса. Установлено, что общее количество стеблей и количество продуктивных стеблей почти у всех сортов уменьшается с увеличением периода яровизации. Выявлены существенные различия между коллекционными сортами в потребности яровизации, обусловленные как их географическим происхождением, так и генотипом растений. У всех изучаемых форм с увеличением периода яровизации в различной степени увеличивался темп развития растения, уменьшались общее количество стеблей, продуктивной стеблестой и длина колоса.

Ключевые слова: озимая пшеница, яровизация, сорт, генеративная стадия развития

THE NEED FOR THE VERNALIZATION DURATION OF SOFT WINTER WHEAT COLLECTION SAMPLES

✉ **Musinov K.K., Kozlov V.E., Surnachev A.S., Likhenko I.E.**

*Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch
of the Federal Research Center “Institute of Cytology and Genetics
of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences”*

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

✉ e-mail: musinov29@gmail.com

The need for vernalization is a duration-dependent effect of low, positive temperatures in order to ensure the plants' transition to generative development. If the requirement for the duration of germination is not met, the plant will not enter the stage of forming generative organs. The vernalization requirements of winter soft wheat samples of different geographical origins are determined. An assessment of the vernalization period duration influence on the severity of the elements of the yield structure is given. The research material consisted of 15 cultivars of soft winter wheat of various geographic origin. The samples were germinated in paper rolls, then vernalized in a climatic chamber at a temperature of 3–5 °C for 60, 50, and 40 days. At the end of vernalization, 10 plants of each sample were planted in a greenhouse. The dates of the onset of phenological phases were noted: tube emergence, earing, flowering. To determine the main elements of the yield structure, a structural analysis of plants was carried out. With an increase in the vernalization period, a decrease in the interfa-

cial periods from tube emergence to flowering was noted. The influence of the timing of vernalization was noted on the manifestation of the spike length trait. It was found that the total number of stems and the number of productive stems in almost all varieties decreases with an increase in the period of vernalization. Significant differences between collection varieties in the need for vernalization, due to both their geographical origin and the genotype of plants are revealed. In all the studied forms, with an increase in the period of vernalization, the rate of plant development increased to varying degrees, the total number of stems, the productive stem and the length of the spike decreased.

Keywords: winter wheat, vernalization, variety, generative stage of development

Для цитирования: Мусинов К.К., Козлов В.Е., Сурначёв А.С., Лихенко И.Е. Потребность в продолжительности яровизации коллекционных образцов мягкой озимой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 31–38. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-4>

For citation: Musinov K.K., Kozlov V.E., Surnachev A.S., Likhenko I.E. The need for the vernalization duration of soft winter wheat collection samples. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 31–38. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-4>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № 0259-2021-0018.

Acknowledgements

This work was supported by ICG SB RAS Budget Project No 0259-2021-0018.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе эволюционного развития у вида мягкой озимой пшеницы *Triticum aestivum* L. возникли разнообразные генетические механизмы, позволяющие управлять адаптивными реакциями, которые регулируются действием температуры [1, 2]. Продолжительность вегетационного периода у мягкой пшеницы – важный адаптивный признак, определяющий продуктивность растения и устойчивость к биотическим и абиотическим факторам: засухе, низким температурам, болезням и вредителям [3]. Гены чувствительности к яровизации (*VRN*) являются основными генетическими системами, определяющими продолжительность вегетационного периода в целом, а также длительность основных этапов органогенеза [4–6]. Данные генетические системы инициируют переход растений пшеницы из вегетативной к генеративной стадии развития. Потребность в яровизации – определенное по продолжительности влияние низких положительных температур с целью обеспечения перехода растений к генеративному развитию [7]. Если требование по продол-

жительности яровизации не выполняется, растение не вступает в стадию образования генеративных органов [8]. Потребность в низкой положительной температуре помогает избежать воздействия неблагоприятных факторов внешней среды поздней осенью и зимой и максимально использовать благоприятный для роста и развития весенне-летний период вегетации.

Сорта озимой пшеницы по продолжительности яровизации имеют существенные различия – от 15 до 60 сут и более [9, 10]. Считается, что сортам различного географического происхождения свойственна определенная потребность в продолжительности яровизации [11]. Более длительная характерна для сортов, возделываемых в зонах с продолжительным зимним периодом. При широком использовании местных сортов, которые на протяжении десятков лет адаптировались к определенным климатическим условиям, наблюдали увеличение яровизационной потребности при продвижении с юга на север [7]. Установлено, что различия по продолжительности стадии яровизации влияют на длину периода от всходов до колосения, засухо-, зимо-, морозостойкость,

массу зерна с колоса и урожайность [11, 12]. Сокращение продолжительности стадии яровизации до 30–40 сут способствует существенному увеличению урожайности, но в то же время приводит к снижению зимо- и морозостойкости современных сортов [10]. Долговременная яровизация обеспечивает высокую адаптивность к жестким природным условиям, но мешает быстрому развитию растений весной [13, 14]. Продуктивность и адаптивность сортов озимой мягкой пшеницы тесно связаны с устойчивостью растений к стрессовым условиям зимовки. Она, в свою очередь, зависит от скорости прохождения и продолжительности этапов органогенеза, которые в значительной степени обусловлены влиянием генетических систем, контролирующих продолжительность периода яровизации.

Цель исследования – определить яровизационную потребность образцов мягкой озимой пшеницы различного географического происхождения и оценить влияние продолжительности периода яровизации на элементы структуры урожая.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа проведена в теплице Института цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск) в 2020 г. Материалом для исследований послужили 15 сортообразцов мягкой озимой пшеницы различного географического происхождения, поученные из коллекций ВИР, СИММИТ, а также из собственной рабочей коллекции. Образцы проращивали в бумажных рулонах, затем яровизировали на протяжении 60, 50, 40 сут в климатической камере при температуре 3–5 °С, влажности 85%, освещенности 1,5 тыс. лк с длительностью освещения 8 ч в сутки. По окончании яровизации в теплице высадили по 10 растений каждого образца. Растения выращивали в условиях температурного режима 18–20 °С, освещенности в солнечный день 4–5 тыс. лк, в пасмурный – 2–3 тыс. лк, длительности освещения 16 ч в сутки. От-

мечали даты наступления фенологических фаз: выхода в трубку, колошения, цветения.

Продолжительность яровизации считали достаточной для удовлетворения яровизационной потребности в том случае, если растения полностью выколашивались через 50 дней после высадки. После уборки проведен структурный анализ растений для определения основных элементов структуры урожая по методике ВИР¹. Статистические расчеты проведены в программе Snedecor.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследуемые образцы озимой пшеницы показали различную потребность в длительности яровизации. С ее увеличением отмечено сокращение межфазных периодов от выхода в трубку до цветения.

Семи сортообразцам из 15 (Краснообская озимая, Новосибирская 3, Скипетр, Поэма, Ларс, Чех 9015-15, Utes) недостаточно 40 сут для прохождения фазы яровизации, поэтому по истечении данного периода они не перешли к генеративной стадии развития (см. табл. 1). У этих образцов увеличение сроков яровизации от 50 до 60 сут привело к незначительным (до 2–4 сут) изменениям в темпах развития.

Различия по продолжительности межфазных периодов у остальных 8 образцов, вступивших в фазу колошения после 40 сут, были более значительными и варьировали от 2–3 до 8–10 сут. Растения сорта Banko на всех сроках яровизации вступили в фазу выхода в трубку одновременно и лишь фаза цветения наступила на двое суток раньше – при 60 днях яровизации. У коллекционного образца Волжская разница между вступлением в фазу колошения и цветения при яровизации 40 и 60 сут составила 10 дней, разница в темпах развития после яровизации в 50 и 60 сут была незначительной и варьировала от 1 до 2 сут.

По данным двухфакторного дисперсионного анализа, влияние изучаемых факторов достоверно (см. табл. 2). По всем показате-

¹Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгиплоса и тритикале: методические указания / А.Ф. Мережко, Р.А. Удачин, Е.В. Зуев и др. СПб., ВИР, 1999. – 82 с.

Табл. 1. Продолжительность межфазных периодов в зависимости от продолжительности периода яровизации озимой пшеницы, сут

Table 1. Duration of interphase periods depending on the duration of the winter wheat vernalization period, days

Сорт	Происхождение	Продолжительность яровизации								
		60	50	40	60	50	40	60	50	40
		Выход в трубку			Колошение			Цветение		
Новосибирская 40	Новосибирская область	27	30	30	34	33	38	38	38	42
Краснообская озимая		29	29	–	38	40	–	42	48	–
Новосибирская 3		28	28	–	37	37	–	41	42	–
Скипетр	Московская область	29	30	–	36	37	–	39	42	–
Поэма	Владимирская область	27	29	–	34	35	–	38	38	–
Волжская	Ульяновская область	28	27	37	34	33	44	38	38	48
Banko	Германия	24	24	24	33	32	33	36	38	38
Ларс		30	35	–	36	41	–	41	45	–
Чех 9015-15	Чехия	35	37	–	43	45	–	47	50	–
Со 07 W 245	США	24	28	31	30	32	38	33	37	41
KS 920-709		26	27	30	31	33	35	36	39	41
Utes		30	30	–	34	35	–	39	41	–
SWW 1-135	Казахстан	29	29	32	33	35	39	37	39	43
Јсам/Emu	Турция	29	30	31	34	34	37	39	39	41
Alpu		26	27	30	32	33	37	35	36	42
НСР _{0,05}		1,2	1,0	0,9	1,1	1,2	0,8	1,0	1,2	1,1

Примечание. Прочерк означает, что растения не перешли в генеративную стадию развития.

Табл. 2. Двухфакторный дисперсионный анализ показателей продуктивности коллекционных образцов мягкой озимой пшеницы в зависимости от продолжительности периода яровизации

Table 2. Two-factor analysis of variance indicators of soft winter wheat collection samples productivity depending on the duration of the vernalization period

Фактор	Признак								$F_{\text{табл.0.5}}$
	Общее количество стеблей		Продуктивный стеблестой		Длина колоса		Масса зерна с растения		
	Доля влияния фактора, %	$F_{\text{факт.}}$	Доля влияния фактора, %	$F_{\text{факт.}}$	Доля влияния фактора, %	$F_{\text{факт.}}$	Доля влияния фактора, %	$F_{\text{факт.}}$	
Общая	100		100		100		100		
Сорт (А)	12,6	5,3	18,3	15,2	4,6	24,4	11,4	7,1	1,8
Срок яровизации (В)	13,8	42,9	15,3	86,4	31,4	1162,7	10,8	46,4	3,0
А × В	43,1	14,7	39,3	18,3	58,6	155,2	44,4	16,4	1,0
Ошибка	30,5		27,1		5,4		33,4		

лям подтвердилось взаимодействие факторов «сорт» и «срок яровизации». Именно взаимодействие факторов оказало наибольшее влияние – от 39,3% (продуктивный стеблестой) до 58,6% (длина колоса). Доля влияния срока яровизации оказалась наибольшей у показателя длина колоса – 31,4%.

Результаты структурного анализа растений озимой пшеницы разных сроков яровизации показывают, что как общее число стеблей, так и число продуктивных стеблей почти у всех сортов снижалось с увеличением периода яровизации (см. табл. 3). В среднем общее число стеблей уменьшалось от 8,7 (яровизация 40 сут) до 6,74 (60 сут). Максимальный стеблестой отмечен при яровизации 40 сут: 12,8 шт. у сорта Banko и 12,6 шт. у сорта Новосибирская 40.

Среднее число продуктивных стеблей у изучаемых генотипов составляло 6,3 при продолжительности яровизации 60 сут и увеличивалось до 7,5 при 40 сут. Реакция сортов по данному признаку на различные сроки яровизации оказалась неоднозначной. Достоверное снижение продуктивной кустистости при увеличении периода яровизации до 60 сут отмечено у сортов Краснообская озимая, Скипетр, Ларс, Banko. У образцов Поэма, Волжская, KS 920-709, Utes продуктивный стеблестой практически сопоставим при всех сроках яровизации.

Сорта Ларс, Banko и Поэма сформировали наиболее высокий стеблестой (6,9–10,0 шт.). При этом у них зарегистрировано минимальное количество непродуктивных стеблей.

Табл. 3. Показатели структурного анализа озимой пшеницы в зависимости от продолжительности периода яровизации

Table 3. Indicators of the structural analysis of winter wheat depending on the duration of the vernalization period

Сорт	Длительность яровизации, сут											
	60	50	40	60	50	40	60	50	40	60	50	40
	Общее число стеблей, шт.			Продуктивный стеблестой, шт.			Длина колоса, см			Масса зерна с растения, г		
Новосибирская 40 (стандарт)	4,1	7,0	12,6	4,1	6,9	7,9	7,17	7,67	9,79	3,79	7,31	7,63
Краснообская озимая	5,1	12,2	–	5,1	7,8	–	8,51	9,43	–	5,66	8,10	–
Новосибирская 3	5,7	6,8	–	5,6	6,6	–	8,95	9,55	–	6,82	8,51	–
Скипетр	5,4	13,8	–	5,4	8,0	–	8,27	9,37	–	7,58	10,89	–
Поэма	9,3	9,0	–	9	8,4	–	9,36	10,70	–	9,19	9,49	–
Волжская	6,1	6,3	8,5	6,1	6,3	7,9	5,86	6,71	8,07	4,33	4,69	8,23
Banko	7,0	7,5	12,8	6,9	7,5	9,6	5,41	6,84	7,18	3,67	4,57	6,74
Ларс	8,2	10,0	–	7,9	10,0	–	8,65	10,00	–	8,74	13,95	–
Чех 9015-15	11,7	11,2	–	6,3	5,8	–	8,69	9,68	–	6,66	5,07	–
Utes	4,8	6,4	–	4,1	4,7	–	6,97	8,71	–	3,20	4,94	–
Со 07 W 245	6,9	5,8	8,7	6,8	5,8	8,4	6,10	6,37	7,72	5,57	5,36	9,04
KS 920-709	6,5	6,3	6,4	6,3	6,2	6,4	6,35	6,74	6,98	6,03	6,20	5,45
SWW 1-135	6,9	4,8	8,4	6,9	4,8	7,1	6,42	7,52	8,26	7,46	5,04	10,10
Jcam/Emu	6,3	7,8	5,9	6,3	7,7	5,9	6,39	7,02	7,65	6,01	6,33	5,88
Alpu	7,1	5,2	6,5	7,1	4,7	6,5	6,77	7,25	6,13	6,49	3,71	7,98
Среднее	6,7	8,0	8,7	6,3	6,8	7,5	7,32	8,24	7,70	6,10	6,94	7,63
НСР (5%)	2,0	3,0	2,7	1,6	1,4	1,8	0,58	0,69	0,59	2,02	2,22	2,20

Отмечено влияние сроков яровизации на длину колоса. С сокращением сроков яровизации данный признак увеличивался. Достоверное повышение длины колоса отмечено у сортов Новосибирская 40, Волжская, SWW1-135 при увеличении периода яровизации от 40 до 60 сут. У образцов Краснообская озимая, Скипетр, Ларс, Utes при уменьшении срока яровизации на 10 сут (от 50 до 60) длина колоса достоверно увеличивалась. У сортов Новосибирская 3, Поэма, Jcam/Emu, Alpi длина колоса практически не изменялась или увеличивалась в пределах ошибки опыта.

По мере уменьшения периода яровизации увеличение продуктивного стеблестоя и длины колоса у ряда образцов обусловили повышение продуктивности растений. Почти у всех образцов, имеющих потребность в яровизации 40 сут, отмечено достоверное превышение массы зерна с растения по сравнению с 60 сут. Исключение составили образцы из Турции Jcam/Emu, Alpi и образец из США KS 920-709. У образцов с более длительным периодом яровизации данная тенденция сохранилась, масса зерна с растения при яровизации 50 сут выше, чем при 60 сут.

У двух образцов из США (Co 07 W 245 и KS 920-709) и двух образцов из Турции (Jcam/Emu и Alpi) на всех сроках яровизации наблюдали относительно одинаковые показатели элементов структуры урожая. Это свидетельствует о том, что растения при разной длительности яровизации развивались сравнительно одинаково. Можно предположить, что у этих сортов низкая потребность в яровизации: им достаточно 40 сут для полноценного перехода к генеративной стадии развития. При этом скорость развития замедлялась от 2 (Jcam/Emu) до 8 сут (Co 07 W 245) по сравнению с 60 сут яровизации.

Четыре сортообразца Новосибирская 40, Волжская, Banko, SWW 1-135 также показали низкую потребность в яровизации. Однако в отличие от ранее указанных образцов их показатели структурного анализа при сроке яровизации 40 сут существенно отличались от результатов, полученных при более длительной яровизации. У Новосибирской 40

и Banko общее количество стеблей существенно превышало количество продуктивных стеблей, что может отрицательно повлиять на густоту посевов. У сортов Волжская и SWW 1-135 эта разница была почти минимальной.

У остальных образцов наблюдали достаточную потребность в яровизации 50 сут. Этого периода им хватило, чтобы перейти в генеративную стадию развития. Образцы Новосибирская 3, Поэма, Utes показали сопоставимые данные по элементам структуры урожайности при яровизации 50 и 60 сут: при обоих сроках растения развивались одинаково хорошо. Это подтверждает и то, что при изменении сроков яровизации данные образцы несущественно замедлились в развитии.

Сорта Краснообская озимая, Скипетр и Ларс при продолжительности яровизации 50 сут сформировали элементы структуры урожая заметно выше, чем при более продолжительном сроке. У сортов Краснообская озимая и Скипетр сформировалось большое количество непродуктивных стеблей при 50-суточной яровизации в отличие от сорта Ларс, где непродуктивные стебли отсутствовали. Образцу Чех 9015-15 для перехода в генеративную стадию оказалось достаточно 50 сут яровизации, но и при 50, и при 60 сут данный образец очень активно кустился. В обоих случаях продуктивный стеблестой был почти в 2 раза ниже общего количества стеблей. Это может свидетельствовать о том, что потребность в яровизации 50–60 сут для данного образца не в полной мере соответствует для оптимального развития.

Сорта сибирской селекции Новосибирская 3 и Краснообская озимая в отличие от сорта Новосибирская 40 показали различную потребность в яровизации, что, возможно, объясняется их происхождением. Сорт Новосибирская 3 получен на основе межвидовой гибридизации с использованием озимой тритикале. Цитологический анализ показал наличие в геноме растений транслокации хромосомы ржи [14]. Данная транслокация отмечена и у сорта Краснообская озимая, в родословную которого входит сорт Новосибирская 3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение потребности в яровизации коллекционных образцов озимой пшеницы выявило существенные различия между сортами, обусловленные как их географическим происхождением, так и генотипом растений. У всех изученных форм с увеличением периода яровизации в различной степени увеличивался темп развития, уменьшались общее число стеблей, продуктивный стеблестой и длина колоса. При 60 сут яровизации продуктивный стеблестой образцов близок к общему количеству стеблей. Данное соотношение снижается по мере уменьшения периода яровизации. При долговременной яровизации (до 60 сут) у большинства образцов снижалась масса зерна с растений по сравнению с яровизацией в 50 и 40 сут.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Файт В.И. Генетический контроль продолжительности яровизации сортов озимой пшеницы // Экологическая генетика. 2006. Т. 4. № 2. С. 29–36
2. Файт В.И., Симоненко Л.К., Мокану Н.В., Попова Н.В. Хромосомная локализация генов контроля продолжительности яровизации (vrd) озимой мягкой пшеницы // Генетика. 2007. Т. 43. № 2. С. 202–208.
3. Chumanova E.V., Efremova T.T., Kruchinina Y.V., Pershina L.A. Development and investigation of common wheat lines of winter cultivar Bezostaya 1 with combinations of dominant alleles of VRN-1 loci // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018. Vol. 22 (8). P. 951–956. DOI: 10.18699/VJ18.437.
4. Стельмах А.Ф., Файт В.И. Разнообразие генотипов современных сортов озимой мягкой пшеницы по потребности в яровизации и фоточувствительности // Молекулярная и прикладная генетика. 2011. Т. 12. С. 15–17
5. Киселева А.А., Салина Е.А. Генетические механизмы формирования времени колошения мягкой пшеницы // Генетика. 2018. Т. 54. № 4. С. 381–396. DOI: 10.7868/S001667581804001X.
6. Пирьич А.В., Булавка Н.В., Юрченко Т.В. Фотопериодическая чувствительность и яровизационная потребность сортов мягкой пшеницы озимой (*Triticum aestivum* L.) мироновской селекции // Зерновы культуры. 2018. Т. 2. № 2. С. 261–266. DOI: 10.31867/2523-4544/0034.

7. Булавка Н.В. Яровизационная потребность сортов озимой мягкой пшеницы в связи с их морозоустойчивостью // Земледелие и селекция в Беларуси. 2014. № 50. С. 383–392.
8. Košner J., Pánková K. Vernalisation Response of Some Winter Wheat Cultivars // Czech Journal of Genetics and Plant Breeding. 2002. Vol. 38. N 3–4. P. 97–103.
9. Файт В.И. Изогенные линии озимой пшеницы по генам контроля продолжительности яровизации // Информационный вестник ВОГиС. 2006. Т. 10. № 3. С. 580–587.
10. Файт В.И. Эффекты генов контроля продолжительности яровизации (Vrd) по агрономическим признакам в озимой мягкой пшенице // Цитология и генетика. 2007. № 5. С. 18–26.
11. Булавка Н.В., Голик Л.Н. Яровизационная потребность современных сортов пшеницы мягкой озимой (*Triticum aestivum* L.) // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2007. № 2 (6). С. 54–59.
12. Потоккина Е.К., Кошкин В.А., Алексеева Е.А. Комбинация аллелей генов PPD и Vrn определяет сроки колошения у сортов мягкой пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16. № 1. С. 77–86.
13. Дубинина О.А. Устойчивость озимой пшеницы к основным стрессовым факторам окружающей среды и погодных условий (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2017. № 1. С. 23–26.
14. Степочкин П.И., Пономаренко В.И., Першина А.А., Осадчая Т.С., Трубочева Н.В. Использование отдаленной гибридизации для создания селекционного материала озимой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 6. С. 37–38.

REFERENCES

1. Fait V.I. Genetic control of vernalization requirement duration of winter wheat cultivars. *Ekologicheskaya genetika = Ecological genetics*, 2006, vol. 4, no. 2, pp. 29–36. (In Russian).
2. Fait V.I., Simonenko L.K., Mokuanu N.V., Popova N.V. Chromosomal location of genes for vernalization requirement duration (vrd) in winter bread wheat. *Genetika = Russian Journal of Genetics*, 2007, vol. 43, no. 2, pp. 202–208. (In Russian).
3. Chumanova E.V., Efremova T.T., Kruchinina Y.V., Pershina L.A. Development and investigation of common wheat lines of winter cultivar Bezostaya 1 with combinations of dominant alleles of VRN-1 loci. *Vavilov Journal of Genet-*

- ics and Breeding*, 2018, no. 22 (8), pp. 951–956. DOI: 10.18699/VJ18.437.
4. Stel'makh A.F., Fait V.I. Variety of genes of modern winter bread wheat cultivars for requirement in vernalization and photosensitivity. *Molekulyarnaya i prikladnaya genetika = Molecular and applied genetics*, 2011, vol. 12, pp. 15–17. (In Russian).
 5. Kiseleva A.A., Salina E.A. Genetic regulation of common wheat heading time. *Genetika = Russian Journal of Genetics*, 2018, vol. 54, no. 4, pp. 381–396. (In Russian). DOI: 10.7868/S001667581804001X.
 6. Pirykh A.V., Bulavka N.V., Yurchenko T.V. Photoperiodic sensitivity and vernalization requirement of winter wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) of Myronivka breeding. *Zernovi kulturi = Grain crops*, 2018, vol. 2, no. 2, pp. 261–266. (In Belarus). DOI: 10.31867/2523-4544/0034.
 7. Bulavka N.V. Vernalization requirement of winter soft wheat varieties in relation to their winter hardiness. *Zemledelie i selektsiya v Belarusi = Agriculture and selection in Belarus*, 2014, no. 50, pp. 383–392. (In Russian).
 8. Košner J., Pánková K. Vernalisation Response of Some Winter Wheat Cultivars. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 2002, vol. 38, no. 3–4, pp. 97–103.
 9. Fait V.I. Near- isogenic lines of the genes controlling differences in duration of vernalization in winter common wheat. *Informatsionnyi vestnik VOGiS = Vestnik VOGiS (Information Bulletin of Vavilov Society for Geneticists and Breeding Scientists)*, 2006, vol. 10, no. 3, pp. 580–587. (In Russian).
 10. Fait V.I. Effects of genes for controlling the duration of vernalization (Vrd) on agronomic traits in winter soft wheat. *Tsitologiya i genetika = Cytology and genetics*, 2007, no. 5, pp. 18–26. (In Russian).
 11. Bulavka N.V., Golik L.N. Vernalization requirement of winter bread wheat modern varieties (*Triticum aestivum* L.). *Sortovivchennyya ta okhorona prav na sorti roslin*, 2007, no. 2 (6), pp. 54–59. (In Belarus).
 12. Potokina E.K., Koshkin V.A., Alekseeva E.A. The combination of PPD and Vrn gene alleles determines the heading date in common wheat varieties. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2012, vol. 16, no. 1, pp. 77–86. (In Russian).
 13. Dubinina O.A. Winter wheat resistance to main stress factors of environment and weather (review). *Zernovoe khozyaistvo Rossii = Grain economy of Russia*, 2017, no. 1, pp. 23–26. (In Russian).
 14. Stepochkin P.I., Ponomarenko V.I., Pershina A.A., Osadchaya T.S., Trubacheva N.V. Utilization of distant hybridization for development of breeding material of winter wheat. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AICis*, 2012, no. 6. pp. 37–38. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Мусинов К.К.**, младший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, ул. С-100, зд. 21, e-mail: musinov29@gmail.com

Козлов В.Е., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Сурначёв А.С., младший научный сотрудник

Лихенко И.Е., доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией

AUTHOR INFORMATION

✉ **Kenzhbek K. Musinov**, Junior Researcher, **address:** S-100 St., building 21, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; email: musinov29@gmail.com

Viktor E. Kozlov, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Alexei S. Surnachev, Junior Researcher

Ivan E. Likhenko, Doctor of Science in Agriculture, Head of laboratory

Дата поступления статьи / Received by the editors 25.08.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 07.11.2021
Дата публикации / Published 27.12.2021



ПРОДУКТИВНОСТЬ ЕСТЕСТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ НАМСКОГО АГРОЛАНДШАФТА ЯКУТИИ ПРИ ОРГАНИЧЕСКОМ И МИНЕРАЛЬНОМ РЕЖИМАХ ПИТАНИЯ

¹Устинова В.В., (✉)^{2,3}Барашкова Н.В.

¹Арктический государственный агротехнологический университет
Республика Саха (Якутия), Россия

²Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения
Российской академии наук

³Якутская государственная сельскохозяйственная академия
Республика Саха (Якутия), Россия

(✉) e-mail: vasyona_8@mail.ru

Представлены результаты изучения потенциала продуктивности естественных фитоценозов разного видового состава Намского агроландшафта среднетаежной подзоны Республики Саха (Якутия). Исследования проведены в 2009–2016 гг. Почвы опытного участка мерзлотные с мало-мощным гумусовым слоем. Изучено влияние минеральных и органических удобрений на продуктивность остепненных лугов. На разнотравно-злаковом, пырейном, остепненном фитоценозах использовали следующие приемы по органоминеральному питанию растений: контроль (без удобрения); перегной 20 т/га; перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно; $N_{30}P_{30}K_{30}$ ежегодно; перегной 20 т/га ежегодно. Установлены оптимальные нормы внесения органических и минеральных элементов питания для улучшения потенциала продуктивности естественных остепненных лугов. Наиболее высокий потенциал продуктивности в условиях Намского агроландшафта получен при совместном применении органических и минеральных удобрений (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно). На разнотравно-злаковом и пырейном фитоценозах урожайность сена достигала 23,0–24,1 ц/га. Сбор с 1 га обменной энергии составил 27,0–22,4 ГДж, кормовых единиц – 1472–1663, сырого протеина – 336–371 кг. Содержание переваримого протеина в 1 к. ед. у разнотравно-злакового равнялось 92 г, пырейного – 102 г. Ежегодное внесение минеральных удобрений в дозе 60 кг/га действующего вещества обеспечивало повышение урожайности естественных фитоценозов в 2 раза в зависимости от агроклиматических условий вегетационного периода. Влияние минеральных удобрений и совместного внесения их с органическими на урожайность естественных фитоценозов статистически достоверно, что свидетельствует о возможности регулирования продуктивности остепненных фитоценозов.

Ключевые слова: органические и минеральные удобрения, естественный фитоценоз, пырейный, разнотравно-злаковый, остепненный агроландшафт

PRODUCTIVITY OF NATURAL PHYTOCENOSES OF THE NAMSKY AGROLANDSCAPE IN YAKUTIA UNDER ORGANIC AND MINERAL NUTRITION REGIMES

¹Ustinova V.V., (✉)^{2,3}Barashkova N.V.

¹Arctic State Agrotechnological University
Republic of Sakha (Yakutia), Russia

²Institute of Biological Problems of the Cryolithozone of the Siberian Branch of the Russian
Academy of Sciences

³*Yakutsk State Agricultural Academy*
Republic of Sakha (Yakutia), Russia
✉ e-mail: vasyona_8@mail.ru

The results of the study of the productivity potential of natural phytocenoses of different species composition in the Namsky agrolandscape of the middle taiga subzone of the Republic of Sakha (Yakutia) are presented. The research was conducted in 2009-2016. The soils of the experimental plot are permafrost soils with a thin humus layer. The effect of mineral and organic fertilizers on the productivity of steppe meadows was studied. On herb-grass, wheatgrass, steppified phytocenoses the following practices of organo-mineral nutrition of plants were used: control (no fertilizer); humus 20 t/ha; humus 20 t/ha once every 4 years + $N_{60}P_{60}K_{60}$ annually; $N_{30}P_{30}K_{30}$ annually; humus 20 t/ha annually. The optimum rates of organic and mineral nutrients to improve the productivity potential of natural steppe meadows have been established. The highest productivity potential in the Namsky agrolandscape was obtained with the combined application of organic and mineral fertilizers (humus 20 t/ha once every 4 years + $N_{60}P_{60}K_{60}$ annually). On herb-grass and wheatgrass phytocenoses hay yield reached 23.0-24.1 c/ha. Yield per 1 ha of metabolizable energy was 27.0-22.4 GJ, fodder units 1472-1663, crude protein 336-371 kg. The content of digestible protein in 1 fodder unit in herb-grass was 92 g, in wheatgrass - 102 g. The annual application of mineral fertilizers at a dose of 60 kg/ha of the active substance provided a 2-fold increase in the productivity of natural phytocenoses, depending on agroclimatic conditions of the growing season. The influence of mineral fertilizers and their joint application with organic fertilizers on the yield of natural phytocenoses is statistically reliable, which indicates the possibility of regulating the productivity of steppified phytocenoses.

Keywords: organic and mineral fertilisers, natural phytocenosis, wheatgrass, herb-grass, steppified agrolandscape

Для цитирования: Устинова В.В., Барашкова Н.В. Продуктивность естественных фитоценозов Намского агроландшафта Якутии при органическом и минеральном режимах питания // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 39–46. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-5>

For citation: Ustinova V.V., Barashkova N.V. Productivity of natural phytocenoses of the Namsky agrolandscape in Yakutia under organic and mineral nutrition regimes. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 39–46. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-5>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Улучшение естественных кормовых угодий – важная проблема лугового кормопроизводства Республики Саха (Якутия). Из-за дороговизны и сложной логистики по доставке минеральных удобрений многие хозяйства не могут их использовать. Урожайность естественных кормовых угодий в большой степени зависит от климатических условий вегетационного периода. Чтобы избежать зависимости урожайности и продуктивности естественных лугов от погодных условий, актуально использование органических удобрений.

В условиях Намского агроландшафта на мерзлотных лугово-черноземных почвах

естественные луговые степи по-разному реагируют на режим питания. Обеспеченность луговых растений элементами питания значительно влияет на видовой состав, хозяйственную урожайность и потенциал продуктивности естественных фитоценозов.

Цель исследования – изучить влияние минеральных и органических удобрений на продуктивность остепненных лугов в условиях Намского агроландшафта Якутии.

Задача исследования – установить оптимальные нормы внесения органических и минеральных элементов питания для улучшения потенциала продуктивности естественных остепненных лугов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В полевом опыте с использованием факториальной схемы изучена эффективность влияния органических и минеральных удобрений в широком диапазоне доз и сочетаний на продуктивность фитоценозов. В результате комплексных исследований получены новые данные по действию важнейших систем удобрения: минеральной, органической и органоминеральной – на плодородие почвы и ее биологическую активность.

Объектом исследований были различные степные сообщества: разнотравно-злаковый, пырейный и остепненный фитоценозы при разных режимах питания в условиях естественного увлажнения. Исследования по базовому проекту за 2009–2016 гг. проводили на остепненных лугах стационара «Мархинский» Института биологических проблем криолитозоны СО РАН. Стационар находится в 13 км от Якутска; по агроландшафтному районированию среднетаежной подзоны Якутии расположен в Намском агроландшафте и занимает шестую агроэкологическую группу земель. Площадь Намского агроландшафта 2575 тыс. га, или 6,0% Лено-Виллюйского междуречья [1]. Земли данного агроландшафта представляют эрозионно аккумулятивную пологоволнистую равнину с абсолютными высотами 300–400 м, сложенную неогенчетвертичными отложениями с мерзлотными таежными палевыми слабо- и среднеосолоделыми, среднесуглинистыми почвами, на которых произрастают лиственные разнотравно-злаковые и брусничные леса.

Климат Намского агроландшафта умеренно холодный и засушливый. Январская температура воздуха составляет $-41,2$ °С, июльская повышается до $17,6$ °С. Годовое количество осадков 264 мм, из них в период активной вегетации растений выпадает 123 мм. Средняя продолжительность безморозного периода 79 дней, в зависимости от местоположения она значительно варьирует. Почва для сельскохозяйственных работ пригодна с 17–19 мая. Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10 °С составляет $1414-1642$ °. Коэффициент увлажнения за

год равен $0,90$, в период активной вегетации растений – $0,49$, т.е. увлажненность территории дефицитная и остродефицитная [2].

Шестая агроэкологическая группа земель Намского агроландшафта представлена засоленными землями надпойменных террас р. Лены и занимает площадь $0,15$ тыс. м² [3]. Господствующими почвами являются мерзлотные лугово-черноземные солонцеватые. Почвы под остепненными лугами отличаются большой сухостью и сравнительно интенсивным нагреванием корнеобитаемой толщи. Верхние горизонты этих почв подкислены, лишь в нижних толщах отмечается подщелачивание, рН водной суспензии достигает $7,4$. Весенняя влажность мерзлотной дерновой почвы характеризуется как недостаточная для начальной вегетации луговых трав, поэтому остепненные луга отличаются низкой биологической продуктивностью.

Почвы исследуемого участка на стационаре «Мархинский» мерзлотные пойменные лугово-черноземные. Содержание гумуса в пахотном слое $0-20$ см $2,5\%$, подвижного фосфора – 279 мг/кг почвы, обменного калия – 104 мг/кг [4]. Погодные условия вегетационных периодов 2009–2016 гг. различались между собой и включали все особенности агроклиматических условий долины средней Лены. Оптимальным для роста и развития многолетних трав в условиях Намского агроландшафта за вегетационный период считается количество осадков $161-170$ мм. Самым засушливым и жарким был вегетационный период 2015 г. (ГТК $0,50$), осадков выпало 121 мм при норме 161 мм. Наиболее влажным оказался 2013 г. (ГТК $0,90$). Весной и в первой половине лета выпали обильные дожди, количество осадков за вегетационный период достигло 234 мм. Переменно-влажным был 2014 г. (ГТК $0,70$) с засушливой весной и дождливым летом. Наиболее благоприятным по температурному режиму и количеству осадков отмечен 2016 г. (ГТК $0,80$).

Различные по температурному режиму и количеству осадков погодные условия 2009–2016 гг. повлияли на рост и развитие растений, прохождение фенологических

фаз, формирование урожайности и развитие корневой системы степных растений на стационаре «Марихинский» [5].

На разнотравно-злаковом, пырейном, остепненном фитоценозах использовали следующие приемы по органоминеральному питанию растений: контроль (без удобрения); перегной 20 т/га; перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно; $N_{30}P_{30}K_{30}$ ежегодно; перегной 20 т/га ежегодно.

В исследованиях использовали общепринятые методики по луговедению и луговодству. Все учеты и наблюдения проводили по методикам^{1,2}, статистическую обработку данных урожайности – методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову³. Химический состав сенокосного корма (сырая клетчатка, жир, сырая зола, азот, фосфор, кальций) определяли в лаборатории биохимии Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Оценку потоков энергии в луговых фитоценозах проводили по методике⁴.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Впервые в условиях Намского агроландшафта на мерзлотных лугово-черноземных почвах проведена оценка потенциала продуктивности луговых степей с различным видовым составом.

Согласно методике ВНИИК, потенциал продуктивности луговых экосистем определяется сбором с 1 га обменной энергии, кормовых единиц и сырого протеина. В наших исследованиях установлено, что потенциал продуктивности луговых степей в зависимости от внесенных удобрений обусловлен погодными условиями вегетационных периодов, биологическими особенностями луговых растений и режимом питания.

В условиях Намского агроландшафта естественный разнотравно-злаковый фитоценоз без удобрения с содержанием злаков в травостое до 65,2% обеспечивал продук-

тивность с 1 га по сбору обменной энергии до 8,8 ГДж, кормовых единиц – 595, сырого протеина – 99 кг. Содержание переваримого протеина в 1 к. ед. составляло 53 г, что ниже зоотехнической нормы в 1,9 раза (см. табл. 1).

В условиях разнотравно-злакового фитоценоза совместное применение органических и минеральных удобрений (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно) обеспечивало увеличение продуктивности в 2,2 раза при урожайности 23,0 ц сена/га 1-го класса с содержанием сырого протеина до 14,6%. Сформирована оптимальная продуктивность по сбору с 1 га обменной энергии – 27 ГДж, кормовых единиц – 1472, сырого протеина – 336 кг. При этом содержание переваримого протеина в 1 к. ед. у разнотравно-злакового луга достигало 92 г при норме 105 г. При данном режиме питания в разнотравно-злаковом фитоценозе отмечено доминирование злаковых видов (*Elytrigia répens*, *Koeleria pyramidata* (Lam.) P. Beauv., *Poa stepposa* (Kryl.) Roshev.). Содержание дикорастущих злаков составляло до 93,1%, разнотравья – до 6,9% СВ, что свидетельствует об отзывчивости злаковых видов на азотные удобрения.

Ежегодное внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ в разнотравно-злаковом фитоценозе с содержанием дикорастущих злаков до 87,0% обеспечивало продуктивность с 1 га по сбору обменной энергии 18,8 ГДж, кормовых единиц – 1327, сырого протеина – 278 кг. По содержанию переваримого протеина в 1 к. ед. (79 г) разнотравно-злаковый фитоценоз не соответствовал зоотехническим нормам [6].

При внесении перегноя 20 т/га 1 раз в 4 года + 20 т/га ежегодно разнотравно-злаковый фитоценоз с участием злаков 66,2–86,4% СВ обеспечивал продуктивность с 1 га по сбору обменной энергии 12,5–12,5 ГДж, кормовых единиц – 847–725, сырого протеина – 153–154 кг.

¹Методика опытов на сенокосах и пастбищах. М., 1971. Ч. 1. 229 с.

²Методика опытов на сенокосах и пастбищах. М., 1971. Ч. 2. 174 с.

³Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 375 с.

⁴Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах. М.: ВНИИК им. В.Р. Вильямса, 2007.

Табл. 1. Потенциал продуктивности естественных фитоценозов разного состава при органо-минеральном режиме питания (среднее за 2009–2016 гг.)
Table 1. Productivity potential of natural phytocenoses of different composition under organo-mineral nutritional regime (average for 2009–2016)

Режим питания	Содержание дикорастущих видов, %			Урожайность, ц/га СВ	Производство с 1 га			Содержание переваримого протеина в 1 к. ед., г
	Злаки	Бобовые	Разногравье		обменной энергии, ГДж/га	к. ед.	сырого протеина, кг	
<i>Разнотравно-злаковый фитоценоз</i>								
Контроль (без удобрений)	65,2	15,2	19,7	10,1	8,8	595	99	53
Перегной 20 т/га 1 раз в 4 года	66,2	20,1	13,7	14,6	12,5	847	153	55
Перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ежегодно	93,1	–	6,9	23,0	27,0	1472	336	92
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ежегодно	87,0	0,8	10,8	21,4	18,8	1327	278	79
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ежегодно	82,1	0,9	17,1	15,7	13,9	973	179	67
Перегной 20 т/га ежегодно	86,4	1,1	12,6	14,5	12,5	725	154	69
НСР ₀₅				3,4				
<i>Пырейный фитоценоз</i>								
Контроль (без удобрений)	87,5	3,9	8,6	15,2	13,5	927	179	66
Перегной 20 т/га 1 раз в 4 года	90,5	2,3	7,3	16,7	14,7	1052	225	81
Перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ежегодно	92,0	0,8	7,2	24,1	22,4	1663	371	102
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ежегодно	93,2	0,6	6,3	20,0	18,2	1360	403	105
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ежегодно	90,4	0,0	9,7	17,3	15,5	1124	263	93
Перегной 20 т/га ежегодно	85,0	3,2	11,9	15,7	14,6	958	195	67
НСР ₀₅				4,0				
<i>Остепненный фитоценоз</i>								
Контроль (без удобрений)	19,8	13,1	67,1	7,0	6,0	420	58	39
Перегной 20 т/га 1 раз в 4 года	36,8	18,1	45,2	9,0	8,0	567	76	46
Перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ежегодно	45,6	0,4	54,1	17,1	16,0	1197	214	82
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ ежегодно	45,5	1,4	53,2	14,7	13,0	911	157	64
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ ежегодно	31,5	1,5	67,1	13,1	11,4	799	139	65
Перегной 20 т/га ежегодно	47,0	9,3	43,8	12,6	10,8	668	94	45
НСР ₀₅				3,3				

Естественный пырейный фитоценоз без удобрений, содержащий в травостое пырея ползучего (*Elytrigia repens*) 87,5% СВ, имел среднюю продуктивность с 1 га по сбору обменной энергии – 13,5 ГДж, кормовых единиц – до 927, сырого протеина – 179 кг. При этом обеспеченность 1 к. ед. (66 г) переваримым протеином была недостаточной. Минеральный режим питания пырейного фитоценоза в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно обусловил повышенную продуктивность с 1 га по сбору сырого протеина – 403 кг и высокую обеспеченность переваримого протеина в 1 к. ед. – 105 г.

Естественный остепненный фитоценоз без удобрений с участием разнотравья и злаков до 67,1 и 19,8% СВ соответственно имел самый низкий потенциал продуктивности со средней урожайностью 7,0 ц/га СВ. Содержание переваримого протеина в 1 к. ед. составляло 39 г, что значительно ниже зоотехнической нормы. Продуктивность фитоценоза без удобрений по сбору обменной энергии равна 6,0 МДж/га, кормовых единиц – 420, сырого протеина – 58 кг/га.

При сочетании органических и минеральных удобрений (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно) потенциал продуктивности данного фитоценоза повысился: сбор обменной энергии до 16,0 ГДж, кормовых единиц – до 1197, сырого протеина – до 214 кг/га. Содержание переваримого

протеина в 1 к. ед. увеличилось до 82 г, что ниже зоотехнической нормы.

Наиболее эффективным на луговых степях Намского агроландшафта оказалось совместное внесение органических и минеральных удобрений (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно), которое обусловило повышение урожайности в 2 раза с хорошим качеством сенокосного корма. Сбор с 1 га обменной энергии составил 27,0–22,4 ГДж, кормовых единиц – 1472–1663, сырого протеина – 336–371 кг. По содержанию переваримого протеина в 1 к. ед. разнотравно-злаковый и пырейный фитоценоз с содержанием злаковых от 88 до 93% соответствовал зоотехническим нормам (93–105 г). На данных фитоценозах урожайность сена 1-го класса достигала 23,0–24,1 ц/га. При этом содержание переваримого протеина в 1 к. ед. составило в разнотравно-злаковом фитоценозе 92 г, пырейном – 102, остепненном – 82 г.

Важно отметить эффективность ежегодного внесения минеральных удобрений в дозе 60 кг/га, обеспечивающего повышение урожайности естественных фитоценозов примерно в 2 раза [7–9]. При этом отмечено значительное колебание хозяйственной урожайности фитоценозов по годам исследований. Данная закономерность особенно проявилась на пырейном фитоценозе. Наиболее эффективным стало совместное внесение

Табл. 2. Урожайность естественных фитоценозов при внесении удобрений (среднее за 8 лет), ц/га
Table 2. Productivity of natural phytocenoses with fertilization (average over 8 years), c / ha

Вариант опыта	Фитоценоз		
	остепненный	разнотравно-злаковый	пырейный
Контроль (без удобрения)	6,9	10,1	15,1
Перегноя 20 т/га 1 раз в 4 года	9,4	14,6	16,7
Перегноя 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно	17,0	23,0	24,1
$N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно	14,6	21,4	20,0
$N_{30}P_{30}K_{30}$ ежегодно	12,6	15,7	17,3
Перегноя 20 т/га ежегодно	12,2	14,5	15,7
Доверительный интервал	1,7	3	4,4
Доля влияния фактора «Год»*	8	21	55
Доля влияния фактора «Удобрение»	21	21	9

*Процент от общей вариации признака.

органических и минеральных удобрений (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно), обеспечивающее урожайность сена пырейного фитоценоза до 24,1 ц/га.

Многолетние результаты наших опытов свидетельствуют, что в условиях шестой агроэкологической группы земель Намского агроландшафта наиболее эффективным является совместное внесение органических и минеральных удобрений (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно). При данном внесении сформирована максимальная урожайность разнотравно-злаковых, пырейных и остепненных фитоценозов независимо от видового состава и степени увлажнения вегетационного периода. В среднем за годы исследований совместное внесение органических и минеральных удобрений обеспечило получение урожайности разнотравно-злакового фитоценоза 23,0 ц сена/га, пырейного – 24,1, остепненного – 17,1 ц/га (см. табл. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В условиях Намского агроландшафта наиболее высокий потенциал продуктивности получен при совместном внесении органического и минерального удобрений (перегной 20 т/га 1 раз в 4 года + $N_{60}P_{60}K_{60}$ ежегодно). На разнотравно-злаковом и пырейном фитоценозах урожайность сена достигала 23,0–24,1 ц/га со сбором с 1 га обменной энергии 27,0–22,4 ГДж, кормовых единиц 1472–1663, сырого протеина 336–371 кг. Содержание переваримого протеина в 1 к. ед. у разнотравно-злакового фитоценоза составило 92 г, пырейного – 102 г. Влияние минеральных удобрений и совместного внесения их с органическими на урожайность естественных фитоценозов статистически достоверно, что свидетельствует о возможности регулирования продуктивности остепненных фитоценозов. При этом эффективность минеральных удобрений, а также совместного внесения с органическими значительно зависела от погодных условий вегетационного периода, что наиболее явно проявилось на пырейном фитоценозе. В то же время на низкопродуктивных остепнен-

ных фитоценозах с недостаточной влажностью применение органических и совместное органических и минеральных удобрений положительно влияет на урожайность кормовой массы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванова Л.С.* Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Лено-Амгинского междуречья: монография. Новосибирск, 2004. 131 с.
2. *Барашкова Н.В., Данилова А.А., Аржакова А.П., Мартынова Л.В., Устинова В.В., Иванова Л.С.* Продуктивность и средообразующий потенциал луговых фитоценозов в условиях среднетаежной подзоны Якутии: монография. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2020. 218 с.
3. *Иванова Л.С.* Агроландшафтное районирование и агроэкологическая группировка земель среднетаежной подзоны Якутии для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия: монография. Новосибирск, 2018. 113 с.
4. *Чевычелов А.П., Барашкова Н.В., Захарова О.Г., Устинова В.В., Аржакова А.П.* Влияние длительного применения удобрений на урожайность растений и изменение свойств мерзлотной лугово-черноземной почвы // Агротехнический вестник. 2018. № 3. С. 26–31.
5. *Абрамов А.Ф.* Эколого-биохимические основы производства кормов и рационального использования пастбищ в Якутии: монография. Новосибирск: Издательство СО РАСХН, 2000. 205 с.
6. *Степанов А.И., Мерзлая Г.Е.* Агроэкологическая эффективность органических удобрений в условиях мерзлотных почв // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. № 1. С. 35–38.
7. *Кислицына А.П., Фигурин В.А.* Влияние извести и минеральных удобрений на агрохимические показатели почвы и продуктивность лядвенце-тимофеечной травосмеси // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 22 (3). С. 367–375.
8. *Иванова Н.Н., Капсамун А.Д., Павлючик Е.Н.* Эффективность возделывания пастбищных травостоев в условиях осушаемых земель Нечерноземья // Кормопроизводство. 2021. № 4. С. 4–8.
9. *Шайкова Т.В., Дятлова М.В., Волкова Е.С.* Влияние минеральных и комплексных удо-

брений на зерновую продуктивность озимой ржи в условиях Северо-Запада России // Кормопроизводство. 2020. № 9. С. 19–23.

REFERENCES

1. Ivanova L.S. *Adaptive-landscape systems of agriculture in the Lena-Amga interfluvium*. Novosibirsk, 2004. 131 p. (In Russian).
2. Barashkova N.V., Danilova A.A., Arzhakova A.P., Martynova L.V., Ustinova V.V., Ivanova L.S. *Productivity and habitat-forming potential of meadow phytocenoses in the middle taiga subzone of Yakutia*. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2020, 218 p. (In Russian).
3. Ivanova L.S. *Agrolandscape zoning and agroecological grouping of lands in the middle taiga subzone of Yakutia for the design of adaptive landscape farming systems*. Novosibirsk, 2018. 113 p. (In Russian).
4. Chevychelov A.P., Barashkova N.V., Zakharova O.G., Ustinova V.V., Arzhakova A.P. The effect of long-term use of fertilizers on crop yields and changes in the properties of permafrost meadow-chernozem soil. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*, 2018, no. 3, pp. 26–31. (In Russian).
5. Abramov A.F. *Ecological and biochemical foundations of fodder production and rational use of pastures in Yakutia*. Novosibirsk, SB RAAS Publ., 2000. 205 p. (In Russian).
6. Stepanov A.I., Merzlaya G.E. Agroecological efficiency of organic and mineral fertilizers under conditions of frozen soil. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka = Russian Agricultural Sciences*, 2018, no. 1, pp. 35–38. (In Russian).
7. Kislitsyna A.P., Figurin V.A. The effect of lime and mineral fertilizers on agrochemical characteristics of soil and productivity of birdsfoot trefoil and timothy grass mixture. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*, 2021, no. 22 (3), pp. 367–375. (In Russian).
8. Ivanova N.N., Kapsamun A.D., Pavlyuchik E.N. Cultivation of grassland ecosystems on drained lands of the non-chernozem region. *Kormoproizvodstvo = Fodder Production*, 2021, no. 4, pp. 4–8. (In Russian).
9. Shaikova T.V., Dyatlova M.V., Volkova E.S. Impact of mineral and complex fertilizers on grain yield of winter rye in northwest Russia. *Kormoproizvodstvo = Fodder Production*, 2020, no. 9, pp. 19–23. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Устинова В.В., кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель; e-mail: vasyona_8@mail.ru

✉ **Барашкова Н.В.**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, доцент, заведующая кафедрой; **адрес для переписки:** Россия, 677000, Республика Саха (Якутия), Якутск, пр. Ленина, 41; e-mail: vasyona_8@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Vasena V. Ustinova, Candidate of Science in Agriculture, Senior Lecturer; e-mail: vasyona_8@mail.ru

✉ **Natalya V. Barashkova**, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher, Associate Professor, Department Head; **address:** 41, Lenina St., Yakutsk, The Republic of Sakha (Yakutia), 677000, Russia; e-mail: vasyona_8@mail.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 31.07.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 25.11.2021
Дата публикации / Published 27.12.2021



ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ НОВОГО СОРТА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ МАРСИАНКА

Султанов Ф.С., Юдин А.А., ✉ Разина А.А., Габдрахимов О.Б.

*Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства –
филиал Иркутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук*
Иркутская область, с. Пивовариха, Россия
✉ e-mail: gnu_iniish@mail.ru

Представлены результаты изучения воздействия протравителей семян и гербицидов на урожайность и экономическую эффективность нового сорта яровой пшеницы Марсианка. Закладку опыта, наблюдения и учеты проводили по общепринятым методикам. В фазе кущения пшеницы распространенность корневой гнили была на 22% меньше в посевах с применением протравленных семян. В опыте более высокая сохранность урожая от болезни 77,5% и прибавка 0,38 т/га получены в варианте с препаратом Максим Плюс, ВСК с нормой 1,5 л/т. С помощью препаратов Максим Плюс, ВСК и Виал ТрасТ, ВСК (0,4 л/т) натура зерна возросла до 799 г/л, стекловидность – до 65,4%, масса 1000 семян – до 38,6 г, содержание белка – до 16,2%, количество клейковины в зерне – до 36,0%. Виал ТрасТ, ВСК обеспечил лучшие экономические показатели: чистый доход возрос на 23,3%, себестоимость 1 т зерна снизилась на 9,1% и рентабельность повысилась на 20,2%. Обработка посевов в фазу кущения баковой смесью гербицидов Ластик ТОП, МКЭ (доза 0,4 л/га) и Магnum, ВДГ (0,008 кг/га) позволила получить наивысшую в опыте урожайность 3,63 т/га при улучшенном качестве зерна (натурная масса 798 г/л, стекловидность 67,9%, белковость зерна 17,3%). Гербицид Ланцелот 450, ВДГ и баковая смесь Пума Супер 100, КЭ + Секатор Турбо, МД обеспечили массу 1000 зерен 38,1 г и количество клейковины 34,7%. Посевы, обработанные гербицидом Ланцелот 450, ВДГ, баковыми смесями Ластик ТОП, МКЭ + Магnum, ВДГ и Балерина, СЭ + Мортира, ВДГ, обеспечили наибольший чистый доход 15 200–15 300 р./га. Максимальная рентабельность 116,9% и минимальная себестоимость 3688,66 р./т получены от применения препарата Грэнери, ВДГ.

Ключевые слова: пшеница мягкая яровая (*Triticum aestivum* L.), сорт, средство защиты, химический препарат, продуктивность, качество зерна, рентабельность

PLANT PROTECTION OF A NEW VARIETY OF SPRING WHEAT MARSIANKA

Sultanov F.S., Yudin A.A., ✉ Razina A.A., Gabdrakhimov O.B.

*Irkutsk Research Institute of Agriculture - Branch of the Irkutsk Scientific Centre of the Siberian
Branch of the Russian Academy of Sciences*
Irkutsk region, Pivovarikhа, Russia
✉ e-mail: gnu_iniish@mail.ru

The results of the study of the effect of seed dressers and herbicides on the yield and economic efficiency of the new variety of spring wheat Marsianka are presented. The experimentation, observations and registrations were carried out according to generally accepted methods. In the tillering phase of wheat, the incidence of root rot was 22% lower in crops with dressed seed. In the experiment a higher retention of yield from the disease 77.5% and an increase of 0.38 t/ha were obtained in the variant with

the preparation Maxim Plus, VSK with the rate of 1.5 l/t. Using the preparations Maxim Plus, VSK and Vial TrasT, VSK (0.4 l/t), grain unit increased to 799 g/l, vitreousness - to 65.4%, 1000 seed weight - to 38.6 g, protein content - to 16.2%, gluten content in grain - to 36.0%. Vial TrasT, VSK provided better economic performance: net income increased by 23.3%, the cost per tonne of grain decreased by 9.1% and profitability increased by 20.2%. Crop treatment in tillering phase with a tank mixture of herbicides Lastik TOP, MKE (dose 0.4 l/ha) and Magnum, VDG (0.008 kg/ha) resulted in the highest yield in the experiment 3.63 t/ha with improved quality of grain (natural weight 798 g/l, vitreousness 67.9%, grain protein content 17.3%). The herbicide Lancelot 450, VDG and the tank mixture Puma Super 100, KE + Pruner Turbo, MD ensured a weight of 38.1 g and a gluten content of 34.7%. Crops treated with the herbicide Lancelot 450, VDG, the tank mixtures Lastik TOP, ME + Magnum, VDG and Balerina, SE + Mortira, VDG provided the highest net income of 15,200-15,300 p/ha. A maximum profitability of 116.9% and a minimum cost of 3,688.66 p/t were obtained from the use of Greneri, VDG.

Keywords: spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.), cultivar, protective agent, chemical preparation, productivity, grain quality, profitability

Для цитирования: Султанов Ф.С., Юдин А.А., Разина А.А., Габдрахимов О.Б. Защита растений нового сорта яровой пшеницы Марсианка // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 47–56. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-6>

For citation: Sultanov F.S., Yudin A.A., Razina A.A., Gabdrakhimov O.B. Plant protection of a new variety of spring wheat Marsianka. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 47–56. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-6>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Пшеница – важнейшая сельскохозяйственная культура, возделываемая почти по всей территории Российской Федерации и составляющая основу зернового комплекса страны, от развития которого напрямую зависит ее продовольственная безопасность [1].

Яровая пшеница в Восточной Сибири – основная зерновая культура, выращиваемая для получения растительного белка. Это обусловлено ее высокой технологичностью и продуктивностью, а также востребованностью в потреблении населением [2]. Задача технологий возделывания сельскохозяйственных культур, включая яровую пшеницу, – обеспечить высокую урожайность растений при оптимизации затрат труда и материально-финансовых средств на единицу качественной продукции¹. Реализовать потенциал новых сортов пшеницы в формировании урожая зерна высокого качества возможно путем включения в систему его производства технологий, обеспечивающих эффектив-

ное использование средств интенсификации земледелия (органических и минеральных удобрений, биопрепаратов и средств защиты растений от сорняков, вредителей и болезней), гарантирующих экологическую безопасность [3]. Современные методы ведения сельского хозяйства позволили значительно увеличить урожайность за последние 50 лет, в том числе и за счет химической борьбы с вредными организмами растений и использования новых сортов и гибридов [4].

Среди факторов, негативно влияющих на урожайность и качество сельскохозяйственных культур, в том числе и пшеницы, выделяется поражение растений болезнями [5]. Корневая гниль различной этиологии – вредоносное заболевание зерновых культур во всем мире. Возбудителями обыкновенной корневой гнили (root rot) в работах иностранных ученых по изучению контроля этого заболевания чаще всего отмечаются грибы родов *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Fusarium* [6, 7]. В Иркутской области корневая гниль также ежегодно наносит серьезный ущерб урожаю

¹Инновационные технологии в земледелии и растениеводстве Иркутской области. Научно-производственные рекомендации. Иркутск: ФГБОУ ВО «Иркутский ГАУ», 2021. 216 с.

яровой пшеницы. Основными возбудителями ее являются *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker. Syn.: *Helminthosporium sativum* Pammel, C.M. King et Bakke, *Helminthosporium sorokinianum* Sacc., *Drechslera sorokiniana* (Sacc.) Subram. Et P.C. Jain.; виды рода *Fusarium* (*F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. var. *culmorum*, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc. var. *avenaceum*, *F. oxysporum* Schltdl. var. *oxysporum*, *F. graminearum* Schwabe и др.). В прикорневой части стебля, корнях и ризосфере пшеницы встречаются виды рода *Alternaria* (комплекс видов *A. alternata* и др.) [8].

Формирование в округе кластеров по производству востребованной на мировом рынке экологически безопасной качественной зернопродукции возможно на основе комплексной химизации, в том числе гербицидной и фунгицидной защиты растений [9]. Роль сортовых особенностей в развитии корневых гнилей и листовостебельных болезней проявилась в меньшей пораженности корневой гнилью среднеспелых сортов в фазы кущения и молочно-восковой спелости зерна (на 31,0 и 23,4% соответственно) по сравнению со среднепоздними [10]. Зарубежные исследователи отмечают экономическую выгоду от протравливания семян фунгицидами [11]. В России экономическая целесообразность расширения объемов рациональной системы защиты зерновых культур подтверждается эффективностью использования пестицидов по показателю сохраненного урожая от вредителей, болезней и сорняков (32,1%) от потенциально возможного уровня предотвращения потерь урожая. При этом достигается относительно высокий уровень рентабельности (67,7%) по сравнению с общими показателями производства зерна (24,9%) [12]. Применение средств химической защиты позволяет стабилизировать фитосанитарную обстановку в агроценозе на 70–95%, снизив потери урожая от болезней, и обеспечить высокую продуктивность культуры [13, 14].

В типичных для лесостепной зоны Западной Сибири почвенно-климатических условиях использование фунгицидных протравителей семян по паровому предшествен-

нику обеспечивает достоверное повышение урожайности пшеницы на 2,5%, от протравителя и инсектицидов – на 14,4%, от комплекса фитосанитарных средств – на 24,4% [15]. Производители совершенствуют ассортимент фунгицидов, выпуская на рынок экологически безопасные препараты, которые при этом обладают высокой эффективностью в отношении целевых объектов [16].

Цель исследования – изучить действие фунгицидов и гербицидов на продуктивность, качество зерна и экономическую эффективность возделывания нового сорта яровой пшеницы Марсианка.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования выполняли в 2019, 2020 гг. на опытном поле Иркутского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Объект исследований – новый сорт яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) Марсианка. Изучены факторы влияния протравливания семян и гербицидной обработки.

Опыт по применению фунгицидов имел следующую схему:

- контроль (без обработки семян);
- БисолбиСан, Ж в норме 1 л/т;
- Оплот Трио, ВСК – 0,5 л/т;
- Грандсил Ультра, КС – 0,5 л/т;
- Максим Плюс, ВСК – 1,5 л/т;
- Виал ТрасТ, ВСК – 0,4 л/т.

Схема опыта по гербицидной обработке посевов содержала следующие варианты применения препаратов:

- контроль (без гербицидов);
- Грэнери, ВДГ в норме 0,025 кг/га;
- Ланцелот ТМ 450, ВДГ – 0,033 кг/га;
- Ластик ТОП, МКЭ – 0,5 л/га;
- Ластик ТОП, МКЭ – 0,4 л/га + Магнум, ВДГ – 0,008 кг/га;
- Балерина, СЭ – 0,4 л/га + Мортира, ВДГ – 0,015 кг/га;
- Пума Супер 100, КЭ – 0,6 л/га + Секатор Турбо, МД – 0,05 л/га;
- Пума Плюс, КЭ – 1,5 л/га.

Полевые опыты закладывали по чистому пару. Почва опытного участка серая лесная тяжелосуглинистая (по гранулометрическому составу) содержит 4,5–4,9% гумуса в па-

хотном слое (20–22 см), 0,27% общего азота (по Кьельдалю), 11,2–11,9 мг подвижного фосфора и 7,9–8,6 мг обменного калия на 100 г почвы (по Кирсанову), $pH_{\text{сол}}$ 4,6–4,9.

Посев сортов пшеницы проводили 10 мая с нормой высева 7 млн всхожих семян/га. Площадь делянок 75 м², повторность трехкратная. Размещение делянок систематическое со смещением в каждом повторении. Закладку опыта, наблюдения и учеты проводили по утвержденной методике². Учет засоренности осуществляли по методике Всероссийского института защиты растений³ перед обработкой гербицидами в фазе кущения сортов пшеницы и через 25 дней после нее на фиксированных пробных площадках (0,25 м²) по четыре повторения на одну делянку в каждой повторности. Учет урожайности в фазу полной спелости зерна производили после перерасчета на 14%-ю влажность и 100%-ю чистоту.

Метеорологические условия за годы наблюдений значительно отличались от средне-многолетних показателей. В жаркие и засушливые вегетационные периоды указанных лет осадков выпало на 9,8% ниже нормы, суммы активных температур воздуха превышали среднемноголетние значения на 29,7%.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Итоги полевого опыта по применению фунгицидов подтвердили, что изучаемые препараты заметно сдерживали поражение корневой гнилью, благотворно влияя на рост и развитие растений пшеницы. В фазу кущения распространенность заболевания в контрольном варианте (без протравливания семян) отмечена довольно высокой и составила 80,1% с индексом развития болезни 1,4 балла.

После обработки семян препарат Максим Плюс, ВСК в дозе 1,5 л/т оказался наиболее эффективным из всех, снизив распространенность и индекс развития заболевания в 3,6 и 3,5 раза соответственно. Химические протравители Грандсил Ультра, КС, 0,5 л/т и Оплот Трио, ВСК, 0,5 л/т незначительно уступили ему с показателями 25,6 и 28,2% соответственно (см. табл. 1). Биологический препарат БисолбиСан, Ж уменьшил степень пораженности болезнью лишь на 22,6%.

Распространенность заболевания в период полной спелости пшеницы превысила 98% и не подвергалась воздействию изучаемых препаратов. Относительно лучший эффект произвел Максим Плюс, ВСК (95,9%).

Табл. 1. Показатели корневой гнили в растениях нового сорта яровой пшеницы Марсианка при воздействии биологического препарата и химических протравителей, %

Table 1. Indicators of root rot in plants of a new spring wheat variety Marsianka affected by the biological preparation and chemical dressers, %

Распространенность корневой гнили по фазам вегетации	Протравитель (биологические и химические препараты)					
	Контроль (без обработки)	БисолбиСан, Ж, 1 л/т	Оплот Трио, ВСК, 0,5 л/т	Грандсил Ультра, КС, 0,5 л/т	Максим Плюс, ВСК, 1,5 л/т	Виал ТрасТ, ВСК, 0,4 л/т
	<i>Распространенность</i>					
Кущение	80,1	62,0	28,2	25,6	22,5	46,0
Полная спелость	97,0	97,2	98,0	96,4	95,9	98,1
Среднее по опыту	88,6	79,6	63,1	61,0	59,2	72,1
	<i>Индекс развития</i>					
Кущение	1,4	1,0	0,3	0,4	0,4	0,6
Полная спелость	1,6	1,4	1,6	1,5	1,8	1,7
Среднее по опыту	1,5	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2

²Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Госкомиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, 1989. 195 с.

³Методы учета вредных организмов. Рекомендации ВИЗР // Защита и карантин растений. 2002. № 2, 3. С. 49–54.

Результаты полевых исследований выявили, что наиболее действенным средством защиты растений от сорняков оказалась баковая смесь гербицидов Ластик ТОП, МКЭ и Магнум, ВДГ (81,9%). На статистически незначимую величину ей уступают гербицид Пума Плюс, КЭ и смесь Балерина, СЭ + Мортира, ВДГ. Самым неэффективным оказался гербицид Ластик ТОП, МКЭ, 0,5 л/га вне баковой смеси (см. табл. 2).

Сохранность урожая от болезней благодаря действию биологических и химических препаратов позволяет получить при-

бавку к контролю в размере от 0,07 т/га, или 2,5% – БисолбиСан, Ж до 0,38 т/га, или 13,6% – Максим Плюс, ВСК. Биологические препараты дали самую низкую прибавку к урожаю. Химическими протравителями семян обеспечена достоверная прибавка валового сбора зерна (см. табл. 3).

Улучшение сохранности урожая при посеве протравленными семенами сопровождалось повышением отдельных показателей качества зерна: натурная масса зерна – на 3–15 г/л, стекловидность – на 0,4–1,9%, масса 1000 семян – на 0,1–1,1 г, содержание

Табл. 2. Уровень засоренности посевов нового сорта яровой пшеницы Марсианка при обработке гербицидами и их баковыми смесями

Table 2. The level of weediness in crops of the new spring wheat variety Marsianka when treated with herbicides and their tank mixtures

Гербицид и баковая смесь, доза	Количество сорняков, шт./м ²		Биологическая эффективность, %
	до обработки	после обработки	
Контроль (без гербицидов)	74	80	–
Грэнери, ВДГ, 0,025 кг/га	72	14	80,5
Ланцелот 450, ВДГ, 0,033 кг/га	75	14	81,3
Ластик ТОП, МКЭ, 0,5 л/га	74	35	52,7
Ластик ТОП, МКЭ, 0,4 л/га + Магнум, ВДГ, 0,008 кг/га	72	13	81,9
Балерина, СЭ, 0,4 л/га + Мортира, ВДГ, 0,015 кг/га	76	14	81,6
Пума Супер 100, КЭ, 0,6 л/га + Секатор Турбо, МД, 0,05 л/га	74	15	79,7
Пума Плюс, КЭ, 1,5 л/га	71	13	81,7
Среднее	73,5	24,8	

Табл. 3. Урожайность и качество зерна нового сорта яровой пшеницы Марсианка при воздействии биологических препаратов и химических протравителей

Table 3. Yield and grain quality of the new spring wheat variety Marsianka affected by biological preparations and chemical disinfectants

Протравитель (биологические и химические препараты), доза	Урожайность, т/га	Натура зерна, г/л	Стекловидность, %	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %	
					белка	сырой клейковины
Контроль (без обработки)	2,79	784	63,5	37,5	15,2	33,1
БисолбиСан, Ж, 1 л/т	2,86	787	63,9	37,6	15,3	33,4
Оплот Трио, ВСК, 0,5 л/т	3,03	794	64,8	38,1	15,9	35,3
Грандсил Ультра, КС, 0,5 л/т	3,07	795	65,0	38,3	16,0	35,6
Максим Плюс, ВСК, 1,5 л/т	3,17	798	65,3	38,6	16,2	35,8
Виал ТрасТ, ВСК, 0,4 л/т	3,15	799	65,4	38,6	16,1	36,0
Среднее	3,00	792	64,6	38,1	15,8	34,7
НСР	0,27	66,1	5,74	0,74	1,28	2,45

белка – на 0,1–1,0% и количество клейковины в зерне – на 0,3–2,9%. Данный диапазон варьирования значений обусловлен разным воздействием изучаемых средств защиты растений, из которых Виал ТрасТ, ВСК и Максим Плюс, ВСК оказались самыми эффективными.

Обработка посевов пшеницы гербицидами и их баковыми смесями помогает сохранить урожай к уборке в большей степени и способствует достижению более высоких показателей продуктивности сорта и качества зерна (см. табл. 4).

Применение баковой смеси Ластик ТОП, МКЭ и Магнум, ВДГ, а также препарата Пума Плюс, КЭ позволило получить наиболее высокие прибавки урожайности – 0,43 и 0,42 т/га соответственно, или 13,4 и 13,1%. Из показателей качества зерна следует отметить, что значения натуре (798 г/л), стекловидности (67,9%) и белковости зерна (17,3%) оказались самыми лучшими в варианте с баковой смесью Ластик ТОП, МКЭ + Магнум, ВДГ. По массе 1000 зерен с одинаковой величиной 38,1 г выделились гербицид Ланцелот 450, ВДГ и баковая смесь Пума Супер 100, КЭ + Секатор Турбо, МД, последняя является еще и лучшей по содержанию сырой клейковины (34,7%).

Экономическая выгода от предпосевной обработки семян пшеницы сорта Марсианка изучаемыми препаратами достоверно подтверждается не только повышением уровня рентабельности от 98,9 до 118,9%, в зависимости от применяемого препарата, но и ростом чистого дохода от 11 100 до 13 690 р./га и снижением себестоимости продукции от 4021,5 до 3654,0 р./т. Значительно более высокие экономические показатели у химических протравителей семян. Причем наилучшие значения всех представленных экономических показателей обеспечил препарат Виал ТрасТ, ВСК с нормой 0,4 л/т (см. табл. 5). Биологическое средство защиты БисолбиСан, Ж принесло наименьшие в опыте чистый доход 11540 р./га (на 4,0% выше контроля), рентабельность (+ 2,9% к контролю) и себестоимость 1 т зерна 3965,0 р.

Несмотря на увеличение производственных затрат на выращивание зерна в связи с применением химических средств борьбы с сорняками, полученная выручка от прибавки урожая оправдывает вложенные расходы и обеспечивает рост экономических показателей.

Наибольший чистый доход (15,2–15,3 тыс. р./га) получен при обработке посевов гербицидом Ланцелот 450, ВДГ, баковы-

Табл. 4. Урожайность и качество зерна нового сорта яровой пшеницы Марсианка при обработке посевов гербицидами и их баковыми смесями

Table 4. Yield and grain quality of the new spring wheat variety Marsianka in crops affected with herbicides and their tank mixtures

Наименование гербицида или баковой смеси гербицидов, доза	Урожай- ность, т/га	Натура зерна, г/л	Сте- кловид- ность, %	Масса 1000 зерен, г	Содержание, %	
					белка	сырой клейко- вины
Контроль (без гербицидов)	3,20	787	65,8	36,9	15,9	32,6
Грэнери, ВДГ, 0,025 кг/га	3,44	792	66,7	37,8	16,5	33,8
Ланцелот 450, ВДГ, 0,033 кг/га	3,54	794	66,5	38,1	16,7	33,9
Ластик ТОП, МКЭ, 0,5 л/га	3,51	789	66,2	37,7	16,4	32,8
Ластик ТОП, МКЭ, 0,4 л/га + Магнум, ВДГ, 0,008 кг/га	3,63	798	67,9	37,8	17,3	34,6
Балерина, СЭ, 0,4 л/га + Мортира, ВДГ, 0,015 кг/га	3,58	791	67,2	38,0	16,9	34,4
Пума Супер 100, КЭ, 0,6 л/га + Секатор Турбо, МД, 0,05 л/га	3,49	793	67,6	38,1	17,1	34,7
Пума Плюс, КЭ, 1,5 л/га	3,62	796	66,9	37,9	17,0	34,8
Среднее	3,00	792	64,6	38,1	15,8	34,7
НСР	0,29	63,7	5,5	1,0	1,3	2,8

Табл. 5. Экономическая эффективность протравливания семян нового сорта яровой пшеницы Марсианка**Table 5.** Economic efficiency of seed treatment for the new spring wheat variety Marsianka

Протравитель (биологические и химические препараты), доза	Условно чистый доход, р./га	Себестоимость 1 т зерна, р.	Уровень рентабельности, %
Контроль (без обработки)	11 100	4021,5	98,9
БисолбиСан, Ж, 1 л/т	11 540	3965,0	101,8
Оплот Трио, ВСК, 0,5 л/т	12 570	3851,5	107,7
Грандсил Ультра, КС, 0,5 л/т	13 040	3752,4	113,2
Максим Плюс, ВСК, 1,5 л/т	13 260	3817,0	109,6
Виал ТрасТ, ВСК, 0,4 л/т	13 690	3654,0	118,9
Среднее	12 533	3843,6	108,4

Табл. 6. Экономическая эффективность обработки посевов нового сорта яровой пшеницы Марсианка гербицидами и их баковыми смесями**Table 6.** Economic efficiency of dressing the crops of the new spring wheat variety Marsianka with herbicides and their tank mixtures

Наименование гербицида или баковой смеси гербицидов, доза	Условно чистый доход, р./га	Себестоимость 1 т зерна, р.	Уровень рентабельности, %
Контроль (без гербицидов)	13 176	3882,50	106,1
Грэнери, ВДГ, 0,025 кг/га	14 831	3688,66	116,9
Ланцелот 450, ВДГ, 0,033 кг/га	15 233	3696,89	116,4
Ластик ТОП, МКЭ, 0,5 л/га	13 984	4015,95	99,2
Ластик ТОП, МКЭ, 0,4 л/га + Магнум, ВДГ, 0,008 кг/га	15 227	3805,23	110,2
Балерина, СЭ, 0,4 л/га + Мортира, ВДГ, 0,015 кг/га	15 343	3714,25	115,4
Пума Супер 100, КЭ, 0,6 л/га + Секатор Турбо, МД, 0,05 л/га	13 246	4204,58	90,3
Пума Плюс, КЭ, 1,5 л/га	13 820	4182,32	91,3
Среднее	14 358	3898,80	105,7

ми смесями Ластик ТОП, МКЭ + Магнум, ВДГ и Балерина, СЭ + Мортира, ВДГ. В отношении максимальной рентабельности производства (116,9%) и минимальной себестоимости 1 т зерна (3688,66 р.) отличился препарат Грэнери, ВДГ за счет наименьших затрат на его приобретение (см. табл. 6).

ВЫВОДЫ

1. Интенсивность роста и развития растений, продуктивность, качество зерна и экономическая эффективность возделывания нового сорта яровой пшеницы Марсианка в значительной мере зависят от применения средств защиты (протравителей

семян и гербицидов). По эффективности воздействия (степени снижения заболеваемости и сохранности растений к уборке) химические протравители в 2 раза превосходят биологические препараты.

2. Биологическая эффективность баковой смеси Ластик ТОП, МКЭ + Магнум, ВДГ в посевах пшеницы составила 81,9%. Ее превосходство над баковой смесью Балерина, СЭ + Мортира, ВДГ и гербицидов Пума Плюс, КЭ является статистически незначимым.
3. Наибольший сбор качественного зерна (3,15 и 3,17 т/га) получен при предпосевном протравливании семян препаратами

Максим Плюс, ВСК с нормой 1,5 л/т и Виал ТрасТ, ВСК – 0,4 л/т. Росту продуктивности сопутствовало повышение качества зерна: натура зерна увеличилась до 15 г/л, стекловидность – на 0,4–1,9%, масса 1000 семян – на 0,1–1,1 г, содержание белка – на 0,1–1,0% и количество клейковины в зерне – на 0,3–2,9%. Обработка посевов в фазу кушения баковой смесью гербицидов Ластик ТОП, МКЭ, 0,4 л/га и Магнум, ВДГ в дозе 0,008 кг/га позволила получить наивысшую в опыте урожайность 3,63 т/га при улучшенных качественных показателях зерна: натурная масса – 798 г/л, стекловидность – 67,9% и содержание белка в зерне – 17,3%. Самыми высокими показателями массы 1000 зерен (38,1 г) и количества клейковины (34,7%) у пшеницы отмечены варианты с гербицидом Ланцелот 450, ВДГ и баковой смесью Пума Супер 100, КЭ + Секатор Турбо, МД.

4. Экономическое преимущество предпосевной обработки семян пшеницы сорта Марсианка исследуемыми химическими средствами защиты доказано достоверным ростом чистого дохода на 23,3%, снижением себестоимости продукции на 9,1% и повышением рентабельности на 20,2%. Наилучшие значения всех отмеченных экономических показателей обеспечил препарат Виал ТрасТ, ВСК с нормой 0,4 л/т. Превышение показателя чистого дохода над контрольным вариантом от применения биологического препарата БисолбиСан, Ж составило всего 4,0%.
5. Химические средства борьбы с сорняками обеспечивают дополнительную прибыль от повышения урожайности и получения качественной продукции. Наибольший чистый доход (15,2–15,3 тыс. р./га) получен с посевов, обработанных гербицидом Ланцелот 450, ВДГ, баковыми смесями Ластик ТОП, МКЭ + Магнум, ВДГ и Балерина, СЭ + Мортира, ВДГ. Препарат Грэнери, ВДГ максимально поднял рентабельность до 116,9% и удешевил производство 1 т зерна до 3688,66 р. благодаря меньшей стоимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Милащенко Н.З., Трушкин С.В. Резервы производства высококачественного зерна пшеницы в российском земледелии // Земледелие. 2018. № 7. С. 30–33.
2. Келер В.В., Хиженяк С.В. Аспекты повышения продуктивности и рентабельности производства зерна яровой пшеницы в Красноярском крае // Вестник КрасГАУ. 2019. № 6 (147). С. 28–34.
3. Журавлева Е.В., Милащенко Н.З., Сапожников С.Н., Трушкин С.В. Система увеличения производства высококачественного зерна пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 3. С. 7–10.
4. Ramakrishna W., Yadav R., Li K. Plant growth promoting bacteria in agriculture: Two sides of a coin // Applied Soil Ecology, 2019, no. 138, pp. 10–18.
5. Санин С.С. Адаптивная защита растений – важнейшее звено современного растениеводства // Защита и карантин растений. 2019. № 2. С. 3–8.
6. Mavrodi O.V., Walter N., Elateek S., Taylor C.G., Okubara P.A. Suppression of *Rhizoctonia* and *Pythium* root rot of wheat by new strains of *Pseudomonas* // Biological Control, 2012, vol. 62, no. 2, pp. 93–102.
7. Wang L.-Y., Xie Y.-S., Cui Y.-Y., Xu J., He W., Chen H.-G., Guo J.-H. Conjunctively screening of biocontrol agents (BCAs) against fusarium root rot and fusarium head blight caused by *Fusarium graminearum* // Microbiological Research, 2015, vol. 177, pp. 34–42.
8. Разина А.А., Дятлова О.Г. Сидеральный пар – агроприем для снижения распространения корневой гнили // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 6. С. 5–12.
9. Першукевич П.М., Тю Л.В., Гриценко Г.М. Проблемы и перспективы развития зерновой отрасли и рынка зерна в Сибирском федеральном округе // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 10. С. 5–8.
10. Власенко Н.Г., Егорычева М.Т., Иванова И.А. Влияние технологии возделывания на пораженность болезнями новых сортов яровой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. Т. 47. № 1. С. 56–63.
11. Jarroudi M.E., Kouadio L., Beyer M., Junk J., Hoffmann L., Tychon B., Maraite H., Bock C.H.,

- Delfosse Ph.* Economics of a decision-support system for managing the main fungal diseases of winter wheat in the Grand-Duchy of Luxembourg // *Field Crops Research*, 2015, vol. 172, pp. 32–41.
12. Захаренко В.А. Экономическая целесообразность системы защиты зерновых культур в России // *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т. 32. № 7. С. 5–8.
 13. Санин С.С., Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Карлова Л.В., Корнева Л.Г., Рулева О.М., Санин Ст.С. Технологии интенсивного зернопроизводства и защита растений // *Защита и карантин растений*. 2021. № 5. С. 9–16.
 14. Кекало А.Ю., Немченко В.В., Заргарян Н.Ю., Филиппов А.С., Козлова Т.А. Современный подход к вопросу защиты пшеницы от болезней и вредителей // *Земледелие*. 2020. № 5. С. 41–45.
 15. Слободчиков А.А. Эффективность защиты сортов яровой пшеницы от вредных организмов // *Земледелие*. 2019. № 2. С. 45–47.
 16. Глазунова Н.Н., Безгина Ю.А., Устинов Д.В., Мазницына Л.В. Биологическая эффективность фунгицидов в посевах озимой пшеницы в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края // *Вестник АПК Ставрополя*. 2018. Т. 3. № 31. С. 66–70.
- ## REFERENCES
1. Milaschenko N.Z., Trushkin S.V. Reserves of production of high-quality wheat grain in Russian agriculture. *Zemledelie = Zemledelie*, 2018, no. 7, pp. 30–33. (In Russian).
 2. Keler V.V., Khizhnyak S.V. The aspects of productivity and profitability increasing in spring wheat grain production in Krasnoyarsk region. *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KrasGAU*, 2019, vol. 147, no. 6, pp. 28–34. (In Russian).
 3. Zhuravleva E.V., Milashchenko N.Z., Sapozhnikov S.N., Trushkin S.V. System for increasing the production of high-quality wheat. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2020, vol. 34, no. 3, pp. 7–10. (In Russian).
 4. Ramakrishna W., Yadav R., Li K. Plant growth promoting bacteria in agriculture: Two sides of a coin. *Applied Soil Ecology*, 2019, no. 138, pp. 10–18.
 5. Sanin S.S. Adaptive plant protection is the most important link in modern crop production. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2019, no. 2, pp. 3–8. (In Russian).
 6. Mavrodi O.V., Walter N., Elateek S., C.G. Taylor, Okubara P.A. Suppression of *Rhizoctonia* and *Pythium* root rot of wheat by new strains of *Pseudomonas*. *Biological Control*, 2012, vol. 62, no. 2, pp. 93–102.
 7. Wang L.-Y., Xie Y.-S., Cui Y.-Y., Xu J., He W., Chen H.-G., Guo J.-H. Conjunctively screening of biocontrol agents (BCAs) against fusarium root rot and fusarium head blight caused by *Fusarium graminearum*. *Microbiological Research*, 2015, vol. 177, pp. 34–42.
 8. Razina A.A., Dyatlova O.G. Green-manured fallow is an agricultural technique for reducing root rot propagation. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2016, no. 6, pp. 5–12. (In Russian).
 9. Pershukevich P.M., Tyu L.V., Gritsenko G.M. Problems and prospects for the development of the grain industry and the grain market in the Siberian Federal District. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2019, vol. 33, no. 10, pp. 5–8. (In Russian).
 10. Vlasenko N.G., Egorycheva M.T., Ivanova I.A. Influence of cultivation technology on affection of new spring wheat varieties with diseases. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2017, vol. 47, no. 1, pp. 56–63. (In Russian).
 11. Jarroudi M.E., Kouadio L., Beyer M., Junk J., Hoffmann L., Tychon B., Maraite H., Bock C.H., Delfosse Ph. Economics of a decision-support system for managing the main fungal diseases of winter wheat in the Grand-Duchy of Luxembourg. *Field Crops Research*, 2015, vol. 172, pp. 32–41.
 12. Zakharenko V.A. Economic expediency of the system of grain crop protection in Russia. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2018, vol. 32, no. 7, pp. 5–8. (In Russian).
 13. Sanin S.S., Sandukhadze B.I., Mamedov R.Z., Karlova L.V., Korneva L.G., Ruleva O.M., Sanin St.S. Technologies of intensive grain production and plant protection. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2021, no. 5, pp. 9–16. (In Russian).
 14. Kekalo A.Yu., Nemchenko V.V., Zargaryan N.Yu., Filippov A.S., Kozlova T.A. A mod-

- ern approach to the wheat protection from diseases and pests. *Zemledelie = Zemledelie*, 2020, no. 5, pp. 41–45. (In Russian).
15. Slobodchikov A.A. Efficiency of protection of spring wheat varieties from pests. *Zemledelie = Zemledelie*, 2019, no. 2, pp. 45–47. (In Russian).
16. Glazunova N.N., Bezgina Yu.A., Ustimov D.V., Maznitsyna L.V. Biological efficiency of fungicides in winter wheat sows in the conditions of the zone of the unstable humidification of the Stavropol territory. *Vestnik APK Stavropol'ya = Agricultural Bulletin of Stavropol Region*, 2018, vol. 31, no. 3, pp. 66–70. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Султанов Ф.С., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Юдин А.А., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

✉ **Разина А.А.**, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 664511, Иркутская область, Иркутский район, с. Пивовариха, ул. Дачная, 14; e-mail: gnu_iniish_@mail.ru

Габдрахимов О.Б., старший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

Fanil S. Sultanov, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Alexey A. Yudin, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

✉ **Alfia A. Razina**, Candidate of Science in Biology, Assistant Professor, Senior Researcher; **address:** 14, Dachnaya St., Pivovarikha, Irkutsk district, Irkutsk region, 664511, Russia; e-mail: gnu_iniish@mail.ru

Oleg B. Gabdrakhimov, Senior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 23.09.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 15.11.2021
Дата публикации / Published 27.12.2021

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОРНО-ПОЛЕВОЙ ФЛОРЫ ПРИМОРСКОГО КРАЯ В 2016–2020 гг.

✉ Мороховец Т.В., Мороховец В.Н., Вострикова С.С., Басай З.В., Скорик Н.С.,
Маркова Е.С., Баймуханова А.А.

*Дальневосточный научно-исследовательский институт защиты растений –
филиал Федерального научного центра агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки*
Приморский край, с. Камень-Рыболов, Россия

✉ e-mail: dalniizr@mail.ru

Представлены результаты изучения сорного компонента агроценозов сои, ранних зерновых культур и кукурузы в Приморском крае. Всего в 2016–2020 гг. обнаружено 111 видов сорных растений, относящихся к 35 семействам. По сравнению с результатами обследований посевов сельскохозяйственных культур, проведенных в 2006–2015 гг., общее количество выявленных видов увеличилось на 23. Наибольшее количество видов принадлежит семействам Asteraceae (24), Poaceae (15), Polygonaceae (11), Fabaceae (9), Brassicaceae (8), Caryophyllaceae (7) и Lamiaceae (5). Остальные 26 семейств представлены 1–3 видами каждое. Впервые обнаружены сорняки-представители семейств Scrophulariaceae, Violaceae, Lythraceae, Onagraceae, Asclepiadaceae и Boraginaceae. Наибольшим оказался флористический состав соевых агроценозов – 108 сорных видов 31 семейства. В посевах зерновых культур и кукурузы разнообразие сорняков отмечено менее значительным – 75 видов 22 семейств и 72 вида 25 семейств соответственно. Сорная растительность во всех указанных культурах представлена 62 видами 19 семейств. Основными сорными видами, которые произрастали на 97–99% обследуемой территории при достаточно высокой средней густоте стояния (21–61 шт./м²), оказались акалифа южная, ежовник обыкновенный (просо куриное) и амброзия полыннолистная. Также более чем на половине обследованных посевов сои, зерновых культур и кукурузы присутствовали шерстняк мохнатый, осот полевой, пырей ползучий, марь белая, виды полыни, хвощ полевой, бодяк щетинистый, коммелина обыкновенная и щетинник малорослый. Практические мероприятия по защите от сорных растений в Приморском крае должны быть в первую очередь нацелены на контролирование этих видов.

Ключевые слова: сельскохозяйственная культура, обследование посевов, засоренность, сорное растение, вид, видовой состав, встречаемость, плотность засорения

RESULTS OF THE STUDY OF THE WEED-FIELD FLORA OF PRIMORSKY TERRITORY IN 2016-2020

✉ Morokhovets T.V., Morokhovets V.N., Vostrikova S.S., Basai Z.V., Skorik N.S.,
Markova E.S., Baymukhanova A.A.

*The Far Eastern Research Institute of Plant Protection – Branch of Federal Scientific Center
of Agricultural Biotechnology of the Far East named after A.K. Chaiki*
Kamen-Rybolov, Primorsky Territory, Russia

✉ e-mail: dalniizr@mail.ru

The results of the study of the weed component of soybean, early grain crops and maize agroecosystems in Primorsky Territory are presented. In total, 111 species of weeds belonging to 35 families were found during the period from 2016 to 2020. Compared with the results of crop surveys conducted in 2006-2015, the total number of species detected has increased by 23. The largest number of species belongs to the families Asteraceae (24), Poaceae (15), Polygonaceae (11), Fabaceae (9), Brassicaceae (8), Caryophyllaceae (7) and Lamiaceae (5). The remaining 26 families were represented by 1-3 species each. For the first time weeds-representatives of the families Scrophulariaceae, Violaceae, Lythraceae, Onagraceae, Asclepiadaceae and Boraginaceae have been discovered. The floristic composition of soybean agroecosystems was the highest with 108 weed species from 31 families. In cereal and maize crops, weed diversity was less significant, with 75 species in 22 families

and 72 species in 25 families, respectively. Weed vegetation in all the above crops is represented by 62 species of 19 families. The main weed species that grew on 97-99% of the surveyed territory with a sufficiently high average density of standing (21-61 pcs/m²) were Asian copperleaf, cocksbur grass and common ragweed. Also, more than half of the surveyed crops of soybeans, cereals and corn were hairy cupgrass, perennial sow thistle, common couch-grass, common lamb's quarters, wormwood species, field horsetail, yellow thistle, dayflower and yellow foxtail. Practical measures to protect against weeds on the Primorsky Territory should be primarily aimed at controlling these species.

Keywords: agricultural crop, crops inspection, weed contamination, weed plant, species, species composition, occurrence, density of contamination

Для цитирования: Мороховец Т.В., Мороховец В.Н., Вострикова С.С., Басай З.В., Скорик Н.С., Маркова Е.С., Баймуханова А.А. Результаты изучения сорно-полевой флоры Приморского края в 2016–2020 гг. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 57–67. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-7>

For citation: Morokhovets T.V., Morokhovets V.N., Vostrikova S.S., Basai Z.V., Skorik N.S., Markova E.S., Baymukhanova A.A. Results of the study of the weed-field flora of Primorsky Territory in 2016-2020. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 57–67. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-7>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Дальневосточный федеральный округ (ДФО) занимает 36% площади Российской Федерации. К южным территориям ДФО относятся Амурская область, Еврейская АО, Хабаровский и Приморский края, где расположено 77% дальневосточных сельскохозяйственных угодий и 92% пашни [1]. В Приморском крае за последние 5 лет посевные площади увеличились на 26,6 тыс. га и в 2020 г. достигли 449,2 тыс. га. В 2020 г. почти 62% посевной площади края занято посевами соевых бобов, 7,6% – яровыми зерновыми и 15,7% – кукурузой на зерно¹.

Темпы развития сельскохозяйственного производства в Приморье до настоящего времени не соответствуют росту потребностей в продовольствии и сырье. Серьезным препятствием в получении высоких и стабильных урожаев выращиваемых культур является значительная засоренность полей, определяемая особенностями местного муссонного климата.

Основной вред, причиняемый сорными растениями, состоит в резком снижении урожайности сельскохозяйственных культур

и ухудшении качества получаемой продукции в результате межвидовой конкуренции за основные факторы жизни – воду, свет и питательные вещества [2]. Например, по данным ВНИИ масличных культур, вынос питательных веществ надземной массой амброзии полыннолистной (20 шт./м², или 5 т/га) составляет: азота – 135 кг/га, фосфора – 40 кг/га, калия – 157 кг/га [3]. В России потенциальные риски снижения урожайности зерновых культур от сорной растительности ежегодно в среднем равняются 15,5%, сои – 16,5%. В 2017–2019 гг. потери урожая от распространения сорняков в агроэкосистемах в среднем по стране составили 16,1% [4].

Научно-информационную основу для разработки и реализации практических мероприятий по защите растений составляют результаты фитосанитарного мониторинга в сочетании с диагностикой и прогнозом развития и распространения вредных организмов в агроценозах. Мониторинговые исследования обеспечивают аграрный сектор актуальной фитосанитарной информацией, в том числе данными о засоренности посевов [5, 6].

¹Посевные площади сельскохозяйственных культур Приморского края: Статистический сборник / Приморскстат. Владивосток, 2021. 99 с.

Видовой состав сорных растений, их численность, распространение в агроценозах находятся в постоянной динамике, определяемой климатическими изменениями, и непосредственно зависят от сезонных погодных условий и ряда антропогенных факторов. На территории агроэкосистемы или севооборота произрастает большое количество видов сорных растений, которые под воздействием особенностей технологий возделывания по-разному проявляют себя в разных культурах, последовательно возделываемых на одном и том же контуре поля. Таким образом, засоренность посевов сельскохозяйственных культур определяется рядом факторов, среди которых основными являются особенности технологии возделывания и почвенно-климатические условия [7].

В настоящее время в России на регулярной основе гербологические исследования проводятся в основном в Московской, Ленинградской, Новгородской, Псковской, Челябинской областях, Краснодарском и Приморском краях. Изучаются сукцессии сорных растений в агрофитоценозах важнейших сельскохозяйственных культур, выясняются связи этих процессов с реализуемыми агротехнологиями и характерными для регионов почвенно-климатическими условиями. Выделяются наиболее распространенные и (или) вредоносные, экономически значимые сорные виды и предлагаются способы их эффективного контролирования [8–15].

Цель исследования – гербологическая оценка современного состояния посевов основных сельскохозяйственных культур Приморского края.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Мониторинговые исследования проводили ежегодно в 2016–2020 гг. в десяти административных районах Приморского края в соответствии с утвержденной инструкцией². Сплошные обследования посевов сельскохозяйственных культур суммарной площадью около 20 тыс. га первый раз в сезоне

осуществляли в период массового появления основных видов сорняков (II–III декады июня). Каждое поле проходили по диагонали, равномерно накладывая учетные рамки площадью 0,25 м², внутри которых подсчитывали количество сорных растений каждого вида отдельно. Определение видовой принадлежности сорняков проводили по изданиям [16, 17]. Второй раз за сезон посеvy обследовали в августе для подтверждения данных первого учета и получения итоговой информации о сорном компоненте агрофитоценозов.

Степень общей засоренности посевов определяли по шкале, предложенной В.В. Исаевым: количество сорняков до 5 шт./м² – очень слабая; 5,1–15,0 – слабая; 15,1–50,0 – средняя; 50,1–100,0 – сильная и более 100 шт./м² – очень сильная [18].

Встречаемость каждого сорного вида рассчитывали по формуле

$$V = \frac{a \times 100\%}{n},$$

где V – встречаемость вида на обследуемой территории, a – число обследованных местообитаний, на которых зарегистрирован вид, n – общее число обследованных местообитаний [19]. Сорные виды, различающиеся по частоте обнаружения, распределяли по группам. Выделяли преобладающие виды сорняков с высокой встречаемостью на всей обследованной площади и (или) в посевах отдельных культур.

Среднюю плотность произрастания (густоту стояния) сорняков рассчитывали с учетом общей площади обследованных посевов по формуле

$$СП = \frac{\sum_{i=1}^n Pi \times Si}{\sum_{i=1}^n Si},$$

где СП – средняя плотность произрастания вида, Pi – густота стояния растений этого вида на поле (штук на квадратный метр по-

²Инструкция по определению полей, многолетних насаждений, культурных сенокосов и пастбищ. М.: Агропромиздат, 1986. 15 с.

сева), S_i – площадь обследованного поля, n – общее количество обследованных полей³.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Фитосанитарный мониторинг посевов сельскохозяйственных культур в Приморском крае, проведенный в 2016–2020 гг., выявил высокий уровень общей засоренности сои, ранних зерновых культур (пшеница, ячмень, овес) и кукурузы (см. табл. 1).

Основной характеристикой сорной флоры является ботанический спектр слагающих ее видов. Ранее в результате исследований, проведенных сотрудниками ДВНИИЗР в 2006–2015 гг. в четырех природно-климатических зонах Приморского края в посевах основных сельскохозяйственных культур (соя, яровые зерновые и кукуруза), зарегистрировано 88 видов сорных растений 29 семейств. В посевах сои обнаружено 80 видов. В агроценозах ранних зерновых культур и кукурузы отмечены 73 и 52 вида соответственно. Наиболее часто встречающимися сорняками, ежегодно регистри-

руемыми на 70–100% обследованных площадей, оказались ежовник обыкновенный *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv, акалифа южная *Acalypha australis* L., осот полевой *Sonchus arvensis* L., марь белая *Chenopodium album* L., амброзия полыннолистная *Ambrosia artemisiifolia* L. и бодяк щетинистый *Cirsium setosum* (Willd.) Vieb⁴. Эти же виды отличались высокой плотностью произрастания, встречаясь на обследованных полях в максимальных количествах, а также были наиболее широко и обильно представлены в посевах всех сельскохозяйственных культур [15].

В 2016–2020 гг. на обследованных площадях обнаружено 111 видов сорных растений, относящихся к 33 ботаническим семействам. Наибольшее количество видов (24) принадлежит семейству астровые Asteraceae Dumort. Далее, в порядке убывания по количеству представленных видов, располагаются семейства мятликовые Poaceae Barnhart (15 видов), спорышовые Polygonaceae Juss. (11), бобовые Fabaceae Lindl. (9), капустовые Brassicaceae Burnett (8), гвоздиковые Caryophyllaceae Juss. (7), яснотковые Lamiaceae Lindl. (5), вьюнковые Convolvulaceae Juss. и розовые Rosaceae Juss. – по три вида. Первоцветовые Primulaceae Vent. и мальвовые Malvaceae Juss. были представлены двумя видами каждый, остальные 22 семейства – одним видом.

Видовой состав сорной растительности в большой мере зависит от особенностей биологии и технологии возделывания культур. Наиболее широким оказался флористический состав соевых агроценозов – 108 сорных видов 31 семейства. В посевах зерновых культур и кукурузы разнообразие сорняков отмечено менее значительным – 75 видов 22 семейств и 72 вида 25 семейств соответственно. Все указанные культуры засорены растениями 62 видов 19 семейств.

Табл. 1. Общая засоренность сельскохозяйственных культур в Приморском крае (среднее за 2016–2020 гг.), % от обследованной площади

Table 1. Total weed contamination of agricultural crops in Primorsky Territory (average for 2016–2020), % of the area studied

Культура	Степень засоренности				
	очень слабая	слабая	средняя	сильная	очень сильная
Соя	0,8	–	4,3	22,6	72,3
Ранние зерновые	–	–	9,5	17,8	72,7
Кукуруза	–	–	16,5	35,5	48,0
Вся обследованная площадь	0,6	–	6,0	26,8	66,6

³Вострикова С.С., Мороховец В.Н., Мороховец Т.В., Басай З.В., Штерболова Т.В. Динамика сорного компонента соевых агроценозов Приморского края // Научное обеспечение производства сои: проблемы и перспективы Благовещенск: ООО ИПК «ОДЕОН», 2018. С. 131–140.

⁴Мороховец Т.В., Мороховец В.Н., Вострикова С.С., Басай З.В., Штерболова Т.В. Оценка частоты встречаемости сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур Приморского края // Защита зерновых культур от болезней, вредителей, сорняков: достижения и проблемы. Большие Вяземы, 2016. С. 141–156.

При рассмотрении соотношения групп сорняков выяснено, что двудольные растения значительно превосходят по численности однодольные – 92 вида (84% от общего зарегистрированного количества) против 19. Среди двудольных сорняков 55 видов являются малолетними растениями и 37 – многолетними. Однодольные сорняки представлены 10 малолетними и 9 многолетними видами. Преобладающей группой в ценозах сои, яровых зерновых культур и кукурузы были малолетние двудольные виды. В частности, в посевах сои соотношение малолетних и многолетних двудольных видов составило 54: 35, в посевах ранних зерновых культур – 39: 25 и кукурузы – 37: 26. В соевых агроценозах отмечено 10 малолетних и 9 многолетних видов однодольных сорняков. Зерновые культуры и кукурузу засоряли по 6 видов малолетних однодольных, а также – по 5 и 3 многолетних однодольных вида соответственно.

Основными сорными растениями, которые произрастали на 97–99% обследуемой территории при достаточно высокой средней густоте стояния (21–61 шт./м²), оказались акалифа южная, ежовник обыкновенный (просо куриное) и амброзия полыннолистная (см. табл. 2). Совокупно без учета других сорняков 3 вида растений формировали сильную (в среднем – 73,6 шт./м²) засоренность кукурузы и очень сильную (120,3–150,6 шт./м²) – зерновых культур и сои. В посевах сои количественно доминировали акалифа южная и ежовник обыкновенный. Амброзией полыннолистной с максимальной густотой стояния были засорены зерновые культуры. Минимальная суммарная засоренность акалифой южной, ежовником обыкновенным и амброзией полыннолистной выявлена в посевах кукурузы.

Также на всей обследуемой площади с высокой встречаемостью (в среднем более 50%) обнаружены шерстняк мохнатый *Eriochloa villosa* (Thunb. ex Murray) Kunth, осот полевой, пырей ползучий *Elytrigia repens* (L.) Nevski, марь белая, виды полыни (обыкновенная *Artemisia vulgaris* L., красноножковая *A. rubripes* Nakai, Сиверса *A. sieversiana* Willd.), хвощ полевой *Equisetum arvense* L., бодяк щетинистый, комме-

лина обыкновенная *Commelina communis* L. и щетинник малорослый (сизый) *Setaria pumila* (Poir.) Schult. (*S. glauca* (L.) Beauv.). Практически все перечисленные виды получили широкое распространение в посевах сои, зерновых культур и кукурузы. С частотой встречаемости ниже 50% обнаружены только хвощ полевой в посевах ранних зерновых (48%) и щетинник малорослый в кукурузе (48%). Средняя численность большинства видов данной группы в посевах сельскохозяйственных культур равнялась 1,51–13,03 шт./м². В количестве менее 1 шт./м² зарегистрированы бодяк щетинистый на ранних зерновых и полынь (виды) – в посевах кукурузы.

На 20–50% обследованных полей встречались канатник Теофраста *Abutilon theophrasti* Medik., щавельник курчавый *Rumex crispus* L., чистец шероховатый *Stachys aspera* Michx., виды клевера (луговой или красный *Trifolium pratense* L., люпиновый *T. lupinaster* L., полевой *T. campestre* Schreb., ползучий или белый *T. repens* L., гибридный (розовый или шведский) *T. hybridum* L., пашенный *T. arvense* L.), гибискус тройчатый *Hibiscus trionum* L., подорожник топяной *Plantago uliginosa* F.W. Schmidt, щетинник зеленый *Setaria viridis* (L.) Beauv., трехребросемянник продырявленный *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip., горец пятнистый (почечуйный) *Persicaria maculosa* S.F. Gray, жерушник болотный *Rorippa palustris* (L.) Bess., сизгезбекия пушистая *Sigesbeckia pubescens* Makino, тростник обыкновенный *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., череда трехраздельная *Bidens tripartita* L., соя дикая *Glycine soja* Siebold et Zucc., горошек мышиный *Vicia cracca* L. и одуванчик монгольский *Taraxacum mongolicum* Hand-Mazz. Плотность засорения культур видами из данной группы была незначительной и в среднем за 5 лет составила менее одного растения на квадратный метр посева. Но в отдельные годы средний показатель численности от 3 до 5 шт./м² отмечался у щавельника курчавого, жерушника болотного, сизгезбекии пушистой в посевах сои, гибискуса тройчатого, щетинника зеленого, видов клевера и щавельника курчавого – в посевах ранних зерновых. Максимальное количество

Табл. 2. Основные засорители посевов сельскохозяйственных культур в Приморском крае (среднее за 2016–2020 гг.)
Table 2. The main weeds of crops in Primorsky Territory (average for 2016-2020)

Сорное растение	Встречаемость, %				Обилие, шт./м ²			
	в посевах всех культур		в том числе в посевах ранних зерновых		в посевах всех культур		в том числе в посевах ранних зерновых	
	сои	ранних зерновых	кукурузы	сои	ранних зерновых	сои	ранних зерновых	
Акалифа южная	99	98	100	70,44	36,14	70,44	36,14	32,26
Ежовник обыкновенный, куриное просо	98	100	100	52,08	52,90	59,52	52,90	23,18
Амброзия полыннолистная	97	98	100	20,87	31,27	20,64	31,27	18,12
Шерстняк мохнатый	86	79	68	9,05	5,51	9,47	5,51	9,61
Осот полевой	83	85	76	4,60	5,84	5,27	5,84	2,44
Пырей ползучий	77	63	67	13,03	2,98	15,09	2,98	9,38
Марь белая	75	67	71	7,06	5,25	8,78	5,25	1,59
Полынь, виды	69	55	58	1,51	0,94	1,74	0,94	0,20
Хвощ полевой	69	48	82	5,55	3,56	8,13	3,56	7,19
Бодяк щетинистый	69	58	80	2,01	0,69	1,82	0,69	3,50
Коммелина обыкновенная	62	58	77	2,40	2,71	1,84	2,71	4,39
Щетинник малорослый, сизый	54	61	48	2,29	5,23	1,64	5,23	1,22
Канадник Теофраста	48	53	36	0,74	0,59	0,71	0,59	0,87
Щавельник курчавый	43	34	40	1,72	0,84	2,10	0,84	0,68
Чистец шероховатый	37	37	41	0,70	0,35	0,82	0,35	0,53
Клевер, виды	37	53	16	0,39	1,04	0,45	1,04	0,08
Гибискус тройчатый	32	29	44	1,05	1,95	0,67	1,95	1,16
Подорожник топяной	32	41	22	0,53	0,37	0,57	0,37	0,18
Щетинник зеленый	31	48	14	0,49	1,22	0,48	1,22	0,24
Трехребросемянник продырявленный	30	36	18	0,37	0,34	0,40	0,34	0,39
Горец пятнистый, горец почечуйный	28	25	40	0,42	0,27	0,43	0,27	0,48
Жерушник болотный	28	18	19	1,17	0,52	1,42	0,52	0,17
Сигезбекия пушистая	28	19	16	1,04	0,37	1,35	0,37	0,19
Тростник обыкновенный	27	14	12	0,70	0,23	0,73	0,23	0,63

Окончание табл. 2	26	26	29	22	0,72	0,80	0,39	0,50
Черда трехраздельная	26	32	13	14	0,64	0,83	0,43	0,11
Соя дикая	23	23	35	14	0,24	0,26	0,27	0,14
Горошек мышиный	20	23	3	22	0,43	0,55	0,01	0,21
Одуванчик монгольский	19	26	5	4	0,15	0,18	0,05	0,08
Повилика полевая	18	16	16	32	0,49	0,42	0,25	0,91
Горец восточный	18	14	13	41	0,15	0,09	0,12	0,35
Спорыш птичий	17	22	5	8	0,93	1,27	0,01	0,06
Щирица запрокинутая	17	20	3	10	0,42	0,57	0,01	0,09
Бахромчатоголестник лучистый	15	13	7	34	0,21	0,17	0,06	0,42
Дурнишник сибирский	14	12	15	20	0,23	0,21	0,45	0,22
Горец перечный	12	11	23	6	0,24	0,28	0,26	0,08
Пикульник двунадрезанный	12	13	8	4	0,32	0,41	0,16	0,08
Эльстольция ложногребенчатая	12	14	7	13	0,34	0,45	0,38	0,14
Мята полевая	11	10	16	5	0,89	0,89	1,45	0,77
Торица обыкновенная	9	10	10	4	0,16	0,11	0,71	0,07
Хлопушка обыкновенная	9	9	7	8	0,04	0,04	0,03	0,04
Герань сибирская	8	8	11	4	0,07	0,09	0,01	0,01
Хмель японский	8	4	9	27	0,15	0,03	0,05	0,72
Гречишка вьюнковая	8	9	5	2	0,59	0,84	0,05	0,02
Пастушья сумка обыкновенная	8	10	2	3	4,99	8,39	0,07	2,04
Проломник нитевидный	7	7	10	7	1,02	1,12	1,78	0,60
Дивала однолетняя	7	6	8	11	0,07	0,06	0,01	0,04
Сурепка дуговидная	6	9	4	–	0,12	0,16	0,02	–
Мелколетестничек канадский	6	6	2	8	0,09	0,11	0,004	0,10
Паслен черный	5	4	9	2	0,74	0,72	2,20	0,01
Сушеница топяная								

череды трехраздельной (2 шт./м²) наблюдали в посевах сои. С таким же обилием в отдельные годы зарегистрирован в посевах зерновых культур жерушник болотный, в посевах кукурузы – гибискус тройчатый и канатник Теофраста.

Средняя за 5 лет встречаемость на всей обследуемой площади повилики полевой *Cuscuta campestris* Yunck., горца восточного *Persicaria orientalis* (L.) Spach, спорыша птичьего *Polygonum aviculare* L., щирицы запрокинутой *Amaranthus retroflexus* L., бахромчатолепестника лучистого *Fimbripetalum radicans* (L.) Kohn., дурнишника сибирского *Xanthium sibiricum* Patr. ex Widd., горца перечного *Persicaria hydropiper* (L.) Spach, пикульника двунадрезанного *Galeopsis bifida* Boenn., эльсгольции ложногребенчатой *Elsholtzia pseudocristata* Levl. et Vaniot, мяты полевой *Mentha arvensis* L., торицы обыкновенной *Spergula arvensis* L. составила 11–19% с густотой стояния менее 1 шт./м². Некоторые из указанных видов имели более широкое распространение в посевах отдельных культур. Например, в посевах сои чаще, чем в других культурах, встречались повилика полевая, щирица запрокинутая и бахромчатолепестник лучистый. Пикульник двунадрезанный наиболее часто отмечен в посевах ранних зерновых культур, горец восточный, спорыш птичий и дурнишник сибирский – в посевах кукурузы.

Следующие 11 видов сорных растений (хлопушка обыкновенная *Oberna behen* (L.) Kohn., герань сибирская *Geranium sibiricum* L., хмель японский *Humulus japonicus* Siebold et Zucc., гречишка вьюнковая *Fallopia convolvulus* (L.) A. Love, пастушья сумка обыкновенная *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., проломник нитевидный *Androsace filiformis* Retz., дивала однолетняя *Scleranthus annuus* L., сурепка дуговидная *Barbarea arcuata* (Opiz ex J. et C. Presl) Reichb., мелколепестничек канадский *Conyza canadensis* (L.) Cronq., паслен черный *Solanum nigrum* L., сушеница топяная *Gnaphalium uliginosum* L.) встречались на 5–10% сельскохозяйственных площадей, в основном со средней численностью менее 1 шт./м². Только для проломника

нитевидного и дивалы однолетней средние показатели обилия зарегистрированы немногим выше – 4,99 и 1,02 шт./м² соответственно. Густота стояния проломника нитевидного в 2019 и 2020 гг. в посевах сои равнялась или превышала 21 шт./м², а численность дивалы однолетней в 2016 г. в посевах ранних зерновых культур достигла 8,71 шт./м².

В группу редких сорных растений со встречаемостью более 1% и менее 5%, плотностью произрастания не более 0,35 шт./м² вошли 25 видов: зюзник блестящий *Lycopus lucidus* Turcz. ex Benth., бекмания восточная *Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fern., морковь обыкновенная *Daucus carota* L., галинсога мелкоцветковая *Galinsoga parviflora* Cav., скерда кровельная *Crepis tectorum* L., повой вздутый *Calystegia inflata* Sweet, тимфеевка луговая *Phleum pratense* L., овес пустой *Avena fatua* L., осока *Carex* sp., вьюнок полевой *Convolvulus arvensis* L., энотера двулетняя *Oenothera biennis* L., звездчатка средняя, мокрица *Stellaria media* (L.) Vill., тысячелистник обыкновенный *Achillea millefolium* L., лютик едкий *Ranunculus acris* L., торичник красный *Spergularia rubra* (L.) J. et C. Presl, лапчатка гусиная *Potentilla anserina* L., неслия метельчатая *Neslia paniculata* (L.) Desv., лопух репейник *Arctium lappa* L., проломник зонтичный *Androsace umbellata* (Lour.) Merr., метаплексис японский *Metaplexis japonica* (Thunb.) Makino, ежовник рисовый *Echinochloa oryzoides* (Ard.) Fritsch, мятлик луговой *Poa pratensis* L., ярутка полевая *Thlaspi arvense* L., горец клейкий *Persicaria viscofera* (Makino) H. Gross ex Nakai, фалакролома однолетняя *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort.

Группу крайне редко встречающихся сорняков составили 29 видов, обнаруженных менее чем на 1% (0,22–0,78%) обследованных площадей: девясил иволистный *Inula salicina* L., горец Бунге *Persicaria bungeana* (Turcz.) Nakai ex Mori, портулак огородный *Portulaca oleracea* L., лапчатка серебристая *Potentilla argentea* L., гравилат алеппский *Geum aleppicum* Jacq., василек синий *Centaurea cyanus* L., гречиха татарская *Fagopyrum tataricum* L., ястребинка зонтичная *Hieraci-*

um umbellatum L., рогоз широколистный *Typha latifolia* L., желтушник ястребинколистный *Erysimum cheiranthoides* L., полевичка *Eragrostis* sp., ипомея сибирская *Ipomoea sibirica* (L.) Pers., редька дикая *Raphanus raphanistrum* L., фиалка полевая *Viola arvensis* Murr., горлюха *Picris* sp., росичка обыкновенная или линейная *Digitaria ischaemum* (Schreb.) Muehl., росичка кроваво-красная *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., звездчатка злаковая *Stellaria graminea* L., горец развесистый *Persicaria lapathifolia* (L.) S.F. Gray, горец длиннощетиноквый *Persicaria longiseta* (De Bruyn) Kitag, череда мелкоцветковая *Bidens parviflora* Willd., вероника длиннолистная *Veronica longifolia* L., критезион грибастый *Critesion jubatum* (L.) Nevski, дербенник иволистный *Lythrum salicaria* L., молочан татарский *Mulgedium tataricum* (L.) DC., частуха обыкновенная, водный подорожник *Alisma plantago-aquatica* L., синяк обыкновенный *Echium vulgare* L., горчица полевая *Sinapis arvensis* L., чина клубневая *Lathyrus tuberosus* L. Эти сорные виды в основном обнаружены в посевах сои с максимальной плотностью произрастания одно растение на 4 м², наиболее часто – одно растение на 1000–10 000 м².

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мониторинговые исследования 2016–2020 гг. показали, что видовой состав растений, засоряющих посева сои, ранних зерновых культур и кукурузы, очень разнообразен и представлен 111 видами 33 семейств. По сравнению с результатами обследований посевов сельскохозяйственных культур, проведенных в 2006–2015 гг., произошло увеличение общего количества выявленных видов. Впервые обнаружены сорняки-представители семейств норичниковые, фиалковые, дербенниковые, ослинниковые (кипрейные), ластовниковые и бурачниковые. Выросла распространенность и увеличилась густота стояния некоторых сорных видов. На обследуемых площадях на 10–58% возросла встречаемость ежовника обыкновенного, видов полыни, хвоща полевого, коммелины обыкновенной, щавельника курчавого, сои дикой,

повилики полевой и спорыша птичьего. В посевах сои, ранних зерновых культур и кукурузы распространенность пырея ползучего за 5 лет выросла в 1,4–4,6 раза, шерстняка мохнатого – в 1,7–3,2 раза. В 1,5–3,0 раза возросла средняя засоренность посевов шерстняком мохматым, щавельником курчавым, чистецом шероховатым, жерушником болотным, соей дикой, спорышом птичьим и торницей полевой. Реже и в меньших количествах стали встречаться марь белая, бодяк щетинистый, канатник Теофраста, сизгезбекия пушистая, череда трехраздельная, одуванчик монгольский и пикульник двунадрезанный. В 2016–2020 гг. состав сорных видов, преобладающих в посевах сельскохозяйственных культур, отмечен практически одинаковым. Ежегодно изменялись показатели встречаемости, численности каждого вида, определяющие его конкретное место в доминирующей группе сорняков. Основными наиболее массовыми и повсеместно распространенными сорными видами в Приморском крае остаются акалифа южная, ежовник обыкновенный и амброзия полыннолистная, эффективную борьбу с которыми в обязательном порядке должны обеспечивать реализуемые защитные мероприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ким Л.В., Вдовенко А.В., Назарова А.А., Емельянова Е.А. Проблемы и перспективы отрасли растениеводства в Дальневосточном федеральном округе // Дальневосточный аграрный вестник. 2019. № 3 (51). С. 20–26. DOI: 10.24411/1999-6837-2019-13031.
2. Власенко Н.Г., Власенко А.Н., Кулагин О.В. Влияние технологий возделывания яровой пшеницы на почвенный банк семян сорняков // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 3. С. 5–13. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-3-1.
3. Лукомец В.Н., Бочкарёв Н.И., Тишков Н.М., Пивень В.Т., Семеренко С.А., Бушинева Н.А., Кривошлыков К.М. Защита сои // Защита и карантин растений. 2019. № 1. С. 38 (2)–75(39).
4. Захаренко В.А. Современное состояние и перспективы экономики применения пестицидов в агроэкосистемах России // Агротехника. 2021. № 5. С. 68–83. DOI: 10.31857/S0002188121050148.

5. Захаренко В.А. Мониторинг фитосанитарного состояния агроэкосистем как инструмент повышения эффективности защиты растений // Защита и карантин растений. 2018. № 6. С. 14–17.
6. Захаренко В.Н. Элементы ИТ-технологий на службе фитосанитарного мониторинга // Защита и карантин растений. 2018. № 11. С. 17–19.
7. Булавин Л.А., Булавина Т.М., Гвоздов А.П., Скируха А.Ч., Власов А.Г., Сорока С.В. Агротехнические приемы защиты посевов в Беларуси // Защита и карантин растений. 2020. № 9. С. 13–19.
8. Мыслик Е.Н., Закота Т.Ю. Структура видового состава сорных растений в посевах кукурузы степной зоны Краснодарского края // Вестник защиты растений. 2018. № 4(98). С. 50–53. DOI: 10.31993/2308-6459-2018-4(98)-50-53.
9. Лунёва Н.Н., Фёдорова Ю.А. Фитосанитарное районирование сорных растений на макроуровне на примере Северо-Западного региона России // Вестник защиты растений. 2019. № 2 (100). С. 15–23. DOI: 10.31993/2308-6459-2019-2(100)-15-23.
10. Лунёва Н.Н. Прогноз распространения видов сорных растений в агрофитоценозах полевых культур сплошного сева и пропашных на территории Ленинградской области // Защита и карантин растений. 2020. № 10. С. 26–29. DOI: 10.47528/1026-8634_2020_10_26.
11. Лунёва Н.Н., Закота Т.Ю. Видовой состав сорных растений и количественные показатели засоренности посевов пшеницы озимой степной зоны Краснодарского края // Вестник защиты растений. 2018. № 1 (95). С. 45–52.
12. Спиридонов Ю.Я., Калимуллин А.Т., Абубикеров В.А., Босак Г.С. О некоторых особенностях развития сорной растительности центрального Нечерноземья в посевах подсолнечника // Агротехника. 2018. № 3. С. 43–49. DOI: 10.7868/S0002188118030067.
13. Шпанев А.М. Фитосанитарное состояние посевов озимой ржи на агроэкологическом стационаре Меньковского филиала Агрофизического научно-исследовательского института // Вестник защиты растений. 2018. № 3 (97). С. 67–72.
14. Шаталина Л.П., Анисимов Ю.П., Калюжина Е.Л. Ассоциации сорных растений в агрофитоценозах яровой пшеницы // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 2. С. 25–29. DOI: 10.31857/S 2500-2627-2020-2-25-29.
15. Мороховец Т.В., Мороховец В.Н., Вострикова С.С., Басай З.В., Штерболова Т.В. Оценка обилия сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур Приморского края // Успехи современной науки. 2017. № 11. С. 233–244.
16. Сосудистые растения Советского Дальнего Востока: монография в 8 т. Л.: Наука, 1985–1996. Т. 1–8.
17. Флора Российского Дальнего Востока: Дополнения и изменения к изданию «Сосудистые растения Советского Дальнего Востока»: монография. Владивосток: Дальнаука, 1985–1996. Т. 1–8. 456 с.
18. Исаев В.В. Принципы прогнозирования и методы учета засоренности полей // Прогноз и картографирование сорняков. М.: Агропромиздат, 1990. С. 5–23.
19. Мыслик Е.Н. К вопросу об интегрированной оценке встречаемости и обилия сорных растений // Вестник защиты растений. 2012. № 2. С. 66–67.

REFERENCES

1. Kim L.V., Vdovenko A.V., Nazarova A.A., Emel'yanova E. A Problems and prospects of the plant growing industry in the Far Eastern Federal District. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. = *Far East Agrarian Bulletin*, 2019, no. 3 (51), pp. 20–26. (In Russian). DOI: 10.24411/1999-6837-2019-13031.
2. Vlasenko N.G., Vlasenko A.N., Kulagin O.V. Influence of the technology of cultivation of spring wheat on the soil bank of weed seeds. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2018, vol. 48, no. 3, pp. 5–13. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2018-3-1.
3. Lukomets V.N., Bochkarev N. I., Tishkov N.M., Piven' V.T., Semerenko S.A., Bushneva N.A., Krivoslykov K.M. Soybean protection. *Zashchita i karantin rastenii*. = *Board of Plant Protection and Quarantine*, 2019, no. 1, pp. 38 (2)–75(39). (In Russian).
4. Zakharenko V.A. The current state and prospects of the economics of the use of pesticides in the agroecosystems of Russia. *Agrokhi-miya* = *Agricultural Chemistry*, 2021, no. 5, pp. 68–83. (In Russian). DOI: 10.31857/S0002188121050148.
5. Zakharenko V.A. Monitoring the phytosanitary state of agroecosystems as a tool to improve the efficiency of plant protection. *Zashchita i karantin rastenii*. = *Board of Plant Protection and Quarantine*, 2018, no. 6, pp. 14–17. (In Russian).

6. Zakharenko V.N. Elements of IT technology in the service of phytosanitary monitoring. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2018, no. 11, pp.17–19. (In Russian).
7. Bulavin L.A., Bulavina T.M., Gvozdev A.P., Skirukha A.Ch., Vlasov A.G., Soroka S.V. Agrotechnical methods of crop protection in Belarus. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2020, no. 9, pp.13–19. (In Russian).
8. Mysnik E.N., Zakota T.Y. Structure of species composition of weed plants in crops of corn on the territory of steppe zone of Krasnodar territory. *Vestnik zashchity rastenii = Plant Protection News*, 2018, no. 4 (98), pp. 50–53. (In Russian). DOI: 10.31993/2308-6459-2018-4(98)-50-53.
9. Luneva N.N., Fedorova Y.A. Phytosanitary zoning of weeds at the macro level: a case study of the north-western region of Russia. *Vestnik zashchity rastenii = Plant Protection News*, 2019, no. 2 (100), pp. 15–23. (In Russian). DOI: 10.31993/2308-6459-2019-2(100)-15-23.
10. Luneva N.N. Forecast of the distribution of weed species in agrophytocenoses of field crops of solid sowing and tilled crops on the territory of the Leningrad region. *Zashchita i karantin rastenii = Board of Plant Protection and Quarantine*, 2020, no. 10, pp. 26–29. (In Russian). DOI: 10.47528/1026-8634_2020_10_26.
11. Luneva N.N., Zakota T.Y. Weed species composition and quantitative parameters of weed infestation of winter wheat crops in the steppe zone of Krasnodar territory. *Vestnik zashchity rastenii = Plant Protection News*, 2018, no. 1(95), pp. 45–52. (In Russian).
12. Spiridonov Yu.Ya., Kalimullin A.T., Abubikero V.A., Bosak G.S. Some Features of Weed Development in Sunflower Crops in Central Non-Chernozem Region. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*, 2018, no. 3, pp. 43–49. (In Russian). DOI: 10.7868/S0002188118030067.
13. Shpanev A.M. Phytosanitary Condition of winter rye crops at agroecological stationary of Menkovo branch of Agrophysical Research institute. *Vestnik zashchity rastenii = Plant Protection News*, 2018, no. 3 (97), pp. 67–72. (In Russian).
14. Shatalina L.P., Anisimov Yu.P., Kalyuzhina E.L. Associations of Weed Plants in Agrophytocenoses of Spring Wheat. *Rossiiskaya sel'skokhozyaistvennaya nauka = Russian Agricultural Science*, 2020, no. 2, pp. 25–29. (In Russian). DOI: 10.31857/S 2500-2627-2020-2-25-29.
15. Morokhovets T.V., Morokhovets V.N., Vostrikova S.S., Basai Z.V., Shterbolova T.V. Assessment of the abundance of weeds in crops of agricultural crops in the Primorsky Territory. *Uspekhi sovremennoi nauki = Advances in modern science*, 2017, no. 11, pp. 233–244. (In Russian).
16. *Vascular Plants of the Soviet Far East*. In 8 vol. Saint Petersburg, Nauka Publ., 1985–1996, vol. 1–8. (In Russian).
17. *Flora of the Russian Far East: Addenda and corrigenda to "Vascular plants of the Soviet Far East"*. Vladivostok, Dalnauka Publ., 1985–1996, vol. 1–8, 456 p. (In Russian).
18. Isaev V.V. Forecasting principles and methods of accounting for contamination of fields. *Weed forecast and mapping*, Moscow, Agropromizdat Publ., 1990, pp. 5–23. (In Russian).
19. Mysnik E.N. To the question of an integrated assessment of the occurrence and abundance of weeds. *Vestnik zashchity rastenii = Plant Protection News*, 2012, no. 2, pp. 66–67. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Мороховец Т.В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 692684, Приморский край, Камень-Рыболов, ул. Мира, 42а; e-mail: dalniizr@mail.ru

Мороховец В.Н., кандидат биологических наук, и.о. директора

Вострикова С.С., научный сотрудник

Басай З.В., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Скорик Н.С., младший научный сотрудник

Маркова Е.С., младший научный сотрудник

Баймуханова А.А., научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Tamara V. Morokhovets**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher; **address:** 42-a, Mira St., Kamen-Rybolov, the Primorsky Territory, 692684, Russia; e-mail: dalniizr@mail.ru

Vadim N. Morokhovets, Candidate of Science in Biology, Acting Director

Svetlana S. Vostrikova, Researcher

Zoya V. Basay, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Nina S. Skorik, Junior Researcher

Elena S. Markova, Junior Researcher

Asemgul A. Baimuhanova, Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 31.08.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 10.11.2021
Дата публикации / Published 27.12.2021



ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ БИОПРОТЕКТИН-КД НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ И КОРРЕКЦИЮ МИКРОБИОТЫ ТЕЛЯТ

✉¹Севастьянова Т.В., ²Уша Б.В.

¹Новосибирский государственный аграрный университет
Новосибирск, Россия

²Институт ветеринарии, ветеринарно-санитарной экспертизы и агробезопасности
Московского государственного университета пищевых производств
Москва, Россия

✉ e-mail: tatianakenegen@gmail.com

Приведены результаты испытаний новой комбинированной кормовой добавки Биопротектин-КД на основе экстракта расторопши пятнистой с добавлением комплекса бактерий рода *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* для восстановления кишечной микробиоты животных. Доклинические исследования эффективности кормовой добавки проводили на мышах с экспериментальным антибиотико-ассоциированным дисбактериозом. Исследования кишечной микробиоты мышей выявили неодинаковую степень влияния разных доз кормовой добавки на восстановление резидентной микрофлоры. Полученные результаты доклинических исследований доказали безвредность, отсутствие токсичности и эффективность кормовой добавки. Клинические испытания добавки проведены на продуктивных животных. Изучено ее влияние на продуктивность коров черно-пестрой породы в условиях животноводческого хозяйства Белгородской области. Применение функциональной кормовой добавки Биопротектин-КД положительно повлияло на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы. У коров опытных групп, получавших кормовую добавку, удой за лактацию увеличился на 209,41–499,01 кг по сравнению с контрольными животными, что составило 4,01–8,78%. Повысились качественные показатели молока. Исследован состав микрофлоры у опытных (получавших кормовую добавку) и контрольных телят. Установлено, что в кишечнике молодняка контрольной группы количественный состав пробиотической флоры на протяжении опыта практически не менялся. У опытных животных количество индигенной микрофлоры (лактобациллы и бифидобактерии) увеличилось. Содержание молочнокислых микроорганизмов у опытных телят начало возрастать на 6-й день применения кормовой добавки и достигло физиологической нормы на 30-й день. Рассчитан индекс безопасности продукта. Применение функциональной кормовой добавки Биопротектин-КД в условиях животноводческого комплекса позволило улучшить такие производственные показатели, как сохранность телят, их среднесуточные привесы, а также молочную продуктивность коров в опытных группах животных по сравнению с контрольными.

Ключевые слова: антибиотикорезистентность, дисбактериоз, функциональные кормовые добавки, пробиотик, гепатопротектор, расторопша пятнистая, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*

THE EFFECT OF THE FEED ADDITIVE BIOPROTECTIN-KD ON THE PRODUCTIVITY OF DAIRY COWS AND THE CORRECTION OF THE MICROBIOTA OF CALVES

✉¹Sevastianova T.V., ²Usha B.V.

¹*Novosibirsk State Agrarian University*

Novosibirsk, Russia

²*Institute of Veterinary Medicine, Veterinary and Sanitary Expertise and Agro-safety MSUFP; Moscow State University of Food Production*

Moscow, Russia

✉ e-mail: tatianakenegen@gmail.com

The results of tests of a new combined feed additive Bioprotektin-KD based on milk thistle extract with the addition of a complex of bacteria of the genus *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* to restore intestinal microbiota of animals are presented. Preclinical studies on the effectiveness of the feed additive were conducted on mice with experimental antibiotic-associated dysbacteriosis. Studies on the intestinal microbiota of mice revealed varying degrees of effect of different doses of feed additive on the recovery of resident microflora. The results of pre-clinical studies have proven the harmlessness, non-toxicity and efficacy of the feed additive. Clinical trials of the additive were carried out on productive animals. Its effect on the productivity of black-motley breed cows in a livestock farm in the Belgorod region was studied. The use of the functional feed additive Bioprotektin-KD had a positive effect on the milk productivity of black-motley breed cows. Cows in the experimental groups that received the feed additive had increased their milk yield per lactation by 209.41-499.01 kg compared to the control animals, which was 4.01-8.78%. The quality indicators of milk have increased. The composition of the microflora of the experimental (feed supplement recipients) and control calves was studied. It was found that the quantitative composition of probiotic flora in the intestines of young calves of the control group remained practically unchanged throughout the experiment. The number of indigeneous microflora (lactobacilli and bifidobacteria) increased in the experimental animals. The content of lactic acid microorganisms in the experimental calves began to increase on day 6 of feed supplementation and reached physiological norm on day 30. The safety index of the product has been calculated. The use of the functional feed additive Bioprotektin-KD in conditions of a livestock complex has improved such production indicators as calf survival, average daily weight gain, and milk productivity of cows in the experimental groups of animals as compared to the control ones.

Key words: Antibiotic resistance, disbacteriosis, functional feed additives, probiotics, hepatoprotectors, milk thistle extract, *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*.

Для цитирования: Севастьянова Т.В., Уша Б.В. Влияние кормовой добавки Биопротектин-КД на молочную продуктивность коров и коррекцию микробиоты телят // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 68–76. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-8>

For citation: Sevastianova T.V., Usha B.V. The effect of the feed additive Bioprotektin-KD on the productivity of dairy cows and the correction of the microbiota of calves. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 68–76. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-8>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Интенсификация животноводства и ежегодное увеличение поголовья продуктивных животных приводят к ухудшению экологической и эпизоотической обстановки, поскольку увеличивается риск передачи инфекционных и паразитарных заболеваний. Основные профилактические меры, направленные на снижение риска заражения продуктивных животных инфекционными заболеваниями, помимо улучшения условий содержания и рациона кормления включают вакцинацию и применение антимикробных препаратов. Нерациональное использование антибиотиков в животноводстве является основным фактором возникновения и распространения антибиотикорезистентных микроорганизмов, которые приводят к увеличению риска развития зоонозов и трудностям в антибактериальной терапии^{1,2} [1–3].

В настоящее время во всем мире идет поиск альтернативных подходов к терапии инфекционных болезней. В прикладном аспекте представляется важным обоснование лечения животных с использованием комбинированных кормовых добавок пре- и пробиотического состава. Данные добавки позитивно влияют на индигенную микрофлору: профилактируют дисбиоз кишечника, корректируют кишечную микробиоту, стимулируют гуморальный иммунитет, а также синтезируют витамины групп В и С и вырабатывают большое количество биологически активных веществ [4–6]. При отказе от применения антибиотиков на субтерапевтическом

уровне комбинированные функциональные кормовые добавки, в состав которых входят про-, пребиотики и гепатопротекторы растительного происхождения, являются одним из средств повышения иммунитета, улучшения функционирования органов и систем, а также коррекции желудочно-кишечных и гепатобилиарных патологий³ [7].

Биологическая активность функциональных кормовых добавок высока и основана на более стабильной сохранности и адгезивной активности иммобилизованных микроорганизмов, а сорбенты и гепатопротективный компонент быстрее и эффективнее снимают интоксикацию и ускоряют репаративный процесс [8].

Один из биологически активных природных гепатопротекторов – лекарственное растение расторопша пятнистая (*Silybum marianum*). Шрот и экстракт расторопши обладают детоксифицирующими свойствами, что влияет на внешнесекреторную функцию печени, оказывая спазмолитическое и небольшое противовоспалительное действие. Основным компонентом шрота и экстракта расторопши пятнистой – силимар (силибинин), представляющий собой смесь трех основных изомерных соединений – силибина, силикристина и силидианина^{4,5}.

В механизме гепатопротективного действия расторопши главным свойством является стабилизация клеточных и субклеточных мембран. Антиоксидантный эффект расторопши пятнистой обусловлен взаимодействием ее компонентов со свободными радикалами в печени и преобразованием их в менее токсичные соединения^{6–8} [9].

¹Василевская Е.Р. Разработка кормовой добавки на основе биологически активных веществ из сырья животного происхождения: дис. ... канд. техн. наук. М., 2019.

²O'Neill J. The Review on antimicrobial resistance. Tackling a crisis for the health and wealth of nations. December, 2014. [Электронный ресурс]: Available from: <http://amr-review.org/>

³Панина Т.В. Применение пробиотика – гепатопротектора «Гепопро» при токсических поражениях печени у собак: дис. ... канд. вет. наук. М., 2009.

⁴Садовникова В.В., Соколова К.Я., Иванова Н.Л. Изучение влияния пробиотика из лакто- и бифидобактерий на печень крыс с токсическим гепатитом // Пробиотические микроорганизмы: современное состояние вопроса и перспективы использования: материалы 2-й междунар. науч.-практ. конф. М., 2002. С. 26–27.

⁵Саратиков А.С., Венгеровский А.И. Влияние гепатопротекторов, содержащих фосфолипиды, на независимую от цитохрома Р 450 антиоксидантную функцию печени при экспериментальном токсическом гепатите // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1998. № 4. С. 392–394.

⁶Пятова Л.Г. Оценка эффективности применения препаратов для коррекции микрофлоры кишечника в комбинации с силимаром у больных острыми вирусными гепатитами А и В: дис. ... канд. мед. наук. М., 2008. 160 с.

⁷Модестова Л.В., Акованцева Н.В. Состав желчи при различном физиологическом состоянии пищеварительной системы // Заболевания печени и поджелудочной железы. М., 1984. С. 105–113.

⁸Хурса Р.В., Месникова И.Л., Микша Я.С. Кишечная микрофлора: роль в поддержании здоровья и развитии патологии, возможности коррекции: учеб.-метод. пособие. Минск, 2017. С. 5–11.

Последние исследования в нутрициологии позволяют утверждать, что можно поддерживать здоровье организма животного с помощью функциональных кормовых продуктов. С помощью методов геномики и протеомики выяснено, что штаммы-пробионты могут радикально влиять на экспрессию генов как других бактериальных штаммов кишечника, так и самих клеток кишечного эпителия, включая и выключая сотни генов, имеющих отношение к реализации иммунного ответа и метаболических реакций [10].

Цель работы – изучить эффективность новой комбинированной кормовой добавки Биопротектин-КД на основе экстракта расторопши пятнистой на продуктивность коров в условиях животноводческого хозяйства и определить ее влияние на восстановление кишечной микробиоты при дисбиозе телят.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа выполнена в рамках программы обучения в докторантуре; тема «Разработка биологически активной кормовой добавки для продуктивных животных» утверждена на кафедре внутренних болезней Московского государственного университета пищевых производств.

Доклинические исследования функциональной кормовой добавки Биопротектин-КД на основе экстракта расторопши пятнистой с добавлением комплекса бактерий рода *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* проведены на белых нелинейных мышах. Научный опыт проходил с 2010 по 2011 г. в ОПХ «Манихино» Всероссийского государственного центра качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов. Изучены безвредность, острая и хроническая токсичность и эффективность кормовой добавки.

Клинические испытания функциональной кормовой добавки Биопротектин-КД проведены в условиях животноводческого комплекса Белгородской области и Белгородской межобластной ветеринарной лаборатории. Опытные образцы функциональной кормовой добавки изготовлены из экс-

тракта расторопши пятнистой и комплекса пробиотических бактерий рода *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* 5×10^7 IgКОЕ/г.

В клинических опытах использованы 80 животных черно-пестрой породы: 40 коров и 40 телят. Из коров и молодняка сформировали по четыре группы: одной контрольной и три опытных ($n = 10$). Кормление телят и коров осуществляли в соответствии с разработанными рационами. Животным опытных групп включали в состав рациона функциональную кормовую добавку в различных дозах на 1 кг живой массы. Животные контрольных групп получали только основной рацион.

Группа	Рацион
Контрольная	Основной рацион (ОР)
1-я опытная	ОР + 27 мг Биопротектин-КД на 1 кг живой массы
2-я опытная	ОР + 54 мг Биопротектин-КД на 1 кг живой массы
3-я опытная	ОР + 108 мг Биопротектин-КД на 1 кг живой массы

Молочную продуктивность оценивали на основании контрольных доений, которые проводили один раз в месяц. Количество жира и белка по месяцам лактации определяли расчетным путем.

Органолептическую оценку молока проводили по методу В.П. Шидловской. Химический состав молока оценивали по содержанию (кислотным методом согласно ГОСТ Р ИСО 2446–2011, 5867–90 и на приборе «Клевер 2»), белка – методом формольного титрования согласно ГОСТ 25179–90 и на приборе «Клевер 2», казеина и сывороточных белков – рефрактометрическим способом на анализаторе молока, фракций казеина – методом К. Буткуса и В. Буткене (2011 г.), СОМО – по ГОСТ 3626–73 и на приборе «Клевер 2», лактозы – по ГОСТ Р 51259–99 на фотоэлектроколориметре, кальция – комплексонометрическим методом, фосфора – спектрофотометрическим методом по ГОСТ 31584–2012, золы – озолением по методике Н.Ю. Алексеева и др. (1986 г.). Число и диаметр жировых шариков оценивали микроскопическим исследовани-

ем и подсчетом в камере Горяева по методике П.В. Кугенева (1988 г.). Плотность в молоке определяли ареометрическим методом по ГОСТ 3625–84, титруемую кислотность – по ГОСТ 3625–84. Расчет энергетической ценности осуществляли по формуле ВИЖа.

Микробиологический анализ осуществляли по следующим показателям: количеству КМАФАнМ по ГОСТ Р 53430–2009, БГКП, стафилококков, дрожжеподобных и плесневых грибов посевом на селективные среды.

Переваримость питательных веществ рационов, баланс азота и обмен энергии изучали по методике балансовых опытов на трех животных из каждой группы на основании результатов химического анализа корма, их остатков, кала и мочи по общепринятым методикам (Лебедев П.Т., Усович А.Т., 1976 г.). При изучении обмена энергии использовали уравнение регрессий, предложенные А.П. Калашниковым и др. (1985 г.), Н.Г. Григорьевым и др. (1989 г.).

Исследования проб фекалий животных проводили методом количественного группового анализа согласно методическим рекомендациям Минздрава СССР «Дисбактериозы кишечника. Применение бактериальных биологических препаратов в практике лечения больных кишечными инфекциями, диагностика и лечение дисбактериозов кишечника» (1988 г.). Количество микроорганизмов рассчитывали в lg КОЕ/г по общепринятой методике.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате клинических исследований на безвредность доказано, что однократное внутрижелудочное введение кормовой добавки Биопротектин-КД в дозе 135 мг/кг не вызывало гибели мышей в течение 5-дневного срока наблюдения. При исследовании острой токсичности выявлено, что в первый день внутрижелудочного введения данной кормовой добавки погибла одна особь. Притом ЛД₅₀ находилась в диапазоне от 38 до 63 г/кг живой массы и составляла около 50,5 г/кг живой массы, что превышает предлагаемую дозу кормовой добавки для

клинических испытаний на продуктивных животных. В результате исследований хронической токсичности на мышах, получавших ежедневно дозу Биопротектина-КД в количестве 500 мг/кг в течение 30 сут, все животные остались живы. Исследования эффективности изучаемой кормовой добавки проводили на экспериментальном антибиотико-ассоциированном дисбактериозе мышей с применением гентамицина в дозировке, превышающей терапевтическую. Уровень резидентной микрофлоры рода *Lactobacillus* по окончании применения антибиотика снизился и составил у мышей 1-й опытной группы $5,45 \pm 0,50$ lg КОЕ/г, 2-й – $5,65 \pm 0,55$, 3-й – $5,66 \pm 0,33$, контрольной – $5,34 \pm 0,22$ lg КОЕ/г. Исследования кишечной микрофлоры мышей, полученные в динамике использования Биопротектин-КД, выявили разную степень влияния на восстановление резидентной микрофлоры. Так, только на 4-й день применения добавки уровень лактобацилл увеличился и составил в 1–3-й опытных группах $6,45 \pm 0,25$; $6,55 \pm 0,25$; $6,88 \pm 0,44$ lg КОЕ/г соответственно. В контрольной группе данный показатель равнялся $4,88 \pm 0,22$ lg КОЕ/г. Максимальное увеличение лактофлоры в опытных группах с применением Биопротектина-КД отмечено на 10-й день исследований и достигло $7,99 \pm 0,43$; $8,17 \pm 0,33$; $8,58 \pm 0,33$ lg КОЕ/г, тогда как в контрольной группе уровень лактобацилл повысился незначительно – $6,55 \pm 0,22$ lg КОЕ/г.

Полученные результаты доклинических исследований доказали безвредность, отсутствие токсичности, а также эффективность кормовой добавки Биопротектин-КД, что дало возможность перейти ко второму этапу – проведению клинических исследований на продуктивных животных.

Применение функциональной кормовой добавки оказало положительное влияние на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы (см. табл. 1).

У животных опытных групп, получавших изучаемую кормовую добавку, удой за лактацию увеличился по сравнению с коровами контрольной группы на 209,41–499,01 кг,

Табл. 1. Влияние кормовой добавки Биопротектин-КД на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы ($n = 10$)

Table 1. Effect of Bioprotectin-KD feed additive on milk productivity of black-motley breed cows ($n = 10$)

Показатель	Группа			
	контрольная	опытная		
		1-я	2-я	3-я
Удой за лактацию, кг	2950,15 ± 32,01	2990,58 ± 65,12	3159,60 ± 51,10	3339,16 ± 14,45
Коэффициент молочности, %	514,45 ± 12,91	516,25 ± 13,25	553,89 ± 13,70	601,95 ± 15,05
Массовая доля жира, %	3,15 ± 0,035	3,19 ± 0,025	3,22 ± 0,030	3,25 ± 0,015
Количество молочного жира, кг	95,99 ± 1,250	108,12 ± 3,550	118,74 ± 2,110	121,12 ± 1,25
Массовая доля белка, %	3,10 ± 0,05	3,11 ± 0,01	3,13 ± 0,05	3,15 ± 0,01
Количество молочного белка, кг	85,45 ± 0,050	95,03 ± 2,215	103,48 ± 0,650	105,81 ± 1,050

что составило 4,01–8,78% ($p < 0,001$). Наибольший коэффициент молочности отмечен также у коров опытных групп. Максимальное значение было у животных 3-й опытной группы: они превосходили животных 1-й группы на 85,7 кг, 2-й – на 48,06, контрольной – на 87,5 кг.

Использование в рационах коров добавки Биопротектин-КД оказало положительное влияние не только на количество молока, но и на его качественный состав. За счет повышенного содержания питательных веществ молоко коров опытных групп отличалось более высокой энергетической ценностью. Молоко коров 3-й опытной группы по питательным веществам превосходило показатели контрольной на 1,86%, 2-й – на 1,17% ($p < 0,01$). В молоке коров 3-й опытной группы зафиксировано незначительное повышение содержания фосфора и кальция – на 18,2 и 4,75% соответственно ($p < 0,01$) по сравнению с контрольной.

Введение в состав рациона функциональной кормовой добавки увеличило количественные показатели жира в молоке. Лучшие показатели наблюдали при использовании пробиотической добавки в дозе 108 г на 1 кг живой массы животного. Качественный анализ белков показал незначительное увеличение содержания альбуминов и глобулинов в молоке коров опытных групп, которое находилось в пределах 0,01–0,02% ($p < 0,05$). При этом соотношение фракций (α , β) имело тенденцию к увеличению во всех трех опытных

группах. Микробиологические показатели молока находились в пределах нормативных показателей, заложенных в ТР ТС 033/2013 «Технический регламент о безопасности молока и молочной продукции». Наиболее высокая способность к перевариванию питательных веществ кормов отмечена у коров опытных групп, получавших функциональную кормовую добавку в составе рациона.

По коэффициентам переваримости питательных веществ рационов установлено, что животные контрольной группы уступали животным опытных групп по переваримости сухого вещества на 1,9–3,5%, органического вещества – на 1,25–2,15, сырого протеина – на 0,75–1,55, сырой клетчатки – на 2,00, БЭВ – на 0,75–1,78%. Более высокие показатели биоконверсии питательных веществ и энергии отмечены у коров опытных групп.

По выходу белка и жира в молоке коровы контрольной группы уступали животным 1-й опытной группы на 9,58 и 12,13 кг, 2-й – на 18,03 и 22,75, 3-й – на 20,36 и 25,13 кг соответственно.

Рост показателей выхода энергии во всех трех опытных группах коров превосходили показатели контрольной группы: в 1-й опытной – на 4,99%, во 2-й – на 10,95, в 3-й – на 20,5%. Это зафиксировало значительный уровень биоконверсии питательных веществ и энергии в белок и, как следствие, в повышение молочной продукции коров. Биохимический состав сыворотки, гематокрит и гематологические показатели крови

коров находились в пределах физиологической нормы.

Сохранность опытных животных составила 100%, однако во 2-й опытной группе наблюдали дисбиотические явления. Прирост живой массы в 1-й опытной группе равнялся 10,19 кг, во 2-й – 11,84, в 3-й – 11,54 кг, тогда как в контрольной – 6,72 кг, что практически в 2 раза меньше, чем в 1-й опытной.

В дальнейшем учитывали сохранность, прирост живой массы и состав микрофлоры у телят контрольной и опытных групп (см. табл. 2, 3).

Средняя живая масса телят опытных групп составила 52,45 кг, контрольной группы – 51,04 кг. Относительный прирост живой массы за период исследований опытных групп по отношению к контрольной равнялся 2,68%.

В кишечнике телят контрольной группы количественный состав пробиотической флоры на протяжении опыта практически не менялся. В трех опытных группах количественный показатель индигенной микрофлоры (лактобациллы и бифидобактерии) увеличился. Содержание молочнокислых

Табл. 3. Влияние кормовой добавки Биопротектин-КД на количественное и качественное соотношение лакто- и бифидобактерий кишечной микрофлоры телят ($n = 10$), lg КОЕ/г

Table 3. Effect of Bioprotectin-KD feed additive on the quantitative and qualitative ratio of lacto- and bifidobacteria in the intestinal microbiota of calves ($n = 10$), lg КОЕ/g

Показатель	Группа			
	контрольная	опытная		
		1-я	2-я	3-я
На 3-и сутки				
<i>Bifidobacterium</i>	0	0	6,16 ± 0,83	6,78 ± 0,68
<i>Lactobacillus</i>	5,16 ± 0,86	5,43 ± 0,47	6,31 ± 0,34*	6,33 ± 0,75*
На 10-е сутки				
<i>Bifidobacterium</i>	6,16 ± 0,55	7,34 ± 0,82**	8,14 ± 0,77***	9,12 ± 0,35***
<i>Lactobacillus</i>	6,75 ± 0,55	7,01 ± 0,53	7,25 ± 0,68**	8,14 ± 0,56***
На 30-е сутки				
<i>Bifidobacterium</i>	8,04 ± 0,55	8,99 ± 0,78**	9,38 ± 0,99**	10,01 ± 0,45***
<i>Lactobacillus</i>	7,13 ± 0,58	7,99 ± 0,48	8,58 ± 0,50**	8,89 ± 0,55**

Достоверно по отношению к контрольной группе.

* $p < 0,10$.

** $p < 0,05$.

*** $p < 0,01$.

Табл. 2. Влияние кормовой добавки Биопротектин-КД на сохранность и прирост живой массы телят ($n = 10$)

Table 2. Effect of Bioprotectin-KD feed additive on calf survival and live weight gain ($n = 10$)

Показатель	Группа			
	контрольная	опытная		
		1-я	2-я	3-я
Сохранность, %	100	100	100	100
Живая масса, кг:				
при рождении	24,12 ± 1,55	24,27 ± 1,13	24,16 ± 1,25	24,99 ± 1,21
на 10-е сутки	35,13 ± 1,67	35,01 ± 1,47	34,99 ± 1,16	34,48 ± 1,23
на 30-е сутки	51,04 ± 1,58	52,88 ± 1,09	52,25 ± 1,32	52,22 ± 1,12

микроорганизмов во всех опытных группах начало возрастать уже на 6-е сутки применения кормовой добавки и достигло физиологической нормы на 30-е сутки: бифидобактерий в 1-й – $8,99 \pm 0,79$, во 2-й – $9,38 \pm 0,99$, 3-й – $10,01 \pm 0,45$ lg КОЕ/г; лактобацилл – $7,99 \pm 0,48$; $8,58 \pm 0,50$; $8,89 \pm 0,55$ lg КОЕ/г соответственно.

ВЫВОДЫ

1. Применение функциональной кормовой добавки Биопротектин-КД оказало положительное влияние на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы. У опытных животных, получавших добавку, удой за лактацию увеличился по сравнению с коровами контрольной группы на 209,41–499,01 кг, что составило 4,01–8,78% ($p < 0,001$). Наибольший коэффициент молочности отмечен также у коров опытных групп.
2. Использование в рационах коров добавки Биопротектин-КД оказало положительное влияние не только на количество молока, но и на его качественный состав. За счет повышенного содержания питательных веществ молоко коров опытных групп отличалось более высокой энергетической ценностью, увеличилось содержание жира и белка.
3. Микробиологические показатели молока животных, получавших кормовую добавку, находились в пределах нормативных показателей. Биохимический состав сыворотки, гематокрит и гематологические показатели крови коров находились в пределах физиологической нормы.
4. В кишечнике телят контрольной группы количественный состав пробиотической флоры на протяжении опыта практически не менялся. В трех опытных группах количественный показатель индигенной микрофлоры (лактобациллы и бифидобактерии) увеличился. Содержание молочнокислых микроорганизмов во всех опытных группах начало возрастать уже на 6-е сутки и достигло физиологической нормы на 30-е сутки применения кормовой добавки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Chattopadhyay M.K.* Use of antibiotics as feed additives: a burning question // *Frontiers in Microbiology*. 2014. Vol. 5. P. 334–337. DOI: 10.3389/fmicb.2014.00334
2. *Данилов А.И., Жаркова Л.П.* Антибиотикорезистентность: аргументы и факты // *Клиническая фармакология и терапия*. 2017. № 26 (5). С. 6–7.
3. *Панин А.Н., Комаров А.А., Куликовский А.В., Макаров Д.А.* Проблема резистентности к антибиотикам возбудителей болезней, общих для человека и животных // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2017. № 5. С. 18–24.
4. *Дисбиоз кишечника. Руководство по диагностике и лечению / под ред. Е.И. Ткаченко, А.Н. Суворова: монография. СПб.: СпецЛит, 2007. 238 с.*
5. *Ткаченко Е.И., Успенский Ю.П.* Питание, микробиоценоз и интеллект человека: монография. СПб.: СпецЛит, 2006. 590 с.
6. *Успенский Ю.П., Барышникова Н.В.* Эффективность применения пробиотиков на фоне антибактериальной терапии // *Фарматека для практикующих врачей*. 2015. № 2. С. 78–82.
7. *Севастьянова Т.В., Уша Б.В.* Функциональные кормовые добавки для сельскохозяйственных животных и их влияние на показатели продуктивности // *Аграрная наука*. 2021. № 4. С. 99–103. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-347-4-99-103.
8. *Ahasan ASML., Agazzi A., Invernizzi G., Bontempo V., Savoini G.* The beneficial role of Probiotics in monogastric animal nutrition and health // *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*. 2015. Vol. 2. Issue 4. P. 116–121. DOI: 10.15406/JDVAR.2015.02.00041.
9. *Хазанов А.И., Румянцев О.Н., Калинин А.В.* Особенности лекарственных и вирусных поражений печени // *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2000. № 1. С. 44–47.
10. *Фадеев Г.Д., Куринная Е.Г., Вовченко М.Н.* Нутригеномика и нутригенетика: возможности практического применения // *Соучастна гастроэнтерология*. 2015. №. 6 (86). С. 7–12.

REFERENCES

1. *Chattopadhyay M.K.* Use of antibiotics as feed additives: a burning question. *Frontiers in Microbiology*, 2014, vol. 5, pp. 334–337. DOI: 10.3389/fmicb.2014.00334.

2. Danilov A.I., Zharkova L.P. Antibiotic resistance: arguments and facts. *Klinicheskaya Farmakologiya i Terapiya = Clinical Pharmacology and Therapy*, 2017, no. 26 (5), pp. 6–7. (In Russian).
3. Panin A.N., Komarov A.A., Kulikovskiy A.V., Makarov D.A. Problem of antimicrobial resistance of zoonotic bacteria. *Veterinariya, Zootechniya i Biotehnologiya = Veterinary, Zootechnics and Biotechnology*, 2017, no. 5, pp. 18–24. (In Russian).
4. *Intestinal dysbiosis. Manual on diagnosis and treatment* / edited by E.I. Tkachenko, A.N. Suvorov. SPb., SpetsLit Publ., 2007. 238 p. (In Russian).
5. Tkachenko E.I., Uspenskiy Yu.P. *Nutrition, microbiocenosis and human intelligence*. SPb., SpetsLit Publ., 2006, 590 p. (In Russian).
6. Uspenskiy Y.P., Baryshnikova N.V. The effectiveness of the use of probiotics against the background of antibacterial therapy. *Pharmateca for Practicing Physicians*, 2015, no. 2, pp. 78–82. (In Russian).
7. Sevastianova T.V., Usha B.V. Functional feed additives for farm animals and their impact on productivity indicators. *Agrarnaya Nauka = Agricultural science*, 2021, no. 4, pp. 99–103. (In Russian). DOI: 10.32634/0869-8155-2021-347-4-99-103.
8. Ahasan ASML., Agazzi A., Invernizzi G., Bontempo V., Savoini G. The beneficial role of Probiotics in monogastric animal nutrition and health. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, 2015, vol. 2, issue 4, pp. 116–121. DOI: 10.15406/JDVAR.2015.02.00041.
9. Khazanov A.I., Rumyantsev O.N., Kalinin A.V. Features of medicinal and viral liver lesions. *Kremlevskaya meditsina. Klinicheskij Vestnik = Kremlin medicine journal*, 2000, no. 1, pp. 44–47. (In Russian).
10. Fadeenko G.D., Kurinnaya E.G., Vovchenko M.N. Nutrigenomics and nutrigenetics: possibilities of practical application. *Souchastna gastroenterologia = Modern gastroenterology*, 2015, no. 6 (86), pp. 7–12. (In Ukrainian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Севастьянова Т.В.**, кандидат ветеринарных наук, доцент; **адрес для переписки:** Россия, 630093, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, e-mail: tatianakenegen@gmail.com

Уша Б.В., академик РАН, доктор ветеринарных наук, профессор, директор

AUTHOR INFORMATION

✉ **Tatyana V. Sevastianova**, Candidate of Science in Veterinary Medicine, Assistant Professor; **address:** 160, Dobroljubova St., 630093, Novosibirsk, Russia; e-mail: tatianakenegen@gmail.com

Boris V. Usha, Academician RAS, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Professor, Director

Дата поступления статьи / Received by the editors 31.07.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 25.11.2021
Дата публикации / Published 27.12.2021

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНТЕНСИВНОСТИ ИХ ВЫРАЩИВАНИЯ

✉ Петрухина Л.Л.

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

✉ gnu_iniish_risc@mail.ru

Представлены результаты исследований молочной продуктивности коров черно-пестрой породы в зависимости от возраста первого осеменения и живой массы при первом отеле в условиях Иркутской области. Изучена динамика выращивания телок по годам, молочная продуктивность коров по 1-й и 3-й лактациям в зависимости от интенсивности их развития. Эксперимент проведен по материалам хозяйства Иркутской области с использованием общепринятых зоотехнических, аналитических, вариационно-статистических методов исследований с 2016 по 2020 г. Живая масса телок во все возрастные периоды соответствовала требованиям классов элита и элита-рекорд. Анализ данных показал, что скорость роста животных в период исследований возросла (6,0; 6,8; 2,3 и 4,8% соответственно при достоверной разнице $p \geq 0,90$). С увеличением интенсивности выращивания телок отмечено повышение уровня их удоя за 305 дней 1-й лактации. Наибольшая молочная продуктивность отмечена по 1-й (5309–5476 кг) и 3-й (5418–5817 кг) лактациям у коров, возраст первого плодотворного осеменения которых составил 13–14 мес. Наименьший удой по 1-й и 3-й лактациям получен от коров, осемененных в возрасте 20 мес и старше. Наибольшую молочную продуктивность в 1-ю и 3-ю лактации получили от коров с живой массой при первом отеле 541–550, 551 кг и выше (5197–5164, 5436–5545 кг соответственно). Наименьшая молочная продуктивность получена от коров с живой массой при первом отеле до 500 кг (4567–5122, 4943–5009 кг). Полученные результаты позволяют выявить влияние интенсивности выращивания телок на продуктивные качества коров.

Ключевые слова: рост и развитие, молочная продуктивность, возраст первого осеменения, живая масса при первом отеле

MILK PRODUCTIVITY OF FIRST-CALF COWS DEPENDING ON THE INTENSITY OF THEIR BREEDING

✉ Petrukhina L.L.

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

✉ gnu_iniish_risc@mail.ru

The paper presents the results of studies of milk productivity of black-and-white cows depending on the age of the first insemination and live weight at the first calving in the conditions of the Irkutsk region. The dynamics of heifer rearing by year, milk productivity of cows in the 1st and 3rd lactations depending on the intensity of their development has been studied. The experiment was conducted on farm materials from the Irkutsk Region using generally accepted zootechnical, analytical, variation and statistical research methods from 2016 to 2020. Live weight of heifers at all ages met the requirements of the elite and elite-record classes. Analysis of the data showed that the growth rate of the animals increased during 5 years (6.0%, 6.8, 2.3 and 4.8% respectively with a significant difference $p \geq 0.90$). With the increased intensity of heifer rearing, an increase in milk yield over 305 days of the first lactation was observed. The highest milk production was noted in the 1st (5309-5476 kg) and 3rd (5418-5817 kg) lactations in cows with the first fruitful insemination at 13-14 months. The lowest 1st and 3rd lactation yields are obtained from cows inseminated at 20

months of age or older. Higher milk production in the first and third lactations was obtained from cows with a live weight at first calving of 541-550 kg, 551 kg and higher (5197-5164, 5436-5545 kg respectively). Less milk production was obtained from cows with a live weight at first calving of up to 500 kg (4567-5122, 4943-5009 kg). The results obtained make it possible to reveal the influence of the intensity of rearing heifers on the productive qualities of cows.

Keywords: growth and development, milk productivity, first insemination age, live weight at first calving

Для цитирования: Петрухина Л.Л. Молочная продуктивность коров-первотелок в зависимости от интенсивности их выращивания // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 77–83. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-9>

For citation: Petrukhina L.L. Milk productivity of first-calf cows depending on the intensity of their breeding. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 77–83. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-9>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Молочная продуктивность коров – главный хозяйственный и селекционный признак при разведении крупного рогатого скота. Формирование молочной продуктивности происходит в период роста и развития животного [1–7]. Интенсивное выращивание ремонтных телок и нетелей, определение оптимального возраста и живой массы начала их хозяйственного использования – важные элементы высокопродуктивного молочного животноводства с годовой продуктивностью коров 6–10 тыс. кг. Получение данного уровня продуктивности с 1-й лактации коров является актуальной задачей управления стадом и повышения экономической эффективности хозяйственной деятельности в молочном скотоводстве [8, 9].

Определение оптимального возраста и живой массы при первом отеле имеет большое значение в селекционной работе со стадом [10]. Некоторые ученые считают, что ранняя случка телок (13–15 мес) при условиях оптимального кормления и содержания не оказывает отрицательного влияния на последующую молочную продуктивность коров. Другие авторы считают, что оптимальный срок первого плодотворного осеменения телок должен составлять не менее 18, 19 мес [11, 12].

Проблема изучения роста и развития телок имеет большое хозяйственное значение, так как показатели полноценности развития и готовности животных к первому осеменению во многом определяют эффективность дальнейшего производственного использования коров [13]. В связи с этим рассмотрены вопросы особенностей динамики роста и развития телок. Молочная продуктивность зависит от множества паратипических факторов, но главным из них является возраст телок при первом осеменении [14, 15]. Возраст первого плодотворного осеменения и отела, живая масса при первом отеле оказывают определенное влияние на последующую продуктивность и проявление основных селекционных признаков.

Цель исследования – выявить зависимость молочной продуктивности первотелок от интенсивности их выращивания в условиях Иркутской области.

Задачи исследований:

- определить влияние интенсивности выращивания телок на их дальнейшую молочную продуктивность;
- определить влияние живой массы при первом отеле на молочную продуктивность коров.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалами исследований работы послужила информационная база данных программы племенного учета «СЕЛЭКС» высокопродуктивного стада черно-пестрого скота в СПК «Окинский» Иркутской области. Эксперимент проводили с 2016 по 2020 г. В качестве объекта исследований выбраны животные (949 гол.), которых оценивали по показателям роста и развития, а в последующем – по молочной продуктивности за 1-ю и 3-ю лактации.

При выполнении данной работы использованы общепринятые методы исследований: зоотехнические, аналитические, вариационно-статистические. Все полученные результаты обработаны на основе частных методик популяционной генетики и математической статистики на персональном компьютере с использованием программ Microsoft Excel, Snedecor V5.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Среди современных проблем в молочном скотоводстве заслуживает внимания скороспелость. Своевременное использование ремонтных телок для воспроизводства стада имеет большое производственное значение, так как оно затрагивает не только зоотехнические, но и экономические вопросы.

Известно, что у коров продуктивный период начинается с отела. Формирование и

уровень проявления у взрослых телок воспроизводительной способности определяется не только наследственностью, но и интенсивностью выращивания ремонтных телок.

Основными показателями интенсивности роста телок, характеризующими рост и развитие животных в разные возрастные периоды выращивания, являются абсолютный и среднесуточный привесы. Характеристика выращивания телок представлена в табл. 1.

Телки с возрастом первого плодотворного осеменения 13–15 мес имели максимальные среднесуточные привесы в разные возрастные периоды. В период выращивания 0–6 мес (при среднесуточном привесе 754 г) и 6–12 мес (759 г) возраст первого осеменения составил 15 мес; 0–6 мес (778 г), 6–12 мес (810 г) – 14 мес; 0–6 мес (808 г), 6–12 мес (901 г) – 13 мес ($p \geq 0,95$). Абсолютные привесы в возрастном периоде выращивания 0–6 мес составили 136, 140, 145 кг; в 6–12 мес – 136, 146, 162 кг соответственно. Наибольший возраст первого плодотворного осеменения 19, 20 мес и старше отмечен у телок при среднесуточном приросте 722 и 677 г в период выращивания 0–6 мес соответственно. В период выращивания 6–12 мес среднесуточные привесы также были минимальные (632 и 665 г соответственно).

Молочная продуктивность коров за 1-ю лактацию во многом зависит от того, как телки подготовлены к осеменению, опре-

Табл. 1. Влияние интенсивности роста телок на возраст первого осеменения

Table. 1. Influence of heifer growth rate on the age of first insemination

Возраст первого осеменения, мес	Телки, гол.	Абсолютный привес в среднем за месяц, кг			Среднесуточный привес, г	
		Период выращивания			Период выращивания	
		0–6 мес	6–12 мес	6 мес до осеменения	0–6 мес	6–12 мес
13	11	145 ± 4,2	162 ± 3,0	32 ± 3,3	808 ± 73,5	901 ± 16,5
14	150	140 ± 1,5	146 ± 1,2	56 ± 1,1	778 ± 8,4	810 ± 6,9
15	153	136 ± 1,2	136 ± 1,3	75 ± 1,0	754 ± 6,7	759 ± 7,1
16	162	130 ± 1,2	130 ± 1,2	93 ± 1,1	720 ± 6,9	724 ± 6,9
17	151	130 ± 1,4	126 ± 1,5	106 ± 1,6	726 ± 7,5	701 ± 8,3
18	157	128 ± 1,5	121 ± 1,5	120 ± 1,4	714 ± 8,1	674 ± 8,4
19	66	130 ± 1,8	119 ± 2,0	131 ± 2,5	722 ± 9,8	665 ± 11,1
20 и старше	99	121 ± 2,2	113 ± 2,4	148 ± 2,8	677 ± 12,1	632 ± 13,1

деляющими факторами являются возраст и живая масса [1].

В табл. 2, 3 показана динамика молочной продуктивности коров в зависимости от возраста первого отела.

Анализ табл. 2 позволяет определить желательный возраст первого осеменения, при котором возможно получить наибольшее количество молока. Телки, впервые осемененные в возрасте 13 и 14 мес при средней живой массе 370–374 кг, дали наибольшую молочную продуктивность по 1-й лактации (5309–5476 кг соответственно, жирность молока 3,74%). Меньшую молочную продуктивность по 1-й лактации получили от коров, возраст первого осеменения которых составил 20 мес и старше (5036 кг, 3,75%). Телки, осемененные в возрасте 15, 16, 17,

18, 19 мес, имели удой 5226, 5198, 5147, 5225, 5067 кг соответственно.

Наилучшие показатели продуктивности по 3-й лактации также отмечены у телок, осемененных в возрасте 13, 14, 15 мес (5418, 5817, 5510 кг). Наименьший удой по 1-й и 3-й лактациям получен от животных, осемененных в возрасте 20 мес и старше.

В исследованиях, проведенных в различных регионах России, доказано, что телки с постоянным уровнем роста во все периоды имеют высокую оплодотворяемость; молодняк с высоким уровнем роста во время стельности имеет большую массу на момент отела, что приводит к снижению осложнений во время отела, а также к большей продуктивности по 1-й лактации. Ко времени отела телка должна иметь оптимальную живую массу.

Табл. 2. Молочная продуктивность коров по 1-й лактации в зависимости от возраста первого осеменения

Table 2. Milk productivity of cows in the 1st lactation depending on the age of first insemination

Возраст первого осеменения, мес	Коровы, гол.	Живая масса при первом плодотворном осеменении, кг	Молочная продуктивность			
			Удой, кг	Жир, %	Жир, кг	Белок, %
13	9	370	5309 ± 79	3,74 ± 0,002	198,6 ± 2,9	3,11 ± 0,001
14	149	374	5476 ± 33	3,74 ± 0,003	204,8 ± 1,2	3,11 ± 0,001
15	160	378	5226 ± 35	3,74 ± 0,004	195,4 ± 1,3	3,11 ± 0,002
16	168	384	5198 ± 32	3,74 ± 0,004	194,4 ± 1,2	3,12 ± 0,002
17	151	394	5147 ± 28	3,74 ± 0,004	192,4 ± 1,1	3,11 ± 0,002
18	161	405	5125 ± 35	3,74 ± 0,004	191,7 ± 1,3	3,12 ± 0,002
19	70	421	5067 ± 39	3,73 ± 0,005	190,0 ± 1,5	3,12 ± 0,003
20 и старше	102	426	5036 ± 50	3,75 ± 0,006	188,9 ± 1,9	3,12 ± 0,003

Табл. 3. Молочная продуктивность коров по 3-й лактации в зависимости от возраста первого осеменения

Table 3. Milk productivity of cows in the 3d lactation depending on the age of first insemination

Возраст первого осеменения, мес	Коровы, гол.	Молочная продуктивность			
		Удой, кг	Жир, %	Жир, кг	Белок, %
13	9	5418 ± 72	3,89 ± 0,004	210,6 ± 2,8	3,11 ± 0,002
14	149	5817 ± 48	3,90 ± 0,004	199,4 ± 1,9	3,12 ± 0,004
15	160	5510 ± 72	3,89 ± 0,003	214,4 ± 2,8	3,11 ± 0,002
16	168	5308 ± 55	3,89 ± 0,003	206,6 ± 2,1	3,12 ± 0,002
17	151	5325 ± 66	3,88 ± 0,008	206,3 ± 2,5	3,13 ± 0,003
18	161	5283 ± 55	3,89 ± 0,004	205,4 ± 2,1	3,12 ± 0,002
19	70	5256 ± 372	3,88 ± 0,02	243,2 ± 15,1	3,11 ± 0,008
20 и старше	102	5203 ± 41	3,89 ± 0,004	202,4 ± 1,6	3,12 ± 0,002

Табл. 4. Влияние живой массы при первом отеле на молочную продуктивность коров по 1-й лактации

Table 4. Effect of live weight at first calving on milk productivity of cows in the 1st lactation

Живая масса при первом отеле, кг	Коровы, гол.	Молочная продуктивность			
		Удой, кг	Жир, %	Жир, кг	Белок, %
До 480	21	4567 ± 444	3,82 ± 0,05	175,4 ± 19,3	3,14 ± 0,02
481–500	34	5122 ± 40	3,73 ± 0,006	191,2 ± 1,5	3,12 ± 0,002
501–520	178	5229 ± 35	3,73 ± 0,003	195,1 ± 1,3	3,11 ± 0,002
521–530	350	5197 ± 76	3,70 ± 0,004	192,5 ± 2,8	3,11 ± 0,004
531–540	127	5164 ± 26	3,73 ± 0,003	192,7 ± 1,0	3,11 ± 0,001
541–550	109	5264 ± 53	3,76 ± 0,01	198,1 ± 1,9	3,12 ± 0,003
551 и более	130	5526 ± 339	3,75 ± 0,02	207,2 ± 13,0	3,13 ± 0,02

Табл. 5. Влияние живой массы при первом отеле на молочную продуктивность коров по 3-й лактации

Table 5. Effect of live weight at first calving on milk productivity of cows in the 3d lactation

Живая масса при первом отеле, кг	Коровы, гол.	Молочная продуктивность			
		Удой, кг	Жир, %	Жир, кг	Белок, %
До 480	21	4943 ± 350	3,92 ± 0,06	192,8 ± 12,2	3,13 ± 0,05
481–500	34	5009 ± 249	3,85 ± 0,06	193,3 ± 12,2	3,15 ± 0,02
501–520	178	5282 ± 50	3,89 ± 0,004	205,2 ± 1,9	3,12 ± 0,002
521–530	350	5249 ± 124	3,88 ± 0,007	203,6 ± 4,7	3,10 ± 0,003
531–540	127	5200 ± 60	3,89 ± 0,004	202,3 ± 2,3	3,11 ± 0,002
541–550	109	5436 ± 84	3,89 ± 0,004	211,2 ± 3,2	3,11 ± 0,002
551 и более	130	5545 ± 66	3,89 ± 0,004	215,5 ± 2,5	3,13 ± 0,002

В табл. 4, 5 представлена динамика молочной продуктивности в зависимости от живой массы при первом отеле.

Наибольшую молочную продуктивность в 1-ю и 3-ю лактации в СПК «Окинский» получили от коров с живой массой при первом отеле 541–550, 551 кг и выше (5197–5164, 5436–5545 кг соответственно) при достоверной разнице $p \geq 0,90$ (см. табл. 4, 5). Наименьшая молочная продуктивность получена от коров с живой массой при первом отеле до 500 кг (4567–5122, 4943–5009 кг).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По данным исследования определены наиболее оптимальные возраст первого осеменения и живая масса коров, которые позволяют при первом отеле получить наибольший удой в условиях хозяйства. Наибольшая молочная продуктивность за

305 дней 1-й лактации (5309–5476 кг молока жирностью 3,74%) зарегистрирована у коров, возраст первого осеменения которых составил от 13 до 14 мес со средней живой массой при первом плодотворном осеменении 370–374 кг. Наибольшую молочную продуктивность в 1-ю и 3-ю лактации в СПК «Окинский» Иркутской области получили от коров с живой массой более 541 кг при первом отеле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вильвер Д.С. Влияние живой массы и возраста первого осеменения телок на молочную продуктивность // Ветеринарный врач. 2007. № 3. С. 63–65.
2. Вильвер Д.С. Влияние возраста первого осеменения телок на молочную продуктивность // Вестник Челябинского государственного университета. 2008. № 4. С. 159–160.

3. Косилов В.И., Комарова Н.К., Востриков Н.И. Молочная продуктивность коров разных типов телосложения после лазерного облучения БАТ вымени // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 3. (47). С. 107–110.
4. Хабарова Г.В., Болтушкина Т.Н., Литонина А.С. Выращивания ремонтных телок в племязаводах Вологодской области // Молочнохозяйственный вестник. 2011. № 3. С. 23–27.
5. Стрекозов Н.И., Конопелько Е.И. Оптимальная структура высокопродуктивного стада молочного скота и интенсивность выращивания телок // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 3. С. 5–7.
6. Исунова М. Как получить качественный ремонтный молодняк? // Молоко и корма: Менеджмент. 2007. № 2. С. 16–19
7. Лукичев Д.Л., Лукичев В.Л. Эффективное выращивание ремонтных телок от высокопродуктивных коров с 4,2– до 15,7–месячного возраста // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2018. Вып. 3 (52). С. 72–79.
8. Абылкасымов Д., Сударев Н.П., Чаргеишвили С.В., Сизова К.Ю., Востряков К.В. Селекционная оптимизация ремонта высокопродуктивного молочного стада // Зоотехния. 2021. № 3. С. 2–5.
9. Стрекозов Н.И., Сивкин Н.В., Рябов Д.С. Связь интенсивности роста с молочной продуктивностью коров голштинской и айрширской пород // Достижение науки и техники АПК. 2009. № 8. С. 35–38.
10. Романенко Л.В., Павлий В.А. Интенсивная система выращивания племенных телок айрширской породы // Зоотехния. 2008. № 3. С. 7–10.
11. Пеллинен А.В., Голубков А.И., Голубков А.А., Лефлер К.В., Сиротинин Е.Г., Мирвалиев Ф.С. Эффективность разведения крупного рогатого скота енисейского типа красно-пестрой породы в ПЗ АО «Солгон» // Вестник КрасГАУ. 2019. № 6. С. 114–122.
12. Жебровский Л.С., Васильева В.И., Волгин О.Р. Влияние роста молодняка на реализацию молочной продуктивности // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2011. № 22. С. 121–126.
13. Чомаев А., Текеев М., Камбиев И. Влияние живой массы и возраста телок при первом осеменении на их последующую молочную продуктивность // Молочное и мясное скотоводство. 2010. № 3. С. 11–13.
14. Прахт В. Влияние интенсивности роста голштинизированных телок холмогорской породы на последующую молочную продуктивность // Молочное и мясное скотоводство. 2013. № 5. С. 31–32.
15. Сергеев И.И. Целесообразность раннего оплодотворения телок // Зоотехния. 2005. № 4. С. 25–27.

REFERENCES

1. Vilver D.S. Influence of live weight and the age of heifers first insemination on the milk productivity. *Veterinarnyi vrach = The Veterinarny Vrach journal*, 2007, no. 3, pp. 63–65. (In Russian).
2. Vilver D.S. Influence of the age of heifers first insemination on the milk productivity. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Chelyabinsk State University*, 2008, no. 4, pp. 159–160. (In Russian).
3. Kosilov V.I., Komarova N.K., Vostrikov N.I. Milk yields of cows with different types of body-built after laser irradiation of udders. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Orenburg State Agrarian University*, 2014, no. 3 (47), pp. 107–110. (In Russian).
4. Khabarova G.V., Boltushkina T.N., Litonina A.S. The breeding of the remount heifers on cattle breeding farms of Vologda region. *Molochnokhozyaistvennyi vestnik = Molochnokhozyaistvenny vestnik*. 2011, no. 3, pp. 23–27. (In Russian).
5. Strekozov N.I., Konopelko E.I. Optimal structure of 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).
6. Isupova M. How to get high-quality replacement young cattle? *Moloko i korma: Menedzhment = Milk, forages, management*, 2007, no. 2, pp. 16–19. (In Russian).
7. Lukichev D.L., Lukichev V.L. Effective breeding of 4.2-15.7 months old replacement heifers received from highly productive cows. *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii im. V.R. Filipova = Bulletin of Buryat State Academy of Agriculture*, 2018. vol. 3 (52), pp. 72–79. (In Russian).

8. Abylkasymov D., Sudarev N.P., Chargeishvili S.V., Sizova K.Y., Vostryakov K.V. Breeding optimization of repairs of high productive dairy herd. *Zootekhnika*, 2021, no. 3, pp. 2–5. (In Russian).
9. Strekozov N.I., Sivkin N.V., Ryabov D.S. Dependence of growth intensity with milk productivity of holstein and ayrshire cows. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2009, no. 8, pp. 35–38. (In Russian).
10. Romanenko L.V., Pavliy V.A. Intensive system of growing a herd heifers of Ayrshire breed. *Zootekhnika*, 2008, no. 3, pp. 7–10. (In Russian).
11. Pellinen A.V., Golubkov A.I., Golubkov A.A., Lefler V.K., Sirotin E.G., Mirvaliev F.S. The efficiency of breeding of cattle of the Yenisei type of red and motley breed in BF JSC "Solgon". *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasGAU*, 2019, no. 6, pp. 114–122. (In Russian).
12. Gebrovsky L.S., Vasileva V.I., Volgin O.R. The effect of young animals' growth on the milk performance. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*, 2011, no. 22, pp. 121–126. (In Russian).
13. Chomaev A., Tekeev M., Kambiev I. Effect of live weight and age of heifers at first insemination on their subsequent milk production. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2010, no. 3, pp. 11–13. (In Russian).
14. Pracht V. Effect of growth rate of Holsteinized heifers of Kholmogorskaya breed on subsequent milk performance. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2013, no. 5, pp. 31–32. (In Russian).
15. Sergeev I.I. Expediency of heifer early conception. *Zootekhnika*, 2005, no. 4, pp. 25–27. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

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

AUTHOR INFORMATION

✉ Lydia L. Petrukhina, Researcher; address:
14 Dachnaya St., Pivovarikha village, Irkutsk district, Irkutsk region, 664511, Russia, e-mail: gnu_iniish_risc@mail.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 11.08.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 29.11.2021
Дата публикации / Published 27.12.2021



АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

✉ **Гарафутдинова Л.В.**

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

✉ e-mail: lv.garafutdinova@mail.ru

Описаны минимально необходимая информация и последовательность выделения агроэкологических типов земель на территории землепользования опытной станции (ОС), расположенной в лесостепи Приобья Новосибирской области. Выделены агроэкологические типы земель: первый тип (плакорные земли) представлен черноземом выщелоченным в сочетании с обыкновенным, оподзоленным и темно-серой лесной почвой, второй тип (слабоэрозионные земли) – черноземом выщелоченным в сочетании с темно-серой лесной почвой. Почвенный покров ОС в обоих типах земель представлен черноземом выщелоченным (Чв-2-2с), доля которого для первого типа составляет 75,26%, для второго – 76,26% от общей площади типов. Для первого агроэкологического типа земель характерно варьирование высот от 134 до 165 м. Рабочие участки относительно угла наклона рельефа расположены на склонах от 0 до 3 град. Вертикальное расчленение рельефа в среднем составляет 1,3 м, горизонтальное расчленение эрозионными формами – 0,8 км/км². Второй тип земель характеризуется высотой над уровнем моря от 113 до 137 м, углом наклона рельефа – от 1 до 4 град. Вертикальное расчленение рельефа в среднем составляет 1,7 м, горизонтальное расчленение эрозионными формами – 0,9 км/км². Типизация осуществлена с помощью сформированной цифровой модели землепользования (ЦМЗ) ОС на основе анализа географической информации, материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и кадастровой карты. ЦМЗ состоит из следующих геоинформационных слоев: топография, почвенный покров, цифровая модель рельефа (ЦМР), рабочие участки. ЦМР включает информацию о крутизне и экспозиции склонов, вертикальном и горизонтальном расчленении.

Ключевые слова: агроэкологические типы земель, геоинформационная модель, ДЗЗ, ГИС, базы данных

AGROECOLOGICAL LAND TYPIFICATION

✉ **Garafutdinova L.V.**

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

✉ e-mail: lv.garafutdinova@mail.ru

The minimum required information and the sequence of agroecological land type allocation on the land management territory of the experimental station (ES) located in the forest-steppe of the Priob'ye region of Novosibirsk is described. Two agroecological land types are distinguished: the first type (upland lands) is represented by leached chernozem in combination with common, podzolized and dark-grey forest soils; the second type (slightly erosive lands) is represented by leached chernozem in combination with dark-grey forest soils. Soil cover of ES in both types of lands is represented by leached chernozem (Lch-2-2s), the share of which for the first type is 75.26%, for the

second - 76.26% of the total area of the types. The first agroecological land type is characterized by a range of heights from 134 to 165 m. The working areas are located on the slopes between 0 and 3 degrees in relation to the terrain angle. Vertical dissection of the relief averages 1.3 m, horizontal dissection by erosion forms is 0.8 km/km². The second type of land is characterized by an elevation of 113 to 137 meters above sea level and a slope of 1 to 4 degrees. Vertical dissection of the terrain averages 1.7 m, horizontal dissection by erosion forms 0.9 km/km². Typification was carried out with the help of a generated Digital Land Use Model (DLM) of the ES based on the analysis of geographical information, remote sensing materials (ERS) and cadastral map. The DLM consists of the following geo-information layers: topography, land cover, digital elevation model (DEM), working areas. The DEM includes information on slope steepness and exposure, vertical and horizontal dissection.

Keywords: agroecological types of lands, geoinformation model, remote sensing, GIS, databases

Для цитирования: Гарафутдинова Л.В. Агроэкологическая типизация земель // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 84–94. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-10>

For citation: Garafutdinova L.V. Agroecological land typification. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 84–94. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-10>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Благодарность

Работа выполнена под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора, главного научного сотрудника Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук В.К. Каличкина.

Acknowledgments

The work was carried out under the supervision of V.K. Kalichkin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher of the Siberian Federal Scientific Center of AgroBioTechnologies of the Russian Academy of Sciences.

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия невозможно без комплексной агроэкологической оценки земель. Агроэкологическая оценка земель учитывает особенности почвенного покрова, геоморфологические и агроклиматические особенности территории землепользования, от которых зависит урожайность сельскохозяйственных культур [1]. Для проведения аналитических работ используют возможности геоинформационных систем (ГИС), которые позволяют систематизировать пространственную информацию и провести ее анализ в соответствии с поставленными целями [2–4]. Геоинформационное решение таких задач заключается в системе накопления, хранения и обработки полученной информации [5]. В ГИС имеется ряд функций, с помощью которых можно проводить анализ, связанный с изменениями земельных ресурсов (расчет площадей, длин и других параметров), получать геоморфометрические ха-

рактеристики поверхности территории (угол наклона, экспозиция склона, вертикальное и горизонтальное расчленение рельефа), что позволяет дать оценку землепользования.

Основой для ГИС являются геоданные. Они представляют собой информацию о реальном объекте, полученную в ходе наблюдений или измерений, при этом единица данных имеет две составляющие: информацию о местоположении объекта в пространстве и информацию о свойствах объекта, описывающих его сущность, и соответственно пространственные и атрибутивные характеристики [6]. С помощью интеграции ГИС и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) возможно получение информации о земельных ресурсах для их анализа on-line.

Цель исследования – осуществить агроэкологическую типизацию земель с использованием созданной цифровой модели землепользования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на территории ОС «Элитная» (54°54'57"с.ш., 82°57'6"в.д.) Новосибирского района Новосибирской области, расположенной на третьей террасе Приобского плато, имеющей небольшой уклон в сторону р. Обь. Согласно составленной Сибирским научно-исследовательским институтом земледелия и химизации сельского хозяйства (СибНИИЗиХ) СФНЦА РАН схеме агроландшафтного районирования Новосибирской области, территория хозяйства относится к лесостепному Приобскому агроландшафтному району Северопредальтайской лесостепной провинции [7]. Почвенный покров преимущественно представлен различными подтипами чернозема и темно-серой лесной почвой.

Для уточнения информации по границам объектов использовали публичную кадастровую и топографическую карты. В базе геопространственных данных (БГД) отражены сведения о геометрии, пространственном расположении объектов и характеристиках территории. БГД разработана в СУБД SpatiaLite. Геоинформационные слои ГИС формировались с использованием данных проекта территориального землеустройства М 1 : 21 000, топографической карты М 1 : 100 000, космических снимков Landsat-8 с разрешением 30 × 30 м в одном пикселе. Космоснимки скачаны с сайта Геологической службы США (<https://earthexplorer.usgs.gov>). Все электронные слои были созданы в единой системе координат 3857 WGS-84/Pseudo-Mercator с помощью программного обеспечения Quantum GIS (QGIS) с открытой модульной архитектурой (<https://qgis.org/ru/site/>) [8]. При подготовке геоинформационного слоя почвенный покров за основу взята карта опытно-производственного хозяйства «Элитное» (1999 г. М 1 : 10 000).

Модель БГД рельефа включает углы наклона, горизонтальное и вертикальное расчленение, экспозицию склона. Цифровая модель рельефа (ЦМР) сформирована на основе топографической карты с оцифрованными высотами и изолиниями, а также данных SRTM (<https://earthexplorer.usgs.gov>).

Для оценки расчленения рельефа территория была разбита на квадраты размером 1 × 1 км. В пределах полученных квадратов рассчитывались основные показатели с помощью GRASS GIS в интерфейсе QGIS. Горизонтальное расчленение рельефа рассчитано с использованием алгоритма «Fill sinks» → «catchment area» → «channel network» и привязанной атрибутивной информацией о площади и степени развития эрозии. Вертикальное расчленение рельефа рассчитано на основе карты элементарных водосборных бассейнов, используя алгоритм → «r.watershed». Затем с помощью инструмента «Vector < - > raster» – «Raster statistic for polygons» вычислены максимумы и минимумы высот в каждом водосборном бассейне. С помощью калькулятора полей в атрибутивной информации была рассчитана величина перепада высот и площадь, занимаемая определенной высотой на местности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данные, полученные в ходе формирования цифровой модели землепользования (ЦМЗ), были сформированы в геоинформационные слои с БГД. Геоинформационный слой топографическая карта несет информацию об актуальных границах землепользования, рабочих участках, опорных пунктах геодезической сети, населенных пунктах, дорожной сети, ЛЭП, газопроводах, высотах, горизонталях и др. С помощью публичной кадастровой карты уточнены границы рабочих участков землепользования. При оцифровке и уточнении площадей рабочих участков при помощи проекта территориального землеустройства, ДЗЗ, растровой картографической подложки (Google Satellite Hybrid) и данных, предоставленных из ОС, оказалось, что учетная площадь везде разная. Поэтому необходимо провести уточнение площадей рабочих участков с помощью контурного дешифрирования аэрофотоснимков.

Сформированная БГД по рабочим участкам включает атрибутивную информацию: номер участка, площадь, длину гона, конфи-

гурацию рабочих участков, удаленность от центральной усадьбы, мощность гумусового горизонта, сельскохозяйственные культуры, возделываемые последние 5 лет, и их урожайность (см. рис. 1).

Основой землеустройства являются севообороты, размещение которых зависит от почвенно-климатических условий. Геоинформационный слой схемы севооборота в ОС «Элитная» представлен на рис. 2. На территории ОС «Элитная» преобладают в равной степени полевые и кормовые севообороты, так как специализация сельскохозяйственной организации животноводческо-растениеводческая.

В виде одного из тематических слоев ГИС создан геоинформационный слой почвенный покров, который содержит характеристику почвенного покрова территории, служит основой для проведения агроэкологической типизации земель [9].

Почвенный покров территории ОС «Элитная» представлен различными подтипами, доля которых от общей площади составляет следующие величины: чернозем выщелоченный – 83,35%, обыкновенный – 6,11, оподзоленный – 3, темно-серая лес-

ная – 7,54% (см. рис. 3). В БГД почв содержится информация о почвенном индексе, названии почвы, содержании гумуса и физической глины, рН, подвижного фосфора и обменного калия. Гранулометрический состав почв варьирует от среднесуглинистого до тяжелосуглинистого. Содержание гумуса в почвах изменяется от 2 до 5%, рН – от 4,51 до 5,01.

Рельеф земной поверхности оказывает влияние на физико-географические элементы ландшафта, являясь главным фактором его формирования. От крутизны, формы, экспозиции склона и расчлененности территории зависят микроклиматические и геохимические условия изучаемой территории – сток воды и эрозия почв, которые являются главными его характеристиками. От крутизны и формы склонов зависят температура прогревания почв, интенсивность эрозии и мощность почвенного профиля. Поэтому полученные пространственные данные по морфометрическим характеристикам помогают оценить эрозионный потенциал территории [10]. Для этих целей создана ЦМР. Для ЦМР была сформирована БГД с точечной и линейной геометрией. Линейный слой со-

ID	Культура 1	Культура 2	Культура 3	Культура 4	Культура 5	Культура 6	Длина гона	Конфигур	Сод гумуса	Удален	Кандоргор.	Урожай2016	Урожай2017	Урожай18	Урожай19	Урожай20	Н
1	5.0 Пшеница	Однолетние тр...	Пар	Озимая Пш...	Залежь 2 года...	Однолетние тр...	1,25	Правильная	6	3	Хорошее	18,20	78,40				Ма
2	5.0		Овес	Ячмень	Однолетние тр...	Овес	2,54	Правильная	6	3	Хорошее			31,80	18,80	60,00	Сре
3	6.1 ОлПшеница	Однолетние тр...	Пшеница	Однолетние...	Однолетние тр...	Кукуруза	0,83	Правильная	6	2	Хорошее	78,40			79,00	60,00	Сре
4	6.2 Овес	Однолетние тр...	Пшеница	Кукуруза	Однолетние тр...	Кукуруза	1,57	Правильная	6	2	Хорошее	35,60	78,40	19,00	160,00	60,00	Сре
5	6.3 Пшеница	Соя	Ячмень	Горох	Залежь	Пар	1,54	Правильная	6	2	Хорошее	18,20	8,20	18,30	20,10		Сре
6	6.4 Пшеница	Горох	Ячмень	Вика на зерно	Залежь	Пар	1,56	Правильная	6	2	Хорошее	18,20	23,10	18,30	21,10		Ма
7	7.0 Кукуруза	Ячмень	Однолетние тр...	Овес	Однолетние тр...	Кукуруза	1,80	Правильная	6	2	Хорошее	370,00	28,20	86,00	21,10	60,00	Сре
8	8.0 Пшеница	Однолетние тр...	Ячмень	Однолетние...	Кукуруза	Ячмень	2,75	Близка к прямоугольной	6	2	Хорошее	18,20	78,40	18,30	79,00	160,00	
9	9.0 Однолетние тр...	Кукуруза	Ячмень	Однолетние...	Кукуруза	Ячмень	3,29	Правильная	5	4	Хорошее	370,00	253,00	18,30	79,00	160,00	Сре
10	10.1 Многолетние т...	Многолетние т...	Многолетние т...	Многолетние...	Пшеница	Ячмень	1,67	Правильная	6	2	Хорошее					12,50	Сре
11	10.1			Однолетние...	Пшеница	Многолетние т...	1,67	Правильная	4	2	Хорошее				79,00	12,50	Сре
12	10.2 Пшеница	Однолетние тр...	Пшеница	Соя	Горох	Горох	1,22	Правильная	6	2	Хорошее	18,20	78,40	19,00	4,50	22,10	Сре
13	10.2				Горох	Соя	1,25	Правильная	5	2	Хорошее					15,10	Сре
14	11.1 Соя/Гречиха	Однолетние тр...	Пшеница	Соя	Однолетние тр...	Ячмень	1,58	Правильная	5	2	Хорошее	17,70		19,00	4,50	60,00	Сре
15	11.2 Картофель	Ячмень	Овес	Ряпс	Пшеница	Рыжик	1,43	Правильная	5	3	Хорошее		28,20	31,80		12,50	Сре
16	12.0 Вика на зерно/...	Ячмень	Однолетние тр...	Овес	Ячмень	Однолетние тр...	3,06	Правильная	6;3	2	Хорошее	20,30	28,20	86,00	21,10	22,10	Сре
17	13.0 Однолетние тр...	Ячмень	Соя	Ячмень	Однолетние тр...	Ячмень	2,32	Правильная	5;4	2	Хорошее	28,20	5,40	18,80	60,00	60,00	Сре
18	14.0 Однолетние тр...	Овес/Вика	Пшеница/Карт...	Однолетние...	Ячмень	Однолетние тр...	2,69	Правильная	6;5	1	Хорошее	26,53	19,00	79,00	22,10		Сре
19	15.0	Однолетние тр...	Ячмень	Пшеница	Горох	Вика	1,38	Правильная	5	1	Хорошее	78,40	18,30	15,40	15,10		Сре
20	15.0 Ячмень	Картофель	Кукуруза	Однолетние...	Пшеница	Горох	1,18	Правильная	6	1	Хорошее	28,80	277,00	79,00	12,50		Сре
21	17.0 Пар	озимая пше...	Горох	Пшеница	Горох	Пшеница	1,70	Правильная	6;5	1	Хорошее		18,10	15,40	15,10		Сре
22	18.0 Овес	Пар	Озимая пше...	Пшеница	Залежь отдох год	Пшеница	3,27	Правильная	6;5	1	Хорошее	35,60			15,40		Сре
23	19.1 Ячмень	Овес	Вика на зерно	Ячмень	Вика на зерно	Ряпс	1,28	Правильная	5	1	Хорошее	28,80	26,50	27,30	18,80	14,00	Ма
24	19.2				Пар	Ряпс	1,20	Правильная	6	6	Хорошее						Ма
25	19.2 Ячмень	Овес	Вика на зерно	Ячмень	Вика на зерно	Пшеница	1,00	Правильная	5	6	Хорошее	28,80	26,50	27,30	18,80	14,00	Сре
26	20.0 Многолетние т...	Пшеница/Мно...	Овес/Многоле...	Ячмень	Залежь	Многолетние т...	3,27	Правильная	5	7	Хорошее		19,20	31,80	18,80		Сре
27	21.1 Ячмень	Многолетние т...	Многолетние т...	Многолетние...	Пшеница	Пшеница	1,14	Правильная	6;5	7	Хорошее	28,80					Сре

Рис. 1. Фрагмент базы геопропространственных данных рабочих участков
 Fig. 1. Fragment of the geospatial database of work sites

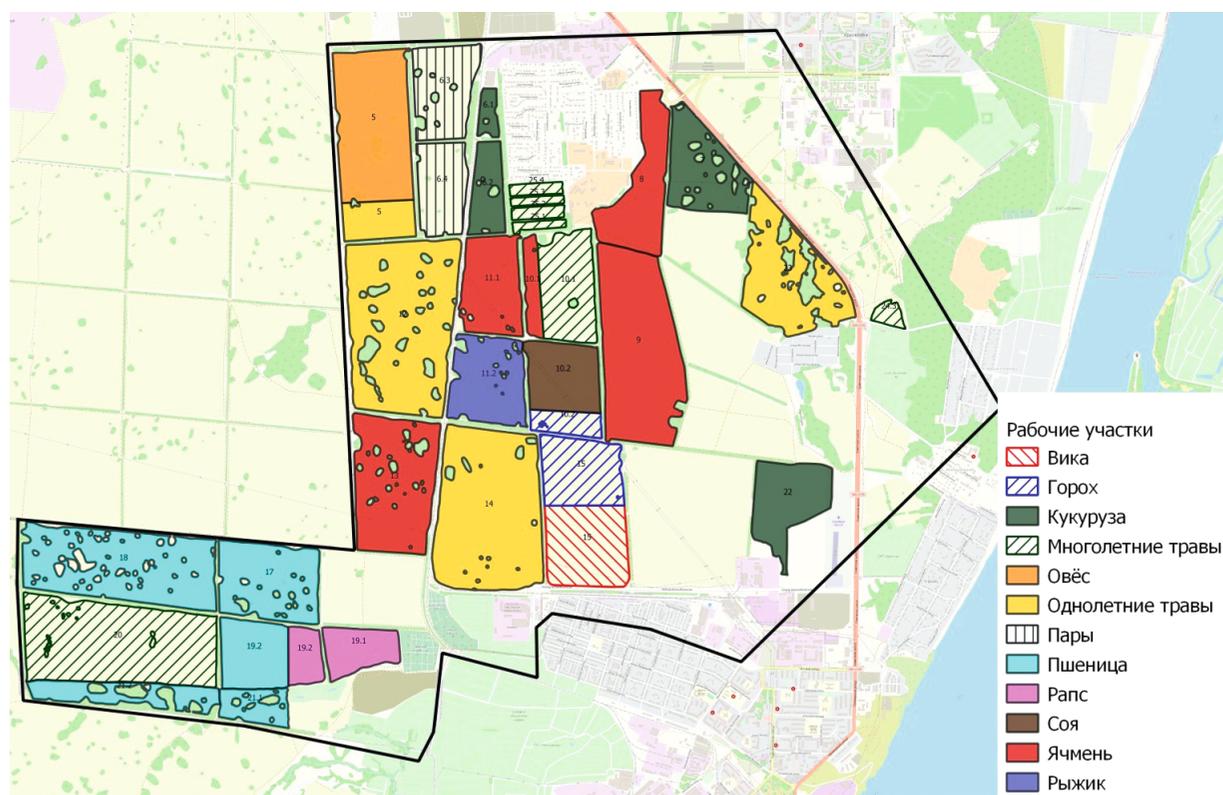


Рис. 2. Геоинформационный слой рабочих участков посевов сельскохозяйственных культур ОС «Элитная» в 2021 г.

Fig. 2. Geographic information layer of working areas of crops of the ES «Elitnaya» in 2021

держит информацию о высотах, которые построены с сечением через 10 м (см. рис. 4).

Выполнен расчет и анализ карт горизонтального и вертикального расчленения, экспозиции и крутизны склонов, сделаны выводы относительно подверженности территории геоморфологическим рискам в зависимости от значений морфометрических параметров рельефа [11].

Одной из основных характеристик рельефа является крутизна склона и его форма, которые обуславливают скорость стока поверхностных вод. Исходя из того, что именно крутизна склона влияет на проявление эрозионных процессов, были рассчитаны показатели уклона территории ОС «Элитная» на основе SRTM.

Территория ОС «Элитная» располагает земельными участками разной крутизны, классификацию которой проводили по методике М.Н. Заславского (см. рис. 5) [12].

Большую часть ОС «Элитная» занимают склоны 0–1 град. На них проходит 57,17%

территории, склоны 1–3 град. занимают 41,03%, 3–5 град. – 1,77, 5–7 град. – 0,03%. Это показывает, что рельеф склонов варьирует от очень пологих до слабопокатых [1]. Рабочие участки в основном расположены на склонах 0–3 град., они менее смыты, чем расположение на более крутых склонах.

От экспозиции склонов зависят интенсивность распределения солнечного освещения, растительный и почвенный покров, микроклимат, распределение снега зимой. Наиболее благоприятными склонами для размещения сельскохозяйственных культур в лесостепи считаются южные, они быстрее прогреваются, продолжительность вегетационного периода растений на них выше, а самыми неблагоприятными – северные, более холодные и часто переувлажненные. На склонах восточной экспозиции достижение максимальной температуры приходится на утро, западной – на вечер [13]. При формировании электронного слоя экспозиции склонов было принято разбиение на восемь

тип почв : Features Total: 32, Filtered: 32, Selected: 0

id	Индекс	Назва	Гумус	Глина	pH	Фосфо	Калий	Тип	Подти	
1	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
2	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
3	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
4	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
5	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
6	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
7	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
8	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
9	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
10	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
11	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
12	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
13	5	Чв-1-3-с	Чернозем выщелоченный маломощный среднегумусный среднесуглинистый	4	65	4,51	>200	40	Черноземы	Чернозем выщелоченный
14	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
15	6	Чо-2-2-г	Чернозем оподзоленный среднemocный малогумусный глинистый и тяжел...	4	65	5,01	>200	40	Черноземы	Чернозем оподзоленный
16	2	Чо-2-2-с	Чернозем оподзоленный среднemocный малогумусный среднесуглинистый	4	50	5,51	>200	120	Черноземы	Чернозем оподзоленный
17	2	Чо-2-2-с	Чернозем оподзоленный среднemocный малогумусный среднесуглинистый	4	50	5,51	>200	120	Черноземы	Чернозем оподзоленный
18	2	Чо-2-2-с	Чернозем оподзоленный среднemocный малогумусный среднесуглинистый	4	50	5,51	>200	120	Черноземы	Чернозем оподзоленный
19	4	Чв-2-1-г	Чернозем выщелоченный маломощный малогумусный глинистый и тяжело...	5	65	5,01	>200	120	Черноземы	Чернозем выщелоченный
20	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
21	3	C3-2-т	Темно-серая лесная среднеподзоленная среднemocная тяжелоуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
22	3	C3-2-т	Темно-серая лесная среднеподзоленная среднemocная тяжелоуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
23	3	C3-2-т	Темно-серая лесная среднеподзоленная среднemocная тяжелоуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
24	3	C3-2-т	Темно-серая лесная среднеподзоленная среднemocная тяжелоуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
25	1	C3-2-с	Темно-серая лесная оподзоленная среднemocная среднесуглинистая	4	65	5,01	>200	80	Серые лесные почвы	Темно-серые лесные
26	7	Ч-2-2-с	Чернозем обыкновенный среднemocный среднегумусный среднесуглинист...	2	30	5,01	>200	120	Черноземы	Чернозем обыкновенный
27	2	Ч-2-2-с	Чернозем оподзоленный среднemocный малогумусный среднесуглинистый	4	50	5,51	>200	120	Черноземы	Чернозем оподзоленный

Рис. 3. Фрагмент базы геопространственных данных электронного слоя почвенный покров
 Fig. 3. Fragment of the geospatial database of the electronic layer soil cover

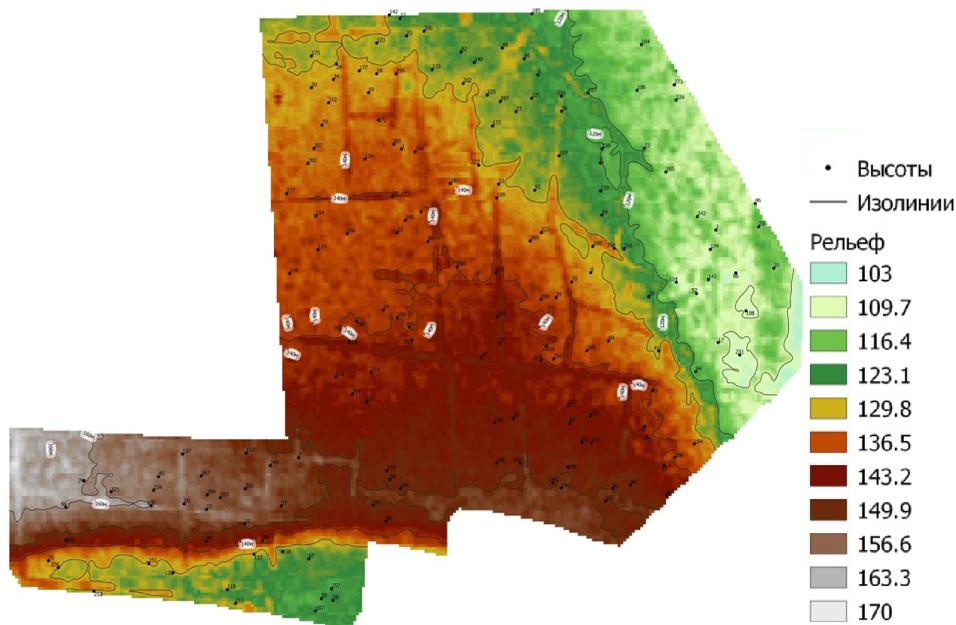


Рис. 4. Цифровая модель рельефа ОС «Элитная», м
 Fig. 4. Digital relief model of the ES «Elite», m

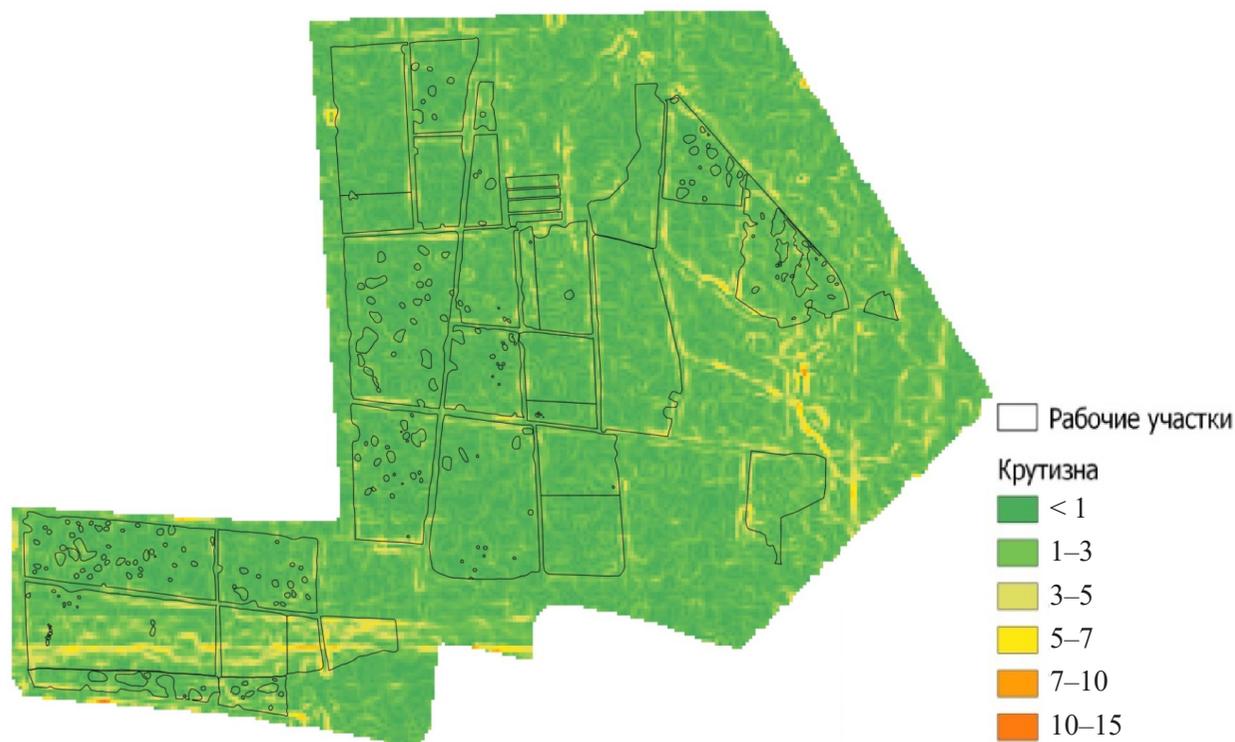


Рис. 5. Геоинформационный слой распределения значений крутизны склонов, град.

Fig. 5. Geographic information layer for the distribution of slope steepness values, degrees

румбов: север, северо-восток, восток, юго-восток, юг, юго-запад, запад, северо-запад (см. рис. 6).

Анализ показал, что на территории ОС «Элитная» на склоны северной экспозиции приходится 14,79%, северо-восточной – 15,86, восточной – 14,22, юго-восточной – 10,57, южной – 14,42% от общей площади. Склоны юго-западной экспозиции представлены наименьшей долей и составляют 8,96%, западной – 11,20, северо-западной – 9,99%. Наиболее значительно южная экспозиция склонов выражена на рабочих участках, расположенных в юго-западной части ОС «Элитная», на остальные участки приходится в равной степени сложное распределение экспозиций склонов.

Степень горизонтального расчленения исследуемой территории зависит от развития эрозионной сети, классификация которой общепринята [12]. Сформированный слой горизонтального расчленения рельефа характеризуется показателем разбивки территории на участки на основе регулярной сетки площадью 1 км², с последующим вы-

числением длины эрозионной сети в каждой ячейке. Данные атрибутивной БГД содержат информацию о площади, протяженности постоянного и временного водотоков.

По данным расчетов горизонтального расчленения рельефа, 64,98% территории ОС «Элитная» отнесено к слабо расчлененной равнине с незначительным проявлением эрозионных процессов. Расчленение эрозионными формами составляет менее 0,2 км/км². Средняя расчлененность территории составляет 12,77% от общей площади, сильная – 12,77 и очень сильная – 9,57%. Расчлененность эрозионными формами рельефа с севера на северо-восток увеличивается от 0,1 до 0,9 км/км². В восточной части коэффициент горизонтального расчленения варьирует от 0,1 до 0,5 км/км², на юго-западе – от 0,2 до 0,5, в западной части – от 0,1 до 0,3, на северо-западе – от 0,5 до 0,8 км/км².

Атрибутивная информация геоинформационного слоя вертикального расчленения рельефа содержит сведения о высотах, разнице между максимумом и минимумом высот, площади занимаемые высотой на мест-

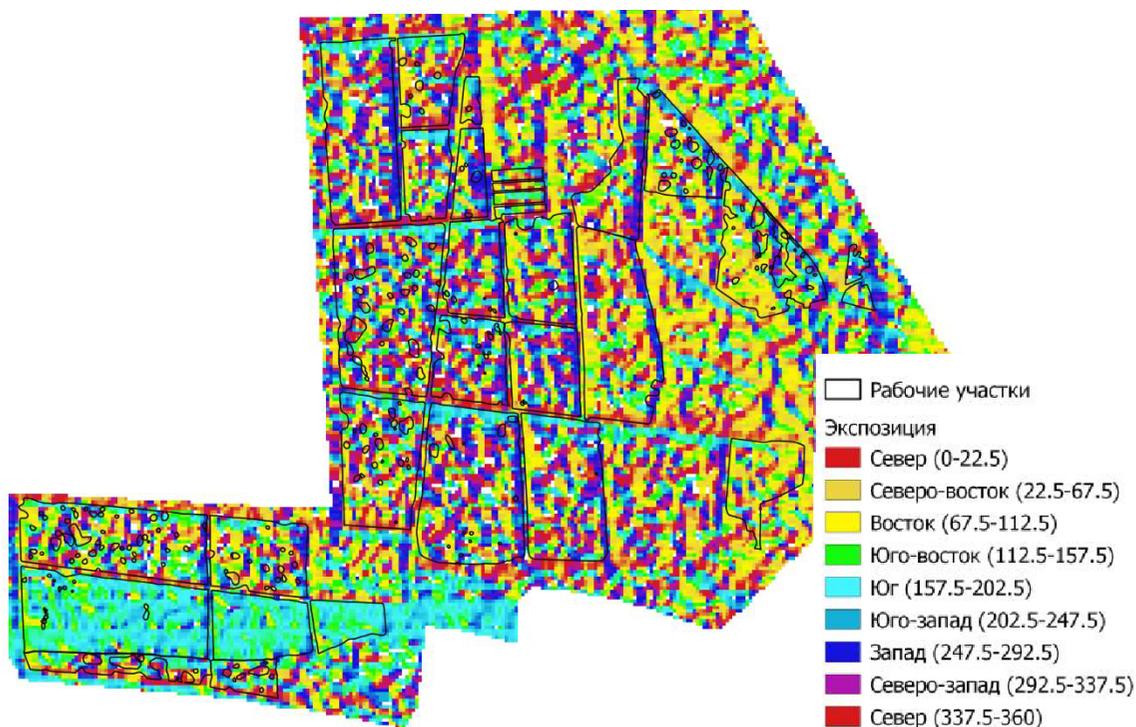


Рис. 6. Геоинформационный слой распределения значений экспозиции склонов, град.

Fig. 6. Geographic information layer of slope exposure values distribution, degrees

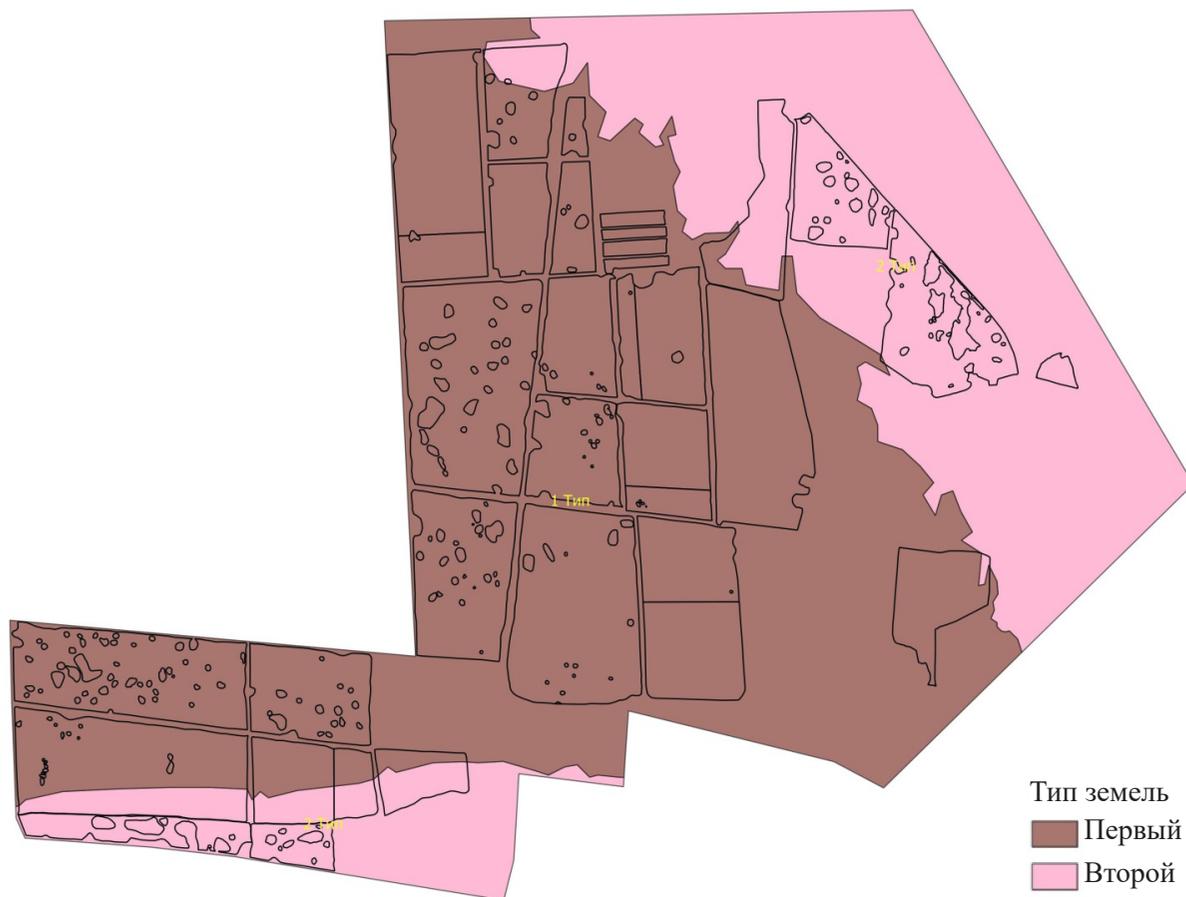


Рис. 7. Геоинформационный слой агроэкологических типов земель

Fig. 7. Geoinformation layer of agroecological land types

ности. Перепад между высотами варьирует от 11 до 73 м. В целом территория землепользования ОС «Элитная» характеризуется условно не расчлененной равниной, доля которой от общей площади составляет 96,83%. Мелко расчлененная равнина составляет 0,52% от общей площади, средне расчлененная – 0,51, глубоко расчлененная – 0,63 и сильно расчлененная – 3,06%.

С помощью взаимного наложения карт-слоев выявляются агроэкологические типы земель [14]. На основе проведенного анализа сформирован электронный слой агроэкологические типы земель. Основа агроэкологической типизации земель – определение агроэкологически однородной территории по условиям возделывания сельскохозяйственных культур.

Агроэкологическая типизация земель проведена по методике В.И. Кирюшина [15]. На территории землепользования ОС «Элитная» выделено два типа земель (см. рис.7). Первый агроэкологический тип земель (плакорные земли) представлен черноземом выщелоченным в сочетании с обыкновенным, оподзоленным и темно-серой лесной почвами. Высоты над уровнем моря колеблются от 134 до 165 м. Угол наклона рельефа варьирует от 0 до 3 град. Вертикальное расчленение рельефа в среднем составляет 1,3 м, горизонтальное расчленение эрозионными формами – 0,8 км/км². Наибольшую площадь занимает чернозем выщелоченный среднесуглинистый (Чв-2-2с), доля которого составляет 75,26% от общей площади типа.

Второй агроэкологический тип земель расположен на слабоэрозионных землях и включает чернозем выщелоченный в сочетании с темно-серой лесной почвой. Высота над уровнем моря варьирует от 113 до 137 м. Угол наклона рельефа изменяется от 1 до 4 град. Вертикальное расчленение рельефа составляет в среднем 1,7 м, горизонтальное расчленение эрозионными формами – 0,9 км/км². Наибольшую площадь занимает чернозем выщелоченный среднесуглинистый (Чв-2-2с), доля которого составляет 76,26% от общей площади типа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Территория землепользования ОС «Элитная» имеет плакорный и слабопокатый тип местности, изрезанный линейными эрозионными формами. Рабочие участки в основном расположены на преобладающих склонах 0–3 град. (98,2%). В почвенном покрове преимущественно выражен чернозем выщелоченный, на который приходится 83,35% от общей площади ОС. Преобладают склоны северо-восточной экспозиции, на них приходится 15,86% от общей площади. Территория ОС отнесена к слаборасчлененной равнине, где расчленение эрозионными формами составляет менее 0,2 км/км², а вертикальное расчленение рельефа изменяется от 11 до 73 м.

Агроэкологическая типизация земель с использованием ЦМЗ заключается в последовательности выполнения алгоритма: координатная привязка, формирование геоинформационных слоев с помощью обработки данных ДЗЗ, формирование ЦМР (горизонтального и вертикального расчленения рельефа, угла наклона, экспозиции склонов), создании БГД. Для формирования более качественной ЦМЗ необходимо уточнить границы рабочих участков и пространственное местоположение географических объектов, а также создать почвенную карту (бумажный вариант карты утерян) с помощью данных ДЗЗ и полевого почвенного обследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: монография. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. 784 с.
2. *Каличкин В.К., Павлова А.И.* Агрономические геоинформационные системы: монография. Новосибирск: СФНЦА РАН, 2018. 347 с.
3. *Павлова А.И., Каличкин В.К.* Использование геоморфометрического анализа рельефа при создании базы данных сельскохозяйственных земель // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 5. С. 5–13.
4. *Смирнова Л.Г., Нарожная А.Г., Кривоконь Ю.Л., Петрякова А.А.* Применение геоинформационных систем для агроэколо-

- гической оценки земель при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 11. С. 11–14.
5. Каличкин В.К. Геоинформационное моделирование в изучении трансформации и использования земель сельскохозяйственного назначения // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 4. С. 70–72.
 6. Майорова О.В., Малева М.Л., Майоров А.Н. Земельный мониторинг РФ на основе применения ГИС технологий // International Agricultural Journal. 2020. Т. 63. № 6. С. 38.
 7. Кирюшин В.И., Власенко А.Н., Каличкин В.К., Власенко Н.Г., Филимонов Ю.П., Иодко Л.Н., Шарков И.Н., Тарасов А.С., Понько В.А., Южаков А.И., Хмелев В.А., Семендяева Н.В., Киншт А.В., Синещеков В.Е., Новиков В.М., Шоба В.Н., Кожевников А.И., Усолкин В.Т., Добротворская Н.И., Ким С.А., Солосич Н.А., Филимонова Л.Н., Коняева Н.М., Полухин Н.И. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области: монография. Новосибирск: СО РАСХН, 2002. 387 с.
 8. Каличкин В.К., Логачева О.М., Сигитов А.А., Гарафутдинова Л.В. Интеграция геоинформационной системы и методов многокритериального анализа решений для оценки пригодности земель сельскохозяйственного использования // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 6. С. 93–105. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-6-11.
 9. Каличкин В.К., Павлова А.И., Шоба В.Н., Каличкин А.В. Интеграция оценки агроэкологических и технологических свойств земель // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 3. С. 11–14.
 10. Павлова А.И., Каличкин В.К. Использование геоморфометрического анализа рельефа при создании базы данных сельскохозяйственных земель // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 5. С. 5–13.
 11. Савельева Д.А., Каличкин В.К. Применение цифровых технологий при изучении водной эрозии почв Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 4. С. 86–100. DOI 10.26898/0370-8799-2019-4-10.
 12. Заславский М.Н. Эрозиоведение. Основы противоэрозионного земледелия: монография. М.: Высшая школа, 1987. 375 с.
 13. Соколова Г.Г. Влияние высоты местности, экспозиции и крутизны склона на особенности пространственного распределения растений // Acta Biologica Sibirica. 2016. Т. 2. № 3. С. 34–45.
 14. Иванов А.Л., Козубенко И.С., Савин И.Ю., Кирюшин В.И. Цифровое земледелие // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 5. С. 4–9.
 15. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика: монография. М.: МСХА, 2000. 473 с.

REFERENCES

1. *Agroecological assessment of land, design of adaptive landscape systems of farming and agricultural technologies*. Moscow, FGNU "Rosinformagrotech", 2005. 784 p. (In Russian).
2. Kalichkin V.K., Pavlova A.I. *Agronomic geoinformation systems*. Novosibirsk, SFSCA RAS, 2018, 347 p. (In Russian).
3. Pavlova A.I., Kalichkin V.K. The use of geomorphometric analysis of the relief when creating a database of agricultural lands. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2016, no. 5, pp. 5–13. (In Russian).
4. Smirnova L.G., Narozhnyaya A.G., Krivokon Yu.L., Petryakova A.A. Application of geographic information systems for agroecological land assessment in the design of adaptive landscape farming systems. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2011, no. 11, pp. 11–14. (In Russian).
5. Kalichkin V.K. Geoinformation modeling in the study of transformation and use of agricultural lands. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2016, Vol. 30, no. 4, pp. 70–72. (In Russian).
6. Mayorova O.V., Maleva M.L., Mayorov A.N. Land monitoring of the Russian Federation based on the use of GIS technologies. *International Agricultural Journal*, 2020. Vol. 63. №. 6, pp. 38. (In Russian).
7. Kiryushin V.I., Vlasenko A.N., Kalichkin V.K., Vlasenko N.G., Filimonov Y.P., Iodko L.N., Sharkov I.N., Tarasov A.S., Ponko V.A., Yuzhakov A.I., Khmelev V.A., Semendyaeva N.V., Kinsht A.V., Sineschekov V.E., Novikov V.M., Shoba V.N., Kozhevnikov A.I., Usolkin V.T.,

- Dobrotvorskaya N.I., Kim S.A., Solosich N.A., Filimonova L.N., Konyaeva N.M., Polukhin N.I. *Adaptive-landscape farming systems of the Novosibirsk region*. Novosibirsk, SB RAAS Publ., 2002, 387 p. (In Russian).
8. Kalichkin V.K., Logacheva O.M., Sigitov A.A., Garafutdinova L.V. Integration of geoinformation system and methods of multicriteria analysis of solutions for assessing the suitability of agricultural land. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2020, vol. 50, no. 6, pp. 93–105. (In Russian). DOI: 10.26898 / 0370-8799-2020-6-11.
 9. Kalichkin V.K., Pavlova A.I., Shoba V.N., Kalichkin A.V. Integration of assessment of agroecological and technological properties of lands. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2019, vol. 33, no. 3, pp. 11–14. (In Russian).
 10. Pavlova A.I., Kalichkin V.K. The use of geomorphometric analysis of the relief when creating a database of agricultural lands. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2016, no. 5, pp. 5–13. (In Russian).
 11. Savelieva D.A., Kalichkin V.K. Application of digital technologies in the study of water erosion of soils in Western Siberia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2019, vol. 49, no. 4, pp. 86–100. (In Russian). DOI: 10.26898 / 0370-8799-2019-4-10.
 12. Zaslavsky M.N. *Erosiology. Fundamentals of anti-erosion agriculture*. Moscow, Vysshaya Shkola Publ., 1987, 375 p. (In Russian).
 13. Sokolova G.G. The influence of the height of the area, exposure and steepness of the slope on the features of the spatial distribution of plants. *Acta Biologica Sibirica*, 2016, vol. 2, no. 3, pp. 34–45. (In Russian).
 14. Ivanov A.L., Kozubenko I.S., Savin I. Yu., Kiryushin V.I. Digital agriculture. *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki = Vestnik of the Russian agricultural science*, 2018, no. 5, pp. 4–9. (In Russian).
 15. Kiryushin V.I. *Ecologization of agriculture and technological policy*. Moscow, Moscow Agricultural Academy, 2000. 473 p. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Гарафутдинова Л.В.**, младший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск; СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: lv.garafutdinova@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Lyudmila V. Garafutdinova**, Junior Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: lv.garafutdinova@mail.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 30.07.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 05.11.2021
Дата публикации / Published 27.12.2021

ОБНОВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМПЛЕКСА

✉ **Чемоданов С.И., Бурлаков Ю.В.**

Сибирский федеральный научный центр агробιοтехнологий Российской академии наук

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

✉ e-mail: yura011@yandex.ru

В настоящее время разработано много вариантов реализации алгоритма по обновлению парка зерноуборочных средств. В соответствии с урожайностью и учетом других показателей предложены рекомендации по формированию и обновлению парка зерноуборочной техники дискретно в виде таблиц или диаграмм. Данная форма информации не всегда соответствует требованиям оперативного корректирования и не позволяет оценить технологические возможности уборочных агрегатов в зависимости от условий уборки. Предложен способ совершенствования формирования исходной информации для оперативного принятия решения по эффективному обновлению технических средств зерноуборочного комплекса с учетом зональных особенностей конкретного агропредприятия. Разработан графоаналитический метод определения основных параметров базовых уборочных средств в зависимости от прогнозируемого уровня урожайности и дана оценка влияния факторов, определяющих состав парка зерноуборочного комплекса. Данный метод позволяет выявить наиболее рациональные основные параметры альтернативных базовых уборочных средств конкретного агропредприятия. На первом этапе определяют основные параметры базовых технических средств, затем производят выбор соответствующих типоразмерных рядов самоходных молотилок комбайнов и жаток. Далее формируют альтернативные варианты различных моделей зерноуборочных агрегатов и комплексов. Для последующего выбора рациональных типажей уборочных средств и их критериальной оценки привлекают технико-технологические, экологические и другие показатели. Экспертно-логический анализ информационных ресурсов дает возможность выявить и дать оценку факторам, определяющим количественный состав технических средств зерноуборочного комплекса. Итоговым этапом формирования исходной информации для принятия решения по обновлению технических средств зерноуборочного комплекса должна стать их экономическая оценка, позволяющая прогнозировать конкурентоспособность намолачиваемого зерна.

Ключевые слова: уборка урожая, урожайность, зерноуборочный комплекс, обновление технических средств, агропредприятие

UPDATE OF TECHNICAL EQUIPMENT OF THE GRAIN HARVESTING COMPLEX

✉ **Chemodanov S.I., Burlakov Yu.V.**

Siberian Federal Scientific Center for Agro-Biotechnologies of the Russian Academy of Sciences

Novosibirsk region, Krasnoobsk, Russia

✉ e-mail: yura011@yandex.ru

Many options have been developed for the implementation of the algorithm for updating the fleet of grain harvesters to date. In accordance with the yield and other indicators, recommendations for the formation and renewal of the harvester fleet are proposed discretely in the form of tables or charts. This form of information does not always meet the requirements of operational correction and does not allow assessing the technological capabilities of the harvesting units, depending on the harvesting conditions. The method to improve the formation of the initial information for operational decision-making on the effective upgrading of technical means of grain harvesting complex taking into account the zonal features of a particular agricultural enterprise is proposed. A graph-analytical method for determining the main parameters of the basic harvesting tools depending on the predicted yield level is developed and the influence of the factors determining the composition of the grain harvesting fleet

is assessed. This method makes it possible to identify the most rational basic parameters of alternative basic harvesting tools for a specific agricultural enterprise. The first step is to determine the basic parameters of the basic equipment, then select the appropriate size series of self-propelled threshers for combine harvesters and reapers. Further, alternative versions of various models of grain harvesting units and complexes are formed. For the subsequent selection of rational types of cleaning agents and their criterion assessment, technical and technological, environmental and other indicators are used. The expert-logical analysis of information resources makes it possible to identify and assess the factors that determine the quantitative composition of the technical means of the grain harvesting complex. The final stage in the formation of the initial information for making a decision on updating the technical means of the grain harvesting complex should be their economic assessment, which makes it possible to predict the competitiveness of the threshed grain.

Keywords: harvest, crop yield, grain harvest complex, updating of technical means, agricultural enterprise

Для цитирования: *Чемоданов С.И., Бурлаков Ю.В.* Обновление технических средств зерноуборочного комплекса // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 95–101. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-11>

For citation: Chemodanov S.I., Burlakov Yu. V. Update of the technical equipment of the grain-harvesting complex. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 95–101. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-11>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Своевременное эффективное обновление технических средств зерноуборочного комплекса агропредприятия позволяет в соответствующие агротехнические сроки с минимальными потерями получить качественное зерно различного назначения. В настоящее время разработано много вариантов формирования технической стратегии по обновлению парка зерноуборочных средств [1–5]. Все варианты учитывают зональные условия уборки, финансовое состояние и другие производственно-технологические особенности зернооваропроизводителя.

Урожайность зерна – наиболее информационный показатель, отражающий условия уборки, так как его уровень определяет величину технологической загрузки уборочного агрегата [2, 3, 5–7]. В связи с этим в соответствии с уровнем данного показателя даются рекомендации по формированию и обновлению парка зерноуборочной техники. Материалы рекомендаций представлены в основном дискретно в виде таблиц или диаграмм [2, 3, 5, 6]. Данная форма представления исходной информации не всегда соответствует требованиям ее оперативно-

го корректирования и не позволяет оценить тенденции изменения технологических возможностей уборочных агрегатов.

В настоящее время перед зернооваро-производителем представлен весьма разнообразный рынок технических средств уборочного комплекса со сравнимыми техническими и технологическими возможностями. В связи с этим принятие решения по обновлению парка зерноуборочной техники всегда связано с проведением сравнительной оценки альтернативных аналогов технических средств. Для ее проведения необходим выбор определенных критериев. Для критериальной оценки могут быть привлечены экономические, технико-технологические и другие показатели [1, 4, 7]. Многокритериальность не только отражает отличительные производственные особенности конкретного агропредприятия, но и указывает на отсутствие единого общепринятого подхода к выбору эффективных технических средств и многоступенчатость его реализации [1, 7–9].

Доминирующими исходными данными для классического расчета потребности в зерноуборочной технике являются объем работы, производительность технических

средств и агротехнические сроки уборки. Перечисленные аналитически взаимосвязанные доминанты, в свою очередь, зависят от разного уровня производственных ситуативных факторов, существенно влияющих на итоговые результаты расчета. Для производства конкурентной основной продукции растениеводства необходимо выявить и оценить факторы, определяющие количественный состав парка зерноуборочной техники.

Цель исследования – усовершенствовать способ формирования исходной информации для оперативного принятия решения по эффективному обновлению технических средств зерноуборочного комплекса с учетом зональных особенностей конкретного агропредприятия.

Задачи исследования:

- графоаналитическим методом определить основные параметры базовых уборочных средств в зависимости от прогнозируемого уровня урожайности;
- выявить и оценить факторы, определяющие потребность в технических средствах зерноуборочного комплекса.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Графоаналитический метод как начальный этап формирования исходной информации для принятия решения по обновлению базовых технических средств зерноуборочного комплекса реализуется вследствие того, что основные параметры последних имеют формализованную взаимосвязь с урожайностью как основным информационным показателем, отражающим зональные условия уборки. Общепринятая аналитическая зависимость, которая используется для оценки как необходимого уровня урожайности зерновых культур, так и «граничного» его значения [3, 7], имеет вид

$$У = 360\Pi^0 / (BV_{гр} (1 + \phi)), \text{ ц/га}, \quad (1)$$

где Π^0 – номинальная (паспортная) пропускная способность молотильно-сепарирующих рабочих органов зерноуборочного комбайна, кг/с; B – конструктивная ширина захвата жатки, м; $V_{гр}$ – максимальная скорость зерноуборочного комбайна в конкретных условиях, км/ч; ϕ – удельный показатель солоmistости обмолачиваемой хлебной массы; 360 – коэффициент согласования единиц измерения.

рирующих рабочих органов зерноуборочного комбайна, кг/с; B – конструктивная ширина захвата жатки, м; $V_{гр}$ – максимальная скорость зерноуборочного комбайна в конкретных условиях, км/ч; ϕ – удельный показатель солоmistости обмолачиваемой хлебной массы; 360 – коэффициент согласования единиц измерения.

Аналитическая зависимость (1) после подстановки численных значений ее составляющих величин ($V_{гр} = 7,2$ км/ч и $\phi = 1,5$) преобразуется в следующее итоговое уравнение:

$$У = 20\Pi^0 / B. \quad (2)$$

Графическое представление данного уравнения (2) и его обратное решение позволят получить оценку основным параметрам базовых уборочных средств в зависимости от прогнозируемого уровня урожайности конкретного агропредприятия.

Основным методом выявления и оценки факторов, определяющих количественный состав парка зерноуборочной техники, является экспертно-логический анализ информационных ресурсов, касающихся машиноиспользования технических средств, реализующих ресурсосберегающие технологии уборки урожая зерновых культур.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Эффективность обновления парка зерноуборочного комплекса определяется рациональностью выбора основных параметров его базовых технических средств: самоходной молотилки комбайна и жатвенных машин, предназначенных для реализации прямой или раздельной уборки. Основными параметрами базовых технических средств, которые определяют производительность зерноуборочного комплекса, являются пропускная способность и ширина захвата. Графическое представление итогового уравнения (2) в линейном виде в отличие от ранее полученного результата¹ позволяет с меньшей погрешностью прогно-

¹Чемоданов С.И. Обновление комплекса зерноуборочной техники // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы: 15-й междунар. науч.-практ. конф. в 2 кн. Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2020. Кн. 2. С. 88–90.

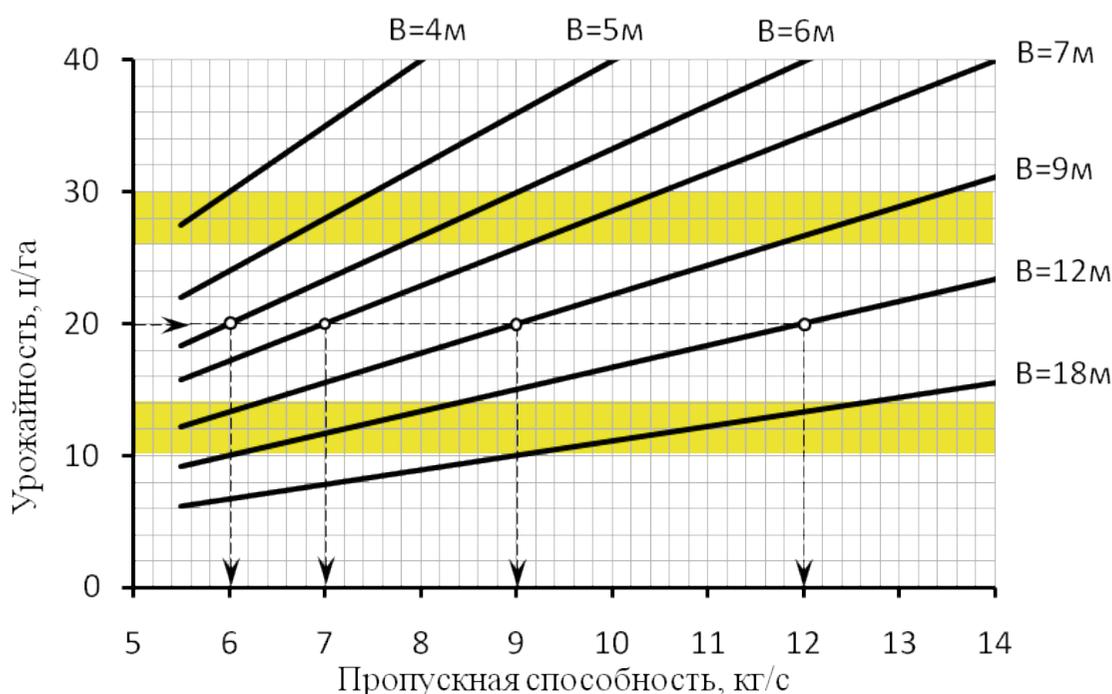
зировать комплектацию зерноуборочных агрегатов (см. рисунок).

Из рисунка следует, что обратное решение итогового уравнения дает возможность определить основные параметры базовых уборочных средств, необходимых конкретному агропредприятию с заданным, прогнозируемым или сложившимся уровнем урожайности. Так, для агропредприятия с урожайностью 20 ц/га наиболее эффективен следующий типоразмерный ряд самоходных молотилок комбайнов: 3-й класс – 5–6 кг/с, 4-й – 7–8, 5-й – 9–10, 6-й – 11–12 кг/с. При этом номинальный типоразмерный ряд жаток должен составлять соответственно 6, 7, 9 и 12 м независимо от фазности уборки. Конструктивные параметры ширины захвата, представленные на рисунке, относятся как к жаткам-хедерам, универсальным жаткам, так и к валковым жаткам, в том числе обеспечивающим возможность формирования сдвоенных валков.

На первом этапе определяют основные параметры базовых технических средств, затем производят выбор соответствующих ти-

поразмерных рядов самоходных молотилок комбайнов и жаток. Далее формируют альтернативные варианты различных моделей зерноуборочных агрегатов и комплексов. Для последующего выбора рациональных типажей уборочных средств и их критериальной оценки привлекают технико-технологические, экологические и другие показатели. Данные промежуточные показатели, учитывающие производственные особенности конкретного зернооваропроизводителя, должны быть направлены на рациональное использование ресурсного обеспечения агропредприятия. Таким образом, поэтапное выявление наиболее приоритетных базовых технических средств позволяет провести выбор оптимальных вариантов зерноуборочных агрегатов и комплексов.

На рисунке по оси абсцисс указана пропускная способность самоходной молотилки, которая определяет паспортную (теоретическую) производительность как оценку потенциальных возможностей зерноуборочного агрегата при нормированных условиях эксплуатации. Реальные условия эксплуата-



Графическая интерпретация взаимосвязи уровня урожайности и пропускной способности самоходных молотилок комбайна при различной ширине захвата жаток (В)

Graphical interpretation of the relationship between the yield level and the throughput of self-propelled combine threshers at different reaper capture widths (B)

ции снижают реализацию потенциальных возможностей зерноуборочного агрегата. В связи с этим необходимое количество уборочных агрегатов определяют исходя из реальной (эксплуатационной) производительности, а также с учетом уборочной площади в пиковый период и допустимых агротехнических сроков уборки. Количественный состав уборочного парка зависит от технического уровня и эффективности использования технологических машин, структуры и размеров посевных площадей, принятых технологий уборки, технической оснащенности пунктов послеуборочной обработки зерна, профессионального уровня механизаторов и специалистов.

Эксплуатационная производительность зерноуборочного комплекса обусловлена уровнем коэффициента готовности технических средств. Во многом он зависит от проведения планово-предупредительного технического обслуживания и соответствующего ремонта (желательно агрегатного) в межуборочный период. Качественное проведение перечисленных мероприятий позволяет поддерживать коэффициент готовности на достаточно высоком уровне в течение всего срока эксплуатации уборочной техники, однако при этом будут увеличены прямые эксплуатационные затраты.

С экономической точки зрения, для эффективного проведения уборки необходимо максимальное использование потенциальных возможностей всех технических средств уборочно-транспортного комплекса. Приоритетным объектом является зерноуборочный комбайн как самое дорогостоящее базовое техническое средство в технологическом процессе. Экспериментальными исследованиями выявлено, что максимально возможный уровень технологической загрузки зерноуборочного комбайна позволяет получить также минимальные показатели травмирования зерна и выполнить экологические требования по содержанию вредных выбросов выхлопных газов двигателя.

Реализация различных технологий уборки должна быть взаимосвязана с предыду-

щим и последующим модулями производства зерна. Данное исходное агротехническое требование предполагает наличие в сельхозпредприятиях зерносушилок и ворохоочистителей соответствующей производительности, а также «инженерных» севооборотов. Формирование «инженерных» севооборотов как планирование посевных площадей под культуры с различными периодами вегетации и сроками сева желательно проводить с учетом маршрутизации технических средств. Реализация модульной взаимосвязи производства зерна даст возможность расширить календарные агротехнические сроки уборки, т.е. снизить пиковую нагрузку на уборочную технику и, следовательно, ее потребность.

Увеличению уборочного периода до начала интенсивного осыпания зерна в фазе твердой спелости способствует также реализация раздельной уборки в классическом варианте (с подсушкой хлебной массы в валках). Расширение границ эффективного функционирования уборочных агрегатов возможно при использовании в зерноуборочном комплексе очесывающей жатки и внедрении технологии уборки высоковлажного зерна (в том числе безобмолотной) на фуражные цели с последующим плющением и консервацией [10]. Следует учитывать, что ограничением в использовании очесывающих рабочих органов является состояние продуктивной части урожая, склонного к самоосыпанию в период фазы твердой спелости.

Целесообразность количественного состава технических средств зерноуборочного комплекса определяется методом классического расчета потребности в зерноуборочной технике с учетом фактических и расчетных доминирующих исходных данных. Итоговый этап формирования исходной информации для принятия решения по обновлению структурно-количественного состава зерноуборочного комплекса – их экономическая оценка. Эффективность обновления оценивают «минимумом прямых эксплуатационных затрат» (ГОСТ 34393–2018), так как данный показатель позволя-

ет прогнозировать конкурентоспособность намолачиваемого зерна.

ВЫВОДЫ

1. Приведен графоаналитический метод определения основных параметров базовых уборочных средств для любого агропредприятия с заданным, прогнозируемым или сложившимся интервалом урожайности зерна. Это дает возможность на начальном этапе получить наглядную исходную информацию для оперативного принятия решения по обновлению технических средств зерноуборочного комплекса.

2. Экспертно-логический анализ информационных ресурсов позволяет выявить и дать оценку факторам, определяющим потребность в технических средствах зерноуборочного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жалнин Э.В. Системно-аналитический метод формирования технической политики в АПК РФ // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 6. С. 3–8.
2. Чепурин Г.Е. Методика выбора типажа техники для уборки зерновых с учетом зональных особенностей // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2008. № 2 (29). С. 68–75.
3. Пронин В.М., Прокопенко В.А., Добрынин Ю.М. Критерии выбора зерноуборочных комбайнов // АгроСнабФорум. 2016. № 5 (144). С. 20–22.
4. Докин Б.Д., Ёлкин О.В., Лапченко Е.А., Исакова С.П. Технологическая и техническая политика модернизации растениеводства Сибири // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2014. № 4. С. 38–42.
5. Клочков А.В. Обоснование состава парка зерноуборочных комбайнов в Республике // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. 2010. № 4. С. 114–119.
6. Астафьев В.Л., Голиков В.А. Обоснование типажа зерноуборочных комбайнов и жаток, применяемых в регионах Казахстана // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 4. С. 10–15. DOI:10.22314/2073-7599-2018-12-4-10-15.
7. Машков С.В., Прокопенко В.А. Методика расчета оптимального комбайнового парка

предприятия // Никоновские чтения. 2016. № 21. С. 179–182.

8. Чижов В.Н., Шеремет А.Н. Пути решения проблемы комплектования и выбора сельскохозяйственной техники // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2009. № 12 (62). С. 77–80.
9. Ерохин Г.Н., Коновский В.В. Влияние ширины захвата жатки на производительность зерноуборочного комбайна // Наука в Центральной России. 2020. № 2 (44). С. 35–42. DOI: 10.35887/2305-2538-2020-2-35-42.
10. Чемоданов С.И., Патрин П.А., Патрин В.А., Сабашкин В.А. Результаты очеса высоковлажной растительной массы пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 6. С. 96–103. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-6-11.

REFERENCES

1. Zhalnin E.V. System-analytical method of technical policy formation in the agro-industrial complex of the Russian Federation. *Traktory i sel'hozmashiny = Tractors and Agricultural Machinery*, 2012, no. 6, pp. 3–8. (In Russian).
2. Chepurin G.E. Methodology for selecting the type of machinery for grain harvesting, taking into account zonal features. *Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya = Bulletin of the Northern Trans-Ural State Agricultural University*, 2008, no. 2 (29), pp. 68–75. (In Russian).
3. Pronin V.M., Prokopenko V.A., Dobrynin Yu.M. Selection criteria for combine harvesters. *AgroSnabForum = AgroSnabForum*, 2016, no. 5 (144), pp. 20–22. (In Russian).
4. Dokin B.D., Yolkin O.V., Lapchenko E.A., Isakova S.P. Technological and technical policies to modernize crop production in Siberia. *Sel'skohozyajstvennyye mashiny i tekhnologii = Agricultural machinery and technology*, 2014, no. 4, pp. 38–42. (In Russian).
5. Klochkov A.V. Justification of the composition of the grain harvester fleet in the Republic. *Vesci nacyanal'noj akademii navuk Belarusi = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2010, no. 4, pp. 114–119. (In Belarus).
6. Astaf'ev V.L., Golikov V.A. Justification of the type of combine harvesters and reapers used in the regions of Kazakhstan. *Sel'skohozyajstvennyye mashiny i tekhnologii = Agricultural machinery and technology*, 2018, vol. 12, no. 4, pp. 10–15. (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-4-10-15.

7. Mashkov S.V., Prokopenko V.A. Methodology for calculating the optimum combine harvester fleet. *Nikonovskie chteniya = Nikon Readings*, 2016, no. 21, pp. 179–182. (In Russian).
8. Chizhov V.N., Sheremet A.N. Ways of solving the problem of agricultural machinery procurement and selection. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2009, no. 12 (62), pp. 77–80. (In Russian).
9. Erokhin G.N., Konovsky V.V. Impact of the width of the header on the productivity of the combine harvester. *Nauka v tsentralnoi Rossii = Science in the Central Russia*, 2020, no. 2 (44), pp. 35–42. (In Russian). DOI: 10.35887/2305-2538-2020-2-35-42.
10. Chemodanov S.I., Patrin P.A., Patrin V.A., Sabashkin V.A. The results of stripping high-moisture wheat plant mass. *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2019, vol. 49, no. 6, pp. 96–103. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2019-6-11.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Чемоданов С.И.**, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск; СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: sichsibime@yandex.ru

Бурлаков Ю.В., старший научный сотрудник; e-mail: yura011@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Sergey I. Chemodanov**, Senior Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: sichsibime@yandex.ru

Yury V. Burlakov, Senior Researcher; e-mail: yura011@yandex.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 31.07.2021
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 25.11.2021
Дата публикации / Published 27.12.2021



К 50-летию журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки», № 1.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ХИМИЗАЦИЯ

- Бражников П.Н., Сайнакова А.Б., Литвинчук О.В.** Влияние способов обработки почвы на урожайность озимой ржи сорта Сударушка, № 6.
- Власенко Н.Г., Бурлакова С.В.** Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы на линейные размеры и геометрические характеристики зерна, № 1.
- Данилова А.А., Итэсь Ю.В., Колбин С.А.** Содержание глифосата в зерне при десикации посевов в Приобье, № 3.
- Малюга А.А., Чуликова Н.С.** Роль сорта и предшественника в динамике численности *Rhizoctonia solani* в почве, № 1.
- Пакуль А.Л., Божанова Г.В., Пакуль В.Н.** Зависимость агрохимических и агрофизических свойств выщелоченного чернозема от системы обработки почвы, № 5.
- Перфильев Н.В., Выюшина О.А.** Агрофизические и агрохимические свойства темно-серых лесных почв при различных системах основной обработки, № 3.
- Перфильев Н.В., Выюшина О.А., Власенко А.Н.** Эффективность систем основной обработки почвы при возделывании ячменя, № 1.
- Пилипенко Н.Г., Андреева О.Т., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю.** Ресурсосберегающие приемы возделывания кормовых культур в Забайкальском крае, № 2.
- Семендяева Н.В., Морозова А.А., Добротворская Н.И., Елизаров Н.В.** Редкоземельные элементы в почвах засоленных агроландшафтов Барабинской равнины, № 3.
- Сырмолот О.В., Кочева Н.С.** Совместное использование биопрепаратов и регуляторов роста для повышения урожайности сои и томатов, № 5.
- Храмцов И.Ф., Бойко В.С.** Питательный режим орошаемых лугово-черноземных почв при длительном интенсивном использовании, № 2.

РАСТЕНИЕВОДСТВО И СЕЛЕКЦИЯ

- Агапова В.Д., Ваганова О.Ф., Кудинова О.А., Волкова Г.В.** Скрининг сортообразцов пшеницы российской селекции на устойчивость к бурой ржавчине, № 1.
- Алексеева В.И., Платонова А.З.** Биологическая оценка костреца безостого в различных агроклиматических зонах Якутии, № 6.
- Батов А.С., Сафонова А.Д., Гуреева Ю.А.** Оценка качественных показателей картофеля разных групп спелости в лесостепи Приобья, № 4.
- Виноградова Т.А., Кудряшова Т.А., Козьякова Н.Н.** Эффективность использования биологического потенциала сортов льна-долгунца томской селекции при переработке льнотресты, № 3.
- Гурова Т.А., Свежинцева Е.А., Чесноченко Н.Е.** Показатель проницаемости клеточных мембран проростков в оценке стрессоустойчивости сортов пшеницы, № 3.
- Ермошкина Н.Н., Артёмова Г.В., Стёпочкин П.И., Сурначев А.С., Мусинов К.К.** Влияние условий осенней вегетации на перезимовку озимой ржи и пшеницы при разных сроках посева, № 2.
- Исачкова О.А., Логинова А.О., Егушова Е.А.** Формирование урожайности сортов голозерного овса при различных условиях возделывания, № 3.
- Мартынова С.В., Пакуль В.Н.** Адаптивный потенциал селекционных линий ярового ячменя в условиях Кузнецкой котловины, № 5.

- Марченко Л.А.** Продуктивность земляники садовой и селекционные возможности ее повышения, № 3.
- Моторин А.С., Денисов А.А.** Семеноводство многолетних трав на Крайнем Севере, № 2.
- Мусинов К.К., Козлов В.Е., Сурначёв А.С., Лихенко И.Е.** Потребность в продолжительности яровизации коллекционных образцов мягкой озимой пшеницы, № 6.
- Новиков О.О., Романова М.С., Хаксар Е.В., Леонова Н.И., Косинова Е.И.** Влияние различных составов питательной среды на развитие микрорастений картофеля сорта Солнечный, № 6.
- Сотник А.Я., Лоскутов И.Г.** Селекционно-ценные образцы овса с оптимальным сочетанием элементов урожайности для Приобской лесостепи, № 4.

КОРМОПРОИЗВОДСТВО

- Андреева О.Т., Пилипенко Н.Г., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю.** Урожайность и кормовые качества тритикале в смешанных посевах с высокобелковыми культурами, № 1.
- Кашеваров Н.И., Садохина Т.А., Бакшаев Д.Ю.** Конкурентная способность компонентов в смешанных агроценозах зернофуражных культур, № 1.
- Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Потапов Д.А.** Новый сорт сои Горинская, № 5.
- Уразова Л.Д., Литвинчук О.В.** Оценка образцов двукисточника тростникового для рекультивации угольных отвалов, № 5.
- Уразова Л.Д., Литвинчук О.В., Сайнакова А.Б.** Скрининг коллекционных образцов костреца безостого в таежной зоне Западной Сибири, № 1.
- Устинова В.В., Барашкова Н.В.** Продуктивность естественных фитоценозов Намского агроландшафта Якутии при органическом и минеральном режимах питания, № 6.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- Безмутко С.В., Черепанова Т.А.** Фунгицидные протравители Дэлит Про и Редиго Про против грибных фитопатогенов сои, № 2.
- Коваленко Т.К., Пронюшкина А.С.** Защита картофеля от картофельной коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata* Motsch. (Coleoptera, Coccinellidae), № 1.
- Костюк А.В., Лукачёва Н.Г., Ляшенко Е.В.** Экологическая оценка применения гербицида Люмакс, № 2.
- Мороховец Т.В., Мороховец В.Н., Вострикова С.С., Басай З.В., Скорик Н.С., Маркова Е.С., Баймуханова А.А.** Результаты изучения сорно-полевой флоры Приморского края в 2016–2020 гг., № 6.
- Мороховец В.Н., Басай З.В., Мороховец Т.В., Баймуханова А.А., Скорик Н.С., Маркова Е.С.** Гербициды для борьбы с марью белой в посевах сои, № 4.
- Пимохова Л.И., Яговенко Г.Л., Царапнева Ж.В., Мисникова Н.В.** Предпосевная обработка семян люпина узколистного против антракноза и других болезней, № 4.
- Пронюшкина А.С., Коваленко Т.К., Ластушкина Е.Н.** Эффективность биологической защиты капусты от вредителей в условиях Приморского края, № 5.
- Султанов Ф.С., Юдин А.А., Разина А.А., Габдрахимов О.Б.** Защита растений нового сорта яровой пшеницы Марсианка, № 6.

ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРИЯ

- Белозерцева С.Л., Петрухина Л.Л.** Влияние сезона рождения на выращивание телок и их дальнейшую продуктивность, № 4.
- Бобикова А.С., Черепушкина В.С., Миронова Т.Е., Афонюшкин В.Н., Донченко Н.А., Нефедова Е.В., Фуди Ян, Коптев В.Ю., Фоменко В.В.** Изучение экспрессии функционально-значимых генов при терапии коронавирусной инфекции у цыплят, № 5.

- Вертипрахов В.Г., Грозина А.А., Фисинин В.И., Кислова И.В., Овчинникова Н.В.** Кальций как ингибитор активности трипсина в панкреатическом соке кур, № 2.
- Гончаренко Г.М., Гришина Н.Б., Шишкина М.А., Хорошилова Т.С., Халина О.Л., Шукюрова А.М., Авадани Д.А.** Характеристика линий породы крупного рогатого скота Сибирячка по генам *CSN3*, *BLG*, *LALBA*, *LEP* и их связь с молочной продуктивностью, № 5.
- Гулюкин М.И., Гулюкин А.М., Донченко А.С., Донченко Н.А., Барсуков Ю.И., Логинов С.И., Агаркова Т.А., Разумовская В.В., Двоглазов Н.Г., Осипова Н.А.** Анализ эпизоотической ситуации по лейкозу крупного рогатого скота в Сибирском федеральном округе, № 4.
- Дементьева Е.С., Магер С.Н.** Показатели общего гомеостаза у коров в разные периоды лактаций, № 2.
- Зайко О.А., Назаренко А.В., Королева И.А., Романенко М.А., Магер С.Н.** Особенности аккумуляции меди в щетине свиней различных пород, № 1.
- Инербаев Б.О., Храмцова И.А., Инербаева А.Т.** Промышленное скрещивание коров молочного скота с быками мясных пород в Западной Сибири, № 3.
- Колокольникова Т.Н., Дымков А.Б., Понтанькова Е.П.** Особенности эмбрионального развития перепелов мясных пород, № 4.
- Куликова С.Г., Логинов С.И., Назаренко Ю.С., Калинина Н.С.** Цитогенетические нарушения у молодняка крупного рогатого скота при вакцинации против сальмонеллеза, № 3.
- Лопсан Ч.О.** Факторы и особенности проявления и распространения бешенства на территории Республики Тыва, № 4.
- Мерзлякова О.Г., Рогачёв В.А.** Использование фракционированной белково-витаминной муки из пшеничных отрубей в рационах перепелов, № 2.
- Нарожных К.Н.** Влияние эколого-географического фактора на содержание тяжелых металлов в легких герефордского скота, № 5.
- Неустроев М.П., Донченко А.С.** Способы повышения иммуногенности инактивированных вакцин против мыта лошадей, № 1.
- Неустроев М.П., Донченко А.С., Тарабукина Н.П.** Экология микроорганизмов в условиях вечной мерзлоты, № 4.
- Петрухина Л.Л.** Молочная продуктивность коров-первотелок в зависимости от интенсивности их выращивания, № 6.
- Савельева Л.Н., Бондарчук М.Л.** Мониторинг болезней органов пищеварения крупного рогатого скота на территории Забайкальского края, № 5.
- Севастьянова Т.В., Уша Б.В.** Влияние кормовой добавки Биопротектин-КД на молочную продуктивность коров и коррекцию микробиоты телят, № 6.
- Солошенко В.А., Плешаков В.А., Инербаев Б.О., Дуров А.С., Храмцова И.А.** Оценка генеалогических линий крупного рогатого скота казахской белоголовой породы, № 1.
- Шкиль Н.Н., Нефедова Е.В.** Влияние наночастиц серебра на бактерицидную активность и антибиотикочувствительность *Salmonella enteritidis* 182, № 3.
- Шкуратова Г.М., Хамируев Т.Н., Дашинимаев С.М., Базарон Б.З.** Пространственная структура и двигательная активность лошадей забайкальской породы, № 4.
- Яковлева Н.С., Ноздрин Г.А., Стойковски В., Яковлева М.С., Барсукова Е.Н., Новик Я.В.** Влияние микробиальных препаратов Ветом 1 и Ветом 20.76 на интенсивность роста гусей, № 2.

МЕХАНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- Алейников А.Ф., Торопов В.И.** Приложение для смартфона по обнаружению грибных болезней листьев растений, № 2.
- Альт В.В., Балушкина Е.А., Исакова С.П.** Алгоритм выбора агротехнологий и технических средств при производстве продукции растениеводства, № 4.

Гарафутдинова Л.В. Агроэкологическая типизация земель, № 6.

Каличкин В.К., Лужных Т.А., Риксен В.С., Васильева Н.В., Шпак В.А. Прогнозирование содержания нитратного азота в почве с использованием машинного обучения, № 5.

Усольцев С.Ф., Рыбаков Р.В., Нестяк Г.В., Гончаренко Ю.В. Суточные колебания диаметра стебля томата как критерий управления поливом, № 5.

Чемоданов С.И., Бурлаков Ю.В. Обновление технических средств зерноуборочного комплекса, № 6.

ПРОБЛЕМЫ. СУЖДЕНИЯ

Донченко А.С., Мельникова Т.Н., Гарке Т.М., Кретова Е.А. Парадигма взаимодействия Сибирской научной сельскохозяйственной библиотеки и аграрных научно-исследовательских и образовательных учреждений Сибирского региона, № 5.

Куценогий П.К., Каличкин В.К. К созданию метрического пространства образа сельскохозяйственного объекта, № 1.

Нечаев А.И. Структура информационно-управляющей системы возделывания зерновых культур, № 2.

Чекусов М.С., Кем А.А., Михальцов Е.М., Шмидт А.Н. Тенденции обеспеченности техникой АПК Омской области, № 1.

ИЗ ДИССЕРТАЦИОННЫХ РАБОТ

Алтухов В.Г. Оценка степени поражения растений болезнями методами компьютерного зрения, № 2.

НАУЧНЫЕ СВЯЗИ

Иванов Н.П., Саттарова Р.С. Диссоциированные формы моракселл, выделенные из пораженных глаз крупного рогатого скота, № 3.

Красочко П.А., Понаськов М.А. Конструирование и изучение иммуногенности вирус-вакцины против вирусных пневмоэнтеритов телят, № 5.

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

К 75-летию Виктора Валентиновича Альта, № 2.

К 75-летию Анатолия Николаевича Власенко, № 4.

Владимир Андреевич Солошенко, № 5.

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

Ольга Николаевна Жителева, № 5.

Николай Александрович Петухов, № 3.

Виктор Григорьевич Шелепов, № 4.

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 05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства

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 требуется 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. «Рис. 2. Описание жизненно важных процессов». 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: «Табл. 2. Описание жизненно важных процессов». 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 изображении 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 устранение 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 фабрикацией данных, статья может быть отозвана. Инициатором отзыва статьи может быть редакция, автор, организация, частное лицо. Отзыванная 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!

Подписку на журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»
(как на годовой комплект, так и на отдельные номера)
можно оформить одним из следующих способов:

- на сайте Почта России. Зайти в раздел «Онлайн-сервисы», затем – «Подписаться на газету или журнал». Подписной индекс издания ПМ401;
- в агентстве подписки ГК «Урал-Пресс» по индексу 46808. Ссылка на издание http://ural-press.ru/catalog/97210/8656935/?sphrase_id=319094. В разделе контакты зайти по ссылке <http://ural-press.ru/contact/>, где можно выбрать филиал по месту жительства;
- в редакции журнала (телефон 7-383-348-37-62, e-mail: sibvestnik@sfisca.ru).

Полнотекстовая версия журнала
«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»
размещена на сайте Научной электронной библиотеки:
<http://www.elibrary.ru>.

THE SCIENTIFIC JOURNAL
SIBERIAN HERALD
OF AGRICULTURAL SCIENCE
SIBIRSKII VESTNIK SEL'SKOKHOZYAISTVENNOI NAUKI

FOUNDERS: SIBERIAN FEDERAL SCIENTIFIC CENTRE OF AGRO-BIOTECHNOLOGIES
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

ESTABLISHED IN 1971

6 ISSUES PER YEAR

Volume 51, No 6 (283)

DOI: 10.26898



2021

November – December

Editor-in-Chief is Alexander S. Donchenko Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Head Researcher of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

Deputy Chief Editor Tatyana A. Lombanina, Head of the Editorial and Publishing Department of the Siberian Federal Scientific Center of Agro-BioTechnologies Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

Editorial board:

Viktor V. Alt	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Engineering, Novosibirsk, Russia
Olga S. Afanasenko	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Saint-Petersburg, Russia
Anatoly N. Vlasenko	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Novosibirsk, Russia
Natalia G. Vlasenko	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia
Nikolay P. Goncharov	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia
Kirill S. Golokhvast	Cor. Mem. of Russ. Acad. Edu, Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia
Mikhail I. Gulyukin	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Veterinary Medicine, Moscow, Russia
Valery N. Delyagin	Dr. Sci. in Engineering, Novosibirsk, Russia
Irina M. Donnik	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Moscow, Russia
Nikolay A. Donchenko	Cor. Mem. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Veterinary Medicine, Novosibirsk, Russia
Nikolay M. Ivanov	Cor. Mem. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Engineering, Novosibirsk, Russia
Andrey Yu. Izmailov	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Engineering, Moscow, Russia
Vladimir K. Kalichkin	Dr. Sci. in Agriculture, Novosibirsk, Russia
Nikolay I. Kashevarov	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Novosibirsk, Russia
Sergey N. Mager	Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia
Sergey P. Ozornin	Dr. Sci. in Engineering, Chita, Russia
Valery L. Petukhov	Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia
Revmira I. Polyudina	Dr. Sci. in Agriculture, Novosibirsk, Russia
Marina I. Selionova	Dr. Sci. in Biology, Moscow, Russia
Vladimir A. Soloshenko	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Novosibirsk, Russia
Nikolay A. Surin	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Krasnoyarsk, Russia
Ivan F. Khrantsov	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Omsk, Russia
Ivan N. Sharkov	Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia



www.sibvest.elpub.ru

Foreign Members of Editorial Board:

Vladimir V. Azarenko	Cor. Mem. of the Nat. Acad. Sci. of Belarus, Dr. Sci. in Engineering, Academician-Secretary of the Department of Agrarian Sciences NASB, Minsk, Belarus
B. Byambaa	Member of the Mongolian Acad. Sci., Dr. Sci. in Veterinary Medicine, President of the Mongolian Acad. of Agricultural Sci., Ulaanbaatar, Mongolia
Askar M. Nametov	Cor. Mem. of the Nat. Acad. Sci. Rep. of Kazakhstan, Dr. Sci. in Veterinary Medicine, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University, Rector, Astana, Kazakhstan
Vasil Nikolov	Prof., Dr., Chairman of the Agricultural Acad. Rep. of Bulgaria, Sofia, Bulgaria
Sezai Ercişli	Professor, Ataturk University, Turkey
Seyd Ali Johari	Associate Professor, University of Kurdistan, Iran
Seung Hwan Yang	Professor, Chonnam National University, Republic of Korea

Editors *E.V. Mosunova, G.N. Yagupova*. Corrector *V.E. Selianina*. Desktop Publisher *N.U. Borisko*. Translator *M.Sh. Gacenko*
Certificate PI FS77-64832 issued by the Federal Service for Supervision of Media,
Communications and Information Technologies on February 2, 2016

Publisher: Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Address: PO Box 463, office 456, SFSCA RAS Building, Krasnoobsk, Novosibirsk District,
Novosibirsk Region, 630501, Russia. Tel/fax: +7-383-348-37-62
e-mail: sibvestnik@sfscra.ru, vestnik.nsk@ngs.ru; www.sibvest.elpub.ru

