

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

СИБИРСКИЙ ВЕСТНИК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ

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

Том 48, № 6 (265)



2018
ноябрь – декабрь

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
В.В. Альт академик РАН, Новосибирск, Россия
О.С. Афанасенко академик РАН, Санкт-Петербург, Россия
А.Н. Власенко академик РАН, Новосибирск, Россия
Н.Г. Власенко академик РАН, Новосибирск, Россия
Н.П. Гончаров академик РАН, Новосибирск, Россия
И.М. Горобей доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия
М.И. Гулюкин академик РАН, Москва, Россия
В.Н. Делягин доктор технических наук, Новосибирск, Россия
И.М. Дончик академик РАН, Москва, Россия
Н.А. Донченко доктор ветеринарных наук, Новосибирск, Россия
Н.М. Иванов доктор технических наук, Новосибирск, Россия
А.Ю. Измайлов академик РАН, Москва, Россия
В.К. Каличкин доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия
Н.И. Кашеваров академик РАН, Новосибирск, Россия
С.Н. Магер доктор биологических наук, Новосибирск, Россия
В.А. Мороз академик РАН, Ставрополь, Россия
С.П. Озорнин доктор технических наук, Чита, Россия
В.Л. Петухов доктор биологических наук, Новосибирск, Россия
Р.И. Полудина доктор сельскохозяйственных наук, Новосибирск, Россия
В.А. Солошенко академик РАН, Новосибирск, Россия
Н.А. Сурин академик РАН, Красноярск, Россия
И.Ф. Храмов академик РАН, Омск, Россия
И.Н. Шарков доктор биологических наук, Новосибирск, Россия

Иностранные члены редколлегии:

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

Научный журнал «Сибир-
ский вестник сельскохозяйст-
венной науки» входит в Russian
Science Citation Index (RSCI)
Web of Science.

Журнал представлен в между-
народной библиографической
базе данных Agdis, включен в
международный каталог пери-
одических изданий “Ulrich’s
Periodicals Directory” (издательство
“Bowker”, США).



www.sibvest.elpub.ru



Редакторы Е.В. Мосунова, Г.Н. Ягунова
Корректор В.Е. Селянина. Оператор электронной верстки Н.Ю. Бориско
Переводчик Е.А. Романова

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

Издатель: Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Адрес редакции: 630501, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, р.п. Краснообск, здание СФНЦА РАН, к. 456, а/я 463.
Тел./факс (383)348-37-62

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

Сдано в набор 17.12.18. Подписано в печать 18.01.19. Формат 60 × 84¹/₈. Бумага тип. № 1. Печать офсетная. Печ. л. 13,5.
Уч-изд. л. 14,5. Тираж 300 экз. Цена свободная.

Отпечатано в Сибирском федеральном научном центре агробиотехнологий Российской академии наук
© ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук», 2019
© ФГБУ «Сибирское отделение Российской академии наук», 2019



СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ
И ХИМИЗАЦИЯ

AGRICULTURE
AND CHEMICALIZATION

Горобей И.М., Калмыкова Г.В., Давыдова Н.В., Андреева И.В. Штаммы *Bacillus thuringiensis* с ростостимулирующей и фунгицидной активностью

5 Gorobey I.M., Kalmykova G.V., Davydova N.V., Andreeva I.V. Strains of *Bacillus thuringiensis* with growth-stimulating and fungicidal activity

Елизаров Н.В., Попов В.В. Влияние агробиологической мелиорации на почвенный поглощающий комплекс солонцов Барабинской низменности

13 Elizarov N.V., Popov V.V. Effect of agrobiological reclamation on the soil absorbing solonets complex of Baraba lowland

Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Божанова Г.В., Пакуль В.Н. Основные факторы, влияющие на продуктивность агроценозов яровой мягкой пшеницы

21 Pakul A.L., Lapshinov N.A., Bozhanova G. V., Pakul V.N. The main factors influencing efficiency of spring common wheat agrocenosis

Степанов А.И., Фёдоров А.Я., Николаева Ф.В., Борисова Д.В. Влияние органических удобрений и биопрепарата Флавобактерин на урожайность картофеля и плодородие почв

30 Stepanov A.I., Fyodorov A.Ya., Nikolaeva F.V., Borisova D.V. The effect of organic fertilizers and biopreparation Flavobacterin on potato yield and soil fertility

РАСТЕНИЕВОДСТВО И СЕЛЕКЦИЯ

PLANT GROWING AND BREEDING

- Гончарова А.В.** Новый сорт вики посевной Обская 16 37 **Goncharova A.V.** A new cultivar of common vetch Obskaya 16
- Тимофеев А.А., Бойко Н.И., Пискарев В.В.** Создание сорта пшеницы Сибирская 21, адаптированного к условиям Западной Сибири 43 **Timofeev A.A., Boyko N.I., Piskarev V.V.** Creation of wheat cultivar Sibirskaya 21 adapted to the Western Siberia conditions
- Кузьмина А.А., Белых А.М., Креймер В.К.** Сорт облепихи универсального назначения Яхонтовая 51 **Kuzmina A.A., Belykh A.M., Kreymer V. K.** Sea-buckthorn variety of universal purpose Yakhontovaya

КОРМОПРОИЗВОДСТВО

FODDER PRODUCTION

- Кашеваров Н.И., Садохина Т.А.** Перспективы использования фестулолиума в кормопроизводстве Сибири 56 **Kashevarov N.I., Sadokhina T.A.** Prospects for the use of Festulolium in fodder production of Siberia

**ЖИВОТНОВОДСТВО
И ВЕТЕРИНАРИЯ**

**ANIMAL HUSBANDRY
AND VETERINARY SCIENCE**

- Вертипрахов В.Г., Грозина А.А.** Экзокринная функция поджелудочной железы кур при добавлении в корм подкислителя 63 **Vertiprakhov V.G., Grozina A.A.** Exocrine pancreatic function in chickens as a result of adding feed acidifiers in their diet
- Чысыма Р.Б., Кузьмина Е.Е.** Пантовая продуктивность маралов алтае-саянской породы в условиях Республики Тыва 70 **Chysyma R.B., Kuzmina E.E.** Velvet antler productivity of Altai-Sayan maral breed in the conditions of the Republic of Tuva

**МЕХАНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ,
МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ИНФОРМАЦИОННОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

**MECHANISATION,
AUTOMATION, MODELLING
AND DATAWARE**

Дубровская О.А., Гурова Т.А., Пестунов И.А., Котов К.Ю. Методы обнаружения болезней на посевах пшеницы по данным дистанционного зондирования (обзор)

76 Dubrovskaya O.A., Gurova T.A., Pestunov I.A., Kotov K.Yu. Methods of detection of diseases on wheat crops according to remote sensing (overview)

НАУЧНЫЕ СВЯЗИ

SCIENTIFIC RELATIONS

Хэрууга Т., Гантулга Г., Бямбаа Б. Насущные проблемы развития сельского хозяйства Монголии и пути их решения

90 Kheruuga T., Gantulga G., Byambaa B. Current problems of agriculture sector development in Mongolia and ways of their solution

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

OUR JUBILJARS

Николай Иванович Кашеваров

Nikolay Ivanovich Kashevarov

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

IN COMMEMORATION OF SCIENTIST

Памяти академика Василия Андреевича Мороза. 12.10.1937–11.01.2019

In commemoration of Academician Vasiliy Andreevich Moroz. 12.10.1937–11.01.2019



DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-1

УДК 579.64:632.937

ШТАММЫ *BACILLUS THURINGIENSIS* С РОСТОСТИМУЛИРУЮЩЕЙ И ФУНГИЦИДНОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Горобей И.М., Калмыкова Г.В., Давыдова Н.В., Андреева И.В.

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

Для цитирования: Горобей И.М., Калмыкова Г.В., Давыдова Н.В., Андреева И.В. Штаммы *Bacillus thuringiensis* с ростостимулирующей и фунгицидной активностью // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 5–12. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-1

For citation: Gorobey I.M., Kalmykova G.V., Davydova N.V., Andreeva I.V. Shtammy *Bacillus thuringiensis* s rostostimuliruyushchei i fungitsidnoi aktivnost'yu [Strains of *Bacillus Thuringiensis* with growth-stimulating and fungicidal activity]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 6, pp. 5–12. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-1

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты изучения ростостимулирующей и антифунгальной активности штаммов *Bacillus thuringiensis* ssp. *fukuokaensis*, ssp. *morrisoni*, ssp. *toumanoffi*, ssp. *dakota* и ssp. *amagiensis*. Выявлено положительное влияние всех изученных штаммов на морфометрические показатели проростков ярового рапса и яровой пшеницы. Обработка семян ярового рапса спорово-кристаллическими смесями *B. thuringiensis* способствовала достоверному увеличению длины корней в 1,9–3,4 раза, проростков в 1,3–1,9 раза в зависимости от штамма. Стимуляция роста растений отмечена и при инокуляции семян яровой пшеницы суспензиями штаммов *B. thuringiensis*, однако достоверное положительное действие выявлено только в варианте с использованием штамма *B. thuringiensis* ssp. *fukuokaensis*. Выявлена тенденция снижения количества пораженных корневой гнилью проростков яровой пшеницы при обработке семян штаммами *B. thuringiensis* ssp. *morrisoni*, ssp. *dakota*, ssp. *amagiensis*. В экспериментах с использованием чистых культур установлено, что все тес-

STRAINS OF *BACILLUS THURINGIENSIS* WITH GROWTH-STIMULATING AND FUNGICIDAL ACTIVITY

Gorobey I.M., Kalmykova G.V.,
Davydova N.V., Andreeva I.V.

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

The article presents the results of the study of growth-stimulating and antifungal activity of strains *Bacillus thuringiensis* ssp. *fukuokaensis* ssp. *morrisoni*, ssp. *toumanoffi*, ssp. *dakota* and ssp. *amagiensis*. The positive effect of all studied strains on morphometric parameters of spring rape and spring wheat seedlings was revealed. Treatment of spring rape seeds with spore-crystal mixtures of *B. thuringiensis* contributed to a significant increase in the length of roots by 1.9–3.4 times and sprouts – by 1.3–1.9 times, depending on the strain. Stimulation of plant growth was also observed in the inoculation of spring wheat seeds with suspension strains of *B. thuringiensis*. However, a significant positive effect was revealed only in the variant with the use of the strain of *B. thuringiensis* ssp. *fukuokaensis*. There was a downward trend in the number of spring wheat seedlings affected with root rot when the seeds were treated with the strains of *B. thuringiensis* ssp. *morrisoni*, ssp. *dakota*, ssp. *amagiensis*. In the experiments with pure cultures it was found that all tested strains of *B. thuringiensis* showed a

тируемые штаммы *B. thuringiensis* проявили высокую степень антагонистической активности к двум видам фитопатогенов. Ингибирующая активность штаммов *B. thuringiensis* на 10-е сутки эксперимента в отношении *Fusarium oxysporum* варьировала от 68 до 83%, *Alternaria alternata* – от 71 до 89%. Проведенный анализ показал, что все исследуемые штаммы *B. thuringiensis* стимулировали рост растений ярового рапса и яровой пшеницы и проявляли антифунгальную активность. Полученные данные представляют интерес для дальнейших исследований с целью создания полифункциональных биологических препаратов для защиты растений.

Ключевые слова: полифункциональная активность, *Bacillus thuringiensis*, ростостимулирующее действие, морфометрические показатели, фитопатогены, ингибирующая активность

ВВЕДЕНИЕ

Разработка биопрепаратов, обладающих комплексной функциональной активностью – важнейшее направление экологизации земледелия и получения продуктов растениеводства, свободных от остатков пестицидов. Современный ассортимент биологических инсектицидов включает преимущественно препараты на основе бактерии *Bacillus thuringiensis* (*B. thuringiensis*) Berliner. Эти бактерии широко распространены в природе и уже несколько десятилетий используются в качестве продуцентов энтомопатогенных биопрепаратов, которые в настоящее время признаны самыми безопасными, распространенными и успешными биоинсектицидами последнего столетия [1, 2]. Специфичность действия этих препаратов против насекомых-вредителей определяется наличием дельта-эндотоксина, синтезируемого *B. thuringiensis* во время споруляции. При изучении существующих коммерческих бактериальных инсектицидов обнаружено, что дельта-эндотоксины штаммов-продуцентов *B. thuringiensis* ssp.

high degree of antagonistic activity to two types of phytopathogens. The inhibitory activity of the strains of *B. thuringiensis* on the 10th day of the experiment with regard to *Fusarium oxysporum* ranged from 68 to 83%, *Alternaria alternata* – from 71 to 89%. The analysis showed that all studied strains of *B. thuringiensis* stimulated the growth of plants of spring rape and spring wheat and showed antifungal activity. The obtained data are of interest for further research in order to create multifunctional biological preparations for plant protection.

Keywords: multifunctional activity, *Bacillus thuringiensis*, growth-stimulating effect, morphometric parameters, phytopathogens, inhibitory activity

thuringiensis, *kurstaki*, *darmstadiensis* также проявляют ростостимулирующее действие на ряде овощных культур: пшенице, томате, салате¹, огурце [3–6]. В некоторых исследованиях показано, что ростостимулирующая активность сочеталась с фунгицидными свойствами [4, 7–10]. Способность подавлять рост фитопатогенных грибов: *Alternaria*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Helminthosporium*, *Aspergillus* – выявлена у штаммов *B. thuringiensis* ssp. *thuringiensis*, *kurstaki*, *sotto*, *darmstadiensis*² [7, 11–14]. Штаммы *B. thuringiensis* этих и других подвидов обладали антибактериальными свойствами, проявляя активность против грамположительных и грамотрицательных бактерий [15]. Потенциальная возможность применения *B. thuringiensis* в контроле бактериальных болезней растений была показана японскими исследователями [16].

Полифункциональные свойства *B. thuringiensis* создают большие возможности для применения этой энтомопатогенной бактерии как ростостимулятора и индуктора защитных механизмов растений против болез-

¹Крыжко А.В., Кузнецова Л.Н. Стимулирующий эффект энтомопатогенных штаммов *Bacillus thuringiensis* на морфометрические показатели растений салата // Генетическая интеграция прокариот и эукариот: фундаментальные исследования и современные агротехнологии: тез. межд. конф. СПб, 2015. С. 84–85.

²Гришечкина С.Д. Технологии применения бациллы против вредителей-фитофагов и фитопатогенов // Генетическая интеграция прокариот и эукариот: фундаментальные исследования и современные агротехнологии: тез. междунар. конф. СПб, 2015. С. 69–70.

ней [11]. Однако до сих пор исследования в этом направлении проводили в основном на штаммах *B. thuringiensis*, которые являются продуцентами коммерческих бактериальных инсектицидов *B. thuringiensis* ssp. *thuringiensis*, *kurstaki*, *darmstadiensis*, а в настоящее время известно о более чем 80 подвидах *B. thuringiensis* [17].

Цель исследования – выявить штаммы *B. thuringiensis* различных подвидов, обладающих ростостимулирующим и фунгицидным действием.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в лаборатории биологического контроля фитофагов и фитопатогенов Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН.

Объектами исследований служили штаммы *B. thuringiensis* ssp. *fukuokaensis* B-919, ssp. *morrisoni* B-930, ssp. *toumanoffi* B-938, ssp. *dakota* B-947, ssp. *amagiensis* B-971, депонированные в коллекцию культур микроорганизмов ГНЦ ВБ «Вектор» (Новосибирск). Характеристика штаммов по физиолого-биохимическим и молекулярно-генетическим особенностям представлена ранее [18]. Культуры *B. thuringiensis* поддерживали на среде «А» следующего состава: 0,7% пептона, 0,5 – NaCl, 0,4 – рыбного гидролизата, 1,2% агара при температуре 4 °С. Для оценки фунгицидного и ростостимулирующего действия штаммы выращивали на среде «А» в течение 5 сут при 28 °С до полного высыпания спор и кристаллов. Далее споры и кристаллы собирали шпателем в физраствор. В полученной суспензии определяли концентрацию спор методом серийных разведений и подсчетом выросших на ней колоний. Для опытов использовали рабочую суспензию с титром $\sim 10^9$ спор/мл.

Ростостимулирующее действие штаммов *B. thuringiensis* оценивали на растениях ярового рапса сорта СибНИИК 21 и яровой пшенице Новосибирская 31. При оценке ростостимулирующего действия использовали метод рулонов согласно ГОСТ 123038–84.

Учет морфометрических показателей проводили на 7-е сутки эксперимента.

Фунгицидную активность микроорганизмов определяли методом агаровых блоков³. В качестве тест-объектов для определения антагонистической активности *B. thuringiensis* выбраны возбудитель альтернариоза ярового рапса *Alternaria aternata* (Fr.) Keissl и наиболее распространенный возбудитель фузариоза сельскохозяйственных культур – *Fusarium oxysporum* Schlecht. emend Snyder. Et Hans. Фитопатогенные грибы *A. aternata* и *F. oxysporum* культивировали на среде Чапека в течение 10 сут. В 100 мл среды Чапека вносили 1 мл споро-кристаллической суспензии, на поверхность полученного газона помещали блоки фитопатогена, вырезанного из 10-суточной культуры гриба. Антагонистическую активность штаммов *B. thuringiensis* оценивали по величине диаметра фитопатогенного гриба в опытных вариантах в сравнении с контролем.

Ингибирующую активность (ИА) рассчитывали по формуле

$$\text{ИА} = \frac{D_k - D_o}{D_k} \times 100,$$

где D_k – диаметр колонии в контрольном варианте, см; D_o – диаметр колонии в опытном варианте, см.

Опыты по определению ростостимулирующей и фунгицидной активности закладывали в четырехкратной повторности. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием стандартного пакета программ Snedecor.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенных экспериментов выявлено положительное влияние изученных штаммов *B. thuringiensis* на морфометрические показатели проростков ярового рапса и яровой пшеницы.

Во всех вариантах опыта обработка семян суспензиями *B. thuringiensis* приводила к достоверному увеличению длины корней

³Методы экспериментальной микологии / под ред. В.И. Билай. – Киев: Наукова думка, 1982. 271 с.

ярового рапса в 1,9–3,4 раза, их проростков в 1,3–1,9 раза на начальных этапах их развития (см. табл. 1). Наибольшую активность проявил штамм *Bt ssp. toumanoffi*. Существенных различий по лабораторной всхожести семян ярового рапса по вариантам опыта не выявлено. Она составила от 83 до 100%.

При инокуляции семян яровой пшеницы штаммами *B. thuringiensis* наблюдали тенденцию увеличения длины корней и проростков. Установлено достоверное положительное действие в варианте с использованием штамма *B. thuringiensis ssp. fukuokaensis*. Лабораторная всхожесть семян яровой пшеницы в вариантах опыта составила от 94 до 100% при всхожести в контроле 97%.

Аналогичные результаты получены другими исследователями на растениях пшеницы с использованием очищенного дельта-эндотоксина штамма 202 *B. thuringiensis ssp. thuringiensis*. В этих экспериментах предпосевная обработка семян пшеницы опытными суспензиями обеспечивала достоверное увеличение морфометрических показате-

лей (длины листа по средней жилке, длины корня и массы растения). Энергия прорастания семян и лабораторная всхожесть зависели от концентрации раствора дельта-эндотоксина [6]. Использование штамма Z-52 *B. thuringiensis ssp. kurstaki* для обработки семян огурца приводило к увеличению длины корня и проростка, а также сырой массы растения на начальном этапе развития растений, однако в существенной степени не сказывалось на энергии прорастания и всхожести семян протестированных сортов [5].

При оценке ростостимулирующего действия штаммов *B. thuringiensis* на пшенице отмечено снижение количества пораженных корневой гнилью проростков под влиянием *B. thuringiensis ssp. morrisoni*, *ssp. dakota*, *ssp. amagiensis*, однако различия между вариантами были несущественными (см. рисунок).

В результате определения фунгицидной активности установлено, что все испытанные штаммы *B. thuringiensis* проявили высокую степень антагонизма по отношению к фитопатогенным грибам *A. alternata* и *F. oxysporum* (см. табл. 2).

Табл. 1. Влияние штаммов *B. thuringiensis* на морфометрические показатели ярового рапса

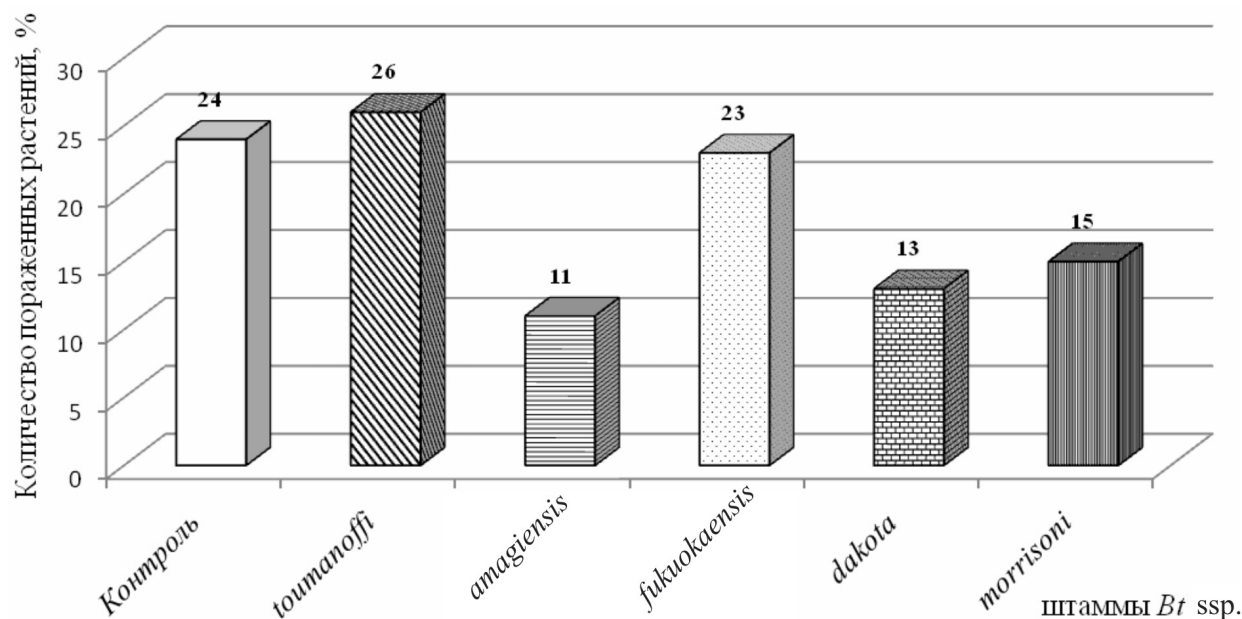
Table 1. Influence of strains of *B. thuringiensis* on the morphometric parameters of spring rape

Штамм <i>B. thuringiensis ssp.</i>	Длина корня		Длина проростка	
	см	+к контролю	см	+ к контролю
Контроль	1,1	–	1,0	–
<i>fukuokaensis</i>	2,7	1,6	1,8	0,8
<i>morrisoni</i>	3,2	2,1	1,4	0,4
<i>toumanoffi</i>	3,7	2,7	1,9	0,9
<i>dakota</i>	3,4	2,3	1,3	0,3
<i>amagiensis</i>	2,1	1,0	1,4	0,3
HCP ₀₅	0,47	–	0,23	–

Табл. 2. Влияние штаммов *B. thuringiensis* на рост фитопатогенных грибов (диаметр колонии, см)

Table 2. Effect of strains of *B. thuringiensis* on the growth of phytopathogenic fungi (colony diameter, cm)

Штамм <i>B. thuringiensis ssp.</i>	<i>A. alternata</i>		<i>F. oxysporum</i>	
	Сутки			
	7-е	10-е	7-е	10-е
Контроль	8,8	8,9	9,0	9,0
<i>fukuokaensis</i>	1,4	1,4	1,9	1,9
<i>morrisoni</i>	1,7	2,1	1,5	1,5
<i>toumanoffi</i>	1,6	1,9	2,1	2,1
<i>dakota</i>	1,8	1,9	2,8	2,8
<i>amagiensis</i>	1,5	1,5	2,6	2,9
НСП ₀₅	0,46	0,43	0,21	0,33



Влияние обработки семян яровой пшеницы штаммами *B. thuringiensis* на поражение проростков корневой гнилью (НСП₀₅ 7,03)
Effect of treatment of spring wheat seeds with strains of *B. thuringiensis* on seedlings' lesion with root rot (НСП₀₅ 7.03)

Ингибирующая активность штаммов на 10-е сутки эксперимента в отношении *F. oxysporum* составила от 68 до 83%, *A. alternata* – от 71 до 89%. Максимальное подавление роста обоих видов фитопатогенных грибов вызывали штаммы *B. thuringiensis* ssp. *toumanoffi* и *B. thuringiensis* ssp. *amagiensis*. Кроме того, штамм *B. thuringiensis* ssp. *fukuokaensis* оказался наиболее эффективным в отношении *A. alternata*. *B. thuringiensis* ssp. *morrisoni* максимально подавлял рост *F. oxysporum*. Помимо угнетения линейного роста тест-культур фитопатогенов, штаммы *B. thuringiensis* ssp. *fukuokaensis*, ssp. *toumanoffi* и ssp. *dakota* при воздействии на *A. alternata* ингибировали спороношение фитопатогена и снижали скорость прорастания спор.

Подобные исследования были проведены со штаммами трех подвигов *B. thuringiensis* ssp. *thuringiensis*, ssp. *kurstaki*, ssp. *dendrolimus* в сравнении с *Bacillus subtilis*, выделенных в условиях Молдавии. В этих экспериментах высокая антагонистическая активность в отношении грибов *F. oxysporum* var. *orthoceras* и *A. alternata*, сравнимая с активностью *B. subtilis*, обнаружена у *B. thuringiensis* ssp. *kurstaki* [19].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что все тестируемые штаммы *B. thuringiensis* ssp. *fukuokaensis*, ssp. *morrisoni*, ssp. *toumanoffi*, ssp. *dakota*, ssp. *amagiensis* сочетали ростостимулирующее действие на яровом рапсе и яровой пшенице с фунгицидной активностью в отношении *F. oxysporum* и *A. alternata*. Выявленные различия между штаммами, вероятно, связаны с разнообразием метаболитов, синтезируемых культурами этого вида бактерий: белковых эндо- и экзотоксинов, литических ферментов (хитиназы, протеазы, амилазы, липазы), антибиотиков широкого спектра действия, бактериоцинов. Эти метаболиты могли активизировать у растений синтез гетероауксина [4], индуцировать защитные механизмы растения против болезней [11] или подавлять фитопатогены, способствуя оздоровлению растений [6].

Дальнейшее изучение возможных механизмов действия этих метаболитов на развитие растений, селекция штаммов с высокой ростостимулирующей активностью будут способствовать разработке биопрепаратов для перспективных безопасных агротехнологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калмыкова Г.В., Горобей И.М., Осипова Г.М. Перспективы использования *Bacillus thuringiensis* как биологического агента защиты растений // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 4. С. 12–19.
2. Fiuza L.M., Polanczyk R.I., Crieckmore N. (Editors). *Bacillus thuringiensis* and *Lysinibacillus sphaericus*. Characterization and use in the field of biocontrol // Springer International Publishing AG. 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-56678-8.
3. Armada E., Probanza A., Roldan A., Azcon R. Native plant growth promoting bacteria *Bacillus thuringiensis* and mixed or individual mycorrhizal species improved drought tolerance and oxidative metabolism in *Lavandula dentata* plants // Journal Plant Physiol. 2015. Vol. 192. P. 1–12. DOI: 10.1016/j.jplph.2015.11.007.
4. Климентова Е.Г., Каменёк Л.К., Каменёк Д.В. и др. Перспективы использования дельта-эндотоксина *Bacillus thuringiensis* как биорегулятора роста растений с фитозащитными свойствами // АГРО XXI. 2010. № 4–6. С. 31–33.
5. Каменёк Л.К., Терехина Л.Д., Андреева И.В., Терехин Д.А., Воронцов В.В., Каменёк В.М. Изучение ростостимулирующего действия дельта-эндотоксина на примере растений огурца // Вестник НГАУ. 2010. Т. 16. № 4. С. 13–17.
6. Коробов Я.А., Каменёк Л.К., Каменёк В.М., Усеева Л.Ф. Ростостимулирующее действие дельта-эндотоксина *Bacillus thuringiensis* на ювенильные растения пшеницы // Ульяновский медико-биологический журнал. 2017. № 2. С. 152–158.
7. Штерншис М.В., Беляев А.А., Цветкова В.П., Шпатова Т.В., Леляк А.А., Бахвалов С.А. Биопрепараты на основе бактерий рода *Bacillus thuringiensis* для управления здоровьем растений: монография. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2016. 284 с.
8. Raddadi N., Belaouis A., Namagnini I., Hansen B.M., Hendriksen N.B., Boudabous A., Cherif A., Daffonchio D. Characterization of polyvalent and safe *Bacillus thuringiensis* strains with potential use for biocontrol // Journal Basic Microbiol. 2009. Vol. 49. P. 293–303. DOI: 10.1002/jobm.200800182.
9. Смирнов О.В., Гришечкина С.Д. Полифункциональная активность *Bacillus thuringiensis* Berliner // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 3. С. 123–126.
10. Jouzani G., Valijanani E., Sharafi R. *Bacillus thuringiensis*: a successful insecticide with new environmental features and tidings // Applied Microbiology and Biotechnology. 2017. Vol. 101. P. 2691–2711. DOI: 10/1007/s00253-017-8175-y.
11. Jung W.J., Mabood F., Souleimanov A., Smith D.L. Induction of defense-related enzymes in soybean leaves by class IIa bacteriocins (thuricin 17 and bacteriocin F4) purified from *Bacillus* strains // Microbiological Research. 2011. Vol. 167. P. 14–19.
12. Zhou Y., Choi Y., Sun M. Novel roles of *Bacillus thuringiensis* to control plant diseases // Applied Microbiology and Biotechnology. 2008. Vol. 80. P. 563–572.
13. Shrestha A., Sultana R., Chae J.C., Kim K., Lee K.J. *Bacillus thuringiensis* C25 which is rich in cell wall degrading enzymes efficiently controls lettuce drop caused by *Sclerotinia minor* // European Journal of Plant Pathology. 2015. Vol. 142. P. 577–589. DOI: 10.1007/s10658-015-0636-5.
14. Morales de la Vega L.M., Barboza-Corona J.E., Aguilar-Uscanga M.G., Ramnrez-Lepe. Purification and characterization of an exochitinase from *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* and its action against phytopathogenic fungi // Canadian Journal of Microbiology. 2006. Vol. 52. P. 651–657.
15. Калмыкова Г.В., Бурцева Л.И., Ермакова О.Г., Якунина О.Ю., Мотовилов А.Я. Антибактериальная активность штаммов *Bacillus thuringiensis* в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2013. № 2. С. 97–104.
16. Elsharkawy M.M., Nakatani M., Nishimura M., Arakawa T., Shimizu M. Control of tomato bacterial and root-knot diseases by *Bacillus thuringiensis* CR-371 and *Streptomyces avermectinius* NBRC14893 // Soil Plant Sci. 2015. Vol. 65. P. 575–580. DOI: 10.1080/09064710.2015.1031819.
17. Lecadet M.M., Frachon E., Dumanoir V.C., Ripouteau H., Hamon S., Laurent P., Thierry I. Updating the H-antigen classification of *Bacillus thuringiensis*. Applied Microbiology and Biotechnology. 1999. Vol. 86. P. 660–673.
18. Мокеева А.В., Калмыкова Г.В., Бурцева Л.И., Орешкова С.Ф., Андреева И.С., Ретин В.Е. Сравнительный анализ штаммов энтомопатогенной бактерии *Bacillus thuringiensis* мо-

- лекулярно-генетическими методами // Биотехнология. 2006. № 3. С. 47–55.
19. Николаев А.Н., Николаева С.И. Сравнительная антифунгальная активность изолятов *Bacillus subtilis* и *Bacillus thuringiensis* in vitro // Studia Univ. Moldaviae. 2015. Т. 81. № 1. С. 12–16.
- ## REFERENCES
1. Kalmykova G.V., Gorobei I.M., Osipova G.M. Perspektivy ispol'zovaniya *Bacillus thuringiensis* kak biologicheskogo agenta zashchity rastenii [Prospects for the use of *Bacillus thuringiensis* as a biological agent for plant protection]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2016, no. 4, pp.12–19. (In Russian).
 2. Fiuza L.M., Polanczyk R.I., Crieckmore N. (Editors). *Bacillus thuringiensis* and *Lysinibacillus sphaericus*. Characterization and use in the field of biocontrol. *Springer International Publishing AG*. 2017. DOI:10.1007/978-3-319-56678-8.
 3. Armada E., Probanza A., Roldan A., Azcon R. Native plant growth promoting bacteria *Bacillus thuringiensis* and mixed or individual mycorrhizal species improved drought tolerance and oxidative metabolism in *Lavandula dentate* plants. *Journal Plant Physiology*, 2015, vol. 192, pp. 1–12. DOI: 10.1016/j.jplph.2015.11.007.
 4. Klimentova E.G., Kamenek L.K., Kamenek D.V. i dr. Perspektivy ispol'zovaniya del'ta-endotoksina *Bacillus thuringiensis* kak bioregulyatora rosta rastenii s fitozashchitnymi svoistvami [Prospects for the use of delta-endotoxin *Bacillus thuringiensis* as a plant growth bioregulator with phytoprotective properties]. *AGRO XXI* [AGRO XXI], 2010, no.4–6, pp. 31–33. (In Russian).
 5. Kamenek L.K., Terekhina L.D., Andreeva I.V., Terekhin D.A., Vorontsov V.V., Kamenek V.M. Izuchenie rostostimuliruyushchego deistviya del'ta-endotoksina na primere rastenii ogurtsa [Study of the growth-promoting effect of delta-endotoxin on the example of cucumber plants]. *Vestnik NGAU* [Bulletin of NSAU], 2010, vol. 16, no. 4, pp.13–17. (In Russian).
 6. Korobov Ya.A., Kamenek L.K., Kamenek V.M., Useeva L.F. Rostostimuliruyushchee deistvie del'ta-endotoksina *Bacillus thuringiensis* na yuvenil'nye rasteniya pshenitsy [The growth-promoting effect of *Bacillus thuringiensis* delta-endotoxin on juvenile wheat plants]. *Ul'yanovskii mediko-biologicheskii zhurnal* [Ulyanovsk Biomedical Journal], 2017, no. 2, pp.152–158. (In Russian).
 7. Shternshis M.V., Belyaev A.A., Tsvetkova V.P., Shpatova T.V., Lelyak A.A., Bakhvalov S.A. Biopreparaty na osnove bakterii roda *Bacillus thuringiensis* dlya upravleniya zdorov'em rastenii [Biological preparations based on bacteria of the genus *Bacillus thuringiensis* for plant health management]. Novosibirsk, Izd-vo SO RAN Publ., 2016, 284 p. (In Russian).
 8. Raddadi N., Belaouis A., Namagnini I., Hansen B.M., Hendriksen N.B., Boudabous A., Cherif A., Daffonchio D. Characterization of polyvalent and safe *Bacillus thuringiensis* strains with potential use for biocontrol. *Journal Basic Microbiology*. 2009, vol. 49, pp. 293–303. DOI: 10.1002/jobm.200800182.
 9. Smirnov O.V., Grishechkina S.D. Polifunkcional'naya aktivnost' *Bacillus thuringiensis* Berliner [Multifunctional activity of *Bacillus thuringiensis* Berliner]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural biology], 2011, no. 3, pp. 123–126. (In Russian).
 10. Jouzani G., Valijanian E., Sharafi R. *Bacillus thuringiensis*: a successful insecticide with new environmental features and tidings. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2017, vol. 101, pp. 2691–2711. DOI: 10/1007/s00253-017-8175-y.
 11. Jung W.J., Mabood F., Souleimanov A., Smith D.L. Induction of defense-related enzymes in soybean leaves by class II delta bacteriocins (thuricin 17 and bacteriocin F4) purified from *Bacillus* strains. *Microbiological Research*. 2011. vol. 167, pp. 14–19.
 12. Zhou Y., Choi Y., Sun M. Novel roles of *Bacillus thuringiensis* to control plant diseases. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2008, vol. 80, pp. 563–572.
 13. Shrestha A., Sultana R., Chae J.C., Kim K., Lee K.J. *Bacillus thuringiensis* C25 which is rich in cell wall degrading enzymes efficiently controls lettuce drop caused by *Sclerotinia minor*. *European Journal of Plant Pathology*. 2015, vol. 142, pp. 577–589. DOI: 10.1007/s10658-015-0636-5.
 14. Morales de la Vega L.M., Barboza-Corona J.E., Aguilar-Uscanga M.G., Ramirez-Lepe. Purification and characterization of an exochitinase from *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* and its action against phytopathogenic fungi. *Ca-*

- nadian Journal of Microbiology*. 2006, vol. 52, pp. 651–657.
15. Kalmykova G.V., Burtseva L.I., Ermakova O.G., Yakunina O.Yu., Motovilov A.Ya. Antibakterial'naya aktivnost' shtammov *Bacillus thuringiensis* v otnoshenii patogennykh i uslovno-patogennykh mikroorganizmov [Antibacterial activity of *Bacillus thuringiensis* strains against pathogenic and conditionally pathogenic microorganisms]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2013, no. 2, pp. 97–104. (In Russian).
 16. Elsharkawy M.M., Nakatani M., Nishimura M., Arakawa T., Shimizu M. Control of tomato bacterial and root-knot diseases by *Bacillus thuringiensis* CR-371 and *Streptomyces avermectinius* NBRC14893. *Soil Plant Sci.* 2015, vol. 65, pp. 575–580. DOI:10.1080/09064710.2015.1031819. (In Russian).
 17. Lecadet M.M., Frachon E., Dumanoir V.C., Ripouteau H., Hamon S., Laurent P., Thierry I. Updating the H-antigen classification of *Bacillus thuringiensis*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 1999, vol. 86, pp. 660–673.
 18. Mokeeva A.V., Kalmykova G.V., Burtseva L.I., Oreshkova S.F., Andreeva I.S., Repin V.E. Sravnitel'nyi analiz shtammov entomopatogennoi bakterii *Bacillus thuringiensis* molekulyarno-geneticheskimi metodami [Comparative analysis of the entomopathogenic *Bacillus thuringiensis* strains using the methods of molecular genetics], *Biotehnologiya* [Biotechnology], 2006, no. 3, pp. 47–55. (In Russian).
 19. Nikolaev A.N., Nikolaeva S.I. Sravnitel'naya antifungal'naya aktivnost' izolyatov *Bacillus subtilis* i *Bacillus thuringiensis* in vitro [Comparative antifungal activity of isolates of *Bacillus subtilis* and *Bacillus thuringiensis* in vitro]. *Studia Univ. Moldaviae* [Studia Univ. Moldaviae], 2015, vol. 81, no. 1, pp. 12–16. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Горобей И.М., доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник; Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук

✉ **Калмыкова Г.В.**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник; Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: gvkalmlyk@mail.ru

Давыдова Н.В., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук

Андреева И.В., кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией; Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук

AUTHOR INFORMATION

Gorobey I.M., Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

✉ **Kalmykova G.V.**, Candidate of Science in Biology, Lead Researcher of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: gvkalmlyk@mail.ru

Davydova N.V., Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

Andreeva I.V., Candidate of Science in Agriculture, Laboratory Head of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

Дата поступления статьи 11.09.2018
Received by the editors 11.09.2018

ВЛИЯНИЕ АГРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ НА ПОЧВЕННЫЙ ПОГЛОЩАЮЩИЙ КОМПЛЕКС СОЛОНЦОВ БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

^{1,2}Елизаров Н.В., ²Попов В.В.

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирск, Россия

Для цитирования: Елизаров Н.В., Попов В.В. Влияние агробиологической мелиорации на почвенный поглощающий комплекс солонцов Барабинской низменности // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 13–20. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-2

For citation: Elizarov N.V., Popov V.V. Vliyanie agrobiologicheskoi melioratsii na pochvennyi pogloshchayushchii kompleks solontsov Barabinskoi nizmennosti [Effect of agrobiological reclamation on the soil absorbing solonets complex of Baraba lowland] *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 6, pp. 13–20. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-2

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Исследования проведены в северной лесостепи Барабинской низменности на территории Новосибирской области. Проанализированы генетические профили солонца коркового на целине и в пашне. Образцы почв отобраны в 2015–2016 гг. по генетическим горизонтам на глубину 100 см, далее бурением каждые 20 см до грунтовых вод. На экспериментальном участке изучали влияние длительного применения агробиологического метода мелиорации на профили солонцов. Стационарный опыт заложен в 1987 г. Изучение морфологического строения почвенных профилей и физико-химических свойств солонца коркового, подвергнутого длительному действию агробиологической мелиорации, показало, что произошли изменения в профиле почвы. Столбчатая структура солонцового (иллювиального) горизонта разрушена агротехническими обработками и корнями растений. Под действием агробиологической мелиорации изменились физико-химические свойства почвы. Концентрация ионов кальция в почвенном поглощающем комплексе солонца (в иллювиальном горизонте) увеличилась от 27,1 до 64,5%, содержание катионов магния и натрия уменьшилось от 38,2 и 26,4 до 32,4 и 1,1% соответственно. Солонец из многонариевого перешел в разряд остаточного. Действие агробиологической мелиорации проявилось также в изменении общей реакции среды. В целинном варианте величина pH в солонцовом горизонте (45–60 см) составляла 9,1,

EFFECT OF AGROBIOLOGICAL RECLAMATION ON THE SOIL ABSORBING SOLONETS COMPLEX OF BARABA LOWLAND

^{1,2}Elizarov N.V., ²Popov V.V.

¹Siberian Federal Scientific Centre of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

²Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Russia

The studies were conducted in the northern forest-steppe of the Baraba lowland on the territory of Novosibirsk region. The genetic profiles of crusty solonets on virgin soil and arable land were analyzed. Soil samples were selected in 2015–2016 from genetic soil horizons on the depth of 100 cm, then drilling every 20 cm to the groundwater. The effect of long-term application of agrobiological soil reclamation method on solonets profiles was studied on the experimental site. The stationary experiment was laid in 1987. The study of the morphological structure of soil profiles and the physicochemical properties of crusty solonets subjected to long-term agrobiological reclamation showed that certain changes occurred in the soil profile. The columnar structure of the solonets (illuvial) horizon was destroyed by agro-technical treatments and plant roots. In addition, under the action of agrobiological soil reclamation, the physicochemical properties of the soil changed. It was established that the concentration of calcium ions in the soil absorbing complex of the solonets (in the illuvial) horizon increased from 27.1 to 64.5%, and the content of sodium and magnesium cations decreased from 38.2 and 26.4 to 32.4 and 1.1% respectively. Solonets turned into residual type from the multi-sodium one. The effect of agrobiological soil reclamation became evident in the change of the overall medium reaction. On the virgin soil, the pH value in the solonets horizon (45–60 cm) was 9.1, while on the arable land

тогда как в пахотном варианте 6,5. Агrobiологический метод мелиорации не только повысил продуктивность агроландшафтов, но и оказал положительное влияние на физико-химические свойства солонцов Барабинской низменности и их генетический профиль.

Ключевые слова: Барабинская низменность, фитомелиорация, агrobiологический метод, солонцы, почвенный поглощающий комплекс

ВВЕДЕНИЕ

Одна из основных проблем сельскохозяйственного использования земель в Западной Сибири – пестрота почвенного покрова. Барабинская низменность имеет ряд особенностей, которые обусловили развитие неоднородного почвенного покрова территории. Слабая дренированность в совокупности с цикличностью климата приводит к переувлажнению и подтоплению сельскохозяйственных угодий. Сложный гривно-равнинный рельеф и близкое залегание почвенно-грунтовых вод (ближе 6 м) усложняют мелиоративные мероприятия [1]. Кроме того, уровень грунтовых вод подвержен колебаниям от 1,5 до 2–3 м и более в разные по влагообеспеченности годы [2], а также изменяется от весны к осени. Современный почвенный покров представлен набором разнообразных полу- и гидроморфных почв. Автоморфные почвы (в основном черноземы обыкновенные) развиваются только по вершинам и верхним частям склонов грив, в нижних частях склонов формируются лугово-черноземные и черноземно-луговые солонцеватые почвы с большим количеством пятен солонцов [3]. Пятна солонцов, солончаков, солодей препятствуют своевременной сплошной обработке почвы. В частности, солонцы отличаются от зональных почв более поздним сроком наступления физической спелости. В тех случаях, когда пятна солонцов занимают край рабочего участка (поля), их исключают из использования, тем самым уменьшая площадь пашни. Если солонцы занимают значительную часть рабочего участка, иногда их обрабатывают отдельно, позже зональной почвы. Это приводит к увеличению расходов на горюче-смазочные материалы.

it was only 6.5. The agrobiological method of soil reclamation not only increased the productivity of agrolandscapes, but also had a positive impact on the physicochemical properties of the solonetz soils of Baraba lowland and their genetic profile.

Keywords: Baraba lowland, soil reclamation, agrobiological method, solonetz, soil absorbing complex

Для улучшения солонцов Западной Сибири в условиях недостаточного увлажнения предложено использовать глубокое безотвальное рыхление. При таком способе обработки на поверхности почвы сохраняется плодородный гумусовый горизонт, плотный солонцовый горизонт разрыхляется без выворачивания его на поверхность. Создаются благоприятные условия для развития растений, так как улучшаются водный и воздушный почвенные режимы [4–7]. В процессах почвообразования огромная роль отводится растительности. В частности, процесс биологической аккумуляции, подавляющий процесс осолодения и приводящий к образованию черноземной почвы на бескарбонатных солонцах в лесостепи Западной Сибири, Н.В. Орловский назвал «биологической трансформацией» [8], В.А. Ковда указывал на возможность «остепнения» солонцов в солонцеватые почвы [9]. В естественных условиях эти процессы идут столетиями, тогда как в производственных условиях при посеве засухо-, соле-, солонцестойчивых одно- и многолетних кормовых трав могут протекать за несколько десятилетий [10].

В качестве альтернативы химической мелиорации для комплексов солонцовых почв разработан агrobiологический метод мелиорации солонцов, который основан на использовании технологий послойной обработки и выращивании сельскохозяйственных культур – фитомелиорантов. Этот метод позволил повысить продуктивность естественных кормовых угодий в 3–5 раз [11–13].

Цель исследования – изучить влияние агrobiологического метода мелиорации солонцов на генетические профили солонца коркового Барабинской низменности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в северной лесостепи Барабинской низменности в 2015–2016 гг. (Чановский район Новосибирской области). Экспериментальные площадки расположены на поле стационара Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН. Опыт заложен под руководством М.Д. Константинова в 1987 г. (55.388739° с.ш. и 76.927461° в.д.) (см. рис. 1).

Площадь делянок 200 м², повторность четырехкратная, размещение рендомизированное. Почвенный покров делянок представлен многонариевыми солонцами.

Нами проанализированы следующие варианты профилей почв: бесменный пар, солонец корковый на целине, фоновая лугово-черноземная солонцеватая почва и солонец под севооборотом. Схема севооборота: 1 – просо + донник; 2 – донник 2-го года жизни; 3 – овес; 4 – донник + многолетние травы; 5 – донник 2-го года жизни + многолетние травы; 6 – многолетние травы 3-го года жизни.

На стационаре используется технология послыйной обработки – ранневесенняя тяжелыми дисковыми лушпильниками БДТ-3,0 в 3–4 следа на глубину 8–10 см с безотвальным рыхлением на глубину 30–35 см ПН-4-35 с рыхляще-подрезающими лапами конструкции СИБИМЭ.

В течение лета почву обрабатывают по типу раннего пара, после однолетних культур и донника в севообороте – безотвально плугом ПН-4-35 со стойками СИБИМЭ на глубину 25 см.

Образцы почв отбирали в осенний период по генетическим горизонтам до 100 см. Со дна разреза до уровня грунтовых вод отбор образцов осуществляли при помощи ручного бурения через каждые 20 см. Лабораторные исследования состава обменных катионов выполнены по Молодцову, величина рН водной вытяжки – потенциметрически [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Барабинская равнина представляет собой область внутриконтинентального соленакопления. Соли, накопившиеся на данной территории, перераспределяются в соответствии с современным рельефом. Экспериментальный участок находится в трансэлювиальной аккумулятивной позиции супераквального геохимически подчиненного ландшафта в условиях близкого залегания грунтовых вод (минерализация 2,5–3,0 г/л) и их непосредственного влияния на почвообразование (см. рис. 2).

Поступление солей в профиль почв из минерализованных грунтовых вод привело к вытеснению из почвенного-поглощаю-

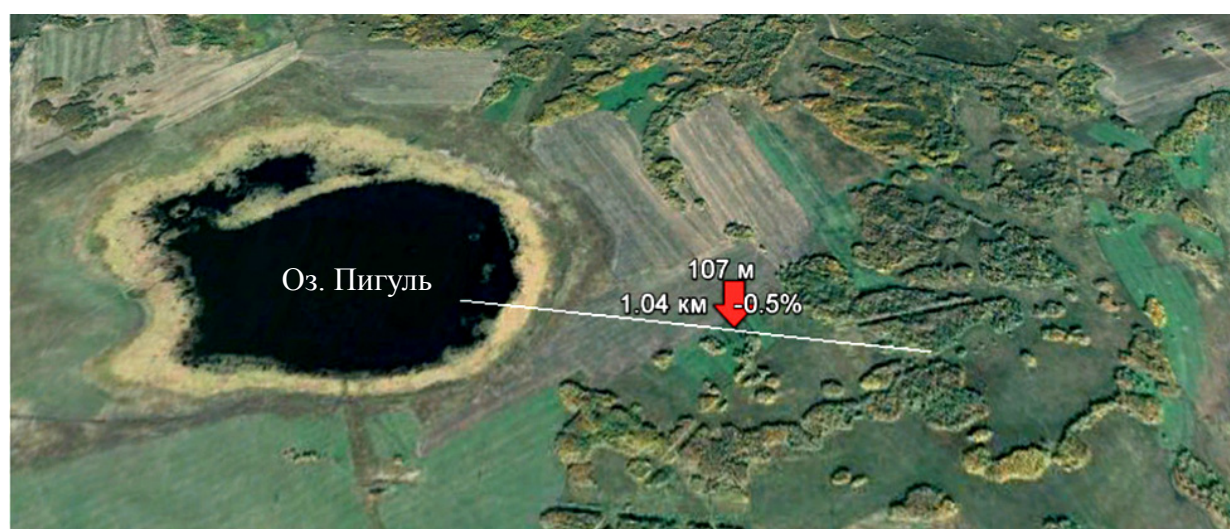


Рис. 1. Экспериментальный участок (снимок со спутника)

Fig. 1. Experimental site (satellite shot)

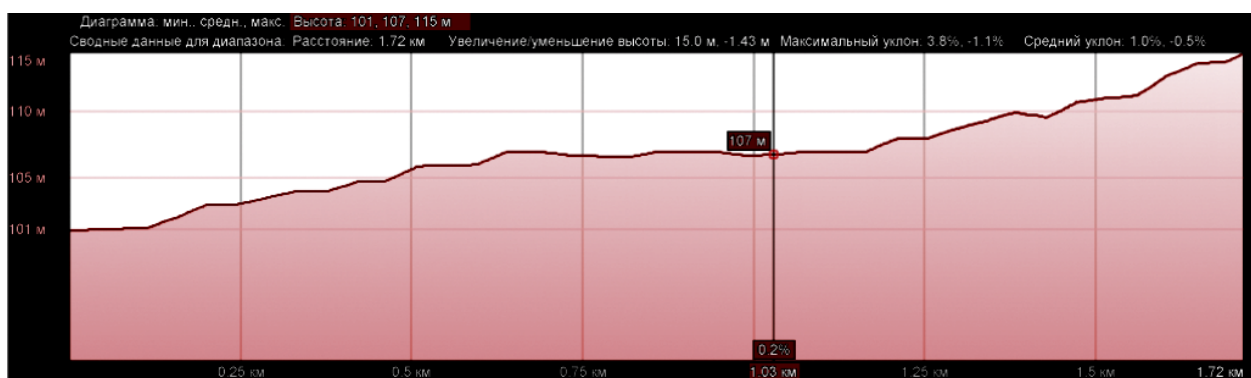


Рис. 2. Положение опытного участка в рельефе
Fig. 2. Position of the experimental site in the relief

щего комплекса (ППК) катионов кальция и замещения их ионами натрия. Установлено, что при накоплении обменного натрия в количестве 2,5–3,0 мг-экв./100 г почвы в корнеобитаемом слое происходит образование первичного уплотнения [15]. Последующее развитие солонцового процесса почвообразования происходит под действием комплекса условий окружающей среды, особенно биохимических восстановительных процессов, развивающихся в переменном влажно-засушливых условиях. Это характерно для гидроморфных солонцов Барабинской низменности, развивающихся в условиях циклического колебания уровня минерализованных грунтовых вод. Ниже приводим описание морфологического профиля целинного солонца под луговыми злаково-разнотравными ассоциациями в сравнении с солонцом в пашне.

Разрез 2. Солонец корковый (целинный вариант); 55.39315° с.ш., 76.93253° в.д. Вскипание от НС1 с 28 см. Уровень грунтовых вод 260 см.

А_д 0–4. Темно-серый, свежий, структура порошистая, тяжелосуглинистый, густо пронизан корнями растений, переход ясный (резкий) по плотности.

В 4–23. Темно-серый с глянец на гранях структурных отдельностей, свежий, структура призматическая, тяжелосуглинистый, много корней, переход к следующему горизонту ясный по цвету.

ВС 23–45. Светло-бурый с затеками гумуса, слоисто-ореховато-глыбистый, влажный, плотный, тяжелосуглинистый, переход

к следующему горизонту ясный по цвету.

С_{са} 45–65. Светло-бурый, непрочно-комковатый, влажный, плотный, тяжелосуглинистый.

Разрез 1. Солонец агроизмененный (пашня), 55.38927° с.ш., 76.92789° в.д. Вскипание от НС1 с 66 см. Уровень грунтовых вод 240 см.

А_{пах} 0–4. Темно-серый, сухой, структура комковато-пылеватая, тяжелосуглинистый, пронизан корнями растений, переход ясный (резкий) по плотности.

А_{пах} 4–13. Темно-серый, свежий, структура комковато-зернистая, тяжелосуглинистый, много корней, переход к следующему горизонту ясный по цвету.

В 13–34. Темно-бурый, внутри черного цвета, сухой, плотный, тяжелосуглинистый, переход к следующему горизонту неровный по цвету. Столбы разрушены (см. рис. 3).

ВС 34–64. Темно-бурый, свежий, плотный, тяжелосуглинистый, переход к следующему горизонту неровный по цвету.

С 64–100. Бурый, признаки оглеения, свежий, с 80 см влажный, плотный.

В результате применения мелиоративных приемов изменился генетический профиль солонца. Столбчатая структура солонцового горизонта разрушена агротехническими обработками, а также действием корней культур-фитомелиорантов (донника).

Кроме того, наблюдались резкие различия концентрации обменных катионов в почвенно-поглощающем комплексе. Под действием фитомелиоративных севооборотов в сочета-

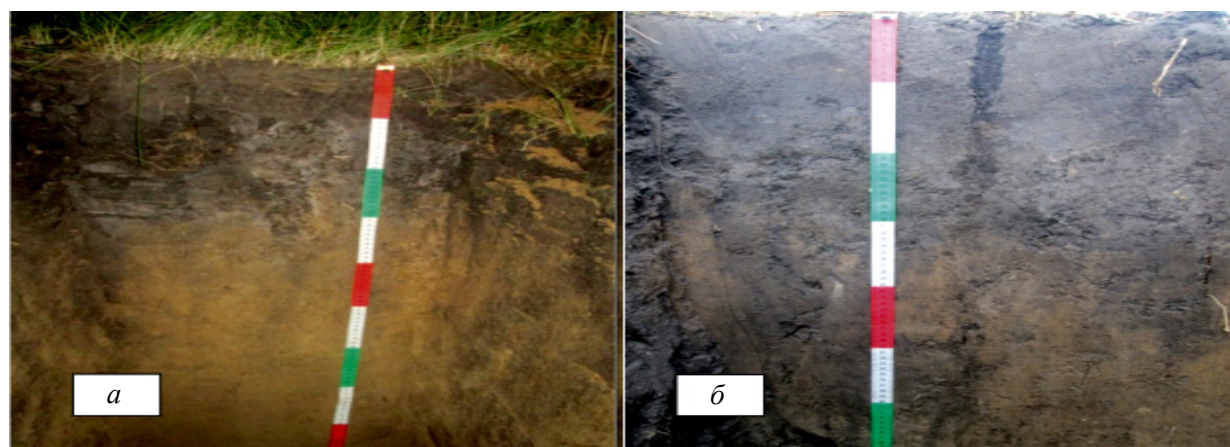


Рис. 3. Солонец корковый: *а* – целина; *б* – пашня

Fig. 3. Crusty solonets: *a* – virgin land; *b* – arable land

нии с агротехнической мелиорацией увеличилось содержание кальция в слое 0–20 см почти в 1,5 раза (в среднем от 10,7 до 14,7 мг-экв./100 г почвы), концентрация ионов натрия уменьшилась от 7,05 до 0,23 мг-экв./100 г почвы, т.е. почти весь натрий вытеснился из ППК. Концентрация катионов магния также снизилась почти в 2 раза (от 13,00 до 7,56 мг-экв./100 г почвы).

Действие агробиологической мелиорации проявилось также в изменении общей реакции среды. В целинном варианте величина pH изменялась от 6,5 в верхнем слое (0–4 см) до 9,1 в солонцовом горизонте (45–60 см). Под действием агробиологической мелиорации величина pH снизилась в слое 0–4 см (6,2) и в иллювиальном горизонте (6,5) (см. таблицу).

Содержание катионов в почвенном поглощающем комплексе солонца коркового
Content of cations in the soil absorbing complex of crusty solonets

Глубина, см	pH	Концентрация ионов, мг-экв./100 г почвы				Сумма	Концентрация ионов, %			
		Ca	Mg	Na	K		Ca	Mg	Na	K
Разрез 1 (свооборот)										
0–4	6,2	14,40	7,38	0,19	0,59	22,56	63,83	32,71	0,84	2,62
4–13	6,0	15,00	7,54	0,26	0,46	23,26	64,49	32,42	1,12	1,98
13–34	5,9	15,00	6,89	0,37	0,44	22,70	66,08	30,35	1,63	1,94
34–64	6,5	15,40	8,86	0,68	0,32	25,26	60,97	35,08	2,69	1,27
64–80	7,5	15,40	7,71	0,57	0,24	23,92	64,38	32,23	2,38	1,00
80–100	7,5	10,80	6,56	0,82	0,23	18,41	58,66	35,63	4,45	1,25
100–120	8,0	10,00	7,22	1,31	0,26	18,79	53,22	38,42	6,97	1,38
120–140	8,1	10,40	7,87	2,02	0,27	20,56	50,58	38,28	9,82	1,31
Разрез 2 (целина)										
0–4	6,5	11,40	11,81	4,35	4,59	32,15	35,46	36,73	13,53	14,28
4–23	7,3	10,00	14,10	9,74	3,06	36,90	27,10	38,21	26,40	8,29
25–45	8,8	4,60	14,43	15,66	0,44	35,13	13,09	41,08	44,57	1,25
45–60	9,1	4,00	12,46	15,66	0,49	32,61	12,26	38,22	48,02	1,50
60–80	9,0	3,60	11,81	16,70	0,48	32,59	11,05	36,23	51,25	1,47
80–100	8,9	4,00	12,14	15,66	0,47	32,27	12,40	37,61	48,53	1,46
100–120	8,9	4,00	12,79	14,79	0,44	32,02	12,49	39,95	46,19	1,37
120–140	8,8	4,40	12,79	13,05	0,45	30,69	14,34	41,68	42,52	1,47

Солонец из многонатриевого (в иллювиальном горизонте находилось 26,4% натрия) перешел в разряд остаточного (1,1% натрия) и приблизился по своим физико-химическим и морфологическим свойствам к зональной лугово-черноземной солонцеватой почве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опытный участок находится в области естественного соленакопления, основным источником солей служат минерализованные грунтовые воды. По истечении почти 30-летнего периода профиль солонца изменился, утрачена столбчатая структура солонцового (иллювиального) горизонта. Изучение физико-химических свойств показало, что под действием агrobiологической мелиорации произошло снижение концентрации обменных ионов натрия в почвенно-поглощающем комплексе почвы, снизилась щелочность почвы. Содержание ионов натрия в ППК уменьшилось до остаточных значений.

Агrobiологический метод мелиорации не только повысил продуктивность агроландшафтов, но и оказал положительное влияние на физико-химические свойства солонцов Барабинской низменности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семендяева Н.В., Ломова Т.Г., Утенков Г.Л. Научное обеспечение сельскохозяйственно-го освоения солонцовых почв юга Западной Сибири за период с 1969 по 2014 г. // Вестник НГАУ. 2015. Т. 34. № 1. С. 7–22.
2. Семендяева Н.В., Добротворская Н.И. Теоретические и практические аспекты химической мелиорации солонцов Западной Сибири: монография. Новосибирск: НГАУ, 2005. 156 с.
3. Семендяева Н.В., Галеева Л.П., Мармулев А.Н. Почвы Новосибирской области и их сельскохозяйственное использование. Новосибирск: НГАУ, 2010. 187 с.
4. Максимов В.П. Разработка требований и выбор типа орудия для мелиорации солонцов по агrobiологическому методу // Агропромышленные машины и оборудование НГМА. Новочеркасск, 2010. С. 11–16.

5. Баранов А.И. Особенности водного режима солонцовых почв при их мелиоративных обработках // Земледелие. 2008. № 5. С. 29–30.
6. Калиниченко В.П., Шаршак В.К., Безуглова О.С., Ладан Е.П., Гениев Е.Д., Илларионов В.В., Зинченко В.Е., Морковской Н.А., Черненко В.В., Ильина Л.П. Изменение почв солонцового комплекса за 30-летний период после отвальной, трехъярусной и нового приема роторно-фрезерной обработки // Почвоведение. 2011. № 8. С. 1010–1022.
7. Баранов А. Динамика основных процессов в солонцовых почвах юга России в зависимости от методов их мелиорации // Международный сельскохозяйственный журнал. 2008. № 3. С. 50–51.
8. Орловский Н.В. Основные моменты в использовании и улучшении солонцов и солонцовых почв Западной Сибири // Химизация социалистического земледелия. 1937. № 6. С. 38–58.
9. Ковда В.А. Биологические циклы движения и накопления солей // Почвоведение. 1944. № 4-5. С. 144–158.
10. Денисов Е.П. Многолетние травы как предшественники и фитомелиоранты зерновых культур // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова. 2013. № 11. С. 23–27.
11. Константинов М.Д. Агrobiологический метод мелиорации солонцов Южного Урала и Западной Сибири: монография. Новосибирск: СО РАСХН, 2000. 360 с.
12. Баранов А.И. Оценка эффективности различных методов мелиорации солонцов в зоне сухих степей // Плодородие. 2009. Т. 47. № 2. С. 41–42.
13. Денисов Е.П. Фитомелиорация и резервы укрепления кормовой базы в Поволжье // Аграрный научный журнал. 2016. № 3. С. 19–22.
14. Практикум по агрохимии: монография / под ред. В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 2001. 687 с.
15. Семендяева Н.В. Свойства солонцов Западной Сибири и теоретические основы химической мелиорации: монография. Новосибирск: НГАУ, 2002. 160 с.

REFERENCES

1. Semendyaeva N.V., Lomova T.G., Utenkov G.L. Nauchnoe obespechenie sel'skokho-

- zyaistvennogo osvoeniya solontsovykh pochv yuga Zapadnoi Sibiri za period s 1969 po 2014 g. [Scientific provision of agricultural soil development in the south of Western Siberia in the period from 1969 to 2014]. *Vestnik NGAU* [Bulletin of NSAU], 2015, vol. 34, no. 1, pp. 7–22. (In Russian).
2. Semendyaeva N.V., Dobrotvorskaya N.I. Teoreticheskie i prakticheskie aspekty khimicheskoi melioratsii solontsov Zapadnoi Sibiri [Theoretical and practical aspects of chemical reclamation of solonets soil in Western Siberia]. Novosibirsk: NGAU Publ., 2005, 156 p. (In Russian).
 3. Semendyaeva N.V., Galeeva L.P., Marmulev A.N. Pochvy Novosibirskoi oblasti i ikh sel'skokhozyaistvennoe ispol'zovanie [Soils of Novosibirsk region and their agricultural application]. Novosibirsk: NGAU Publ., 2010, 187 p. (In Russian).
 4. Maksimov V.P. Razrabotka trebovaniy i vybor tipa orudiya dlya melioratsii solontsov po agrobiologicheskomu metodu [Development of guidelines and choice of the tools for solonets soil reclamation by agrobiological method]. Agropromyshlennyye mashiny i oborudovanie NGMA [Agroindustrial machinery and equipment of NGMA], Novocherkassk, 2010, pp. 11–16. (In Russian).
 5. Baranov A.I. Osobennosti vodnogo rezhima solontsovykh pochv pri ikh meliorativnykh obrabotkakh [Features of the water regime of solonets soils during their reclamation treatment]. *Zemledelie* [Zemledelie], 2008, no. 5, pp. 29–30. (In Russian).
 6. Kalinichenko V.P., Sharshak V.K., Bezuglova O.S., Ladan E.P., Genev E.D., Illarionov V.V., Zinchenko V.E., Morkovskoi N.A., Chernenko V.V., Il'ina L.P. Izmenenie pochv solontsovogo kompleksa za 30-letnii period posle otval'noi, trekh'yarusnoi i novogo priema rotno-frezernoi obrabotki [The change in the soils of solonets complex during 30-year period of bladed, three-level treatment and a new method of rotor-mill treatment]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science], 2011, no. 8, pp. 1010–1022. (In Russian).
 7. Baranov A. Dinamika osnovnykh protsessov v solontsovykh pochvakh yuga Rossii v zavisimosti ot metodov ikh melioratsii [Dynamics of the main processes in solonets soils in the south of Russia depending on the methods of their reclamation]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International Agricultural Journal], 2008, no. 3, pp. 50–51. (In Russian).
 8. Orlovskii N.V. Osnovnyye momenty v ispol'zovanii i uluchshenii solontsov i solontsovykh pochv Zapadnoi Sibiri [The main points in the use and improvement of solonets soils in Western Siberia]. *Khimizatsiya sotsialisticheskogo zemledeliya* [Chemicalization of socialistic arable agriculture], 1937, no. 6, pp. 38–58. (In Russian).
 9. Kovda V.A. Biologicheskie tsikly dvizheniya i nakopleniya soli [Biological cycles of salt movement and accumulation]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science], 1944, no. 4–5, pp. 144–158. (In Russian).
 10. Denisov E.P. Mnogoletnie travy kak predshestvenniki i fitomelioranty zernovykh kul'tur [Perennial grasses as predecessors and phytoameliorants of grain crops]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. N.I. Vavilova* [The Bulletin of Saratov State Agrarian University in honour of N.I. Vavilov], 2013, no. 11, pp. 23–27. (In Russian).
 11. Konstantinov M.D. Agrobiologicheskii metod melioratsii solontsov Yuzhnogo Urala i Zapadnoi Sibiri [Agrobiological method of solonets soil reclamation in South Urals and Western Siberia]. Novosibirsk: SO RASKhN Publ., 2000, 360 p. (In Russian).
 12. Baranov A.I. Otsenka effektivnosti razlichnykh metodov melioratsii solontsov v zone sukhikh stepei [Efficiency assessment of different methods of solonets soil reclamation in the zone of dry steppes]. *Plodorodie* [Plodorodie], 2009, vol. 47, no. 2, pp. 41–42. (In Russian).
 13. Denisov E.P. Fitomelioratsiya i rezervy ukrepleniya kormovoi bazy v Povolzh'e [Phyto-reclamation and reserves for fodder base reinforcement in Volga region]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian Scientific Journal], 2016, no. 3, pp. 19–22. (In Russian).
 14. Praktikum po agrokhemii, pod red. V.G. Mineeva [Practical work on agrochemistry under the editorship of V.G. Mineev]. – M.: Izd-vo MGU Publ., 2001. 687 p. (In Russian).
 15. Semendyaeva N.V. Svoistva solontsov Zapadnoi Sibiri i teoreticheskie osnovy khimicheskoi melioratsii [Properties of solonets soils of Western Siberia and theoretical bases of chemical reclamation]. Novosibirsk: Izd-vo NGAU Publ., 2002. 160 p. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Елизаров Н.В.**, кандидат биологических наук; Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий СО РАН; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: elizarov_89@mail.ru

Попов В.В., инженер; Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Россия, 630090, Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 8/2.

AUTHOR INFORMATION

✉ **Elizarov N.V.**, Candidate of Science in Biology, Senior Researcher; Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: elizarov_89@mail.ru

Popov V.V. engineer; Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; **address:** 8/2, Academician M.A. Lavrentiev avenue, Novosibirsk, 630090, Russia

Дата поступления статьи 02.09.2018
Received by the editors 02.09.2018

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ АГРОЦЕНОЗОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

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

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

Для цитирования: Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Божанова Г.В., Пакуль В.Н. Основные факторы, влияющие на продуктивность агроценозов яровой мягкой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 21–29. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-3

For citation: Pakul A.L., Lapshinov N.A., Bozhanova G.V., Pakul V.N. Osnovnye faktory, vliyayushchie na produktivnost' agrot-senozov yarovoi myagkoi pshenitsy [The main factors influencing efficiency of spring common wheat agroecosystem]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 6, pp. 21–29. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-3

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты исследований (2015–2018 гг.) основных факторов продуктивности агроценозов яровой мягкой пшеницы сорта Сибирский Альянс при различных системах обработки почвы, возобновляемых биоресурсах в зернопаровом севообороте. Исследования проведены в северной лесостепи Кузнецкой котловины в 4-польном зернопаровом севообороте (пар – пшеница – горох – ячмень, ячмень с подсевом донника) длительного стационара. Обработки почвы (отвальная глубокая, комбинированная глубокая, комбинированная минимальная, отвальная минимальная) проведены по трем предшественникам (чистый пар, сидеральный пар с использованием рапса и донника). Почва опытного участка – чернозем выщелоченный. Посев яровой пшеницы при всех системах обработки почвы проведен посевным комплексом Томь-5,1. Выявлено, что основным фактором при формировании урожайности яровой мягкой пшеницы является влагообеспеченность растений в периоды посев – полное кущение ($r = 0,9579$), начало колошения – восковая спелость ($r = 0,9611$; $R = 0,9500$). Положительное влияние на продуктивность пшеницы имели целлюлозолитическая активность и агрегатный состав почвы. Определена прямая корреляционная взаимосвязь между этими факторами и урожайностью культуры ($r = 0,6366$ – $0,7298$, $r = 0,6343$ – $0,7103$ соответственно). Отрицательное влияние на формирование урожайности пшеницы оказал фактор – развитие болезни корневой гнили (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem) ($r = -0,4808$). Установлено, что существенное влияние на урожай-

THE MAIN FACTORS INFLUENCING EFFICIENCY OF SPRING COMMON WHEAT AGROCENOSIS

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

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

The paper presents the results of research (2015–2018) into the main factors affecting efficiency of agroecosystem of spring common wheat, cultivar Siberian Alliance, with various systems of soil tillage and renewable bio-resources in a grain-fallow rotation. The research was conducted in the northern forest-steppe of Kuznetsk Depression in a three-course grain-fallow crop rotation (fallow-wheat-peas-barley, barley intercropped with melilot) in a long-term stationary experiment. Various soil tillage systems were applied (deep moldboard, deep combined, minimum combined, minimum moldboard) preceded by bare fallow and green-manured fallow with rape and melilot. The soil of the experimental plot was leached chernozem. Crops of spring common wheat were sown with all types of soil tillage systems by the tillage and sowing machine Tom-5.1. It was revealed that the main factor influencing the yield of spring common wheat is water availability in the planting periods – full tillering, ($r = 0.9579$), beginning of earing – yellow ripeness, ($r = 0.9611$; $R = 0.9500$). A positive effect on wheat productivity was made by cellulolytic activity and soil structure. The direct correlation between these factors and the crop yield was established, $r = 0.6366$ – 0.7298 and $r = 0.6343$ – 0.7103 respectively. A negative effect on the yield of wheat was made by the development of root decay (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem), ($r = -0.4808$). It was established that alongside the above-mentioned fac-

ность яровой мягкой пшеницы в совокупности с выявленными факторами оказали системы обработки почвы (72,4%), предшественник (22,0%). Оптимальные условия в агроценозе яровой пшеницы для формирования ее урожайности за годы исследований выявлены по сидеральному пару (рапс) при отвальной минимальной и отвальной глубокой системах обработки почвы (2,72 и 2,78 т/га соответственно), что на 0,55 и 0,51 т/га выше в сравнении с аналогичными обработками по предшественнику чистый пар (контроль). Преимущество по показателям экономической оценки имеет отвальная минимальная система обработки почвы при рентабельности 193,6% и себестоимости 1 т зерна 5,0 тыс. р.

Ключевые слова: яровая пшеница, система обработки почвы, урожайность, лимитирующие факторы

ВВЕДЕНИЕ

Продуктивность агроценозов зерновых культур зависит от многих факторов среды, среди которых климатические и погодные занимают существенное место [1].

Для функционирования агроэкосистем кроме климата и погоды необходимы и дополнительные виды энергии: содержание в почве элементов питания и эффективные агротехнологии, которые разработаны в конкретных плодосменных севооборотах, учитывающие системы обработки почвы, использование сидеральных культур, обеспечивающие оптимальные показатели агрофизических свойств почвы [2, 3]. Агроценозы в отличие от природных экосистем находятся в неустойчивом состоянии, поскольку в них отсутствуют механизмы саморегулирования и присутствует воздействие антропогенных факторов [4]. Главным ограничивающим фактором развития земледелия черноземов служит недостаток влаги, при этом хорошие агрофизические свойства данных почв создают определенные преимущества для освоения ресурсосберегающих технологий с минимальной обработкой почвы и биологизированными способами воспроизводства ее плодородия [5].

Для формирования высоких и стабильных урожаев необходимо обеспечение куль-

tors, the significant effect on productivity of spring common wheat was made by the systems of soil tillage (72.4%,) and the predecessor (22.0 %). The optimum conditions in agroecosystem of spring common wheat for formation of its yield during the years of research proved to be created by green-manured fallow (with rape) with minimum moldboard and deep moldboard soil tillage (2.72 and 2.78 t/ha respectively), which is 0.55 and 0.51 t/ha higher compared to analogous soil tillage systems preceded by bare fallow – control. Minimum moldboard soil tillage has an economic advantage over others with profitability of 193.6% and production cost at 5,000 rubles per 1 ton of grain.

Keywords: spring common wheat, soil tillage system, yield, limiting factors

турных растений влагой, что в значительной степени определяется системой обработки почвы, ее агрофизическими показателями, наличием плодосменных севооборотов. Поэтому изучение влияния лимитирующих факторов на продуктивность агроценозов зерновых культур в зернопаровом севообороте с использованием биоресурсов в северной лесостепи Кузнецкой котловины является актуальным.

Цель исследований – установить влияние основных факторов на продуктивность агроценозов яровой мягкой пшеницы в северной лесостепи Кузнецкой котловины.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проведены в северной лесостепи Кузнецкой котловины в 4-польном зернопаровом севообороте (пар – пшеница – горох – ячмень, ячмень с подсевом донника) длительного стационара по различным системам обработки почвы: отвальная глубокая, комбинированная глубокая, комбинированная минимальная, отвальная минимальная, по трем предшественникам – чистый пар, сидеральный пар с использованием рапса и донника. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный. Посев яровой пшеницы при всех системах обработки почвы проведен посевным комплексом Томь-5,1.

Годы исследований по метеоусловиям имели различия. Период посев – всходы в 2015 г. по влагообеспеченности характеризовался как умеренно увлажненный (ГТК = 1,45), отмечена недостаточная обеспеченность влагой в фазу выхода в трубку (ГТК = 0,21–0,49), в период цветение – молочная спелость ГТК составил 0,14–0,81, что сказало на формировании урожайности яровой пшеницы (см. табл. 1).

В 2016, 2017 гг. в первой половине вегетации яровая пшеница находилась в условиях жесткой засухи (ГТК = 0,37–0,50 и 0,40–0,46 соответственно по годам), что негативно повлияло на полевую всхожесть и сохранность растений к уборке. Во второй половине вегетации отмечена высокая влагообеспеченность (ГТК = 1,73–1,80), что способствовало хорошему наливу зерна.

Май 2018 г. характеризовался значительным выпадением осадков, на 37 мм выше нормы, и низкими среднесуточными температурами, с отклонением от среднесезонных показателей на -3°C . Отмечена высокая обеспеченность влагой в период выход в трубку – молочная спелость (ГТК = 1,92–2,41). В период налива зерна отмечен ГТК = 0,36–0,42.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесиловый среднегумус-

ный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое 8,2%. Площадь опытных делянок по обработкам почвы – 4720 м², повторность 4-кратная. Посев яровой пшеницы при всех системах обработки почвы проведен посевным комплексом Томь-5,1. Системы обработки почвы в зернопаровом севообороте составлены на основе классификации, разработанной научными учреждениями страны, обобщенной В.И. Кирюшиным [6].

Фенологические наблюдения, определение элементов структуры урожая, проводили по методике Государственного сортоиспытания¹. Поражения растений пшеницы корневыми гнилями в фазу восковой спелости определены по методике В.А. Чулкиной², влажность почвы – термостатно-весовым методом.

Определение агрофизических свойств почвы проводили по Н.А. Качинскому³, целлюлозолитической активности почвы – по методике Е.Н. Мишустина⁴.

Статистическая обработка полученных данных проведена по методике Б.А. Доспехова методами вариационного, дисперсионного анализов [7] в обработке компьютерных программ О.Д. Сорокина [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Совершенствование агротехнологий предполагает мониторинг агроценоза в его развитии, регистрацию стрессового воздействия лимитирующих факторов на отдельный признак и в целом на урожайность [9–12].

В период посева яровой мягкой пшеницы запасы продуктивной влаги в среднем за 2015–2018 гг., в зависимости от обработки почвы и предшественника, в слое почвы 0–20 см составили от 27,3 до 34,9 мм, что является достаточным для получения равномерных всходов яровой мягкой пшеницы.

Табл. 1. Влагообеспеченность в период вегетации яровой мягкой пшеницы
Table 1. Moisture availability during vegetation of common spring wheat

Год	Гидротермический коэффициент			
	Май	Июнь	Июль	Август
2015	1,45	0,56	1,07	0,96
2016	0,50	0,37	1,73	0,63
2017	0,47	0,46	1,80	1,10
2018	0,0	2,41	1,92	0,42

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

² Чулкина В.А. Методические указания по учету обыкновенной корневой гнили хлебных злаков в Сибири дифференцировано по органам. Новосибирск, 1972. 23 с.

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

⁴ Мишустин Е.Н., Петрова А.Н. Определение биологической активности почвы // Микробиология. 1963. Т. 32. С. 479–483.

Исследованиями установлена тесная зависимость между урожайностью и количеством продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы в период всходы – полное кущение, $r = 0,9579$ ($R = 0,9500$ на 5%-м уровне). Доля влияния системы обработки почвы на содержание продуктивной влаги в почве составила 9,93%, по периодам развития яровой мягкой пшеницы показатели различны.

Преимущество по содержанию продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см в период всходы – кущение отмечено по предшественнику сидеральный пар (рапс) при отвальной минимальной системе обработки почвы – 29,2 мм по сравнению с контролем (отвальная глубокая, 22,0 мм), превышение составляет 32,7%.

По чистому пару запасы продуктивной влаги увеличились в сравнении с контролем при комбинированной минимальной и отвальной минимальной системах обработки почвы на 4,7 и 3,9 мм. К фазе колошения яровой мягкой пшеницы запасы продуктивной влаги увеличивались незначительно на всех вариантах и предшественниках.

Одним из важных показателей биологической активности почвы – ее целлюлозолитическая активность. Чем интенсивнее протекают процессы разложения целлюлозы, тем быстрее осуществляется биологический круговорот элементов и тем полнее культурные растения обеспечиваются питательными веществами [13].

В фазу выхода в трубку на 30 сут закладывали образцы ткани для проверки биологической активности почвы. Результаты опытов показали, что целлюлозолитическая активность почвы выше при отвальной минимальной системе обработки почвы по предшественникам – чистый пар и сидеральный пар (рапс) – 12,1–12,2% соответственно (контроль – 5,5 и 8,4%). На целлюлозолитическую активность почвы большее влияние оказали системы обработки почвы (54,3%) и предшественник (6,3%).

Распространение корневых гнилей может увеличиваться за счет насыщения севооборота зерновыми культурами и использования минимальных систем обработок почвы

[14]. За период исследований (2015–2018 гг.) развитие корневых гнилей на яровой мягкой пшенице составило от 9,0 до 16,3%, что находится на уровне или выше экономического порога вредоносности (5–10% развития болезни). Влияние предшественника на развитие корневых гнилей на растениях яровой мягкой пшеницы составило 33,8%, систем обработки почвы – 10,2%. В среднем по предшественнику развитие корневых гнилей по чистому пару составило 14,2%, сидеральному пару (рапс) – 11,2, сидеральному пару (донник) – 12,8%. Достоверное снижение развития корневых гнилей установлено по сидеральному пару (рапс) по отвальной минимальной системе обработки почвы – 9,0%, комбинированной глубокой и комбинированной минимальной – 10,5 и 10,9%, на контроле – 14,5%. Отмечена тенденция к снижению урожайности яровой мягкой пшеницы при повышении развития болезни – корневая гниль, в большей степени это имеет отношение к предшественнику чистый пар ($r = -0,4808$).

Плотность почвы зависит от гранулометрического состава, содержания органических веществ. В слое почвы 0–40 см выщелоченного чернозема плотность составила от 0,98 до 1,08 г/см³ – рыхлое сложение (см. табл. 2). Определение плотности почвы в наших исследованиях показало, что в среднем с 2015 по 2018 г. на всех вариантах опыта уплотнение почвы отсутствует. При посеве пшеницы по сидеральному пару (донник) агрономически ценных частиц сформировалось большее количество при отвальной глубокой системе обработки почвы – 44,4%. Также по наличию агрономически ценных частиц преимущество имеет комбинированная минимальная система обработки почвы по чистому пару и сидеральному пару (рапс) 35,0 и 36,9%. В целом по предшественникам наиболее высокие показатели содержания агрономически ценных частиц (агрегаты 1–3 мм в процентах от воздушно-сухой почвы) по сидеральным парам: рапс – 34,1%, донник – 36,2, чистый пар – 32,7%. Результаты обобщенных данных исследований свидетельствуют, что значительного увеличения

Табл. 2. Агрофизические свойства почвы, 2015–2018 гг.
Table 2. Agrophysical properties of the soil, 2015–2018

Система обработки почвы	Плотность почвы, г/см ³	Агрегаты 1–3 мм в процентах от воздушно-сухой почвы	Коэффициент структурности
<i>Пшеница по чистому пару</i>			
Отвальная глубокая (контроль)	1,01	29,4	1,64
Комбинированная глубокая	1,01	32,5	1,67
Комбинированная минимальная	1,01	35,0	2,16
Отвальная минимальная	1,05	33,9	2,06
<i>Пшеница по сидеральному пару (рапс)</i>			
Отвальная глубокая (контроль)	1,03	35,4	2,33
Комбинированная глубокая	1,06	31,6	1,52
Комбинированная минимальная	0,98	36,9	2,34
Отвальная минимальная	1,00	32,6	1,88
<i>Пшеница по сидеральному пару (донник)</i>			
Отвальная глубокая (контроль)	1,00	44,4	3,18
Комбинированная глубокая	1,08	31,9	1,77
Комбинированная минимальная	0,98	33,1	1,78
Отвальная минимальная	1,02	35,5	2,20

урожая можно достичь при посеве зерновых по сидеральным парам.

Наибольший рост урожайности яровой мягкой пшеницы по средним показателям за 2015–2018 гг. достигнут по сидеральному пару (рапс) по отвальной глубокой и отвальной минимальной системам обработки почвы (2,78 и 2,71 т/га соответственно), доля влияния системы обработки почвы – 72,4%, степень влияния предшественников – 22,0%. Элементы продуктивности в совокупности формируют урожайность яровой мягкой пшеницы [15]. Выявлено, что определяющими элементами продуктивности при формировании урожайности яровой мягкой пшеницы являются: количество продуктивных стеблей, сохранившихся к уборке, ($r = 0,6144^*$, $R = 0,5760$), масса 1000 зерен ($r = 0,7698^*$). Число продуктивных стеблей, сохранившихся к уборке, составило по чистому пару 194–227 шт./м², по сидеральному пару (рапс) – 172–267, по сидеральному пару (донник) – 230–247 шт./м² (см. табл. 3).

Выявлено, что фактором, значительно влияющим на формирование урожайности, является влагообеспеченность яровой

мягкой пшеницы в период начала колошения – восковая спелость. Установлена тесная взаимосвязь между ГТК в период начала колошения – восковая спелость и средней урожайностью по опыту, за каждый исследуемый год, $r = 0,9611^*$. При ГТК = 1,07 средняя урожайность по опыту в 2015 г. составила 1,64 т/га, при ГТК = 1,92 в 2018 г. урожайность составила 2,85 т/га (см. табл. 4).

При увеличении целлюлозолитической активности почвы улучшается ее агрегатный состав (агрегаты 1–3 мм в процентах от воздушно-сухой почвы) ($r = 0,7174$). Данная взаимосвязь определила условия в агроценозе яровой мягкой пшеницы, установлена прямая корреляционная взаимосвязь между целлюлозолитической активностью, агрегатным составом почвы и урожайностью ($r = 0,6366–0,7298$ и $r = 0,6343–0,7103$ соответственно).

По результатам экономической оценки преимущество имеет отвальная минимальная система обработки почвы по предшественнику сидеральный пар (рапс), рентабельность – 193,6%, себестоимость за 1 т зерна 5,0 тыс. р.

*Здесь и далее по тексту – выше порога достоверности.

Табл. 3. Урожайность яровой пшеницы и элементы ее структуры, 2015–2018 гг.

Table 3. Yield of common spring wheat and elements of its structure, 2015–2018

Система обработки почвы Фактор А	Фактор В			
	Число продуктивных стеблей, шт./м ²	Число зерен в колосе	Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
<i>Пшеница по чистому пару</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	224	34,9	32,2	2,27
Комбинированная глубокая	206	34,4	31,6	1,99
Комбинированная минимальная	194	34,5	31,5	1,96
Отвальная минимальная	227	31,4	32,0	2,17
Среднее по предшественнику				2,10
<i>Пшеница по сидеральному пару (рапс)</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	267	30,5	35,2	2,78
Комбинированная глубокая	172	33,3	34,2	2,39
Комбинированная минимальная	239	34,0	33,8	2,57
Отвальная минимальная	241	33,9	35,6	2,72
Среднее по предшественнику				2,61
<i>Пшеница по сидеральному пару (донник)</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	235	30,0	35,8	2,38
Комбинированная глубокая	230	31,0	34,1	2,22
Комбинированная минимальная	232	29,3	34,3	2,15
Отвальная минимальная	247	30,9	35,0	2,49
Среднее по предшественнику				2,31
НСР ₀₅ :				
для фактора А	44,1	3,23	0,75	0,14
для фактора В	38,2	2,79	0,65	0,12

Табл. 4. Урожайность яровой мягкой пшеницы, т/га

Table 4. Yield of common spring wheat, t/hectare

Система обработки почвы – фактор А	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
<i>Пшеница по чистому пару – фактор В</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	1,37	2,89	2,26	2,54
Комбинированная глубокая	0,92	2,61	2,02	2,38
Комбинированная минимальная	1,08	2,58	1,90	2,29
Отвальная минимальная	1,17	2,79	2,02	2,69
<i>Пшеница по сидеральному пару (рапс)</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	2,18	2,29	2,75	3,87
Комбинированная глубокая	1,71	2,07	2,47	3,30
Комбинированная минимальная	2,44	2,02	2,23	3,58
Отвальная минимальная	2,35	2,16	2,92	3,42
<i>Пшеница по сидеральному пару (донник)</i>				
Отвальная глубокая (контроль)	1,38	2,75	2,76	2,61
Комбинированная глубокая	1,35	2,68	2,37	2,45
Комбинированная минимальная	1,72	2,28	2,21	2,37
Отвальная минимальная	2,06	2,74	2,44	2,73
Среднее по году	1,64	2,49	2,36	2,85
НСР ₀₅ :				
для фактора А	0,05	0,5	0,4	0,35
для фактора В	0,04	0,5	0,3	0,28

ВЫВОДЫ

Таким образом установлено влияние лимитирующих факторов на продуктивность агроценозов яровой мягкой пшеницы в северной лесостепи Кузнецкой котловины.

1. Выявлено, что основным фактором при формировании урожайности яровой мягкой пшеницы является влагообеспеченность в периоды всходы – кущение и начало колошения – восковая спелость. Установлена тесная взаимосвязь между ГТК и средней урожайностью по опыту за каждый исследуемый год в периоды посев – полное кущение ($r = 0,9579^*$), начало колошения – восковая спелость ($r = 0,9611$).

2. При повышении целлюлозолитической активности почвы улучшается ее агрегатный состав (агрегаты 1–3 мм в процентах от воздушно-сухой почвы) ($r = 0,7174$). Данная взаимосвязь определила условия в агроценозе яровой мягкой пшеницы, установлена прямая корреляционная взаимосвязь между целлюлозолитической активностью и агрегатным составом почвы, целлюлозолитической активностью и урожайностью ($r = 0,6366$ – $0,7298$ и $r = 0,6343$ – $0,7103$ соответственно).

3. Отмечена тенденция к снижению урожайности яровой мягкой пшеницы при развитии болезни – корневая гниль (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem) ($r = -0,4808$).

4. Установлено, что существенное влияние на урожайность яровой мягкой пшеницы оказали системы обработки почвы (72,4%) и предшественник (22,0%).

5. Достоверное превышение урожайности яровой пшеницы за годы исследований (2015–2018) выявлено по сидеральному пару (рапс) при отвальной минимальной и отвальной глубокой системах обработки почвы, на 0,55 и 0,51 т/га в сравнении с аналогичными обработками по предшественнику чистый пар.

6. При практически одинаковых показателях урожайности по сидеральному пару (рапс) при отвальной минимальной и отвальной глубокой системах обработки почвы (2,71 и 2,78 т/га соответственно) преимущество по показателям экономичес-

кой оценки имеет отвальная минимальная система обработки почвы (рентабельность 193,6%, себестоимость 1 т зерна 5,0 тыс. р.; контроль – отвальная глубокая система обработки почвы – рентабельность 47,7%, себестоимость 1 т зерна 10,0 тыс. р.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петровский Н.В., Романов В.Н., Литав В.М., Ивченко В.К. Влияние обработки почвы на элементы плодородия и урожайность пшеницы в лесостепной зоне Красноярского края // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 6. С. 77–79.
2. Борин А.А., Лощинина А.Э. Влияние обработки почвы в комплексе с применением удобрений и гербицидов на урожайность культур севооборота // Земледелие. 2015. № 7. С. 17–20.
3. Ренев Е.П., Еремин Д.И. Водопроницаемость пахотного чернозема выщелоченного в лесостепной зоне Зауралья // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 10. С. 18–21.
4. Наими О.И., Безуглова О.С., Полиенко Е.А., Куцерубова О.Ю. Воспроизводство плодородия чернозема обыкновенного карбонатного при внесении соломы и гуминовых препаратов // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 8. С. 11–16.
5. Кислов А.В., Глинушкин А.П., Кащеев А.В. Агроэкологические основы повышения устойчивости земледелия в степной зоне // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 7. С. 9–13.
6. Кирюшин В.И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия // Земледелие. 2006. № 5. С. 12–14.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
8. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. 162 с.
9. Якушев В.П., Михайленко В.А., Драгавцев В.А. Агротехнологические и селекционные резервы повышения урожая зерновых культур в России // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. С. 550–560.
10. Lapshinov N.A., Pakul V.N., Bozhanova G.V., Kuksheneva T.P. Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies / Research Journal of international Studies // Mezhdunarodnyj naue-

- no-issledovatel'skij zhurnal. 2013. N. 4 (11). P. 131–134.
11. Чевердин Ю.И., Сапрыкин С.В., Чевердин А.Ю., Рябцев А.Н. Трансформация физических показателей черноземов агрогенного воздействия // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 31. № 3. С. 5–11.
 12. Ирмулатов Б.Р., Власенко А.Н. Повышение влагообеспеченности агроценозов и урожайность культур в условиях Павлодарского Прииртышья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. № 2 (255). Т. 47. С. 5–12.
 13. Булаткин Г.А., Ковалева А.Е. Целлюлозоли- тическая активность серых лесных почв // Почвоведение. 1984. № 11. С. 67.
 14. Васильева Н.В., Синещиков В.Е. Причины усиления распространения корневыми гни- лями всходов яровой пшеницы в лесостепи Приобья // Вестник Новосибирского госу- дарственного аграрного университета. 2016. № 4(41). С. 13–17.
 15. Галеев Р.Р., Самарин И.С. Особенности формирования урожайности сортов яровой мягкой пшеницы при интенсивной техноло- гии производства в лесостепи Новосибир- ского Приобья // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета.. 2016. № 4(41). С. 7–12.
- ## REFERENCES
1. Petrovsky N.V., Romanov V.N., Litau V.M., Ivchenko V.K. Vliyanie obrabotki pochvy na ehlementy plodorodiya i urozhajnost' pshenicy v lesostepnoj zone Krasnoyarskogo kraja [The impact of soil tillage on elements of fertility and productivity of wheat in a forest-steppe zone of Krasnoyarsk Territory]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of AIC]*, 2016, vol. 30, no. 6, pp. 77–79. (In Russian).
 2. Barin A. A., Loshchinina A.E. Vliyanie obrabotki pochvy v komplekse s primeneniem udobrenij i gerbicidov na urozhajnost' kul'tur sevooborota [The impact of soil processing alongside the use of fertilizers and herbicides on productivity of crops in a crop rotation] // *Zemledelie [Zemledelie]*, 2015, no. 7, pp. 17–20. (In Russian).
 3. Renyov E.P., Eryomin D.I. Vodopronicaemost' pahotnogo chernozyoma vyshchelochennogo lesostepnoj zone Zaural'ya [Water permeability of the arable leached chernozem in the forest- steppe zone of the Trans-Ural region]. *Dosti- zheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of AIC]*, 2017, vol. 31, no. 10, pp. 18–21. (In Russian).
 4. Naimi O.I., Bezuglov O.S., Poliyenko E.A., Kutserubov O.Yu. Vosproizvodstvo plodoro- diya chernozyoma obyknovennogo karbonat- ного pri vnesenii solomy i guminovykh pre- paratov [Reproduction of fertility of ordinary carbonaceous chernozem by using straw and humic medicine] *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of AIC]*, 2018, vol. 32, no. 8, pp. 11–16. (In Russian).
 5. Kislov A.V., Glinushkin A.P., Kashcheev A.V. Agroekologicheskie osnovy povysheniya us- tojchivosti zemledeliya v stepnoj zone [Agro- ecological basis of increase in stability of agri- culture in a steppe zone] // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of AIC]*, 2018, vol. 32, no. 7, pp. 9–13. (In Russian).
 6. Kiryushin V.I. Minimalizaciya obrabotki po- chvy: perspektivy i protivorechiya [Minimiz- ing soil tillage: prospects and contradictions]. *Zemledelie [Zemledelie]*, 2006, no. 5, pp. 12–14. (In Russian).
 7. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta [Technique of field experiment]*. M. Kolos [M.: Ear], 1985, 351 p. (In Russian).
 8. Sorokin O.D. *Prikladnaya statistika na kompyutere [Applied statistics on the com- puter]*. – Krasnoobsk: RPO SO RASKhN Publ., 2004. 162 p. (In Russian).
 9. Yakushev V.P., Mikhaylenko V.A., Dragavt- sev V.A. Agrotekhnologicheskie i selekcionnye rezervy povysheniya urozhayev zernovykh kul'tur v Rossii [Agrotechnological and selection re- serves of increase in grain yields of grain crops in Russia]. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya. [Agricultural biology]*, 2015, vol. 50. pp. 550–560. (In Russian).
 10. Lapshinov N.A., Pakul V.N., Bozhanova G.V., Kuksheneva T.P. Nakoplenie i sokhranenie produktivnoj vlagi v resursosberegayushhih tehnologiyah [Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving tech- nologies]. *Mezhdunarodnyj nauchno issledo- vatelskij zhurnal [Research Journal of Interna- tional Studies]*, 2013, no. 4 (11), pp. 131–134. (In Russian).

11. Cheverdin Yu.I., Saprykin S.V., Cheverdin A.Yu., Ryabtsev A.N. Transformacii fizicheskikh pokazatelej chernozyomov agrogenogo vozdejstviya [Transformations of physical characteristics of chernozems with agrogenic influence]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of AIC]*, 2016, vol. 31, no. 3. pp. 5–12. (In Russian).
12. Irmulatov B.R., Vlasenko A.N. Povyshenie vlagobespechennosti agrocenozov i urozhajnost' kul'tur v usloviyah Pavlodarskogo Priirtysh'ya [Increase in water availability of agrocenosis and crop productivity in the conditions of the Pavlodar, Irtysh Land]. *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2017, no. 2 (255), vol. 47. pp. 5–12. (In Russian).
13. Bulatkin G.A. Kovalyova A.E. Cellyulozoliticheskaya aktivnost' seryh lesnyh pochv [Cellulosolytic activity of gray forest soil]. *Pochvovedenie* [Eurasian Soil Science], 1984, no. 11, pp. 67. (In Russian).
14. Vasilyeva N.V., Sineshchikov V.E. Prichiny usileniya rasprostraneniya kornevymi gnilyami vskhodov yarovoj pshenicy v lesostepi Priob'ya [The reasons of root decay prevalence in shoots of spring wheat in the forest-steppe of Priobye]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of NGAU], 2016, no. 4(41). pp. 13–17. (In Russian).
15. Galeyev R.R., Samarin I.S. Osobennosti formirovaniya urozhajnosti sortov yarovoj myagkoj pshenicy pri intensivnoj tekhnologii proizvodstva v lesostepi Novosibirskogo Priob'ya [Features of yield formation of common spring wheat varieties at the intensive production technology in the forest-steppe of Novosibirsk Priobye]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of NGAU], 2016, no. 4(41), pp. 7–12. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Пакуль А.Л., научный сотрудник Кемеровского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук; e-mail: lelikpakul@mail.ru

Лапшинов Н.А., доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник Кемеровского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук; e-mail: kemniish@mail.ru

Божанова Г.В., научный сотрудник Кемеровского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук; e-mail: bozhanova.g@mail.ru

✉ **Пакуль В.Н.**, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе Кемеровского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук; **адрес для переписки:** Россия, 650510, Кемеровская область, Кемеровский район, пос. Новостройка, ул. Центральная, 47; e-mail: vpakyl@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

Pakul A.L., researcher; Kemerovo Research Institute of Agriculture – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences; e-mail: lelikpakul@mail.ru

Lapshinov N.A., Doctor of Science in Agriculture, Research Supervisor; Kemerovo Research Institute of Agriculture – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, e-mail: kemniish@mail.ru

Bozhanova G.V., researcher; Kemerovo Research Institute of Agriculture – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences; e-mail: bozhanova.g@mail.ru

✉ **Pakul V.N.**, Doctor of Science in Agriculture, Deputy Director on scientific work; Kemerovo Research Institute of Agriculture – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences; **address:** 47 Centralnaya Street, Novostroika, Kemerovo region, 650510, Russia, e-mail: vpakyl@mail.ru

Дата поступления статьи 19.09.2018
Received by the editors 19.09.2018

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И БИОПРЕПАРАТА ФЛАВОБАКТЕРИН НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

Степанов А.И., Фёдоров А.Я., Николаева Ф.В., Борисова Д.В.

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова
Республика Саха, Якутск, Россия

Для цитирования: Степанов А.И., Фёдоров А.Я., Николаева Ф.В., Борисова Д.В. Влияние органических удобрений и биопрепарата Флавобактерин на урожайность картофеля и плодородие почв // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 30–36. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-4

For citation: Stepanov A.I., Fyodorov A.Ya., Nikolaeva F.V., Borisova D.V. Vliyanie organicheskikh udobrenii i biopreparata Flavobacterin na urozhainost' kartofelya i plodorodie pochv [The effect of organic fertilizers and biopreparation Flavobacterin on potato yield and soil fertility]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 6, pp. 30–36. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-4

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты изучения комплексного влияния органических удобрений (перепревшего навоза крупного рогатого скота) в различных дозах с биологическим препаратом Флавобактерин на агрохимические показатели и биологическую активность мерзлотных почв при выращивании районированного сорта картофеля Вармас. Полевые опыты проведены в 2016–2018 гг. на мерзлотно черноземно-лугово-легкосуглинистых солончаковых почвах Центрально-Якутской низменности Республики Саха (Якутия). Урожайность картофеля при внесении навоза в дозе 60 т/га с применением биологического препарата Флавобактерин увеличивалась на 61,4%, контроль (без удобрений) – 9,7 т/га. В варианте с применением навоза 40 т/га + биопрепарат Флавобактерин урожайность составила 13,0 т/га, при обработке биопрепаратом – 10,7 т/га. Применение органических удобрений в различных дозах во всех исследуемых вариантах увеличивало содержание фосфора, калия и общего азота в почве по сравнению с контролем. Внесение органических удобрений с комплексным применением биологического препарата Флавобактерин повысило биологическую активность мерзлотных почв в 2,9–4,7 раза. Интенсивная биологическая активность мерзлотных почв во все годы исследований отмечена в период вегетации сельскохозяйственных культур. Численность почвенных микроорганизмов достигала своего максимума в июле и уменьшалась в конце вегетации (первых числах сентября), что связано с особенностями

THE EFFECT OF ORGANIC FERTILIZERS AND BIOPREPARATION FLAVOBACTERIN ON POTATO YIELD AND SOIL FERTILITY

Stepanov A.I., Fyodorov A.Ya., Nikolaeva F.V., Borisova D.V.

Yakut Research Institute of Agriculture
named after M.G. Safronov

Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia

The paper presents the results of research into complex effect of organic fertilizers (decomposed cattle manure) in different doses with the biological preparation Flavobacterin on agrochemical parameters and biological activity of permafrost soils in the cultivation of the recognized potato variety Varmas. Field experiments were carried out in 2016–2018 on permafrost chernozem-meadow light-loamy saline soils of the Central Yakut lowland of the Republic of Sakha (Yakutia). The yield of potatoes increased with the application of manure in the dose of 60 t/ha and biological preparation Flavobacterin by 61.4%, control (without fertilizers) – 9.7 t/ha. In the variant: manure 40 t/ha + biopreparation Flavobacterin, the yield amounted to 13.0 t/ha; when treating with the biological preparation – 10.7 t/ha. The use of organic fertilizers in different doses in all studied variants increased the content of phosphorus, potassium and total nitrogen in the soil compared to the control. Combined application of organic fertilizers and biological preparation Flavobacterin increased the biological activity of permafrost soils by 2.9–4.7 times. The intensity of the biological activity of permafrost soils in all years of research was observed during the growing season of crops. The number of soil microorganisms reached its maximum in July and decreased at the end of the growing season (early September), due to the peculiarities of the hydrothermal regime of the soil under study. To preserve soil fertility, it is recommended to use organic fertilizers in com-

гидротермического режима исследуемой почвы. Для сохранения плодородия почвы рекомендовано комплексное применение органических удобрений с биологическим препаратом в соответствии с агрохимическими показателями мерзлотных почв.

Ключевые слова: органическое удобрение, питательные вещества, картофель, урожайность, биологическая активность

ВВЕДЕНИЕ

На основе длительных наблюдений за состоянием почвенного покрова, выполненных в различных почвенно-климатических зонах страны, установлено, что в процессе сельскохозяйственного использования их важнейшие агрохимические показатели претерпевают существенные изменения. Снижается содержание гумуса и изменяется его качество, уменьшаются запасы валовых форм питательных веществ, трансформируется реакция почвенного раствора и биологическая активность почв [1–4].

Аналогичная картина характерна для почв Якутии. В сельскохозяйственной зоне республики 77% пахотных почв под картофелем имеют низкое содержание гумуса и питательных веществ. Получение устойчивых урожаев возможно только при учете основного свойства почвы – плодородия, которое зависит от содержания количества гумуса, азота, фосфора, калия.

Одним из факторов сохранения плодородия мерзлотных почв и повышения урожайности сельскохозяйственных культур является регулирование плодородия почв на основе рационального использования органических и минеральных удобрений. Отзывчивость картофеля на внесение минеральных удобрений в сочетании с органическими удобрениями, оптимальность сочетания их доз в условиях Якутии еще недостаточно изучены. По результатам ранее проведенных исследований Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова (Якутский НИИСХ) установлено положительное воздействие органических удобрений на все факторы

почвенного плодородия. Однако содержание минеральных веществ в применяемых в настоящее время органических удобрениях не сбалансировано. Одностороннее внесение минеральных удобрений приводит к снижению плодородия и нарушению экологии мерзлотных почв¹.

Keywords: organic fertilizers, nutrient substances, potatoes, yield, biological activity

Цель исследований – изучение комплексного влияния органических удобрений с применением биологических препаратов на урожайность картофеля и плодородие мерзлотных почв.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые опыты проводили в 2016–2018 гг. на орошаемом стационаре «Бэлэнтэй», расположенном на территории Центрально-Якутской низменности, второй надпойменной террасе р. Лена, в Хангаласском улусе (районе) Республики Саха. Объекты исследований: картофель сорта Вармас, органическое удобрение – 3 различные дозы перепревшего навоза крупного рогатого скота (КРС), биологический препарат Флавобактерин, мерзлотные почвы.

Схема опыта включает следующие варианты: контроль – без удобрения; навоз 20 т/га; навоз 20 т/га + биопрепарат Флавобактерин; навоз 40 т/га; навоз 40 т/га + биопрепарат Флавобактерин; навоз 60 т/га; навоз 60 т/га + биопрепарат Флавобактерин; биопрепарат Флавобактерин.

Общая площадь делянки 67,2 м², учетная 25 м², повторность 4-кратная, схема посадки 70 × 35 см.

Учет проводили в год действия и в 1, 2-й год последействия удобрений: 2016 г. – год действия удобрений, 2017 г. – 1-й год после-

¹Степанов А.И. Развитие агрохимии в условиях северного земледелия / А.И. Степанов, Н.Т. Попов, П.П. Охлопкова // Д.Н. Прянишников и развитие агрохимии в Сибири: Материалы научной конференции по агрохимии. Новосибирск, 2003. С 210–217.

действия удобрений, 2018 г. – 2-й год последействия удобрений.

Тип почвы опытного участка «Бэлэнтэй» – мерзлотно черноземно-луговолегкосуглинистая солончаковатая. Реакция почвенной среды pH по солевой вытяжке от 7,7 до 8,0. Содержание гумуса в пахотном слое 0–20 см находится в диапазоне 2,37–2,81%. Содержание P_2O_5 от 150,96 до 206,77 мг/кг, K_2O от 249,95 до 286,57 мг/кг, $N_{общ}$ 0,44–0,63%.

Органические удобрения вносили одновременно в конце сентября под зяблевую обработку почвы. Химический состав перепревшего навоза следующий: pH_{сол.} – 5,9; $N_{общ}$ – 1,3%; P – 900 мг/кг; K – 686 мг/кг. Растения картофеля опрыскивали биопрепаратом ежегодно во время вегетации в фазе начала бутонизации (III декада июня) в дозе 600 г/га согласно инструкции. Опыт закладывали по предшественнику овес на зеленую массу. Основные элементы технологии возделывания культуры общепринятые для региона² [5]. Химический состав удобрений определяли на инфракрасном анализаторе NIRSCANNER model 4250. Почвенные образцы – стандартными методами: гумус – по Тюрину, N – по Кьельдалю³, P_2O_5 ГОСТ 26209–89⁴, K_2O ГОСТ 26208–84⁵, pH – потенциометрические ГОСТ 26423–85⁶.

Для микробиологического анализа почвы проведен отбор почвенных образцов в мае до внесения удобрений, июле и сентябре после уборки урожая, анализ выполнен по стандартной методике⁷. Микробиологические анализы по выделению микроорганизмов из почвы проводили методом посева на плотные питательные среды [6].

Согласно средним многолетним данным метеорологической станции г. Покровск в районе проведения исследований среднесуточная температура воздуха в период вегетации растений (III декада мая – III декада августа) колебалась от 12,1 до 18,1 °C. Переход

температуры почвы через 10 °C наблюдали 21–22 мая. Сильные заморозки до –3 °C отмечали в I декаде июня. Период вегетации растений в среднем продолжается 95 дней. Сумма активных температур воздуха выше 10 °C составляет 1434°.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Применение органических удобрений совместно с биопрепаратом Флавобактерин в условиях Центральной Якутии обеспечивало прибавку урожая от 11,0 до 61,4%. На естественном фоне без внесения удобрений средняя урожайность картофеля составляла 9,7 т/га.

Применение органических удобрений 20 т навоза/га не обеспечило достоверного урожая картофеля. В то же время удвоение дозы навоза (40 т/га) значительно увеличило урожайность, составляя в среднем 12,4 т/га, что на 28,6% превышало контроль.

Одностороннее внесение биологического препарата Флавобактерин под картофель в среднем за 3 года давало достоверную прибавку урожая на 1,0 т/га по сравнению с контрольным вариантом.

За годы исследований урожайность варианта с внесением навоза 60 т/га и обработкой биопрепаратом составляла в среднем 15,6 т/га, что на 61,4% превышало контроль (см. табл. 1, 2).

Применение органических удобрений во всех исследуемых вариантах увеличивало содержание азота в почве по сравнению с контролем. Расчет баланса питательных веществ показал, что в вариантах с применением одних органических удобрений (навоза 20, 40 и 60 т/га) баланс азота был положительным. Отрицательный баланс отмечен в варианте применения биопрепарата Флавобактерин без удобрений. За весь период исследований обеспеченность фосфором

²Система ведения сельскохозяйственного производства в Республике Саха (Якутия) на период 2016–2020 годы. / Методическое пособие. Якутский НИИСХ. Якутск, 2016. 415 с.

³ГОСТ 26213–84. Методы определения органического вещества. М.: Комитет стандартизации и метеорологии СССР, 1993.

⁴ГОСТ 26209–89. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Энгера-Рима (Дл-Метод). М.: Комитет стандартизации и метеорологии СССР, 1993.

⁵ГОСТ 26208–84. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Энгера-Рима-Доминго (Ал-Метод). М.: Комитет стандартизации и метеорологии СССР, 1993.

⁶ГОСТ 26423–85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. М.: Государственный комитет СССР, 1985.

⁷Методы почвенной микробиологии / Методические рекомендации. Новосибирск, 1991. С. 14–32.

Табл. 1. Влияние органического удобрения и биопрепарата Флавобактерин на урожайность картофеля, т/га (в среднем за 2016–2018 гг.)

Table 1. Effect of organic fertilizer and biopreparation Flavobactertin on potato yield, t/ha (average for 2016–2018)

Уровень питания растений, фактор А	Уровень защиты, фактор В		Средние по фактору А, уровень питания
	без био-препарата	внесение биопрепарата	
Без удобрений (контроль)	9,7	10,7	10,2
Навоз			
20 т/га	11,2	11,8	11,5
40 т/га	12,4	13,0	12,7
60 т/га	14,6	15,6	15,1
Среднее по фактору В, защита	11,9	12,8	12,4

НСР₀₅ по уровню питания = 1,25

НСР₀₅ по уровню защиты = 0,88

НСР₀₅ для частных средних = 1,77

Табл. 2. Прибавка урожая при использовании органического удобрения и биопрепарата Флавобактерин в среднем за 2016–2018 гг.

Table 2. Yield increase with application of organic fertilizer and biopreparation Flavobactertin on average for 2016–2018

Уровень питания	Уровень защиты			
	Без биопрепарата		Внесение биопрепарата	
	т/га	%	т/га	%
Без удобрений (контроль)	–	–	1,0	11,0
Навоз				
20 т/га	1,5	15,86	2,17	22,4
40 т/га	2,7	28,6	3,3	35,5
60 т/га	4,9	50,7	5,9	61,4

Табл. 3. Баланс питательных веществ при внесении органического удобрения и биопрепарата Флавобактерин за 2016–2018 гг.

Table 3. Balance of nutrient substances when applying organic fertilizer and biopreparation Flavobactertin in 2016–2018

Вариант	Запас питательных веществ в почве, кг/га			Внесено* в 2016 г., кг/га			Вынос в конце 2018 г., кг/га			Баланс (+; –), кг/га		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль – без удобрения	11,22	599,13	632,73	0	0	0	84,39	19,4	95,06	–73,17	579,73	537,67
Навоз 20 т/га	11,07	581,45	640,74	106	36	76	97,44	22,4	109,76	19,63	595,05	606,98
Навоз 20 т/га + биопрепарат	11,07	571,13	641,20	106	36	76	101,79	23,4	114,66	15,28	583,73	602,54
Навоз 40 т/га	10,85	565,10	638,83	212	72	152	107,88	24,8	121,52	114,97	612,30	669,31
Навоз 40 т/га + биопрепарат	11,37	591,22	642,68	212	72	152	113,1	26	127,4	110,27	637,22	667,28
Навоз 60 т/га	11,88	629,69	642,87	318	108	228	127,02	29,2	143,08	202,86	708,49	727,79
Навоз 60 т/га + биопрепарат	11,66	612,55	643,29	318	108	228	135,72	31,2	152,88	193,94	689,35	718,41
Биопрепарат	12,03	643,50	642,88	0	0	0	95,7	22	104,5	–83,67	621,50	538,38

*С учетом пожнивных остатков

и калием в почве изменялась в зависимости от дозы органических удобрений от 607,13 до 737,69 кг фосфора/га и калия от 716,74 до 871,29 кг/га. Наибольшее содержание калия в почве после выноса отмечено при внесении навоза 60 т/га – 727,79 кг/га, содержание фосфора 708,49 кг/га (см. табл. 3).

Внесение в почву органических удобрений благоприятно действует на питание растений и повышает биологическую активность мерзлотных почв.

Под влиянием удобрений в численности и составе микрофлоры происходят изменения, зависящие от доз вносимых удобрений, сроков внесения, культуры и типа почв. Эти изменения различаются по объему и времени появления, поэтому необходимо проводить изучение микрофлоры и интенсивности микробиологических процессов в динамике. Некоторые исследователи считают, что с увеличением доз удобрений интенсивность микробиологических процессов возрастает [7–10].

Результаты изучения общего состава почвенной микрофлоры показали, что в почве опытного участка преобладали бактерии, составляя около 82,9%, грибы – 14,3, актиномицеты – 9,9%. Значительная часть бактериального населения почв принадлежит к группе споровых бактерий, среди которых встречаются такие виды, как *Bacillus agglomeratus*, *Bac. idosus*, *Bac. mycoides* и *Bac. subtilis*.

Содержание актиномицетов в исследуемых почвах составляет до 67 млн КОЕ/г почвы. Наиболее широко распространены в

исследуемой почве белые, серые актиномицеты и коричневые с ярко выраженной пигментацией на питательной среде. Актиномицеты представлены видами *Actinomyces album*.

Микроскопические грибы представлены несколькими родами, среди которых доминируют *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Mucor*, реже *Aspergillus*, *Alternaria*. Численность грибов колеблется от 7,7 до 47 тыс. КОЕ/г. почвы. Качественный состав данной почвы имеет ряд характерных особенностей, как и мерзлотные почвы Восточной Сибири [11], что выражается в преобладании грибной флоры из рода *Penicillium*, которая составляет около 80% от общей численности грибов.

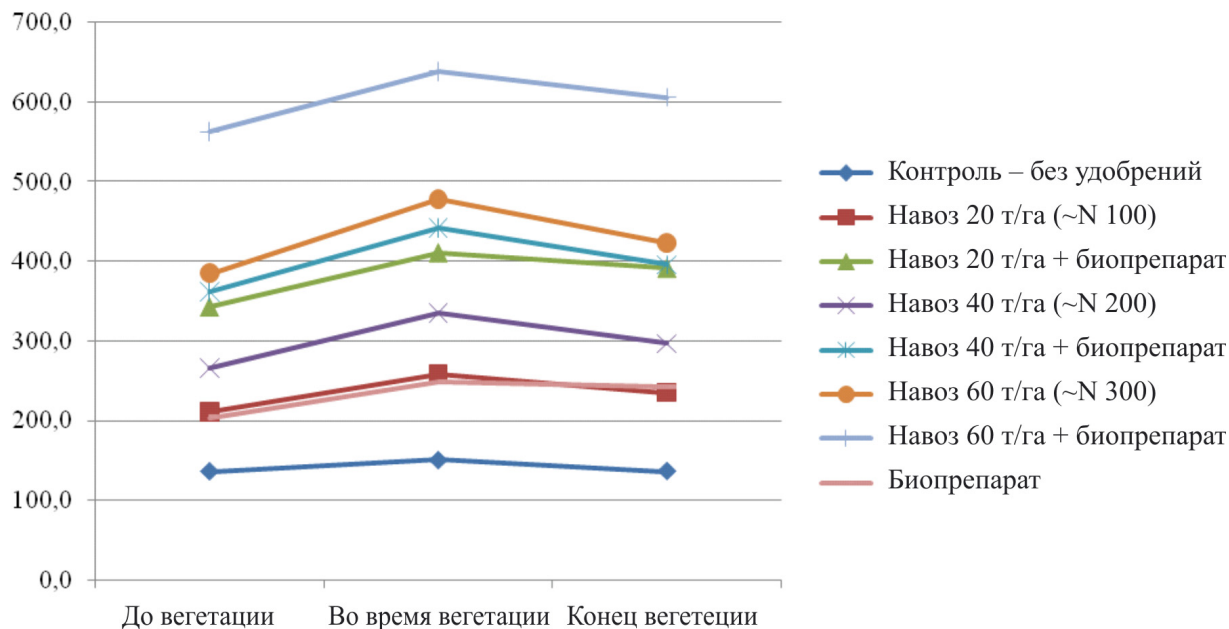
Интенсивная биологическая активность во все годы исследований отмечена во время вегетации сельскохозяйственных культур. В динамике численности почвенных микроорганизмов зарегистрированы максимум значений в июле и минимум в конце вегетации (первых числах сентября), что связано с

особенностями гидротермического режима исследуемой почвы (см. рисунок). Аналогичные данные были получены в исследованиях Е.И. Прибылых, А.И. Степанова, проведенных в 1995–2000 гг.⁸

Установлено, что внесение навоза КРС в дозе 60 т/га и с обработкой биологическим препаратом Флавобактерин повышало общую численность почвенных микроорганизмов на 2,9–4,7 раза. Такая же тенденция отмечена между вариантами внесения навоза 20 и 40 т/га с комплексным применением биопрепарата Флавобактерин (1,5–1,7 раза в зависимости от года внесения удобрений) (см. рисунок).

В исследуемой почве преобладали бактерии, использующие органические формы азота, меньше – микроорганизмы, использующие минеральные формы азота.

Расчет баланса при применении органических удобрений с комплексным применением биологического препарата Флавобактерин показал, что количество почвенных микроорганизмов, использующих органи-



Динамика биологической активности и общая численность почвенных микроорганизмов за 2016–2018 гг., млн КОЕ/г почвы
Dynamics of biological activity and total number of soil microorganisms for 2016–2018, mln CFU/g of soil

⁸Прибылых Е.И. Влияние минеральных и органических удобрений на болезни картофеля и биологическую активность мерзлотно-палевых почв / Е.И. Прибылых, У.К. Эверстова, А.И. Степанов // Сибирская аграрная наука 3-го тысячелетия. Тез. докладов конф. молодых ученых СО РАСХН (Красноярск, 26 апреля 2000 г.). Новосибирск, 2000. С. 108.

Табл. 4. Баланс микроорганизмов, использующих органические и минеральные формы азота (2016–2018 гг.), млн КОЕ/г почвы.

Table 4. Balance of microorganisms using organic and mineral nitrogen forms (2016–2018), mln CFU/g of soil

Вариант	Микроорганизмы, использующие органические формы азота			Микроорганизмы, участвующие в минерализации органического вещества		
	до внесения удобрений в 2016 г.	второй год последствия удобрений (2018 г.)	баланс	до внесения удобрений в 2016 г.	второй год последствия удобрений (2018 г.)	баланс
Контроль – без удобрений	123	130	7,00	1,4	1,3	–0,10
Навоз 20 т/га	156	227	71,00	1,9	2,8	0,90
Навоз 20 т/га + биопрепарат	240	387	147,00	2,7	2,9	0,20
Навоз 40 т/га	163	303	140,00	3,4	3,8	0,40
Навоз 40 т/га + биопрепарат	246	405	159,00	3,4	4,6	1,20
Навоз 60 т/га	230	453	223,00	3,5	6,0	2,50
Навоз 60 т/га + биопрепарат	447	607	160,00	6,9	9,5	2,60
Биопрепарат	164	207	43,00	1,5	5,0	3,50

ческие и минеральные формы азота, увеличивается до 109,00 млн КОЕ/г почвы во всех исследуемых вариантах с применением удобрений и биопрепарата (см. табл. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение навоза 60 т/га с ежегодной обработкой вегетирующих растений биопрепаратам Флавобактерин способствует существенному увеличению урожайности картофеля – до 15,6 т/га (контроль – 9,7 т/га), или 61,4%.

Выявлена положительная тенденция увеличения содержания питательных веществ: азота, фосфора и калия в вариантах с внесением органических удобрений в дозе 40–60 т/га и совместного внесения биологических препаратов. В вариантах внесения органических удобрений и биологического препарата Флавобактерин установлен положительный баланс питательных веществ.

Внесение в почву органических удобрений в дозе 60 т/га с биологическим препаратом Флавобактерин повышает биологическую активность мерзлотных почв в 2,9–4,7 раза. В динамике численности микроорганизмов отмечен один максимум в середине лета. В исследуемой почве преобладают бактерии, использующие органические формы азота. Низкое содержание микроорганизмов, использующих минеральную форму азота, свидетельствует о низкой интенсивности минерализации органического вещества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минеев В. Г., Бычкова Л. А. Состояние и применение минеральных удобрений в мировом и отечественном земледелии // *Агрохимия*. 2003. № 8. С. 5–12.
2. Николаева Ф. В., Лукина Ф. А., Охлопкова П. П. Влияние сидеральных удобрений на почвенную микрофлору при возделывании картофеля в Якутии // *Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции*, 2014. С. 238–241.
3. Николаева Ф. В., Степанов А. И., Прибылых Е. И., Федоров А. Я. Влияние применения удобрений и биопрепаратов на урожайность картофеля и показатели плодородия мерзлотной лугово-черноземной почвы Центральной Якутии // *Достижение науки и техники*. 2014. № 11. С. 47–49.
4. Николаева Ф. В. К микробиологической активности мерзлотно-лугово-черноземных засоленных почв // *Роль сельскохозяйственной науки в стабилизации и развитии агропромышленного производства Крайнего Севера*. 2003. С. 115–116.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: монография. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
6. Ежов Г. И. Руководство к практическим занятиям по сельскохозяйственной микробиологии: монография. Новосибирск, 1974. С. 156–160.
7. Аристовская Т. В. Микробиология процессов почвообразования: монография. Л.: Наука, 1980. 187 с.
8. Бабьева И. П. Биология почв: монография. М.: Издательство Московского университета, 1983. 248 с.

9. *Емцев В.Т., Мишустин Е.Н.* Микробиология: монография. М.: Дрофа, 2005. 445 с.
10. *Минеев В.Г., Ремпе Е.Х.* Агрохимия, биология и экология почвы: монография. М.: Росагропромиздат, 1990. 206 с.
11. *Некрасова В.Д., Гукасян А.Б.* Биологическая активность лесных почв Тувы: монография. Новосибирск: Наука, 1978. 78 с.

REFERENCES

1. Mineev V.G., Bychkova L.A. Sostoyanie i primeneniye mineralnykh udobrenii v mirovom i otechestvennom zemledelii [Condition and application of mineral fertilizers in world and domestic agriculture]. *Agrokimiya* [Agrochemistry], 2003, no. 8, pp. 5–12. (In Russia).
2. Nikolaeva F.V., Lukina F.A., Okhlopokova P.P. Vliyaniye sideralnykh udobrenii na pochvennyuyu mikrofloru pri vozdeluvanii kartofelya v Yakutii [Influence of green manure fertilizers on soil microflora during potato cultivation in Yakutia]. *Resursosberedayushchie ekologicheskie bezopasnye tekhnologii proizvodstva i pererabotki sel'skokhozyaystvennoi produkcii* [Resource-saving environmentally safe technologies of production and processing of agricultural products], 2014, pp. 238–241. (In Russia).
3. Nikolaeva F.V., Stepanov A.I., Pribylykh E.I., Fedorov A.Y. Vliyaniye primeneniye udobrenii i biopreparatov na urozhaihost' kartofelya i pokazateli plodorodiya merzloynoi lugovo-chernozemoi pochvy Sentral'noi Yakutii [Effect of fertilizers and biological preparations on potato yield and fertility of permafrost meadow-chernozem soil of Central Yakutia] *Dostizhenie nauki i tekhniki* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2014, no. 11, pp. 47–49. (In Russia).
4. Nikolaeva F.V. K mikrobiologicheskoi aktivnosti merzloyno-lugovo-chernozemykh pochv [On the microbiological activity of permafrost meadow-chernozem saline soils] *Rol' sel'skokhozyaystvennoi nauki v stabilizatsii i razvitiy agropromyshlennogo rpoizvodstva Krainego Severa* [The role of agricultural science in the stabilization and development of agricultural production in the Far North], 2003, pp. 115–116. (In Russia).
5. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Technique of field experiments], Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 351 p. (In Russia).
6. Ezhov G.I. *Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po sel'skokhozyaystvennoi mikrobiologii* [Guide to practical training in agricultural microbiology], Novosibirsk, 1974, pp. 156–160. (In Russia).
7. Aristovskaya T.V. *Microbiologiya prosessov pochvoobrazovaniya* [Microbiology of soil formation processes], Leningrad, Nauka, 1980, 187 p. (In Russia).
8. Babeva I.P. *Biologiya pochv* [Soil biology], Moscow, Moscow un-ty Publ., 1983, 248 p. (In Russia).
9. Emsev V.T., Mishustin E.N. *Mikrobiologiya* [Microbiology], Moscow, Drofa Publ., 2005, 445 p. (In Russia).
10. Mineev V.G., Rempe E.Kh. *Agrokimiya, biologiya i ekologiya pochvy* [Agrochemistry, biology and ecology of the soil], Moscow, Rosagropromizdat Publ., 1990, 206 p. (In Russia).
11. Nekrosova V.D., Gukasyan A.B. *Biologicheskaya aktivnost' lesnykh pochv Tuvy* [Biological activity of forest soils of Tuva], Novosibirsk, Nauka Publ., 1978, 78 p. (In Russia).

Информация об авторах

✉ **Степанов А.И.**, доктор сельскохозяйственных наук, директор Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова; **адрес для переписки:** Россия, 677001, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского, 23/1; e-mail: agronii@mail.ru

Фёдоров А.Я., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова

Николаева Ф.В., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова

Борисова Д.В., аспирант Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова

Author information

✉ **Stepanov A.I.**, Doctor of Science in Agriculture, Director; Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov; **address:** 23/1, str. Bestuzhev – Marlinsky, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), 677001, Russia; e-mail: agronii@mail.ru

Fyodorov A.Ya., Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov

Nikolaeva F.V., Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher; Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov

Borisova D.V., Post-Graduate student; Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov

Дата поступления статьи 09.10.2018
Received by the editors 09.10.2018



DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-5

УДК 633.352.1:631.526

НОВЫЙ СОРТ ВИКИ ПОСЕВНОЙ ОБСКАЯ 16

Гончарова А.В.

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального исследовательского центра Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Информация для цитирования: Гончарова А.В. Новый сорт вики посевной Обская 16 // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 37–42. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-5

For citation: Goncharova A.V. Noviy sort viki posevnoi Obskaya 16 [A new cultivar of common vetch Obskaya 16]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no.6, pp.37–42. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-5

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты научно-исследовательской работы по созданию нового сорта вики посевной (яровой) Обская 16. Исследования проведены в 2014–2017 гг. Была поставлена задача – создать новый скороспелый сорт с высокой кормовой и семенной продуктивностью, повышенным содержанием белка и равномерным созреванием семян. Сорт вики Обская 16 создан методом гибридизации на основе генетически разнокачественных и эколого-отдаленных генотипов с последующим многократным отбором по заданным параметрам из гибридной популяции Камалинская 611 × Новосибирская. Сорт вики Обская 16 сочетает скороспелость с высокой кормовой и семенной продуктивностью. Продолжительность вегетационного периода нового сорта составляет в среднем 81 день, что позволяет ежегодно получать кондиционные семена. За все годы испытания в селекционных питомниках новый сорт превзошел стандарт Камалинская 611 по зеленой массе на 41%, сухому веществу на 40, зерну на 27%. Сорт укосного типа использования формирует среднюю уро-

A NEW CULTIVAR OF COMMON VETCH OBSKAYA 16

Goncharova A.V.

Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The results of research into the creation of a new cultivar of spring common vetch Obskaya 16 are presented. The work was carried out in the period 2014–2017. The goal was set to create a new early-ripening variety with a high fodder and seed productivity, high protein content, and an even ripening of seeds. The vetch cultivar Obskaya 16 was created by the method of hybridization on the basis of genetically different and ecologically-distant genotypes with subsequent multiple selection according to the specified parameters from the Kamalinskaya 611 × Novosibirskskaya hybrid populations. The vetch cultivar Obskaya 16 combines early ripeness with high fodder and seed productivity. The length of the growing season of the new cultivar is, on average, 81 days, which allows for the production of certified seeds annually. During all the years of testing in breeding nurseries, the new cultivar surpassed the standard Kamalinskaya 611 in green mass by 41%, in dry matter by 40%, and in grain by 27%. This cultivar is of mowing type, its average seed yield is 2.43 t/ha, green mass - 28 t/ha, dry matter – 5.82 t/

жайность семян 24,3 ц/га, зеленой массы 280, сухого вещества 58,2 ц/га. Основные хозяйственно ценные признаки сорта Обская 16: высота стебля 85–120 см, число междоузлий 19–25, высота прикрепления нижних бобов 78 см. Число бобов на растении в среднем составляет 24, максимальное 46, число семян в бобе 7–8 (среднее). Масса 1000 семян 72,6 г. Окраска семенной оболочки в основном черная бархатная (92%), коричневая (8%). Содержание сырого протеина 25,3–30,5%. В 2016 г. сорт вики посевной (яровой) передан в Государственное сортоиспытание под названием Обская 16. Вновь созданный сорт превосходит ранее районированные в данном регионе сорта по скороспелости, кормовой и семенной продуктивности, а также по кормовым достоинствам.

Ключевые слова: вика посевная (яровая), сорт, селекция, устойчивость к стрессам

ВВЕДЕНИЕ

Кормопроизводство Сибири составляет основу развития промышленного животноводства региона¹. Для того чтобы обеспечить животных грубыми и сочными кормами, необходимо не только увеличить их производство, но и добиться высокого содержания в них растительного белка. Эта задача неразрывно связана с ростом посевных площадей кормовых трав и повышением их урожайности. Считается, что с точки зрения производства и агротехники посевы сеяных трав выгодны только тогда, когда их урожаи превышают урожаи зерновых в 2 раза и более. В связи с этим необходимо подобрать отвечающие этим требованиям культуры и иметь сорта, приспособленные для возделывания в конкретных регионах. Большой ассортимент сортов по биологическим и хозяйственным характеристикам позволяет использовать новые сорта вики посевной для совершенствования региональных систем кормопроизводства [1].

Яровая вика (*Vicia sativa* L.) – основная однолетняя бобовая культура для многих регионов Российской Федерации [2]. Она яв-

ляется одной из важнейших кормовых культур и для Сибири с ее резко континентальным климатом [3, 4]. Хорошая урожайность и высокие кормовые достоинства зеленой массы и сена, возможность разностороннего использования в чистом виде и в качестве высокобелкового компонента в смешанных посевах (кормосмеси), накопление азота в почве при ее использовании в севооборотах определяют ее хозяйственную ценность [5].

Keywords: spring common vetch, cultivar, breeding, resistance to stress

В Западной Сибири яровая вика – один из основных высокобелковых компонентов однолетних трав. Урожайность вико-овсяных смесей: зеленой массы 360–650 ц/га, сбалансированного по белку зерно фуража 20–25 ц/га [6]. Кроме того, яровая вика хорошо очищает почву от сорных растений, ее относительно рано убирают, что позволяет качественно проводить зяблевую обработку почвы. Яровая вика оставляет в почве с растительными остатками 20–30 ц абсолютно сухого вещества/га, в котором содержится 30–50 кг азота/га. Вследствие этого ее семенные посевы являются хорошим предшественником для любых яровых культур, кроме бобовых².

¹Кормопроизводство в Сибири: достижения, проблемы, стратегия развития: материалы междунар. науч.-практ. конф. (с. Михайловка Красноярского края, 31 июля – 1 августа 2014 г.). Новосибирск, 2014. 160 с.

²Таранова А.Ф., Пугач А.А. Вика: пособие. Горки: Изд-во БГСХА, 2014. 80 с.

Многие годы в Сибири возделывали лишь два сорта этой культуры: сорт инорайонной селекции Льговская 31/292 (оригинатор – Льговская опытно-селекционная станция, 1939 г.) и сорт местной селекции Камалинская 611 (оригинатор – Красноярский НИИСХ, 1946 г.).

В настоящее время по Западному и Восточному сибирским регионам (10, 11) включено в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию, 12 сортов вики посевной (яровой), из них четыре созданы на базе Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции (СибНИИРС): Новосибирская (1982 г.), Приобская 25 (1995 г.), Даринка (2006 г.), Ленская 15 (2012 г.)³.

Цель работы – создать сорт вики посевной (яровой), пригодный для возделывания в суровых условиях Сибирского региона, отвечающий требованиям интенсивного земледелия и сочетающий высокую кормовую продуктивность с хорошей репродуктивной способностью.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на опытных полях СибНИИРС – филиале ИЦиГ СО РАН. Почва опытного участка – выщелоченный чернозем с содержанием гумуса (по Тюрину) в пахотном горизонте 5,4–5,7%. Посев проводили по чистому пару в оптимальные сроки во II декаде мая. Учетная площадь делянок в конкурсном сортоиспытании 25 м², повторность четырехкратная. Посев осуществляли сеялкой ССФК-7, норма высева – 1,5 млн всхожих семян/га. Поддерживающая культура – овес в соотношении 4 : 1. Изучение проводили на естественном фоне без внесения удобрений и применения средств защиты от болезней и вредителей. Учет урожая зеленой массы осуществляли в фазу молочной спелости. Фенологические наблюдения и учеты по основным хо-

зяйственно ценным признакам проведены согласно стандартным методикам полевого опыта^{4,5}.

Для статистической обработки экспериментальных данных использовали показатель наименьшей статистической разницы (НСР) между сравниваемыми вариантами [7].

Метеорологические условия 2014–2016 гг. были различными по гидротермическому режиму. Сумма активных температур воздуха с мая по сентябрь превышала среденноголетние значения. Наиболее теплыми были 2015 и 2016 гг., когда превышение составляло 18%. Влагообеспеченность в 2014 и 2016 гг. отмечена ниже нормы на 20%. В 2015 г. осадков выпало на 12% выше нормы, однако распределение их в течение вегетации было неравномерным. Засушливые периоды чередовались с ливневыми дождями, что неблагоприятно сказалось на продуктивности зеленой массы вики, в то время как семенная продуктивность была высокой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате реализации комплексной селекционной программы «Вика посевная (яровая)» создан высокоурожайный сорт вики посевной (яровой) Обская 16. Сорт создан методом гибридизации сорта красноярской селекции Камалинская 611 (разновидность *typika*) с сортом Новосибирская (разновидность *immakulata*) с последующим многократным отбором по заданным параметрам продуктивности, скороспелости и устойчивости к болезням. Исходный (селекционный) материал создавали при тщательном подборе родительских пар. Сорт Камалинская 611 характеризуется высокими адаптационными свойствами, повышенной кормовой продуктивностью. Сорт Новосибирская – ультраскороспелый, в отдельные годы созревание семян отмечается до 10 дней ранее по сравнению с сортом Льговская 31/292. Новый сорт

³Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. «Сорта растений». М.: Росинформагротех, 2018. Т. 1. 508 с.

⁴Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1985. 263 с.

⁵Методика полевых опытов с кормовыми культурами. / А.С. Митрофанов, Г.Д. Харьков, М.Н. Евдокимова и др. М.: ВНИИ кормов, 1971. 159 с.

вики посевной (яровой) сочетает скороспелость с высокой кормовой и семенной продуктивностью. Продолжительность вегетационного периода нового сорта составляет в среднем 81 день, что позволяет ежегодно получать кондиционные семена. За все годы испытания в предварительном и конкурсном питомниках сорт Обская 16 превзошел стандарт Камалинская 611 по зеленой массе на 41%, сухому веществу на 40, зерну на 27% (см. табл. 1).

Сорт Обская 16 раннеспелый, вегетационный период 74–88 дней, высокорослый (85–120 см), число междоузлий 19–25. Высота прикрепления нижних бобов 78 см, число бобов на растении в среднем 24, максимальное – 46, число семян в бобе 7–8 (среднее). Масса 1000 семян 72,6 г (см. табл. 2). Окраска семенной оболочки в основном черная бархатная (92%) с добавлением коричнево окрашенных семян (до 8%) (см. рисунок). Содержание сырого протеина 25,3–30,5%. Сорт универсального типа использования, формирует среднюю урожайность семян 24,3 ц/га, зеленой массы 280, сухого вещества 58,2 ц/га.

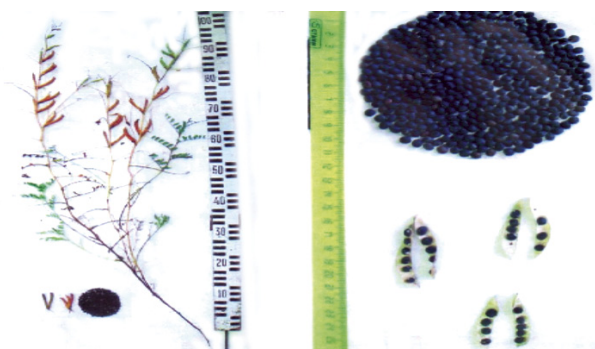


Рис. 1. Сорт вики посевной (яровой) Обская 16

Fig. 1. The cultivar of spring common vetch Obskaya 16

Основная ценность сорта – повышенная кормовая продуктивность зеленой массы, скороспелость, высокая урожайность семян с повышенным содержанием сырого протеина.

Основной проблемой при селекции в регионе не только вики посевной (яровой), но и большинства кормовых трав является то, что в одном растении необходимо совместить кормовую продуктивность и высокую репродукционную способность. На основе методических исследований нами были усовершенствованы предложенные ранее

Табл. 1. Урожайность вики посевной (яровой) в конкурсном сортоиспытании (2014–2016 гг.)

Table 1. Yield of spring common vetch in competitive varietal testing (2014–2016)

Показатель	Сорт								
	Камалинская 611 (стандарт)				Обская 16				
	2014	2015	2016	Среднее	2014	2015	2016	Среднее	% к стандарту
Зеленая масса, ц/га	241	119	233	198	298	152	390	280	141
НСР _{0,5}				20,1				20,1	
Сухое вещество, ц/га	56,4	23,9	44,3	41,5	70,0	30,4	74,2	58,2	140
НСР _{0,5}				8,5				8,5	
Зерно, ц/га	16,9	22,7	18,1	19,2	19,7	28,2	25,1	24,3	127
НСР _{0,5}				2,35				2,35	

Табл. 2. Показатели биологических и хозяйственно ценных признаков вики посевной

Table 2. Biological and economically valuable characteristics of common vetch

Показатель	Камалинская 611 (стандарт)	Обская 16	+ к стандарту
Урожайность зеленой массы, ц/га	198	280	82
Урожайность сухого вещества, ц/га	41,5	58,2	16,7
Урожайность семян, ц/га	19,2	24,3	5,1
Вегетационный период, дни	81	81	0
Масса 1000 семян, г	53,0	72,6	19,6
Содержание сырого протеина, %	27,7	28,3	0,6
Содержание жира, %	10,6	16,5	5,9

схемы селекционного процесса [8, 9] и уточнена модель сортов вики посевной, сочетающих устойчивость, скороспелость, высокую кормовую и семенную продуктивность. Урожайность и качество как одно-, так и многолетних культур сопряжена с целым рядом ограничений. Среди них недостаток тепла, короткий безморозный период, поздние весенние и ранние осенние заморозки и особенно дефицит влаги в течение вегетационного периода.

ВЫВОДЫ

1. В результате длительной селекционной работы с использованием сочетания ряда методов и вовлечением в селекционный процесс исходного (селекционного) материала различного эколого-географического происхождения создан сорт вики с высокой кормовой и семенной продуктивностью: урожайность семян 24,3 ц/га, зеленой массы 280, сухого вещества 58, 2 ц/га, содержание сырого протеина в зерне 25,3–30,5%.

2. В 2016 г. сорт вики посевной (яровой) передан в Государственное сортоиспытание под названием Обская 16. Вновь созданный сорт превосходит ранее районированные в данном регионе сорта по скороспелости, кормовой и семенной продуктивности, а также по кормовым достоинствам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюрин Ю.С., Золотарев В.Н., Косолапов В.М. Основные направления селекции и новые сорта вики яровой // Кормопроизводство. 2013. № 2. С. 26–27.
2. Дебелый Г.А., Гончаров А.В., Меднов А.В., Вольпе А.А. Новые сорта яровой вики московского НИИСХ «Немчиновка» // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. Т. 22. № 2. С. 84–87.
3. Гончаров П.Л., Гончарова А.В., Васякин Н.И. Вика яровая. Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 1989. 34 с.
4. Гончаров П.Л. Кормовые культуры Сибири: монография. Новосибирск: Издательство НГУ, 1992. 264 с.
5. Леоконе Л.В. Яровая и озимая вика. Л.: Колос, 1964. 88 с.

6. Васякин Н.И. Зернобобовые культуры в Западной Сибири: монография. Новосибирск: Издательство СО РАСХН, 2002. 184 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): монография. М.: Альянс, 2011.
8. Гончаров П.Л., Гончарова А.В. Основные направления селекции кормовых трав, проблемы, пути решения // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур. Новосибирск: Издательство СО РАСХН, 1996. С. 64–75.
9. Гончаров П.Л., Гончарова А.В. Селекция трав на продуктивность к экстремальным факторам среды // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур. Новосибирск: Издательство СО РАСХН, 1997. С. 37–44.

REFERENCES

1. Tyurin Yu.S., Zolotarev V.N., Kosolapov V.M. Osnovnye napravleniya selektsii i novye sorta viki yarovoi [The main areas of selection and new varieties of spring vetch]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], 2013, no. 2, pp. 26–27. (In Russian).
2. Debelyi G.A., Goncharov A.V., Mednov A.V., Vol'pe A.A. Novye sorta yarovoi viki moskovskogo NIISKh «Nemchinovka» [New cultivars of spring vetch of Moscow Agricultural Research Institute "Nemchinovka"]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Legumes and groats], 2017, vol. 22, no. 2, pp. 84–87. (In Russian).
3. Goncharov P.L., Goncharova A.V., Vasyakin N.I. *Vika yarovaya* [Spring vetch], Novosibirsk: Novosibirskoe knizhnoe izdatel'stvo [Novosibirsk book house], 1989, 34 p. (In Russian).
4. Goncharov P.L. *Kormovye kul'tury Sibiri* [Forage crops in Siberia], Novosibirsk: Izdatel'stvo NGU Publ., 1992, 264 p. (In Russian).
5. Leokone L.V. *Yarovaya i ozimaya vika* [Spring and winter vetch], L.: Kolos, 1964, 88 p. (In Russian).
6. Vasyakin N.I. *Zernobobovye kul'tury v Zapadnoi Sibiri* [Grain legumes in Western Siberia], Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RASKhN Publ., 2002, 184 p. (In Russian).
7. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov)*

- issledovaniy*) [Technique of field experiment (with the statistical processing of the research results)]. M.: Al'yans Publ., 2011. (In Russian).
8. Goncharov P.L., Goncharova A.V. Osnovnye napravleniya seleksii kormovykh trav, problemy, puti resheniya [Main directions of breeding forage grasses, problems, solutions]. *Seleksiya i semenovodstvo sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Breeding and seed production of agricultural crops]. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RASKhN Publ., 1996, pp. 64–75. (In Russian).
 9. Goncharov P.L., Goncharova A.V. Seleksiya trav na produktivnost' ekstremal'nym faktoram sredy [Breeding of grasses by productivity to extreme factors of the environment]. *Seleksiya i semenovodstvo sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Breeding and seed production of agricultural crops]. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RASKhN Publ., 1997, pp. 37–44. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Гончарова А.В.**, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент, главный научный сотрудник; Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального исследовательского центра Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 375; e-mail: sibniirs@bk.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Goncharova A.V.**, Doctor of Science in Agriculture, Corresponding Member, Head Researcher; Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; **address:** PO Box 375, building 2, street C 100, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia; e-mail: sibniirs@bk.ru

Финансовая поддержка

Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № 0324-2018-0018.

Дата поступления статьи 03.09.2018
Received by the editors 03.09.2018

СОЗДАНИЕ СОРТА ПШЕНИЦЫ СИБИРСКАЯ 21, АДАПТИРОВАННОГО К УСЛОВИЯМ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Тимофеев А.А., Бойко Н.И., Пискарев В.В.

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального исследовательского центра Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Для цитирования: Тимофеев А.А., Бойко Н.И., Пискарев В.В. Создание сорта пшеницы Сибирская 21, адаптированного к условиям Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 43–50. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-6

For citation: Timofeev A.A., Boyko N.I., Piskarev V.V. Sozdanie sorta pshenitsy Sibirskaya 21, adaptirovannogo k usloviyam Zapadnoi Sibiri [Creation of bread wheat cultivar Sibirskaya 21 adapted to the Western Siberia conditions]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 6, pp. 43–50. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-6

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены биологические, хозяйственные и технологические показатели нового сорта мягкой яровой пшеницы Сибирская 21. Селекционная работа проведена в Новосибирской области на черноземах лесостепной зоны в 2004–2012 гг. Предшественник – чистый пар. Наблюдения и учеты проведены по общепринятым методикам в сравнении с сортом-стандартом Новосибирская 31. Сорт Сибирская 21 создан методом однократного индивидуального отбора из гибридной популяции (Новосибирская 67 × Удача) × Сибирская 17, полученной в результате внутривидовой гибридизации методом твел и оценкой рекомбинантов по урожайности, выраженности элементов продуктивности растения, мукомольно-хлебопекарным качествам зерна и поражению основными грибными патогенами на провокационном фоне при искусственном заражении. Сибирская 21 является разновидностью *Lutescens*. Сорт среднеранний, вегетационный период 72–82 дня. Высота растения 95–105 см. Средняя урожайность по пару за годы конкурсного сортоиспытания составила 3,27 т/га (выше стандарта на 0,57 т/га). Максимальная урожайность 60,0 ц/га. Сорт отличается высокой засухоустойчивостью. В острозасушливый 2012 г. урожайность составила 1,97 т/га (выше стандарта на 0,59 т/га). Хлебопекарные качества зерна средние. Масса 1000 зерен 29,0–37,0 г. Натура зерна 750–800 г/л. Содержание сырой клейковины 28,0–36,0%. Объемный выход хлеба

CREATION OF WHEAT CULTIVAR SIBIRSKAYA 21 ADAPTED TO THE WESTERN SIBERIA CONDITIONS

Timofeev A.A., Boyko N.I., Piskarev V.V.

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

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The paper presents biological, economic and technological characteristics of the new spring common wheat cultivar Sibirskaya 21. Breeding work on the creation of the cultivar was carried out in Novosibirsk region on chernozem soils of the forest-steppe zone in 2004–2012 preceded by bare fallow. Observations and studies were carried out according to the conventional methods in comparative analysis with the standard cultivar Novosibirskaya 31. Cultivar Sibirskaya 21 was created by a single individual selection from a hybrid population (Novosibirskaya 67 × Udacha) × Sibirskaya 17, obtained as a result of intraspecific hybridization by the Tvel method and the estimation of recombinants in yield, intensity of plant productivity elements, flour-baking qualities of grain and resistance to the fungal pathogens on a provocative background to artificial infection. Cultivar Sibirskaya 21 is a variety of *Lutescens*. It is a mid-early cultivar, with the growing period of 72–82 days. Plant height is 95–105 cm. The average yield in fallow over the years of competitive variety testing amounted to 3.27 t/ha, which is 0.57 t/ha higher than the standard. The maximum yield was 6 t/ha. The cultivar is characterized by high drought resistance. In the highly arid year 2012, the yield was 1.97 t/ha, which is higher than the standard by 0.59 t/ha. Baking qualities of grain are average. The weight of 1000 grains is 29.0–37.0 g. The nature of the grain is 750–800 g/l. The content of crude gluten is 28.0 – 36.0%. The volume output of bread is 500–640 cm³/100 g. The total baking score is 3.7–

500–640 см³/100 г. Общая хлебопекарная оценка 3,7–4,2 балла. Сорт устойчив к твердой и пыльной головне, слабовосприимчив к мучнистой росе. Средневосприимчив к бурой ржавчине. Включен в Государственный реестр по Западно-Сибирскому региону. Рекомендован для возделывания в Алтайском крае, Новосибирской и Омской областях.

Ключевые слова: сорт мягкой яровой пшеницы, Сибирская 21, селекция, сортоиспытание

ВВЕДЕНИЕ

Создание сортов с высоким генетическим потенциалом продуктивности – основной путь увеличения количества продуктов питания [1, 2]. Сорт как средство сельскохозяйственного производства – один из важнейших элементов научно-технического прогресса в сельском хозяйстве, обеспечивающий получение необходимого количества высококачественной продукции [3]. В результате селекционной работы создаются новые сорта, повышается урожайность сельскохозяйственных культур и улучшается качество продукции, ради которой они возделываются. Различные сорта с хозяйственной точки зрения отличаются друг от друга прежде всего тем, что в одних и тех же условиях они могут давать разные урожаи [4, 5]. Неустойчивость гидротермического режима яровой пшеницы в период вегетации и по годам требует использования 2–3 сортов этой культуры в каждом хозяйстве. Целесообразно для преодоления стрессовых ситуаций использовать сорта с различными биологическими особенностями по отношению к избытку тепла и недостатку влаги, распределению летних осадков по фазам развития; устойчивости к болезням и вредителям и т.п. [6, 7]. В настоящее время в списке допущенных к использованию по Западно-Сибирскому региону сортов насчитывается 93 сорта пшеницы мягкой яровой, из них 4 относятся к ранней (раннеспелой) группе спелости, 19 – к среднеранней, 44 – к средней (среднеспелой) группе и 26 сортов к среднепоздней группе спелости¹. Этот список постоянно дополняют новыми высокопродуктивными и адаптивными к региону сортами.

4.2 points. The cultivar is resistant to covered and loose smut, slightly susceptible to powdery mildew, and moderately susceptible to leaf brown rust. The cultivar is included in the State Register of Breeding Achievements for the West Siberian region. It is recommended for cultivation in different areas of the Altai territory, Novosibirsk and Omsk regions.

Keywords: spring common wheat cultivar, Sibirskaya 21, breeding, variety testing

Цель работы – дать оценку биологическим, хозяйственным и технологическим показателям нового сорта мягкой яровой пшеницы Сибирская 21.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Селекционная работа по созданию сорта проведена на опытном поле лаборатории генофонда растений Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиала Федерального исследовательского центра Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук (СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН) в Новосибирском районе Новосибирской области, на левом берегу р. Обь в лесостепной зоне Западно-Сибирской провинции в приобском районе черноземов.

Климатические условия резко континентальные, характеризуются морозной зимой и коротким жарким летом. Отмечают резкое колебание суточных температур в период вегетации мягкой яровой пшеницы. Влага – лимитирующий фактор произрастания этой культуры в зоне [8]. Среднегодовая температура в мае 10,9 °С, июне 16,9, июле 19,4, августе 16,2, сентябре 10,0 °С, при сумме осадков в мае 37,0 мм, июне 55,0, июле 61,0, августе 67,0, сентябре 43,0 мм. Гидротермический коэффициент (ГТК) по Г.Т. Селянину равен 1,20.

В годы исследования (2004–2012) распределение осадков было неравномерным как по годам, так и по декадам. В целом по соотношению осадков к температуре воздуха за вегетационный период (ГТК по Селянину

¹Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений. <http://reestr.gossort.com/> дата обращения 14.11.2018

нову) за годы исследования можно выделить острозасушливый, с высокой температурой воздуха за вегетацию (ГТК = 0,56) – 2012, умеренно засушливый – 2008 (ГТК = 1,04) и годы с избыточным увлажнением – 2009 (ГТК = 1,56), 2007 (ГТК = 1,46). Остальные годы исследования характеризовались ГТК на уровне или чуть выше среднегодового значения ГТК = 1,20.

Сорт Сибирская 21 создан методом однократного индивидуального отбора из гибридной популяции, полученной в результате внутривидовой гибридизации методом твел и оценкой рекомбинантов по урожайности, выраженности элементов продуктивности растения, мукомольно-хлебопекарным качествам зерна и поражению основными грибными патогенами на провокационном фоне при искусственном заражении². Родоначальный рекомбинант отобран из гибридной популяции 4-го поколения (Новосибирская 67 × Удача) × Сибирская 17.

Опыты проведены по чистому пару. Технология предпосевной обработки почвы – общепринятая для лесостепной зоны Новосибирской области. За основу селекционного процесса была взята методика, изложенная в учебнике Ю.Л. Гужова³ для самоопыляющихся культур с некоторыми изменениями. Посев питомника гибридизации, а также гибридов второго поколения (F_2) проводили ручной сажалкой РС-2, конструкции СибНИИСХ. Селекционный питомник первого года (СП-1) сеяли вручную в борозды, а гибридные популяции, селекционный питомник второго года (СП-2), контрольный питомник (КП) и конкурсное сортоиспытание (КСИ) тракторной сеялкой ССФК-7. Посев селекционных питомников проводили в оптимальные сроки (10–20 мая) с нормой высева по питомникам, принятой в данной зоне (см. табл. 1).

Табл. 1. Особенности закладки опытов и оценки образцов в питомниках селекционного процесса
Table 1. Characteristics of experiment parameters and assessment of sample qualities in the breeding nurseries

Питомник	Размер делянок	Норма высева	Учеты, наблюдения	Признаки, по которым ведется оценка	Годы испытания сортов
Гибридизация Гибридный питомник	40–100 зерен 3 м ²	100 зерен/м ² 6 млн зерен/га	Сортовая типичность Отбор элитных растений	Завязываемость гибридных зерен Масса зерна колоса, отсутствие поражения зерна, стекловидность зерна	2004 2005–2006
Селекционный питомник 1-го года	0,5– 1 пог. м	Потомство одного колоса	Устойчивость к полеганию	Урожайность, стекловидность зерна, устойчивость к полеганию	2007
Селекционный питомник 2-го года	1–3 м ²	6 млн зерен/га	Устойчивость к полеганию, поражение грибными заболеваниями, засухоустойчивость, отсутствие расщепления	Урожайность, стекловидность, выполненность зерна, устойчивость к полеганию	2008
Контрольный питомник	10 м ² , 1–4 повторения	6 млн всхожих зерен/га	Устойчивость к полеганию, поражение грибными заболеваниями, засухоустойчивость, отсутствие расщепления, оценка мукомольных качеств зерна	Урожайность, устойчивость к полеганию, поражение заболеваниями, высокое содержание клейковины	2009
Конкурсное сортоиспытание	25 м ² , 4 повторения	6 млн всхожих зерен/га	Устойчивость к полеганию, поражение грибными заболеваниями, засухоустойчивость, отсутствие расщепления, оценка мукомольных качеств зерна	Урожайность, устойчивость к полеганию, поражение заболеваниями, высокое содержание клейковины, высокие хлебопекарные качества	2010–2012

²Мережко А.Ф., Удачин Р.А., Зуев Е.В., Филатенко А.А., Сербин А.А., Ляпунова О.А., Косов В.Ю., Куркиев У.К., Охотникова Т.В., Наврузбеков Н.А., Богуславский Р.Л., Абдулаева А.К., Чикида Н.Н., Митрофанова О.П., Потоккина С.А. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале. Методические указания. СПб.: ВИР. 1999. 82 с.

³Гужов Ю.Л., Фукс А., Валичек П. Селекция и семеноводство культивируемых растений: Учебник под ред. Ю.Л. Гужова. М.: Изд-во РУДН, 1999. 536 с.

В связи с тем, что лаборатория занимается селекцией среднепоздних сортов, на ранних этапах селекционного процесса линию Сибирская 201 сравнивали с сортом-стандартом Сибирская 12 (среднепоздняя), когда линию перевели в питомник конкурсного сортоиспытания (КСИ), в качестве стандарта был введен сорт Новосибирская 31 средней группы спелости.

В период кущения все селекционные посевы обрабатывали смесью гербицидов Диален Супер (0,7 л/га) + Магнум (10 г/га) + Пума Супер 100 (1,0 л/га), или Элант премиум к.э. (800 г/га) + Пума супер 100 к.э. (1,0 л/га).

Уборку растений в СП-1 проводили в фазу полного созревания вручную, тракторные посевы (СП-2, КП, КСИ) – комбайном Сампо-130.

Для взвешивания зерна использовали весы ВЛКТ-500, ВК 600 и торговые весы. Данные обрабатывали статистическими методами [9]. Конкурсное сортоиспытание проводили по методике Государственного сортоиспытания (ГСИ)⁴.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основные этапы создания сорта яровой мягкой пшеницы Сибирская 21:

2004 г. – получение гибридных семян F_1 в результате скрещивания потомства элитного растения, отобранного из гибридной популяции F_3 (Новосибирская 67 × Удача) и сорта Сибирская 17.

2004–2006 гг. – размножение гибридной популяции в камере искусственного климата и в полевых условиях.

2006 г. – отбор в гибридном питомнике 70 элитных колосьев из гибридной популяции F_4 (Новосибирская 67 × Удача) × Сибирская 17, отличавшихся наиболее продуктивным колосом.

2007 г. – после тщательного анализа семенного материала оценка 7 отобранных рекомбинантов F_5 в первом селекционном пи-

томнике (СП-1). По результатам визуальной оценки состояния растений убраны 3 делянки, урожайность которых составила: 660,0; 440,0 и 620,0 г/м², при урожайности стандарта (Сибирская 12) – 396,0 г/м². Для дальнейшей оценки были взяты рекомбинанты с урожайностью 660,0 и 620,0 г/м².

2008 г. – в селекционном питомнике второго года (СП-2) дана оценка двум рекомбинантам, урожайность которых составила 2,83 и 3,86 т/га при урожайности у сорта стандарта Сибирская 12 – 3,65 (варьирование 2,59–4,89) (НСР_{0,5} = 0,20 т/га). Для дальнейшего изучения оставлен один рекомбинант, достоверно превысивший стандарт по урожайности.

2009 г. – испытание лучшей по комплексу признаков линии в контрольном питомнике (КП), где также выделилась по урожайности по сравнению со стандартом Сибирская 12. Урожайность у испытуемой линии составила 4,34, тогда как у стандарта – 2,36 т/га (НСР₀₅ = 0,45 т/га).

2010–2012 гг. – линия получила селекционное название Сибирская 201 и была включена в конкурсное сортоиспытание.

В 2014 г. – сорт передан на Государственное сортоиспытание под названием Сибирская 21, где проходил изучение в течение 2 лет.

2016 г. – сорт Сибирская 21 включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

По результатам конкурсного испытания (2010–2012 гг.) линия Сибирская 201 достоверно превысила стандарт по урожайности на 0,57 т/га (НСР = 0,38 т/га) (см. табл. 2). Вегетационный период (82 дня) и хлебопекарные качества на уровне стандарта. Устойчивость к полеганию 4 балла, что ниже стандарта на 1 балл. При этом сорт Сибирская 201 выделяется по массе зерна колоса (0,8 г) по сравнению со стандартом Новосибирская 31 (0,7 г) и массе 1000 зерен (33,2 г), у стандарта – 31,3 г (см. табл. 2).

⁴Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. / Ред. В.И. Головачев, Е.В. Кириловская. М.: Калининская обл. типография управления издательств, полиграфии и книжной торговли Калининского облисполкома. 1989. Вып. 2. 195 с.

Табл. 2. Показатели элементов структуры урожая и хлебопекарного качества нового сорта Сибирская 21 по сравнению с сортом Новосибирская 31 в конкурсном сортоиспытании

Table 2. Parameters of the yield structure elements and bread-baking quality of the new cultivar Sibirskaia 21 compared to the cultivar Novosibirskaya 31 in competitive variety testing

Показатель	Сибирская 21 (синоним Сибирская 201)				Новосибирская 31			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Сред- нее	2010 г.	2011 г.	2012 г.	Сред- нее
Урожайность, т/га	3,62	4,23	1,97	3,27	3,25	3,47	1,38	2,70
НСР ₀₅	0,35	0,60	0,20	0,38	0,35	0,60	0,20	0,38
Масса 1000 зерен, г	33,8	37,0	28,9	33,2	32,3	35,5	26,2	31,3
Масса зерна колоса, г	0,8	1,2	0,5	0,83	0,7	1,1	0,3	0,7
Число зерен в колосе, шт.	22,6	22,6	14,0	19,7	22,2	22,5	12,0	18,9
Продуктивная кустистость, шт. / растение	1,3	1,2	1,0	1,2	1,2	1,2	1,1	1,2
Вегетационный период, дни	92	82	72	82	93	81	71	82
Высота растения, см	103	98	99	100	96	97	86	93
Устойчивость к полеганию, балл	3	3	5	4	4	5	5	5
Содержание сырой клейковины, %		27,6	35,8	31,7		—	35,8	
Содержание белка, %		13,16	17,99	15,6			18,14	
Натура зерна, г/л		802	758	780			724	
Стекловидность, %		51	64	58			66	
Объемный выход хлеба, мл		500	640	570			700	
Общая оценка качества, балл		3,7	4,2	4,0			3,8	

По результатам оценки поражения основными заболеваниями мягкой яровой пшеницы на инфекционном фоне и при искусственном заражении сорт можно охарактеризовать как генетически устойчивый к пыльной головне и мучнистой росе пшеницы (см. табл. 3). Сорт высоко восприимчив к стеблевой и бурой ржавчине, поражение на уровне сортов индикаторов.

По данным ГСИ по Новосибирской области, сорт Сибирская 21 формировал урожайность (20,2 ц/га) на уровне стандарта Новосибирская 31 (20,4 ц/га) за вегетационный период на 4 дня больший, чем у стандарта (82 и 78 дней) на Маслянинском госсортоучастке (Зона подтайги предгорий) (см. табл. 4). В северной лесостепи низменности на Венгеровском госсортоучастке сорт Сибирская 21 формировал максимальную урожайность (21,7 ц/га), что на 2,3 ц/га больше, чем у стандарта Новосибирская 31 (19,4 ц/га), с разницей по вегетационному периоду в один день (79 – Сибирская 21 и 78 дней – Новосибирская 31). На Новосибирском госсортоучастке (Северная лесостепь предгорий) сорт Сибирская 21 формировал наибольшую

Табл. 3. Оценка поражения основными грибными заболеваниями сортов мягкой яровой пшеницы (2011 г.), %

Table 3. Lesion assessment of the spring common wheat cultivars with the main fungal diseases (2011), %

Заболевание	Сибирская 21	Новосибирская 31
Бурой ржавчиной	80	45
Стеблевой ржавчиной	90	80
Пыльной головней	0	2,4
Мучнистой росой	1–10	25–40

урожайность (36,4 ц/га) за 76 дней, тогда как сорт стандарт Новосибирская 31 за те же 76 дней – 28,1 ц/га. В зоне южной лесостепи низменности на Барабинском и Доволенском сортоучастках сорт Сибирская 21 (26,3 и 30,9 ц/га) был урожайнее стандарта Новосибирская 31 (21,2 и 24,0 ц/га) на 5,1 ц/га и 6,9 ц/га соответственно, вегетационный период различался на 2 и 1 день соответственно. В зоне южной степи низменности на Чистоозерном и Карасукском госсортоучастках, стандартом среднеранней группы спелости является Омская 36. На Чистоозерном госсортоучастке сорт Сибирская 21 (24,4 ц/га)

формировал урожайность ниже стандарта Омская 36 (24,7 ц/га) на 0,3 ц/га, при этом продолжительность вегетационного периода была одинаковой – 84 дня. На Карасукском госсортоучастке урожайность по сорту Сибирская 21 (19,1 ц/га) была ниже, чем у стандарта Омская 36 (21,2 ц/га), на 2,1 ц/га, с разницей в продолжительности вегетационного периода в 1 день (Сибирская 21 – 75 дней, Омская 36 – 76 дней).

Можно отметить, что новый сорт Сибирская 21 формировал высокую урожайность в зонах северной лесостепи низменности, северной лесостепи предгорий и южной лесостепи низменности. Наименьший вегетационный период (74 дня) в сочетании с максимальной урожайностью наблюдали на Доволенском сортоучастке (Южная лесостепь низменности). По массе 1000 зерен новый сорт Сибирская 21 превысил стандарт Новосибирская 31 в зонах Подтайга предгорий, Северная лесостепь низменности, Северная

лесостепь предгорий и Южная лесостепь низменности, при этом по зоне южной лесостепи низменности (Чистоозерный и Карасукский госсортоучастки) сформировал массу 1000 зерен ниже стандарта Омская 36. Полегание по сортоучасткам варьировало от среднего (3,6 балла на Маслянинском госсортоучастке) до неполегающего (5,0 балла на Венгеровском, Барабинском, Чистоозерном и Карасукском госсортоучастках).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной селекционной работы по созданию сорта пшеницы, адаптированного к региону, с высокой продуктивностью и генетической устойчивостью к пыльной головне и мучнистой росе был получен среднеранний сорт Сибирская 21. Новый сорт включен в Государственный реестр по Западно-Сибирскому региону. Сорт рекомендован с 2016 г. для возделывания в различных зонах Алтайского края, Ново-

Табл. 4. Результаты испытаний сорта Сибирская 21 на госсортоучастках Новосибирской области*
Table 4. Testing results of cultivar Sibirskaya 21 on the state variety testing sites of Novosibirsk region*

Сорт	Вегетационный период, дни	Урожайность, ц/га		Масса 1000 зерен, г	Устойчивость к полеганию, балл	Пыльная головня, %
		2016	2014–2016			
Маслянинский госсортоучасток, зона – Подтайга предгорий						
Новосибирская 31	78	20,4	29,5	31,5	4,1	0,0–0,4
Сибирская 21	82	20,2	31,4	33,6	3,6	0,0
Венгеровский госсортоучасток, зона – Северная лесостепь низменности						
Новосибирская 31	78	19,4	21,0	32,8	5,0	0,0
Сибирская 21	79	21,7	24,9	34,4	5,0	0,0
Новосибирский госсортоучасток, зона – Северная лесостепь предгорий						
Новосибирская 31	76	28,1	38,2	35,3	5,0	0,0–0,4
Сибирская 21	76	36,4	43,5	36,8	3,7	0,0–1,8
Барабинский госсортоучасток, зона – Южная лесостепь низменности						
Новосибирская 31	79	21,2	17,5	31,1	5,0	0,0
Сибирская 21	81	26,3	20,4	31,6	5,0	0,0
Доволенский госсортоучасток, зона – Южная лесостепь низменности						
Новосибирская 31	73	24,0	21,5	37,1	5,0	0,0
Сибирская 21	74	30,9	26,1	44,4	4,7	0,0
Чистоозерный госсортоучасток, зона – Южная степь низменности						
Омская 36	84	24,7	21,4	40,4	5,0	0,0
Сибирская 21	84	24,4	22,2	34,5	5,0	0,0
Карасукский госсортоучасток, зона – Южная степь низменности						
Омская 36	76	21,2	17,5	38,0	5,0	0,0
Сибирская 21	75	19,1	15,1	35,9	5,0	0,0

* Данные приведены по «И.Н. Егорова, А.О. Бардунов Сортовое районирование сельскохозяйственных культур в Новосибирской области на 2017 год / Мин-во с.-х. РФ, ФГБУ «Гос. комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений», филиал ФГБУ «Гос. комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений» по Новосибирской области (филиал ФГБУ «Госсорткомиссия» по Новосибирской области). Новосибирск: Изд-во «Ареал» 2017. 168 с.»

сибирской области и с 2018 г. в Омской области. Патент на селекционное достижение № 8565. Разновидность – *Lutescens*. Вегетационный период 72–82 дня, высота растения 95–105 см. Средняя урожайность по пару за годы конкурсного сортоиспытания 3,27 т/га, что на 0,57 т/га больше, чем у сорта Новосибирская 31. Максимальная урожайность (60,0 ц/га) получена в 2015 г. в Новосибирской области на госсортоучастке. Сорт отличается высокой засухоустойчивостью. Хлебопекарные качества зерна средние. Масса 1000 зерен 29,0–37,0 г. Натура зерна 750–800 г/л. Содержание сырой клейковины 28,0–36,0%. Объемный выход хлеба 500–640 см³/100 г. Общая хлебопекарная оценка 3,7–4,2 балла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бороевич С. Принципы и методы селекции растений: монография. М.: Колос, 1984. 344 с.
2. Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П., Дубинина О.А., Лещенко М.А., Попов А.С., Васюшкина Н.Е. Лазурит – новый высокопродуктивный сорт озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2015. № 6. С. 54–57.
3. Алабушев А.В. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 2 (6). С. 47–51.
4. Гуляев Г.В., Дубинин А.П. Селекция и семеноводство полевых культур с основами генетики: монография. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1980. 375 с.
5. Гладышева О.В., Барковская Т.А. Оценка селекционного материала пшеницы яровой на продуктивность при различных стрессовых условиях внешней среды // Аграрная наука. 2017. № 11–12. С. 18–19.
6. Тимошенкова Т.А., Крючков А.Г. Роль современных сортов в повышении продуктивности яровой пшеницы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2004. № 2 (2). С. 79–82.
7. Якушев В.П., Михайленко И.М., Драгавцев В.А. Агротехнологические и селекционные резервы повышения урожаев зерновых культур в России // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 5. С. 550–560. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.5.550
8. Воронина Л.В., Гриценко А.Г. Климат и экология Новосибирской области: монография. Новосибирск: СГТА, 2011. 228 с.
9. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика: монография. Минск: Вышэйшая школа, 1967. 328 с.

REFERENCES

1. Boroevich S. *Printsipy i metody selektsii rastenii* [Principles and methods of plant breeding] M.: Kolos, 1984. 344 p. (In Russian).
2. Samofalova N.E., Ilichkina N.P., Dubinina O.A., Leshchenko M.A., Popov A.S., Vasyushkina N.E. Lazurit – novyi vysokoproduktivnyi sort ozimoi tverdoi pshenitsy [Lazurite is a new highly productive variety of winter durum wheat]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain Economy of Russia], 2015, no. 6, pp. 54–57. (In Russian).
3. Alabushev A.V. Adaptivnyi potentsial sortov zernovykh kul'tur [Adaptive potential of varieties of grain crops]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Legumes and groats] 2013, no. 2 (6), pp. 47–51. (In Russian).
4. Gulyaev G.V., Dubinin A.P. *Selektsiya i semenovodstvo polevykh kul'tur s osnovami genetiki* [Breeding and seed production of field crops with the basics of genetics]. M.: Kolos, 1980. 375 p. (In Russian).
5. Gladysheva O.V., Barkovskaya T.A. Otsenka selektsionnogo materiala pshenitsy yarovoi na produktivnost' pri razlichnykh stressovykh usloviyakh vneshnei sredy [Evaluation of breeding material of spring wheat on productivity under various stressful conditions of extremal environment] *Agrarnaya nauka*. [Agrarian Science], 2017, no. 11, 12, pp. 18–19. (In Russian).
6. Timoshenkova T.A., Kryuchkov A.G. Rol' sovremennykh sortov v povyshenii produktivnosti yarovoi pshenitsy. [The role of modern varieties in increasing the productivity of spring wheat]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia of Orenburg State Agrarian University], 2004, no. 2(2), pp. 79–82. (In Russian).
7. Yakushev V.P., Mikhaylenko I.M., Drahavtsev V.A. Agrotekhnologicheskie i selektsionnye rezervy povysheniya urozhayev zernovykh kul'tur v Rossii. [Reserves of agro-technologies and breeding work for increasing cereal yields in Russia] *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*

- [Agricultural Biology], 2015, vol. 50, no. 5, pp. 550–560. (In Russian). DOI: 10.15389/agrobiology.2015.5.550
8. Voronina L.V., Gritsenko A.G. *Klimat i ekologiya Novosibirskoi oblasti*. [The climate and ecology of Novosibirsk region]. Novosibirsk: SGGA, 2011, 228 p. (In Russian).
9. Rokitskii P.F. *Biologicheskaya statistika*. [The biological statistics] Minsk: Vysheishaya shkola, 1967, 328 p. (In Russian).

Информация об авторах

Тимофеев А.А., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиала Федерального исследовательского центра Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук

Бойко Н.И., младший научный сотрудник Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиала Федерального исследовательского центра Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук

✉ **Пискарев В.В.**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиала Федерального исследовательского центра Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р. п. Краснообск, ул. С 100, зд. 21, а/я 375, e-mail: sibniirs@bk.ru

Финансовая поддержка

Работа поддержана бюджетным проектом Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук № 0324-2018-0018

Author information

Timofeev A.A., Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

Boyko N.I., Junior Researcher; Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences

✉ **Piskarev V.V.**, Candidate of Science in Agriculture, Head of Laboratory; Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; **address:** PO Box 375, building 2, street C 100, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia; e-mail: sibniirs@bk.ru

Дата поступления статьи 19.10.2018

Received by the editors 19.10.2018

СОРТ ОБЛЕПИХИ УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ЯХОНТОВАЯ**Кузьмина А.А., Белых А.М., Креймер В.К.***Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия*

Для цитирования: Кузьмина А.А., Белых А.М., Креймер В.К. Сорт облепихи универсального назначения Яхонтовая // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 51–55. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-7

For citation: Kuzmina A.A., Belykh A.M., Kreymmer V.K. Sort oblepikhi universal'nogo naznacheniya – Yakhontovaya [Sea-buckthorn variety of universal purpose Yakhontovaya]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 6, pp. 51–55. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-7

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты селекционной работы (1996–2017 гг.) по созданию высокоадаптивного поливитаминного сорта облепихи Яхонтовая. Сортоиспытание проведено в типичных природно-климатических условиях лесостепи Приобья на среднемощных среднегумусных среднесуглинистых выщелоченных черноземах Новосибирской области. Сорт облепихи Яхонтовая получен от свободного опыления отборной формы из катунской популяции и передан на государственное сортоиспытание в 2004 г. Растение обладает высокой адаптивной способностью, зимостойкостью, стабильной урожайностью (> 8 т/га), устойчивостью к усыханию (вилт), плоды слабо повреждаются облепиховой мухой (*Rhagoletis batava obscuriosa* Kol.). Плоды позднего срока созревания с сухим отрывом от веток. Благодаря высокому содержанию сахаров, каротиноидов и хорошим технологическим свойствам плоды пригодны для переработки, заморозки и потребления в свежем виде. Содержание масла в мякоти плодов может достигать 4,2%, каротиноидов – 45,5 мг%, сахаров – 7,9%, витамина С – 222,7 мг%. Отличительный признак сорта – компактность кроны, обеспечивающий высокую плотность урожайности ($1,32 \text{ кг/м}^3$) и возможность применения уплотненных посадок в саду $1,5 (1,2) \times 4,0 (3,0)$ м. Высокий коэффициент продуктивности (36 г/10 см) позволяет рекомендовать сорт Яхонтовая для полумеханического сбора – выборочной срезки ветвей с плодами. По итогам оценки на отличимость, однородность и стабильность сорт был включен в 2013 г. в Государственный реестр селекционных

SEA-BUCKTHORN VARIETY OF UNIVERSAL PURPOSE YAKHONTOVAYA**Kuzmina A.A., Belykh A.M., Kreymmer V.K.***Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences*

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The paper presents the results of breeding work (1996-2017) on creation of the highly adaptive, polyvitaminic variety of sea-buckthorn Yakhontovaya. The variety testing was carried out in typical climatic conditions of the forest-steppe of Priobye of Novosibirsk region on medium-textured medium-humus medium-loamy leached chernozem. The sea-buckthorn variety Yakhontovaya was obtained as a result of free pollination from a selected form of the Katun population and was passed for the state variety testing in 2004. The plant is characterized by high adaptive capacity, winter hardiness, stable yield ($> 8 \text{ t/ha}$), and wilt-resistance. Berries are only slightly damaged by sea-buckthorn fly (*Rhagoletis batava obscuriosa* Kol.). They have a late term of ripening with dry separation from branches. Due to the high content of sugars, carotenoids and good technological properties, berries are suitable for processing, freezing and fresh consumption. The berry pulp may contain oils up to 4.2%, carotenoids - 45.5 mg%, sugars - 7.9%, vitamin C - 222.7 mg%. A distinctive feature of the variety is the compactness of the crown, which provides for the high density of the yield (1.32 kg/m^3) and the possibility of using compact space for planting in the garden of $1.5 (1.2) \times 4.0 (3.0)$ m. The high coefficient of productivity (36 g/10cm) makes it possible to recommend the Yakhontovaya variety for semi-mechanical harvesting – selective cutting of branches with berries. According to the assessment results of distinctiveness, homogeneity and stability, the variety was included in the State Register of Breeding Achievements in 2013. According to the

достижений, по итогам Государственного сортоиспытания допущен в 2017 г. к возделыванию по Западно-Сибирскому региону.

Ключевые слова: облепиха, сорт, биолого-хозяйственная характеристика, урожайность, габитус кроны, качество плодов

results of the state variety testing in 2017, the variety Yakhontovaya was acknowledged as suitable for cultivation in the West Siberian region.

Keywords: sea-buckthorn, variety, biological and economic characteristic, yield, crown habitus, fruit quality

ВВЕДЕНИЕ

Облепиха в сибирских садах ценится за высокую зимостойкость, ежегодную обильную урожайность и богатый набор биологически активных веществ в ягодах [1]. Наряду с высокой рентабельностью культуры в сибирских условиях затраты по закладке окупаются уже на второй год плодоношения [2]. Облепиха позволяет улучшить ряд экологических и экономических проблем в ряде регионов и расширить спектр различной продовольственной продукции [3]. Однако по ряду причин урожайность облепиховых насаждений резко падает на этапе их наиболее продуктивного периода в связи с низкой адаптивностью сортов в новых условиях. Гибель деревьев облепихи в саду связана в первую очередь с влиянием абиотических факторов [4], впоследствии усугубляется биотическими факторами¹. Высокая адаптивность растений в определенных почвенно-климатических условиях и качество плодов становятся наиболее актуальными при использовании механизированного сбора. При этом технические сорта облепихи должны отличаться компактностью куста², высоким содержанием каротиноидов, легким сухим отрывом плодов от ветви [5]. Одним из направлений эффективного возделывания облепихи является расширение сроков уборки за счет внедрения сортов позднего срока созревания, отличающихся

хорошим сохранением плодов на ветвях до зимних морозов [6].

Цель исследований – создание высокоадаптивного поливитаминного сорта облепихи с урожайностью более 8,0 т/га, плодами позднего срока созревания, высококароотиноидного, пригодного для современных технологий возделывания и переработки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Сортоиспытание проведено в типичных природно-климатических условиях лесостепи Приобья по общепринятой методике³. Опыты были заложены в 1996 г. (по схеме 4,0 × 2,0 м) и в 2005 г. (4,0 × 1,5 м) на опытных участках Новосибирской зональной опытной станции. Почвенный покров представлен среднemosными, среднегумусными, среднесуглинистыми выщелоченными черноземами. Контрольными сортами являлись Дружина (универсального назначения, среднераннего срока созревания), Зарница (технического назначения, позднего срока созревания). Статистический анализ данных проводили по Б.А. Доспехову⁴, расчеты выполняли с помощью программного пакета Microsoft Office 2010. Основные морфологические и биологические признаки сорта, представленные в виде помологического описания [7], оценивали по методике на однородность, отличимость и стабильность RTG/1017/2⁵ в ходе станционных исследований (2001–2011 гг.).

¹Елисеев И.П. Эколого-генетические аспекты создания адаптивных сортов облепихи для различных географических районов Европейской части СССР // Биология, селекция и агротехника плодовых и ягодных культур: Сб. науч. тр. / ГСХИ. Горький. 1987. С. 5–11.

²Канарский А.А., Хабаров С.Н., Пантелеева Е.И., Хохрякова Л.А. Пригодность сортов облепихи и жимолости к механизированной уборке урожая // Селекция и сорторазведение садовых культур: Сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. 2015. С. 91–93.

³Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общей ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. 608 с.

⁴Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

⁵Облепиха. Первоисточник TG/240/1 от 01.12.2000. URL: <http://gossort.com/22-metodiki-ispytaniy-na-oos.html>

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сорт облепихи Яхонтовая (2-80-6) совместной селекции Института цитологии и генетики (ИЦиГ) и Новосибирской зональной станции садоводства (НЗСС) был получен от свободного опыления отборной формы № 120 из катунской популяции (1980 г.), передан на Госсортоиспытание в 2004 г.

Результаты наблюдений за состоянием растений показали, что испытуемый сорт не уступал контрольным по зимостойкости, устойчивости к вредителям и болезням (см. табл. 1).

За 30 лет выращивания облепихи на селекционных полях ИЦиГ и НЗСС химические обработки против вредителей и болезней не проводили. После вступления в плодоношение междурядья в саду содержали в задернованном состоянии, возможно, данный фон не был благоприятен для развития вредителя *Rhagoletis batava obscuriosa* Kol. Это подтверждают наши исследования. Так, степень повреждения плодов облепиховой мухой в 2001–2012 гг. варьировала от 0,0% (Красный факел) до 7,2% (Каприз). Тем не менее после жаркого и сухого лета 2012 г. у большинства сортов сформировался рекордно низкий прирост ($11 \pm 4,6$ см), вследствие чего урожайность облепихи в 2013 г. не превышала 2,5 кг/куст. На этом фоне отмечены максимумы повреждений плодов облепиховой мухой, которые варьировали от 9,6% (Красный факел) до 80,3% (Каприз), у Яхонтовой степень повреждения составила 15,3%.

Табл. 1. Сравнительная характеристика сортов по адаптивным показателям

Table 1. Comparative characteristics of varieties by adaptive indicators

Показатель	Сорт		
	Дружина	Зарница	Яхонтовая
Зимостойкость	Высокая	Высокая	Высокая
Повреждение облепиховой мухой, %	1,5–3,7; 23,5 (2013 г.)	0,2–2,3; 10,4 (2013 г.)	1,0–1,3; 15,3 (2013 г.)
Поражаемость вином	Устойчив	Устойчив	Устойчив
Поражаемость галловым клещом	Не отмечено	Не отмечено	Не отмечено

Для прогнозирования урожая применяется показатель (коэффициент продуктивности – масса плодов на единицу длины ветви), который можно использовать также в качестве оценки сорта на перспективность к полумеханическому сбору плодов. По коэффициенту продуктивности сорт Яхонтовая не уступает контрольным, при этом коэффициент варьирования данного признака составлял у Яхонтовой 21,5%, у Зарницы 38,1% (см. табл. 2).

Продолжительность сохранности плодов на ветвях у сорта Яхонтовая (38 дней) уступает сорту Дружина (44 дней). Следует отметить, что в отличие от контроля, плоды которого претерпевают влияние положительных температур в жаркие дни, плоды сорта Яхонтовая испытывают в осенний период более резкие перепады температуры. Плоды сорта Яхонтовая на стадии перерез-

Табл. 2. Сравнительная характеристика сортов облепихи по продуктивности и качеству плодов (2001–2004 гг.)

Table 2. Comparative characteristics of the productivity and berry quality of sea-buckthorn varieties (2001–2004)

Показатель	Сорт		
	Дружина	Зарница	Яхонтовая
Продуктивность, кг/куст	5,6	11,5	8,1
Плотность урожая, кг/м ³	3,6	5,9	5,3
Коэффициент продуктивности, г/10 см	29–45	23–43	33–39
Масса 100 плодов, г	82	54	64
Характер отрыва плодов	Сухой	Сухой	Сухой
Длина плодоножки, мм	5,0	4,7	4,3
Усилие отрыва, г	122–133	132–153	145–160
Усилие раздавливания, г/мм ²	20–27	37–46	22–30
Срок сбора плодов	Средне-ранний	Поздний	Поздний
Вкус	Сладко-кислый	Кислый	Сладко-кислый
Сахар, %	4,5–7,4	4,0–5,3	4,7–7,9
Кислотность, %	1,7–2,1	1,7–2,9	1,9–2,7
Витамин С, мг/%	150,0–182,8	175,2–209,7	168,4–222,7
Каротиноиды, мг/%	22,8–28,3	35,2–37,0	39,9–45,5
Масло, %	3,3–6,8	3,0–5,1	2,4–4,2

вания способны сохранять целостность после заморозков.

Для любительского садоводства представляют интерес десертные сорта, которые наряду с хорошим вкусом имеют крупный размер плодов. По органолептическим оценкам плодов сорт Яхонтовая отнесен к универсальным, так как плоды имели сладко-кислый вкус ($4,3 \pm 0,50$ балла), привлекательный вид ($4,5 \pm 0,45$), по размеру плодов ($4,4 \pm 0,50$), уступали контрольному сорту Дружина ($4,6 \pm 0,47$ балла). Качество замороженной продукции зависело от способа и сроков сбора.

Выход сока является одной из важных технологических характеристик плодово-ягодного сырья. В настоящих исследованиях данный показатель составил у сорта Яхонтовая 65,0–70,4%, при этом существенных расхождений с контрольными сортами не отмечено: Дружина – 70,8%, Зарница – 65,9%. Соки из плодов сорта Яхонтовая отличались однородной структурой. После часового отстаивания верхний слой (мякоть) занимал 75% от объема, различия по цвету между верхним и нижним прозрачным слоем были слабо выражены. Вследствие этого продукты переработки с добавлением сахара имели однородную консистенцию – насыщенный темно-красный цвет. По результатам дегустаций продуктов переработки предлагалось в рецептуре продукта «облепиха, протертая с сахаром» (сахар/пюре – 1/1) из плодов Дружины и Яхонтовой снизить долю сахара для придания более гармоничного вкуса.

При определении экономической эффективности с учетом качества сырья по методике Г.М. Лоза⁶ в расчет брали показатели, которые не учитывают в закупочных ценах, но имеющие потребительское значение для различных видов переработки. Так, по сорту Яхонтовая было отмечено повышение рентабельности по сахарокислотному индексу на 13%, по содержанию каротиноидов на 39% [1].

По итогам оценки на однородность, отличимость и стабильность на Шушенском государственном сортоучастке сорт был включен в 2013 г. в Государственный реестр охраняемых селекционных достижений. По итогам государственного сортоиспытания на Новосибирском ГСУ сорт рекомендован для любительского садоводства⁷ и в 2017 г. сорт допущен к возделыванию по Западно-Сибирскому региону.

Авторы сорта Н.С. Щапов (30%), В.К. Креймер (10%), А.М. Белых (30%), А.А. Кузьмина (30%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сорт облепихи Яхонтовая обладает высокой адаптивной способностью, компактной прочной кроной, плодами позднего срока созревания с сухим отрывом от веток, долго сохраняющие целостность осенью после заморозков. Благодаря высокому содержанию сахаров, каротиноидов и хорошим технологическим свойствам плоды пригодны для переработки, заморозки и потребления в свежем виде. Сорт облепихи Яхонтовая рекомендован для использования в селекции на высокую каротиноидность плодов и компактность кроны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белых А.М., Наконечная О.А., Кузьмина А.А. Оценка состояния и резервы повышения эффективности производства продукции садоводства Новосибирской области: монография. Новосибирск. 2009. 120 с.
2. Мочалов В.В. Облепиха: монография. Новосибирск: РПО ВАСХНИЛ, 1973. 70 с.
3. Кошелев Ю.А., Агеева Л.Д. Облепиха: монография. Бийск, 2004. 320 с.
4. Хабаров С.Н. Инновационное развитие садоводства Сибири в условиях становления производства функциональных продуктов питания // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 2 (21). С. 3–6.
5. Хабаров С.Н., Канарский А.А. Механизированная уборка урожая облепихи как основа

⁶Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений/ Под ред. Г.М. Лозы. М., 1980. 112 с.

⁷Сортовое районирование сельскохозяйственных культур в Новосибирской области на 2017 год. Филиал ФГБУ по Новосибирской области. Новосибирск, 2017. 168 с.

- индустриального садоводства на юге Западной Сибири // *Достижения науки и техники АПК*. 2016. Т. 30. № 11. С. 63–65.
6. *Щапов Н.С.* Цитологические и генетические методы в селекции облепихи // *Облепиха в лесостепи Приобья*. Новосибирск, 1999. С. 29–49.
 7. *Кузьмина А.А.* Яхонтовая // *Помология*. 2014. Т. 5. С. 540.

REFERENCES

1. Belykh A.M., Nakonechnaya O.A., Kuzmina A.A. *Otsenka sostoyaniya i rezervy povysheniya effektivnosti proizvodstva produktsii sadovodstva Novosibirskoy oblasti* [Assessment of the condition and reserves of improving the production efficiency of the gardening products in Novosibirsk region]. Novosibirsk, 2009. 120 p. (In Russian).
2. Mochalov V.V. *Oblepikha* [Sea-buckthorn]. Novosibirsk, RPO VASHNIL, 1973. 70 p. (In Russian).
3. Koshelev, Yu.A., Ageeva, LD. *Oblepikha* [Sea-buckthorn]. Biysk. 2004. 320 p. (In Russian).

4. Khabarov S.N. Innovatsionnoye razvitiye sadovodstva Sibiri v usloviyakh stanovleniya proizvodstva funktsional'nykh produktov pitaniya [Innovative development of horticulture in Siberia in the conditions of formation of the functional food production]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv* [Technique and technology of food production], 2011, no. 2 (21), pp. 3–6. (In Russian).
5. Khabarov S.N., Kanarskii A.A. Mechanical harvesting of sea-buckthorn as the basis of commercial horticulture in the south of Western Siberia. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2016, vol. 30, no. 11. pp. 63–65. (In Russian).
6. Schapov N.S. Tsitologicheskiye i geneticheskiye metody v seleksii oblepikhi [Cytological and genetic methods in the selection of sea-buckthorn]. *Oblepikha v lesostepi Priob'ya* [Sea-buckthorn in the forest steppe Priobye], Novosibirsk, 1999, pp. 29–49. (In Russian).
7. Kuzmina A.A. Yakhontovaya [Yakhontovaya]. *Pomologiya* [Pomology], 2014, vol. 5, pp. 540. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Кузьмина А.А.**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиала Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук; **адрес для переписки:** ул. С-100, зд. 21, а/я 375, пос. Краснообск, Новосибирский р-н, Новосибирская обл., 630501, Российская Федерация; e-mail: kuzmina@bionet.nsc.ru

Белых А.М., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиала Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук; e-mail: belyh@bionet.nsc.ru

Креймер В.К., инженер-исследователь Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиала Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук; e-mail: v.kreymmer@mail.ru

Финансовая поддержка

Работа выполнена при поддержке бюджетного проекта Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук № 0324-2018-0018.

AUTHOR INFORMATION

✉ **Kuzmina A.A.**, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher; Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; **address:** PO Box 375, building 2, street C 100, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia; e-mail: kuzmina@bionet.nsc.ru

Belykh A.M., Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher; Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; e-mail: belyh@bionet.nsc.ru

Kreymmer V.K., Research Engineer; Siberian Research Institute of Plant Industry and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; e-mail: v.kreymmer@mail.ru

*Дата поступления статьи 12.09.2018
Received by the editors 12.09.2018*



DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-8

УДК 631:633.26

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФЕСТУЛОЛИУМА В КОРМОПРОИЗВОДСТВЕ СИБИРИ

Кашеваров Н.И., Садохина Т.А.

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

Для цитирования: Кашеваров Н.И., Садохина Т.А. Перспективы использования фестулолиума в кормопроизводстве Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 56–62. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-8

For citation: Kashevarov N.I., Sadokhina T.A. Perspektivy ispol'zovaniya festuloliuma v kormoproizvodstve Sibiri [Prospects for the use of Festulolium in fodder production of Siberia]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 6, pp. 56–62. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-8

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Обоснована актуальность введения в сельскохозяйственное производство Западной Сибири кормовой культуры – фестулолиума. Фестулолиум (*Festulolium* F. Aschers. Et Grae n.) – новая в отечественном кормопроизводстве кормовая культура, полученная во Всероссийском научно-исследовательском институте кормов им. В.Р. Вильямса с использованием гибридизации в системе родов *Festuca* – овсяницы и *Lolium* – райграса. Приведены внешние признаки новой культуры. На основе литературных данных проанализированы и выявлены основные морфотипы фестулолиума – райграса итальянского, райграса пастбищного, овсяницы тростниковой и овсяницы луговой. В настоящее время овсянице-райграсовый гибрид (фестулолиум) – ценная кормовая культура, которая при уборке на корм в ранние фазы вегетации отличается высоким содержанием в зеленой массе обменной энергии, протеина и жира. Хорошая облиственность этой культуры обуславливает высокую питательность корма. В 1 кг сухого вещества фестулолиума содержится 0,82 кормовых единиц, 12–18% сырого протеина, имеются все необходимые аминокислоты. Водорастворимые углеводы представлены преимущественно фруктозами. Отмечена высокая эффективность культурных пастбищ на

PROSPECTS FOR THE USE OF FESTULOLIUM IN FODDER PRODUCTION OF SIBERIA

Kashevarov N.I., Sadokhina T.A.

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

The urgency of introduction of a new fodder crop, Festulolium, into the agricultural production of Western Siberia is substantiated. Festulolium (*Festulolium* Aschers F. et Graebn.) is a new fodder crop in domestic feed production developed in the All Russian Williams Fodder Research Institute. It was obtained by hybridization with the genera *Festuca* – fescue, and *Lolium* – ryegrass. The external characteristics of the new crop are given. On the basis of the literature data, the main morphotypes of Festulolium are analyzed and identified. They are the morphotypes of Italian ryegrass, pasture ryegrass, reed fescue and meadow fescue. Fescue-ryegrass hybrid (Festulolium) is currently a valuable fodder crop, which, when harvested for feed in the early phases of vegetation, is characterized by a high content of exchange energy, protein and fat in the green mass. Good leafiness of this crop ensures high nutritional value of the feed. In 1 kg of dry matter, Festulolium contains 0.82 feed units, 12–18% crude protein, as well as all the necessary amino acids. Water-soluble carbohydrates are mainly fructose. High efficiency of cultivated pastures on the basis of Festulolium is noted. Festulolium in mixtures with red clover provides up to 7.2 t/ha

основе фестулолиума. В травосмеси с клевером луговым фестулолиум обеспечивает получение до 72 ц сухого вещества/га, сбор протеина – до 12,7 ц/га. Для получения раннего зеленого корма в системе пастбищного конвейера использование фестулолиума также эффективно. Фестулолиум хорошо силосуется, корма из данной культуры рекомендовано использовать в рационах всех групп животных. Энергетическая ценность правильно приготовленных кормов из фестулолиума составляет 10,1–10,7 МДж обменной энергии в 1 кг сухого вещества. Корма, приготовленные из фестулолиума, обладают высоким коэффициентом усвояемости и переваримости.

Ключевые слова: фестулолиум, райграс пастбищный, овсяница луговая, отавность, переваримость, усвояемость

Начиная с 80-х годов XX в. во Всероссийском научно-исследовательском институте кормов им. Вильямса (ВНИИ кормов им. Вильямса) была развернута обширная селекционная программа по получению межвидовых гибридов (*Festuca* и *Lolium*) с целью выведения новых растений с более ценными признаками [1, 2]. Фестулолиум (*Festulolium* F. Aschers. et Graebn.) – новая в отечественном кормопроизводстве кормовая культура, полученная во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса с использованием гибридизации в системе родов *Festuca* – овсяница и *Lolium* – райграса¹ [3, 4]. Райграс пастбищный (*Lolium perenne* L.) – распространенная в кормопроизводстве Северо-Запада России культура, однако она имеет ряд недостатков в сравнении с другими видами многолетних злаковых трав – относительно низкая зимостойкость в северных регионах, короткое долголетие или использование, сильная полегаемость. Это сдерживает широкое распространение культуры, особенно на территориях с экстремальными почвенно-климатическими условиями, так как при температуре воздуха ниже –16–18 °С и небольшом снежном покрове растение не переносит зимовки². Овсяница луговая (*Festuca pratensis*

of dry matter and the collection of protein up to 1.27 t/ha. For early green feed in the pasture conveyor system, the use of *Festulolium* also proved to be effective. *Festulolium* is well ensilaged, the feed from this crop can be successfully used in diets of all animal groups. The energy value of properly prepared feed from *Festulolium* is 10.1 to 10.7 MJ of metabolizable energy in 1 kg of dry matter. Feed prepared from *Festulolium* has a high coefficient of digestibility.

Keywords: *Festulolium*, pasture ryegrass, meadow fescue, availability, digestibility, plant recovery ability

Huds.) отличается долголетием и выносливостью к многократному скашиванию, хорошей зимостойкостью, но у нее невысокая урожайность. Поэтому одним из важных положительных свойств фестулолиума является его повышенная зимостойкость, которую он наследовал от овсяницы луговой [5].

Искусственно созданный межродовой гибрид фестулолиум – улучшенная кормовая культура, обладающая высокой энергетической и протеиновой питательностью, ее можно использовать на зеленый корм при создании культурных сенокосов и пастбищ. Преимущества этой новой культуры перед другими многолетними злаковыми травами очевидны: хорошая отавность, повышенное содержание сахаров, высокая зимостойкость [6].

В зависимости от подбора родительских форм и их морфотипов, гибриды наследуют определенное сочетание признаков [4]. У фестулолиума выявлены следующие морфотипы: райграса итальянского, райграса пастбищного, овсяницы тростниковой и овсяницы луговой.

Фестулолиум морфотипа райграса многоукосного (итальянского) характеризуется быстрыми темпами роста в первый год жизни и в период формирования травостоя

¹Кондратов В.В. Химический состав, питательная ценность и урожайность зеленой массы фестулолиума // Инновационные технологии производства зерновых, зернобобовых, технических и кормовых культур: Юбилейный сб. науч. тр. / Под общ. ред. В.А. Федотова. 2016. С. 197–204.

²Образцов В.Н., Щедрина Д.И., Дмитриева О.В. Семенная продуктивность фестулолиума в разные годы жизни // Интродукция нетрадиционных и редких растений: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. Мичуринск-наукоград РФ: ФГОУ ВПО МичГАУ, 2008. Т. 2. С. 263–266.

в последующие годы использования, высоким качеством корма и относительной выносливостью к неблагоприятным погодным условиям. При пастбищном использовании в растениях этого морфотипа содержится 22–24% сырого протеина в сухом веществе, при сенокосном – 20–21%.

Фестулолиум морфотипа райграса пастбищного (английского) характеризуется высоким качеством корма, продуктивным долголетием в течение 3–5 лет и зимостойкостью на уровне 4,5 балла.

Фестулолиум морфотипов овсяницы луговой и тростниковой сочетают устойчивость к низким температурам, засухе и высокому уровню грунтовых вод с высокими показателями качества корма. Эти гибриды фестулолиума практически являются овсяницей луговой или тростниковой с более мягкими листьями, содержанием сырого протеина 16–18% и общей обменной энергией выше 10 МДж/кг сухого вещества.

Для фестулолиума райграсового типа характерно быстрое укоренение, одинаковое или лучшее чем у райграса итальянского качество корма, более высокая, чем у райграса пастбищного, урожайность. Фестулолиум райграсового типа может быть использован как замена райграса в травосмесях, так как обладает дополнительными положительными свойствами: более высокой урожайностью, стрессоустойчивостью и продуктивным долголетием.

Для фестулолиума овсяничного типа характерно глубокое проникновение корневой системы, как у ежи сборной и овсяницы, и высокая засухоустойчивость, раннее отрастание весной, более высокая, чем у овсяницы тростниковой, кормовая ценность. Фестулолиум овсяничного типа подходит для засушливых зон и регионов с экстремальными условиями, он может быть использован как замена овсяницы тростниковой и овся-

ницы луговой для улучшения качества корма или в качестве дополнительного компонента травосмеси с райграсом пастбищным для повышения продуктивного долголетия травостоя.

Фестулолиум – многолетний рыхлокустовой злак озимого типа развития^{3,4}. Куст слегка раскидистый, рыхлый, число стеблей от 16 до 65 шт. в зависимости от сорта. В начале выметывания облиственность составляет до 75%, масса 100 генеративных побегов 48–56 г, высота растений 73–85 см, в фазе цветения – 148–155 см. Корневая система мочковатая, очень мощная, расположена в пахотном слое почвы, в основном на глубине до 10–12 см. Узел кушения залегает на глубине 3–5 см. Особенности расположения корневой системы в почве являются причиной образования ломкой и непрочной дернины, однако травостой и дернина быстро восстанавливаются после механических повреждений. Благодаря мощной корневой системе, культура способна использовать влагу из глубоких слоев почвы, что обеспечивает ее высокую устойчивость к засухе, как типичного мезофита [7]. Листья фестулолиума линейные, с коротким тупым языч-



Фестулолиум
Festulolium

³Образцов В.Н., Щедрин Д.И., Кондратов В.В. Семенная и кормовая продуктивность фестулолиума в зависимости от подкормок травостоев минеральными удобрениями // Актуальные вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рождения ученого-агрохимика, засл. деятеля науки России, засл. работника высшей школы России, засл. деятеля науки и техники Северной Осетии, доктора с.-х. наук, проф. Созыра Хасанбековича Дзанагова. 2017. С. 166–170.

⁴Возделывание и использование новой кормовой культуры – фестулолиума – на корм и семена: метод. пособ. / Н.И. Переprawo, В.М. Косолапов, В.Э. Рябова, В.Н. Золотарев и др. М.: Изд-во РГАУ МСХА, 2012. 28 с

ком, нежные, ярко-зеленые, с одной стороны блестящие, имеют высокую питательную ценность (см. рисунок).

Семена фестулолиума начинают прорастать при температуре почвы 5–6 °С. Оптимальная температура для прорастания семян 18–22 °С. Наиболее благоприятные условия формирования наивысшей продуктивности травостоя, цветения и опыления растений 22–26 °С, рост прекращается при понижении температуры воздуха до 5–7 °С [7]. Фестулолиум – растение длинного дня, может цвести при высокой температуре (27 °С), при этом не нуждается в темноте даже при умеренных и прохладных температурах (при посеве под покров хорошо переносит затенение покровной культурой). При благоприятной погоде цветение продолжается 7–8 дней.

Фестулолиум нормально развивается и дает высокую продуктивность на низинных местообитаниях с влажностью почвы 60–80% от полной влагоемкости. Наиболее высокая потребность в воде наблюдается в период от выхода в трубку до цветения. Семена фестулолиума хорошо прорастают на различных типах почв, но лучше – на плодородных, суглинистых и глинистых с проницаемой подпочвой. Наименее пригодны дерново-сильнопodzolistые и иллювиально-гумусовые песчаные почвы. Фестулолиум хорошо приспосабливается к реакции почвенной среды, может расти как на сильнонокислой почве с pH 4,5, так и на почвах с pH 6,5. Известкование кислых почв увеличивает урожайность и улучшает качество зеленой массы.

Как большинство многолетних злаковых трав фестулолиум очень отзывчив на азотные удобрения. Эффективными дозами азота в условиях Сибири являются 60–180 д.в. кг/га. Дозы фосфорных и калийных удобрений должны дифференцироваться в зависимости от их содержания в почве⁵.

По данным исследований, проведенных

во ВНИИ кормов им. Вильямса, фестулолиум сорта ВИК-90 за период вегетации формирует мощную вегетативную массу и быстро отрастает после скашивания. Урожайность за два укоса составляет 37–45 т/га высококачественного сена [2, 3]. Хорошая облиственность этой культуры обуславливает высокую питательность корма. По данным К.Н. Привалова и Р.Р. Каримова [8], в среднем за 12 лет содержание сырого протеина в зеленой массе фестулолиума составило 15,6–16,3%, сырой клетчатки 23,0–23,7%, сырого жира 5,1–5,3%. В зеленой массе содержится достаточное количество фосфора (2,4–2,9 г) и кальция (4,3–5,8 г) [9]. У фестулолиума в 2 раза выше, чем у других злаковых культур, показатели сахаропротеинового отношения (1,97–2,08)⁶ [10].

Овсянице-райграсовый гибрид – фестулолиум является в настоящее время ценной кормовой культурой, которая при уборке на корм в ранние фазы вегетации отличается высоким содержанием в зеленой массе обменной энергии, протеина, жира. В 1 кг сухого вещества фестулолиума содержится 0,82 кормовых единиц, 12–18% сырого протеина, имеются все необходимые аминокислоты. Водорастворимые углеводы представлены преимущественно фруктозами. Энергетическая ценность правильно приготовленных кормов из фестулолиума составляет 10,1–10,7 МДж обменной энергии в 1 кг сухого вещества.

Фестулолиум хорошо силосуется, корма из данной культуры могут успешно использоваться в рационах всех групп животных. Один из наиболее важных критериев в питании КРС – переваримость клеточных стенок (DNDF – переваримость нейтральной детергентной клетчатки), у фестулолиума морфотипа овсяницы тростниковой находится на уровне райграса пастбищного и на 5% выше, чем у овсяницы тростниковой. Исследования показали, что при увеличении

⁵Косолапов В.М., Золотарев В.Н., Переправко Н.И. Возделывание и использование новой кормовой культуры – фестулолиума – на корм и семена: методическое пособие. М.: РГАУ МСХА, 2012. 28 с.

⁶Лукиных Г.Л., Луганская С.Н. Морфобиологическая характеристика многолетних злаковых трав, используемых для создания газонов в условиях Среднего Урала: Метод. пособ. для студентов очной и заочной форм обучения по специальности «250203». Екатеринбург, 2010. 28 с.

DNDF – переваримости на каждый процент, поедаемость корма возрастает, а молочная продуктивность коровы повышается на 0,25 л в день.

Посев многолетних трав в составе травосмесей является эффективным способом повышения их урожайности, позволяет улучшить качество заготовленных кормов. Для создания высокопродуктивных бобово-злаковых агроценозов необходимо правильно подбирать наиболее адаптивные виды и сорта трав. В исследованиях Т.В. Степановой и Н.А. Посмитной [10] отмечена высокая эффективность культурных пастбищ на основе фестулолиума сорта ВИК-90. Фестулолиум в травосмеси с клевером луговым обеспечивает получение до 72 ц сухого вещества /га, сбор протеина – до 12,7 ц/га. Для получения раннего зеленого корма в системе пастбищного конвейера использование фестулолиума также эффективно.

По данным С.Т. Эседуллаева [9], в условиях Верхневолжья в смешанных посевах максимальные показатели продуктивности обеспечивали посевы фестулолиума в смеси с клевером и люцерной. Клеверо-фестулолиумные смеси сформировали 68,1 т зеленой массы/га, 9,54 т сухой массы/га, 8630 к. ед./га и 898 кг переваримого протеина/га, что на 14–17% больше, чем у клевера с тимофеевкой. Люцерно-фестулолиумные смеси обеспечивали получение 60,3 т зеленой/га, 10,3 т сухой массы/га, 8770 к. ед./га и 1050 кг переваримого протеина/га⁷.

Исследования Н.Ю. Коноваловой, И.В. Серебровой, Т.Н. Соболевой [11] в Вологодской области позволили установить высокую эффективность возделывания фестулолиума в составе травосмесей с клевером двукосным, лядвенцем рогатым, люцерной изменчивой. Травосмеси обеспечивают повышение продуктивности на 30–40% в сравнении с одновидовым посевом фестулолиума и позволяют получить высокопитательное растительное сырье с концентрацией в 1 кг сухого вещества ОЭ до 10 МДж и

содержанием протеина до 18% при уборке 1-го укоса в начале выметывания фестулолиума и бутонизации бобовых трав.

Корма, приготовленные из фестулолиума, обладают высоким коэффициентом усвояемости и переваримости. Так, в исследованиях Д.И. Щедриной, В.Н. Образцова, О.В. Дмитриевой, В.В. Кондратова содержание сырого протеина в силосе из фестулолиума составило 18,2% [12]. При скормливании такого силоса суточные удои коров возросли до 29 л с содержанием жира в молоке 3,8%, сухого вещества 12,5%, белка 3,4% [13].

Овсянице-райграсовый гибрид фестулолиум является в настоящее время ценной кормовой культурой, которая при уборке на корм в ранние фазы вегетации отличается высоким содержанием в зеленой массе обменной энергии, протеина, жира. В 1 кг сухого вещества фестулолиума содержится 0,82 к. ед., 12–18% сырого протеина, имеются все необходимые аминокислоты. Водорастворимые углеводы представлены преимущественно фруктозами. Энергетическая ценность правильно приготовленных кормов из фестулолиума составляет 10,1–10,7 МДж обменной энергии в 1 кг сухого вещества.

В настоящее время технология возделывания фестулолиума в условиях Западной Сибири не изучена, поэтому назрела необходимость научной разработки приемов возделывания, направленных на полную реализацию биологического потенциала и получение устойчивых урожаев этой культуры в данном регионе. Для решения таких проблем в 2016 г. заложен ряд опытов для всестороннего изучения фестулолиума в условиях Западной Сибири. В работе на первом этапе предполагается получить данные о зимостойкости различных морфотипов фестулолиума, определить группы сорняков, болезней и вредителей данной культуры, изучить основные элементы технологии выращивания новой для нашей зоны культуры. На втором этапе будут использованы

⁷Коновалова Н.Ю., Коновалова С.С. Возделывание фестулолиума в составе бобово-злаковых травосмесей в условиях европейского Севера России // Современные посевы полевых культур в севообороте агроландшафта: Междунар. науч.-эколог. конф. 2016. С. 305–309.

различные методы для оценки кормовой и питательной ценности фестулолиума, изучены возможности возделывания его в смешанных посевах. Рассмотрены перспективы использования фестулолиума для улучшения естественных сенокосов и пастбищ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобэйб Г. Гетерозис и производство гибридных семян кормовых трав // Гетерозис. М.: Агропромиздат, 1987. С. 164–180.
2. Вавилов Н.И. Происхождение и география культурных растений. Л.: Наука, 1987. 440 с.
3. Струнников В.А. Новая гипотеза гетерозиса, ее научное и практическое значение // Вестник сельскохозяйственной науки. 1983. № 3. С. 34–40.
4. Лукиных Г.Л. Отдаленная гибридизация в селекции многолетних злаковых трав // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2007. № 2. С. 86–94.
5. Косолапов В.М. Комплексная сравнительная оценка химического состава и продуктивного действия фестулолиума ВИК-90 // Адаптивное кормопроизводство. 2012. № 3. С. 26–28.
6. Косолапов В.М. Проблемы кормопроизводства и пути их решения на современном этапе // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 23–25.
7. Нагибин А.Е., Тормозин М.А., Зырянецов А.А. Травы в системе кормопроизводства Урала: монография. Екатеринбург / Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», 2018. 784 с.
8. Привалова К.Н., Каримов Р.Р. Фестулолиум (*Festulolium*) – новая кормовая культура в центральных областях лесной зоны // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их возделывания. 2016. № 12. С. 443–446.
9. Эседуллаев С.Т. Сравнительная продуктивность и питательная ценность одновидовых и смешанных посевов фестулолиума и традиционных многолетних трав на дерново-подзолистых почвах Верхневолжья // Кормопроизводство. 2018. № 4. С. 21–25.

10. Степанова Т.В., Посмитная Н.А. Оценка травостоев на основе фестулолиума и райграса пастбищного при сенокосном использовании в условиях Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, 2014. № 36. С. 25–27.
11. Коновалова Н.Ю., Сереброва И.В., Соболева Т.Н. Состояние и пути совершенствования кормопроизводства Вологодской области // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 8. С. 38–40.
12. Щедрина Д.И., Образцов В.Н., Дмитриева О.В., Кондратов В.В. Особенности роста и развития фестулолиума в разные годы жизни в условиях Центрального Черноземья // Аграрный вестник Урала. 2011. № 3. С. 15–17.
13. Косолапова В.Г., Осипян Б.А. Способы силосования фестулолиума и кукурузы // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014. № 5 (42). С. 22–27.

REFERENCES

1. Kobeib G. Geterosis i proizvodstvo gibridnykh semyan kormovykh trav [Heterosis and production of hybrid seeds of fodder grasses]. *Geterosis* [Heterosis]. Agropromizdat Publ., 1987, pp. 164–180. (In Russian).
2. Vavilov N.I. *Proiskhozhdenie i geografiya kul'turnykh rastenii* [Origin and geography of cultivated plants]. L.: Nauka Publ, 1987, 440 p. (In Russian).
3. Strunnikov V.A. Novaya gipoteza geterozisa, ee nauchnoe i prakticheskoe znachenie [New hypothesis of heterosis, its scientific and practical significance]. *Vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Herald of Agricultural Science], 1983, no. 3, pp. 34–40. (In Russian).
4. Lukinykh G.L. Otdalennaya gibridizatsiya v selektsii mnogoletnikh zlakovykh trav [Distant hybridization in the selection of perennial grasses]. *Vestnik KrasGAU* [The Bulletin of KrasGAU], 2007, no. 2, pp. 86–94. (In Russian).
5. Kosolapov V.M. Kompleksnaya sravnitel'naya otsenka khimicheskogo sostava i produktivnogo deistviya festuloliuma VIK-90 [A comprehensive comparative evaluation of the chemical composition and productive action of Festulolium VIK-90]. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo* [Adaptive Fodder Production], 2012, no. 3, pp. 26–28. (In Russian).

6. Kosolapov V.M. Problemy kormoproizvodstva i puti ikh resheniya na sovremennom etape [Problems of forage production and ways to solve them at the present stage]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2010, no. 11, pp. 23–25. (In Russian).
7. Nagibin A.E., Tormozin M.A., Zyryantsev A.A. *Travy v sisteme kormoproizvodstva Urala* [Herbs in the feed production system of the Urals]. Ekaterinburg, Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie «Ural'skii federal'nyi agrarnyi nauchno-issledovatel'skii tsentr Ural'skogo otdeleniya Rossiiskoi akademii nauk» [FGBNU Ural Federal Agricultural Research Center of UB RAS], 2018, 784 p. (In Russian).
8. Privalova K.N., Karimov R.R. Festulolium (*Festulolium*) – novaya kormovaya kul'tura v tsentral'nykh oblastyakh lesnoi zony [Festulolium (*Festulolium*) is a new forage crop in the central areas of the forest zone]. *Novye i netraditsionnye rasteniya i perspektivy ikh vozdekhivaniya* [New and non-traditional plants and prospects of their cultivation]. 2016, no. 12, pp. 443–446. (In Russian).
9. Esedullaev S.T. Sravnitel'naya produktivnost' i pitatel'naya tsennost' odnovidovykh i smeshannykh posevov festuloliuma i traditsionnykh mnogoletnikh trav na dernovo-podzolistykh pochvakh Verkhnevolzh'ya [Comparative productivity and nutritional value of single-species and mixed crops of Festulolium and traditional perennial grasses on sod-podzolic soils of the upper Volga region]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder Production], 2018, no. 4, pp. 21–25. (In Russian).
10. Stepanova T.V., Posmitnaya N.A. Otsenka travostoev na osnove festuloliuma i raigrasa pastbishchnogo pri senokosnom ispol'zovanii v usloviyakh Leningradskoi oblasti [Assessment of grass stands on the basis of Festulolium and grassland ryegrass for hay-mowing use in the Leningrad region]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia of Saint-Petersburg State Agrarian University], 2014, no. 36, pp. 25–27. (In Russian).
11. Konovalova N.Yu., Serebrova I.V., Soboleva T.N. Sostoyanie i puti sovershenstvovaniya kormoproizvodstva Vologodskoi oblasti [Condition and ways of improvement of forage production of the Vologda region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2013, no. 8, pp. 38–40. (In Russian).
12. Shchedrina D.I., Obratsov V.N., Dmitrieva O.V., Kondratov V.V. Osobennosti rosta i razvitiya festuloliuma v raznye gody zhizni v usloviyakh Tsentral'nogo Chernozem'ya [Features of growth and development of Festulolium in different years of life in The Central Black Earth region]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2011, no. 3, pp. 15–17. (In Russian).
13. Kosolapova V.G., Osipyan B.A. Sposoby silosovaniya festuloliuma i kukuruzy [Methods of silage of Festulolium and corn]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [An Agrarian Science of Euro-North-East], 2014, no. 5 (42), pp. 22–27. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Кашеваров Н.И.**, доктор сельскохозяйственных наук, академик Российской академии наук, директор Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: sibkorma@ngs.ru

Садохина Т.А., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук; e-mail: nik-179@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Kashevarov N.I.** Doctor of Science in Agriculture, Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: sibkorma@ngs.ru

Sadokhina T.A. Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences; e-mail: nik-179@yandex.ru

Дата поступления статьи 12.10.2018

Received by the editors 12.10.2018



DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-9

УДК 636.52/.58.087.8:612.34

ЭКЗОКРИННАЯ ФУНКЦИЯ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ КУР ПРИ ДОБАВЛЕНИИ В КОРМ ПОДКИСЛИТЕЛЯ

Вертипрахов В.Г., Грозина А.А.

Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук
Московская область, г. Сергиев Посад, Россия

Для цитирования: Вертипрахов В.Г., Грозина А.А. Экзокринная функция поджелудочной железы кур при добавлении в корм подкислителя // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 63–69. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-9

For citation: Vertiprakhov V.G., Grozina A.A. Ekzokrin-naya funktsiya podzheludochnoi zhelezy kur pri dobavlenii v korm podkislitelya [Exocrine pancreatic function in chickens when adding feed acidifier in their diet]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 6, pp. 63–69. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-9

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Для профилактики желудочно-кишечных заболеваний животных среди добавок известны подкислители кормов, которые препятствуют развитию патогенной микрофлоры в кишечнике. Установлено положительное влияние препаратов, содержащих органические кислоты, на продуктивность и использование корма у птиц. Имеются сведения о корреляции активности пищеварительных ферментов с микробиотой кишечника у мясных кур. Однако механизм положительного влияния органических кислот на пищеварительную систему остается до конца не изученным. Представлены результаты экспериментов на курах породы Хайсекс белый с хронической фистулой панкреатического протока при использовании в их рационе препарата, содержащего фурановую кислоту. Подкислитель не оказал существенного влияния на активность пищеварительных ферментов поджелудочной железы. Анализ динамики сокоотделения у кур после приема корма с использованием подкислителя показал, что подъем сокоотделения через 30 мин после приема корма в опытный период снизился более чем в 2 раза. Через 150 мин опыта сокоотделение поджелудочной железы уменьшилось на 27,3% по сравнению с контролем, что соответствует нейрохимической фазе регуляции секреции. Анализ динамики активности фермен-

EXOCRINE PANCREATIC FUNCTION IN CHICKENS AS A RESULT OF ADDING FEED ACIDIFIERS IN THEIR DIET

Vertiprakhov V.G., Grozina A.A.

Federal Scientific Center All-Russian Research and Technological Poultry Institute of the Russian Academy of Sciences

Sergiev Posad, Moscow Region, Russia

Feed acidifiers are used in animal diets for the prevention of proliferation of intestinal pathogenic microorganisms and resulting gastrointestinal digestive disorders. These additives, containing organic acids, have also been found to improve productivity and feed efficiency in poultry. There is information about correlation between digestive enzymes' activity and intestinal microbiota of meat-type chickens. However, the exact mechanism of the beneficial impact of organic acids on the digestion system still remains understudied. The paper presents the results of experiments conducted on Hisex White chicken with chronic fistulae of the main pancreatic duct, fed on a diet supplemented with an acidifier containing 2-furoic acid. No significant effect of this acidifier was found on the digestive pancreatic function. The dynamics analysis showed that the chickens' secretion rate of pancreatic juice after postprandial 30 minutes dropped by over two times in the testing period when using acidifiers in their diet. After 150 minutes this rate was lower by 27.3% compared to the control group, which corresponds the neurochemical phase of secretory regulation. Analysis of enzyme dynamics (amylase, lipase and protease) showed a slight increase in the

тов (амилазы, липазы и протеаз) после приема корма указывает на незначительное увеличение протеолитической активности по сравнению с контролем (1,2–12,4%) в сложнорефлекторную фазу, связанную с вкусовыми качествами корма. Конверсия корма в опытной группе бройлеров при использовании в рационах смеси подкислителя улучшилась на 1,51%. Результативное влияние на процессы пищеварения подкислителя обусловлено его положительным действием на желудочное пищеварение, а также терапевтическим воздействием на патогенную микрофлору кишечника у птицы.

Ключевые слова: секреторная функция, поджелудочная железа кур, подкислители кормов, пищеварительные ферменты

ВВЕДЕНИЕ

Для профилактики желудочно-кишечных заболеваний животных широко используют кормовые добавки, ограничивающие колонизацию кишечника патогенами, в том числе подкислители кормов. В настоящее время рядом зарубежных фирм для применения в животноводстве предложены подкислители разнообразного состава. Терапевтическое действие подкислителей, их способность угнетать патогенную микрофлору зависят от набора входящих в них компонентов и применяемой дозы¹. Имеются сведения о положительном влиянии подкислителей на продуктивность и использование кормов птицей [1, 2], а также о корреляции активности пищеварительных ферментов с микробиотой кишечника у мясных кур² [3].

Для изучения механизма повышения переваримости корма необходимо исследовать вопросы регуляции пищеварения, что возможно при использовании кур с хронической фистулой панкреатического протока, поскольку поджелудочная железа четко адаптируется к качеству принимаемого корма благодаря сложнорефлекторной и гуморальной регуляции.

Подкислители обладают определенными вкусовыми характеристиками, поэтому прежде всего они воздействуют на начало рефлекторной дуги – вкусовые рецепторы

activity of proteases in pancreatic juice (by 1.2–12.4%), compared to the control group, in the phase of complex-reflex regulation of pancreatic secretory activity related to the recognition of the taste qualities of the feed. Feed conversion ratio in the test group of broiler chickens increased by 1.52% when using acidifiers in the diet. The result of the study showed that the use of acidifiers has a beneficial effect on chickens' gastrointestinal digestion as well as an inhibitive action on intestinal pathogens.

Key words: secretory function, chicken pancreas, feed acidifiers, digestive enzymes.

ротовой полости птицы. Чувствительность к вкусовым ощущениям у кур положительно коррелирует с числом вкусовых сосочков, т.е. чем больше сосочков, тем лучше птица чувствует, например, кислый вкус [4, 5]. У бройлерных кур сосочков больше, чем у несушек, поэтому первые более чувствительны к вкусу [6, 7]. Из-за более низкого количества сосочков по сравнению с млекопитающими считалось, что птицы имеют низкую чувствительность к вкусу. Однако недавние исследования с использованием молекулярных маркеров для идентификации вкусовых сосочков показали, что у птиц довольно хорошо развита система восприятия вкусов и количество вкусовых сосочков в их ротовой полости по отношению к ее общему объему довольно высокое [8]. У кур чувствительность к разным типам вкусовых стимулов различна. Например, куры более толерантны к кислому вкусу, чем млекопитающие, однако очень чувствительны к горькому, несмотря на то, что у них меньше подтипов рецепторов данного вкуса, чем у млекопитающих [9]. В связи с этим можно утверждать, что, препарат, поступающий с кормом, обладающий определенным вкусом, оказывает влияние на одну из главных желез пищеварительной системы – поджелудочную железу.

Цель работы – изучить секреторную функцию поджелудочной железы кур при исполь-

¹Колесень В.П. Применение подкислителей кормов в кормлении кур-несушек и цыплят-бройлеров // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр., Гродно, 2017. Т. 37. С. 91–98.

²Егоров И.А., Ильина Л.А., Никонов И.Н. и др. Изучение зависимостей между структурой микробных сообществ кишечника и активностью пищеварительных ферментов организма птицы // Высокопроизводительное секвенирование в геномике: материалы II Всерос. конф. с международным участием. Сер. «Acta Naturae». Новосибирск, 2017. С. 32.

зовании в рационе препарата, содержащего фумаровую кислоту.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Экспериментальные исследования выполняли на трех курах Хайсекс белый в возрасте один год, оперированных по методу Ц.Ж. Батоева, С.Ц. Батоевой [10]. Сущность хирургической операции сводилась к «выкраиванию» из двенадцатиперстной кишки отрезка длиной 2,5–3,0 см и трансплантации в него главного панкреатического протока с вживлением двух Г-образных фистул и образованием внешнего анастомоза, позволяющего возвращать панкреатический сок в период вне опытов в двенадцатиперстную кишку. Куры находились в виварии при соблюдении необходимых зоотехнических условий кормления и содержания.

Физиологический опыт начинали утром в состоянии кур натошак после 14-часового голодания. Птиц помещали в специальный станок, в котором они находились в течение 3 ч. К фистуле из изолированного отрезка с помощью специального резинового переходника прикрепляли микропробирку для сбора панкреатического сока. В первые 30 мин собирали сок после голодания, затем птиц кормили комбикормом ПК-1 в количестве 30 г и продолжали собирать секрет через каждые 30 мин в течение 180 мин. Эксперимент выполняли методом периодов: первые 7–10 дней птица получала контрольный ра-

цион (ОР), затем в течение 7–10 дней изучали секреторную функцию поджелудочной железы при добавлении в корм препарата, содержащего фумаровую кислоту в количестве 1 кг/т корма. Опыт выполняли в двух повторностях: в каждой серии использовали по две фистулированные курицы.

Биохимические исследования выполняли следующими методами: определение амилазы – по Смит – Рою в модификации для определения высокой активности фермента [10], протеаз – по гидролизу казеина очищенного по Гаммерстену при калориметрическом контроле (длина волны 450 нм) [10], липазы – на полуавтоматическом биохимическом анализаторе (SINNOWA, Китай) BS-3000P с набором ветеринарных диагностических реагентов для определения концентрации липазы в крови животных компании «ДИАКОН-ВЕТ» (РФ).

Статистическую обработку результатов исследований выполняли, используя компьютерную программу Excel, определяя среднее значение (M) и стандартные ошибки средней (m). Достоверность различий оценивали по t -критерию Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Экспериментальные данные показывают, что внешнесекреторная функция поджелудочной железы кур существенно не изменялась при добавлении в корм подкислителя (см. таблицу).

Внешнесекреторная функция кур-несушек при использовании в их рационе добавки подкислителя
Exocrine pancreatic function in laying chickens when using feed acidifiers in their diet

Показатель	Контроль (ОР)		Опыт (ОР + подкислитель)	
	Серия опыта			
	1-я	2-я	1-я	2-я
Количество панкреатического сока 180 мин опыта, мл	9,8 ± 0,16	5,3 ± 0,28	9,7 ± 0,35	5,0 ± 0,18
Средняя активность ферментов в 1 мл панкреатического сока				
Амилаза, мг/(мл · мин)	5972 ± 587,9	2378 ± 235,1	6303 ± 298,7	2339 ± 158,5
Липаза, ед./л	8619 ± 882,7	2712 ± 377,3	7843 ± 820,8	2561 ± 183,5
Протеазы, мг/(мл · мин)	239 ± 31,5	250 ± 23,8	242 ± 7,9	281 ± 13,8
Сумма активности панкреатических ферментов в общем объеме сока за 180 мин				
Амилаза, мг/(мл · мин)	62976 ± 4759,5	13153 ± 1805,1	63500 ± 6673,6	12790 ± 971,4
Липаза, ед./л	78069 ± 8238,4	16201 ± 1833,6	84731 ± 9407,6	11583 ± 2143,8
Протеазы, мг/(мл · мин)	2243 ± 285,4	1511 ± 94,1	2465 ± 323,2	1522 ± 81,5

По количеству панкреатического сока за 180 мин опыта, активности амилазы и липазы в 1-й и 2-й сериях опытов отмечены существенные различия. Во 2-й серии количество сока и активность указанных ферментов значительно ниже, чем в 1-й. Это обусловлено индивидуальными особенностями кур, участвующих в эксперименте. Несмотря на различие в секреторной функции поджелудочной железы между курами в разных сериях опытов, принципиальных различий в пищеварительной деятельности поджелудочной железы в контрольный и опытный период не отмечено. Наблюдалась тенденция увеличения протеолитической активности, но незначительно (1,2–12,4%), что не имело достоверных различий. По суммарной активности ферментов в контрольный и опытный период также достоверных различий не обнаружено.

Для того чтобы понять механизм действия подкислителя на секреторную функцию поджелудочной железы, необходимо проанализировать динамику активности ферментов и сокоотделения после приема корма.

Анализ динамики сокоотделения у кур при использовании подкислителя показывает, что в опытный период через 30 мин после приема корма произошло увеличение сокоотделения в 1,3 раза, в контроле – в 3 раза (см. рис. 1). На 150-й минуте опыта отме-

чено существенное различие в количестве сока у кур: в контрольный период $1,1 \pm 0,08$ мл, в опытный – $0,8 \pm 0,09$ мл, что ниже на 27,3% по сравнению с контролем. Этот период обусловлен нейрохимической фазой регуляции панкреатической секреции, т.е. связан с выработкой гормонов (секретина и панкреозимина), которые выделяются в кишечнике под влиянием поступающего кислого содержимого из желудка.

Динамика активности амилазы представлена на рис. 2. Наиболее существенные различия наблюдали в базальной секреции (до кормления), когда активность амилазы в опытный период на 65% выше, чем в контроле. В дальнейшем наблюдали снижение активности амилазы и на 120-й и 150-й минутах опыта. Показатели в опытный период были ниже контроля на 12,6 и 28,1% соответственно.

Аналогичным образом изменялась активность липазы и протеаз при введении в рацион добавки подкислителя (см. рис. 3, 4).

Изменения в динамике активности липазы после приема корма в опытный период отмечены на 60-й и 180-й минутах эксперимента, когда показатели были ниже контроля на 13,5 и 17,1% соответственно, однако разница в данном случае недостоверна. В целом в динамике липолитической активности существенных изменений при добав-

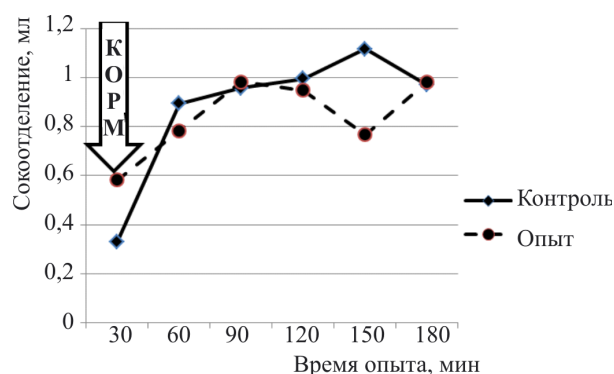


Рис. 1. Влияние подкислителя корма на сокоотделение поджелудочной железы у кур породы Хайсекс белый

Fig. 1. Effect of feed acidifier on the secretion rate of pancreatic juice in Hisex White chickens

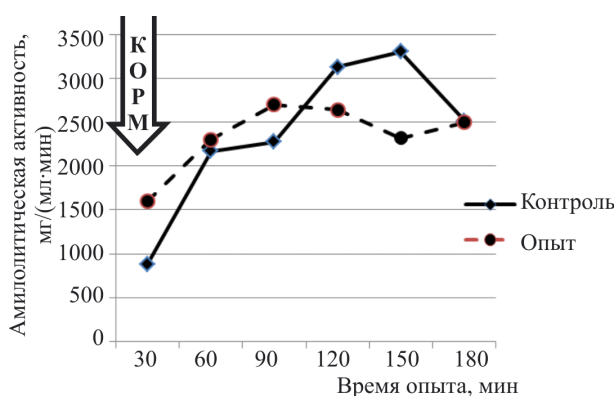


Рис. 2. Динамика амилалитической активности после приема корма при использовании в рационе кур подкислителя

Fig. 2. Dynamics of postprandial amylolytic enzyme activity when using acidifier in the chicken diet

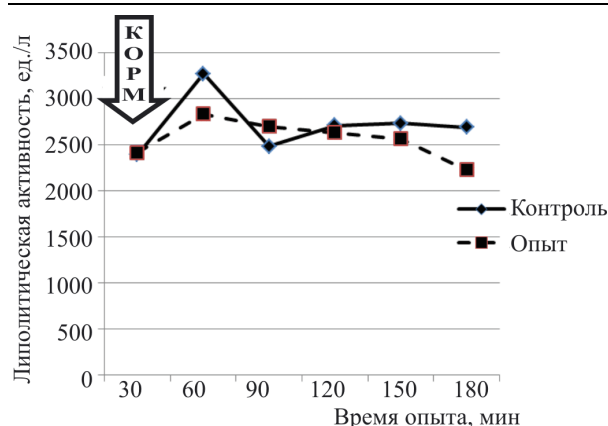


Рис. 3. Динамика липолитической активности после приема корма при добавлении в рацион кур подкислителя

Fig. 3. Dynamics of postprandial lipolytic enzyme activity when using acidifier in the chicken diet

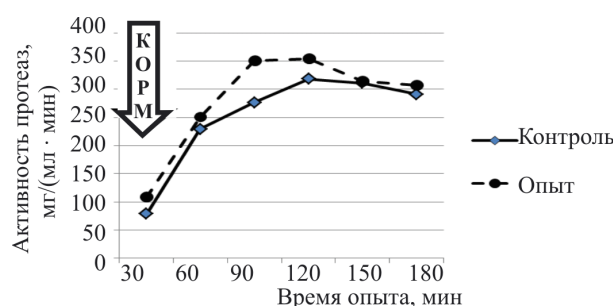


Рис. 4. Динамика активности протеаз в постпрандиальную фазу при использовании в рационе кур подкислителя

Fig. 4. Dynamics of postprandial proteases activity when using acidifier in the chicken diet

лении в рацион подкислителя не отмечено. В динамике активности протеаз в постпрандиальный период существенных различий также не обнаружено. Можно утверждать, что подкислитель, добавленный в корм кур, не оказывает существенного влияния на активность пищеварительных ферментов поджелудочной железы. По-видимому, положительное влияние на процессы пищеварения подкислителя обусловлено действием на желудочное пищеварение и состояние нормальной микрофлоры кишечника.

В наших предыдущих исследованиях на бройлерах с канюлей 12-перстной кишки установлено, что наиболее существенно изменялась активность липазы в дуоденальном содержимом: при добавлении в рацион органических кислот активность фермента снижалась на 38,4% по сравнению с контролем. По-видимому, это связано с повышенной переваримостью жира в желудке. Показатели в плазме крови повышались при добавлении в рацион подкислителей: активность амилазы увеличивалась на 58,1%, протеаз – на 82,7%, что связано с изменением обмена веществ. В результате проведенных опытов установлено, что по живой массе бройлеры опытной группы превосходили цыплят контрольной в возрасте 14 сут на 8,3%; 21 сут на 7,7%; 41 сут на 2,6% (петушки) и 2,2% (курочки), в среднем на 2,4% при 100%-й сохранности поголовья в контрольной и опытной группах.

Конверсия корма в опытной группе бройлеров при использовании в рационах смеси подкислителя улучшалась на 1,51%.

Принято считать, что органические кислоты положительно влияют на работу кишечника жвачных, однако доказано, что подкислители действуют главным образом в желудке, где уровень pH ниже pKa (константа диссоциации). Это объясняется тем, что среда кишечного тракта слишком щелочная для того, чтобы снижение pH оказалось значительным. Известно (Губарь В.Л., 1970 г.; Коротыко Г.Ф., 1987 г.), что если искусственно ускорить закисление среды в желудке (именно это делают подкислители), то уменьшение секреции наступает не в конце первого часа после приема пищи, а значительно раньше. Исследования на собаках с изолированным желудочком по И.П. Павлову показали, что добавка ферментного препарата гастроветина, содержащего соляную кислоту, усиливала все показатели желудочной секреции³. Следовательно, кислоты действуют главным образом на функцию желудка.

³Пат. №2145502 (Российская Федерация). Ферментный препарат для лечения и профилактики расстройств желудочно-кишечного пищеварения – гастроветин / В.Г. Вертипрахов; заявл. 21.10.1997; опубл. 20.02.2000.

ВЫВОДЫ

1. Использование в рационе здоровых кур-несушек добавки подкислителя, содержащего фурановую кислоту, не оказывает существенного влияния на активность панкреатических ферментов. Применение подкислителя в большей степени влияет на стимуляцию пищеварения в зобе и желудке, а также эффективно воздействует на патогенную микрофлору кишечника.

2. Анализ динамики сокоотделения после приема корма у кур при использовании подкислителя показывает, что подъем сокоотделения через 30 мин после приема корма в опытный период снижается более чем в 2 раза, на 150-й минуте опыта секреция панкреатического сока уменьшается на 27,3% по сравнению с контролем.

3. После приема корма в опытный период отмечено незначительное увеличение протеолитической активности по сравнению с контролем (1,2–12,4%) в сложнорефлекторную фазу, связанную с вкусовыми качествами корма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джафаров А. Использование органических кислот в птицеводстве // Комбикорма. 2010. № 5. С. 67–73.
2. Егоров И.А., Вертипрахов В.Г., Ленкова Т.Н., Манукян В.А., Егорова Т.А., Грозина А.А., Байковская Е.Ю. Использование смеси низкомолекулярных органических кислот в комбикормах для цыплят-бройлеров // Птица и птицепродукты. 2017. № 5. С. 26–28.
3. Егоров И.А., Вертипрахов В.Г., Грозина А.А., Лаптев Г.Ю., Никонов И.Н., Новикова Н.И., Ильина Л.А., Йылдырым Е.А., Филиппова В.А., Дубровин А.В., Манукян В.А., Ленкова Т.Н. Возрастные изменения секреторной функции поджелудочной железы и микрофлоры кишечника у цыплят родительских форм и гибридов мясных кур // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 4. С. 757–766.
4. Miller I.J., Reedy F.E. Variations in human taste bud density and taste intensity perception // Physiology & Behavior. 1990. Vol. 47. P. 1213–1219.

5. Kudo K., Shiraishi J., Nishimura S., Bungo T., Tabata S. The number of taste buds is related to bitter taste sensitivity in layer and broiler chickens // Animal Science Journal. 2010. Vol. 81. P. 240–244.
6. Ganchrow D., Ganchrow J.R. Number and distribution of taste buds in the oral cavity of hatchling chicks // Physiology & Behavior. 1985. Vol. 34. P. 889–894.
7. Kudo K., Nishimura S., Tabata S. Distribution of taste buds in layer-type chickens: scanning electron micro-scopic observations // Animal Science Journal. 2008. Vol. 79. P. 680–685.
8. Rajapaksha P., Wang Z., Venkatesan N., Tehrani K.F., Payne J. Labeling and analysis of chicken taste buds using molecular markers in oral epithelial sheets // Scientific Reports. 2016. N 6. P. 37–47.
9. Hirose N., Kawabata Y., Kawabata F., Nishimura S., Tabata S. Bitter taste receptor T2R1 activities were compatible with behavioral sensitivity to bitterness in chickens // Biochem Biophys Res Commun. 2015. Vol. 460. P. 464–468.
10. Батоев Ц.Ж. Физиология пищеварения птиц: монография. Улан-Удэ: Издательство Бурятского государственного университета, 2001. 214 с.

REFERENCES

1. Dzhafarov A. Ispol'zovanie organicheskikh kislot v ptitsevodstve [Use of organic acids in poultry production]. *Kombikorma* [Compound Feeds magazine]. 2010, no. 5, pp. 67–73. (In Russian).
2. Egorov I.A., Vertiprakhov V.G., Lenkova T.N., Manukyan V.A., Egorova T.A., Grozina A.A., Baikovskaya E.Yu. Ispol'zovanie smesi nizkomolekulyarnykh organicheskikh kislot v kombikormakh dlya tsyplyat-broilerov [Use of the mixture of low-molecular organic acids in compound feeds for broiler-chickens]. *Ptitsa i ptitseprodukty* [Poultry and poultry production], 2017, no. 5, pp. 26–28. (In Russian).
3. Egorov I.A., Vertiprakhov V.G., Grozina A.A., Laptev G.Yu., Nikonov I.N., Novikova N.I., Il'ina L.A., Iyldyrym E.A., Filippova V.A., Dubrovin A.V., Manukyan V.A., Lenkova T.N. Vozrastnye izmeneniya sekretornoj funktsii podzheludochnoi zhelezy i mikroflory kishechnika u tsyplyat roditel'skikh form i gibridov myasnykh kur [Age-related changes in pancreatic secretory function and intestinal microflora

- in chickens of parental forms and hybrids of meat-type chickens]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 2017, vol. 52, no. 4, pp. 757–766. (In Russian).
4. Miller I.J., Reedy F.E. Variations in human taste bud density and taste intensity perception. *Physiology & Behavior*, 1990, vol. 47, pp. 1213–1219.
 5. Kudo K., Shiraishi J., Nishimura S., Bungo T., Tabata S. The number of taste buds is related to bitter taste sensitivity in layer and broiler chickens. *Animal Science Journal*, 2010, vol. 81, pp. 240–244.
 6. Ganchrow D., Ganchrow J.R. Number and distribution of taste buds in the oral cavity of hatchling chicks. *Physiology & Behavior*, 1985, vol. 34, pp. 889–894.
 7. Kudo K., Nishimura S., Tabata S. Distribution of taste buds in layer-type chickens: scanning electron micro-scopic observations. *Animal Science Journal*, 2008, vol. 79, pp. 680–685.
 8. Rajapaksha P., Wang Z., Venkatesan N., Tehrani K.F., Payne J. Labeling and analysis of chicken taste buds using molecular markers in oral epithelial sheets. *Scientific Reports*, 2016, no. 6, pp. 37–47.
 9. Hirose N., Kawabata Y., Kawabata F., Nishimura S., Tabata S. Bitter taste receptor T2R1 activities were compatible with behavioral sensitivity to bitterness in chickens. *Biochem Biophys Res Commun*, 2015, vol. 460, pp. 464–468.
 10. Batoev Ts.Zh. *Fiziologiya pishchevareniya ptits* [Digestion physiology of poultry]. Ulan-Ude: Izdatel'stvo Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta [The Publisher of Buryat State University], 2001, 214 p. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Вертипрахов В.Г.**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующий отделом; Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук; **адрес для переписки:** Россия, 141311, Московская область, г. Сергиев Посад, ул. Птицеградская, 10; e-mail: vertiprakhov63@mail.ru

Грозина А.А., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник; Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук

AUTHOR INFORMATION:

✉ **Vertiprakhov V.G.**, Doctor of Science in Biology, Head Researcher, Division Head; Federal Scientific Center All-Russian Research and Technological Poultry Institute of the Russian Academy of Sciences; **address:** 10, ul. Ptitsegradskaya, Sergiev Posad, Moscow Region, 141315, Russia, e-mail: vertiprakhov63@mail.ru

Grozina A.A., Candidate of Science in Biology, Senior Researcher; Federal Scientific Center All-Russian Research and Technological Poultry Institute of the Russian Academy of Sciences

Дата поступления статьи 11.09.2018
Received by the editors 11.09.2018

ПАНТОВАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ МАРАЛОВ АЛТАЕСАЯНСКОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА

Чысыма Р.Б., Кузьмина Е.Е.

*Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Республика Тыва, Россия*

Для цитирования: Чысыма Р.Б., Кузьмина Е.Е. Пантовая продуктивность маралов алтаесаянской породы в условиях Республики Тыва // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 70–75. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-10

For citation: Chysyma R. B., Kuzmina E.E. Pantovaya produktivnost' maralov altaesayansloi porody maralov v usloviakh Respubliki Tuva [Velvet antler productivity of Altai-Sayan maral breed in the conditions of the Republic of Tuva]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 6, pp. 70–75. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-10

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты оценки пантовой продуктивности маралов алтаесаянской породы, завезенных в Республику Тыва из алтайского племязавода «Абайский». Пантовая продуктивность изучена в связи с акклиматизацией животных в новых условиях обитания. Исследования проведены в мараловодческом хозяйстве Республики Тыва. Пантовую продуктивность определяли во время срезки пантов у маралов-рогачей в возрасте от 2 до 11 лет. Панторезную кампанию в данном хозяйстве осуществляют в течение шести декад. Первые две срезки пантов проведены в III декаде мая в 2016 и 2018 гг., что составило 0,54–0,87% от общего числа рогачей. Наибольшее число срезов (299) было в 2016 г., 31,6% от общего числа рогачей. Средняя масса пантов завезенных маралов алтаесаянской породы в первый год адаптации в условиях Республики Тыва составила в возрасте 3 года $3,91 \pm 0,13$ кг; 4 года – $2,25 \pm 0,11$; 5 лет – $1,54 \pm 0,08$; 6 лет – $3,20 \pm 0,17$; 7 лет – $3,30 \pm 0,12$; 8 лет – $4,42 \pm 0,23$; 9 лет – $4,47 \pm 0,11$; 10 лет – $5,20 \pm 0,28$; 11 лет и старше – $5,00 \pm 0,21$ кг. В последующие 3 года масса пантов маралов постепенно повышалась и к 2018 г. была выше показателя 2015 г. Более высокую пантовую продуктивность отмечали у рогачей в возрасте от 7 до 10 лет. Средние показатели массы пантов завезенной популяции маралов в сравнительном аспекте показали, что данные животные уступали алтайским. Превосходство маралов алтаесаянской породы по сравнению с завезенной из Алтая популяцией маралов в возрасте 2 года составило 1,1 кг (больше в 2 раза); 4–5 лет – от 0,9 до 1,3 кг (в 1,2 и 1,3 раза); 6–7 лет – от 3,1 до 1,8 кг

VELVET ANTLER PRODUCTIVITY OF ALTAI-SAYAN MARAL BREED IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF TUVA

Chysyma R.B., Kuzmina E.E.

*Tuva Research Institute of Agriculture
Republic of Tuva, Russia*

The evaluation results of velvet antler productivity of Altai-Sayan maral breed brought to the Tuva Republic from the Altai breeding plant Abaiskiy are presented. Antler yield of marals of the Altai-Sayan breed was studied in connection with its acclimatization in the new habitat conditions. The studies were carried out in the maral breeding farm of the Republic of Tuva. Velvet antler productivity was determined during the cutting of stags' antlers aged from 2 to 11 years old. Antler cutting on this farm is held for 60 days during a year. The first two cuttings of antlers were carried out in the last ten-day period of May in 2016 and 2018, which accounted for 0.54-0.87% of the total number of stags. The largest number of cuttings, namely 299, was done in 2016, which was 31.6% of the total number of stags. The average weight of antlers of the imported Altai-Sayan maral breed in the conditions of the Republic of Tuva in the first year of adaptation was as follows: at the age of 3 years old – 3.91 ± 0.13 kg; 4 years – 2.25 ± 0.11 kg; 5 years – 1.54 ± 0.08 kg; 6 years – 3.20 ± 0.17 kg; 7 years – 3.30 ± 0.12 kg; 8 years – 4.42 ± 0.23 kg; 9 years – 4.47 ± 0.11 kg; 10 years – 5.20 ± 0.28 kg; 11 years and older – 5.00 ± 0.21 kg. In the next three years, the weight of marals' antlers gradually increased and by 2018, it was higher than that in 2015. Higher yield was observed from stags aged 7 to 10 years. The study showed that the average antler weight of the imported maral population was inferior to the indigenous Altai population of marals. The superiority of indigenous marals of Altai-Sayan breed compared to the population of marals imported from Altai at the age of 2 years old amounted to 1.1 kg (2 times); 4-5 years – from 0.9 to 1.3 kg (1.2 and 1.3 times); 6-7 years – from 3.1 to 1.8 kg (1.8 and 1.3 times);

(в 1,8 и 1,3 раза); 8–9 лет – от 2,7 до 1,6 кг (в 1,5 и 1,2 раза); 10–11 лет от 2,5 до 3,4 кг (в 3,4 и 1,6 раза). Завезенные в Республику Тыва маралы по пантовой продуктивности уступали алтайским, однако можно считать, что их адаптация прошла успешно. В большинстве случаев различия по массе пантов были несущественными и не снижали последующую продуктивность завезенных животных в условиях Тывы. Приведенные показатели в дальнейшем могут служить критерием оценки результатов племенной работы по наращиванию пантовой продуктивности у завезенных маралов.

Ключевые слова: марал, адаптация, пантовая продуктивность, масса пантов, алтае-саянская порода маралов

ВВЕДЕНИЕ

Республика Тыва отличается многообразными и резко контрастными ландшафтами. Она расположена в географическом центре Азии, на стыке сибирских таежных и центрально-азиатских пустынно-степных ландшафтов, в широкой полосе гор и межгорных равнин. На территории республики различают пять резко отличающихся друг от друга вертикальных зон, находящихся в большой зависимости от экспозиции склонов гор: полупустынную, сухостепную, степную, лесостепную и горную лесную. Горнолесная зона Тывы издавна считается естественным ареалом для пантовых оленей, одним из представителей которых является марал.

Марал принадлежит к наиболее крупным оленям. Живая масса взрослых самцов 250–300 кг, высота в холке 150–155 см. Голова небольшая, суженная спереди. Уши большие и широкие, на шее сильно развита грива, холка высокая, спина почти прямая, поясница длинная, крестец короткий, приспущенный и округлый. Хвост короткий, ноги сильные, мускулистые, сухие, стройные, задние немного сближены в скакательных суставах. Копыта небольшие, заостренные спереди,

8–9 years - from 2.7 to 1.6 kg (1.5 and 1.2 times); 10–11 years - from 2.5 to 3.4 kg (3.4 and 1.6 times). Despite the fact that marals brought to the Republic of Tuva were inferior to the indigenous Altai ones in their antler yield, their adaptation was successful. In most cases the differences in the weight of antlers were not significant and did not cause the decrease in the subsequent productivity of marals brought to Tuva. These data may serve as a criterion for evaluating the results of breeding work on increasing velvet antler productivity of imported marals.

Keywords: maral, adaptation, velvet antler productivity, weight of antlers, Altai-Sayan maral breed

сзади копыт два недоразвитых пальца [1]. Цвет шерсти у самцов зимой серовато-бурый, ноги и брюхо темные, интенсивно коричневатого оттенка, резко контрастирует с окраской туловища¹.

Летний окрас самцов и самок темнее, чем зимой, и более однородный. Рога маралов отличаются большими размерами, имеют 6–7 отростков, стволы рогов широко раскинуты в стороны.

Главной продукцией пантового оленеводства являются панты – молодые рога, снятые в период роста². Панты – исходный продукт, применяемый в восточной медицине и современной фармакологии для лечения различных заболеваний [2, 3].

Мараловодство как отрасль зародилось в Республике Тыва в конце XIX в. с появлением русских переселенцев из Алтая. В 1915 г. в Тыве насчитывалось 1015 гол. маралов, содержащихся в маральниках. В период 1933–1940 гг. на государственных предприятиях ежегодно содержалось от 600 до 800 гол. маралов. С 1970 по 2006 г. функции хозяйства по разведению маралов в республике выполнял госпромхоз «Туран» (позднее ГУП Маралхоз «Туран»), где была создана мараловодческая ферма³. Наиболее

¹Егерь В.Н. Научные основы нормирования энергии в рационах маралов: автореф. дис. ... д-ра с-х. наук. – Новосибирск, 1994. 52 с.

²Есмуханбетов Д.Н. Продуктивно-биологические качества алтайских маралов в Заилийском Алатау (Северный Тянь-Шань): дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 2013. 139 с.

³Чаж-оол В.С. История развития мараловодства и перспективы его развития в Тыве // Научные основы повышения продуктивно-генетического потенциала сельскохозяйственных животных: материалы межрегион. науч.-практ. конф. (Кызыл, 21–22 июня 2016 г.). Новосибирск, 2016. С. 19–29.

стабильно эта отрасль в Тыве развивалась до девяностых годов XX в. В результате перехода к рыночной экономике мараловодство оказалось наиболее уязвимой отраслью. Под влиянием процесса реформирования в условиях рыночных отношений хозяйство было расформировано и прекратило свое существование.

Для восстановления отрасли мараловодства и увеличения численности маралов в прежних пределах в феврале 2014 г. в Республику Тыва завезена первая партия маралов из алтайского племязавода «Абайский»: 61 взрослая маралуха в возрасте 3–6 лет и 121 гол. молодняка. В июле были доставлены 61 маралов-рогачей. По состоянию на 29 сентября 2014 г. в хозяйстве насчитывалось 243 марала.

Успешное развитие мараловодства во многом зависит от способности завезенных животных приспособиться к новым условиям их разведения. Общеизвестно, что на организм животных влияет множество факторов внешней среды. Попадая в новые экологические и кормовые условия, животный организм претерпевают ряд изменений. Причиной их могут быть изменившийся кормовой режим, иная температура, влажность воздуха, барометрическое давление, рельеф и другое, т.е. те условия жизни, которые организм вынужден ассимилировать в процессе жизнедеятельности на новом месте [4]. В одних случаях подобные изменения носят глубокий характер, затрагивающий весь организм. Животные, поставленные в условия, не соответствующие направлению их продуктивности, теряют свои хозяйственно полезные качества. В других случаях организм противостоит внешним воздействиям, заметных изменений не претерпевает, животные акклиматизируются легко и быстро [5].

В связи с этим вопрос акклиматизации и адаптации животных при сохранении их продуктивных качеств и воспроизводительной функции в новых климатических усло-

виях представляют определенный научный и практический интерес.

Цель исследования – изучить пантовую продуктивность маралов алтае-сайанской породы в связи с его акклиматизацией в новых условиях обитания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа выполнена в 2018 г. Объектом исследования стали маралы, завезенные в Республику Тыва из Горного Алтая. Исследования проведены в мараловодческом хозяйстве «Туран» Республики Тыва. Пантовую продуктивность определяли во время срезки пантов у маралов-рогачей в возрасте от 2 до 11 лет. Массу пантов устанавливали взвешиванием с точностью до 0,01 кг. В качестве информационной базы использовали данные исполнительных органов власти по регулированию отрасли мараловодства, материалы статистической отчетности территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Тыва.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На пантовую продуктивность маралов влияют различные факторы. Наиболее существенными из них являются наследственность, возраст, структура стада, состояние воспроизводства, условия кормления, содержания и др.^{4,5} Исключительно важную роль также играют новые условия существования, с которыми акклиматизируемые животные вступают в определенные взаимоотношения.

В 2014 г. в мараловодческом хозяйстве «Туран» насчитывалось 243 гол. маралов. По состоянию на 01.01.2018 число маралов увеличилось и составляло 699 гол. Начало срезки пантов в хозяйстве приходится на последнюю декаду мая и заканчивается к началу III декады июля. Число срезов и интенсивность прохождения срезки по декадам представлены в табл. 1.

⁴Галкин В.С. Система ведения пантового оленеводства // Труды НИЛПО. Горно-Алтайск, 1971. № 3. С. 18–33.

⁵Каскаев Т.К. Технология производства продукции мараловодства и ее совершенствование в условиях высокогорья Алтая: автореф. ... канд. с.-х. наук. Алматы, КазНАУ, 1996. 24 с.

Панторезную кампанию в мараловодческом хозяйстве «Туран» осуществляют в течение шести декад. Первые две срезки пантов проведены в III декаде 2016 и 2018 гг., что составило лишь 0,54–0,87% от общего числа рогачей. Наибольшее число (299) срезов приходится на 2016 г., 31,6% от общего числа рогачей. Самое высокое количество (44,3%) срезов было в I декаде июля, при этом основную массу рогачей составляли перворожки. На интенсивность и сроки панторезной компании влияют климатические условия (поздняя или ранняя весна), количество и возраст рогачей [6]. В связи с этим в хозяйстве следует разработать мероприятия по организованному проведению этой важной компании.

Панты составляют от 85 до 90% всей товарной продукции, получаемой от маралов. По результатам срезки в 2015–2018 гг. нами изучена масса пантов маралов алтаеянской породы, завезенных в Республику Тыва. Результаты исследования представлены в табл. 2.

Средняя масса пантов завезенных маралов алтаеянской породы в условиях Республики Тыва в первый год адаптации в возрасте 3 года составляла $3,91 \pm 0,13$ кг; 4 года – $2,25 \pm 0,1$; 5 лет – $1,54 \pm 0,08$; 6 лет – $3,20 \pm 0,17$; 7 лет – $3,30 \pm 0,12$; 8 лет – $4,42 \pm 0,23$; 9 лет – $4,47 \pm 0,11$; 10 лет – $5,20 \pm 0,28$; 11 лет и старше – $5,05 \pm 0,21$ кг.

В последующие 3 года масса пантов маралов постепенно повышалась и к 2018 г. она стала выше, чем в 2015 г.: в возрасте 4 года на 71,1%; 5 лет – 300,6; 6 лет – 17,2; 7 лет – 76,9; 8 лет – 17,9; 9 лет – 47,9; 10 лет – 17,5;

11 лет и старше на 0,9%. Пантовая продуктивность маралов в зависимости от возраста подвержена значительным колебаниям. Как правило, наиболее высокая продуктивность отмечается у рогачей в возрасте от 7 до 10 лет, затем постепенно снижается.

Средние показатели массы пантов завезенных маралов в сравнительном аспекте представлены в табл. 3.

Сравнительное сопоставление показателей массы пантов показало, что средняя

Табл. 2. Пантовая продуктивность маралов алтаеянской породы в условиях Республики Тыва (2015–2018 гг.), кг

Table 2. Antler productivity of Altai-Sayan maral breed in the conditions of Tuva Republic (2015–2018), kg

Возраст, лет	Продуктивность			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
2	0	$0,8 \pm 0$	0	$1,10 \pm 0$
3	$3,91 \pm 0,13$	0	$0,6 \pm 0,07$	0
4	$2,25 \pm 0,11$	$2,22 \pm 0,17$	$2,34 \pm 0,10$	$3,85 \pm 0,14$
5	$1,54 \pm 0,08$	$3,35 \pm 0,15$	$3,53 \pm 0,18$	$4,63 \pm 0,20$
6	$3,20 \pm 0,17$	$4,85 \pm 0,43$	$4,40 \pm 0,12$	$3,75 \pm 0,11$
7	$3,3 \pm 0,12$	$5,08 \pm 0,25$	$5,70 \pm 0,21$	$5,84 \pm 0,16$
8	$4,42 \pm 0,23$	$4,90 \pm 0,19$	$5,69 \pm 0,26$	$5,21 \pm 0,23$
9	$4,47 \pm 0,11$	$5,68 \pm 0,31$	$6,50 \pm 0,12$	$6,61 \pm 0,12$
10	$5,20 \pm 0,28$	$5,32 \pm 0,21$	$6,03 \pm 0,27$	$6,11 \pm 0,28$
Старше 11	$5,05 \pm 0,21$	$7,16 \pm 0,18$	$5,60 \pm 0,29$	$5,10 \pm 0,15$

Табл. 3. Средняя масса пантов алтаеянской породы в процессе акклиматизации в условиях Тывы за 2018 г., кг

Table 3. Average antler weight of Altai-Sayan maral breed in the process of acclimatization in the conditions of Tuva Republic in 2018, kg

Возрастной период, годы	Масса пантов	
	Средние значения массы пантов алтаеянской породы (В.Г. Луницын, С.И. Огнев, В.А. Челах, 2009 г.)	Масса пантов завезенных маралов алтаеянской породы в условиях Республики Тыва
2–3	2,2 – 3,3	1,1
4–5	4,7 – 5,9	3,8 – 4,6
6–7	6,8 – 7,6	3,7 – 5,8
8–9	7,9 – 8,2	5,2 – 6,6
10–11	8,6 – 8,5	6,1 – 5,1
12–13	7,5 – 8,7	0

Табл. 1. Число срезов пантов в мараловодческом хозяйстве «Туран»
Table 1. The number of antler cuttings on maral breeding farm “Turan”

Год	Май	Июнь				Июль		Всего	
	Декада						сре- зок	голов	
	III	I	II	III	I	II			
2015	–	12	11	26	21	13	9	83	
2016	5	21	28	19	185	28	13	299	
2017	8	17	37	77	136	–	10	275	
2018	–	15	63	97	65	34	10	274	

масса пантов маралов алтае-саянской породы выше, чем у завезенных из Алтая популяций [7].

Превосходство маралов алтае-саянской породы по сравнению с завезенной популяцией маралов в возрасте 2 года составило 1,1 кг (больше в 2 раза); 4–5 лет – от 0,9 до 1,3 кг (1,2 и 1,3 раза); 6–7 лет – от 3,1 до 1,8 кг (1,8 и 1,3 раза); 8–9 лет – от 2,7 до 1,6 кг (1,5 и 1,2 раза); 10–11 лет – от 2,5 до 3,4 кг (3,4 и 1,6 раза).

Приведенные материалы исследований показывают, что пантовая продуктивность завезенных маралов алтае-саянской породы в условиях Тывы уступает маралам, разводимым в Республике Алтай, что, по-видимому, связано различными условиями кормления и содержания. Общая площадь земельных ресурсов мараловодческого хозяйства «Туран» составляет 1748 га, в том числе 338 га земель гослесфонда и 1410 га – сельскохозяйственного назначения. Из земель сельскохозяйственного назначения пашня – 450 га, сенокосы – 250, естественные кормовые угодья (пастбища) – 860 га. На одну голову марала приходится 1,23 га естественных кормовых угодий. В хозяйстве для кормления маралов в основном используют грубые и концентрированные корма (сено, солома, овес). В виде минеральной добавки применяют поваренную соль и витаминные препараты. Кормление маралов осуществляют по сеноконцентратному типу: сено разнотравное – 61%; овес – 39%. Такая система кормления маралов не позволяет получать необходимое количество питательных и минеральных веществ, что ведет к снижению продуктивных качеств животных. Для повышения пантовой продуктивности маралов необходимо обратить внимание на обеспеченность их полноценными кормами, организовать регулярную подкормку животных различными витаминно-минеральными добавками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Маралы, содержащиеся в условиях Республики Тыва, по своей пантовой продуктивности уступают алтайским, однако можно считать, что их адаптация проходит успешно, поскольку в большинстве случаев различия по массе пантов несут незначительный характер и не снижают последующую продуктивность этих животных в условиях Тывы. Приведенные показатели в дальнейшем могут служить критерием оценки результатов племенной работы по наращиванию пантовой продуктивности у завезенных маралов. Для реализации высокого генетического потенциала продуктивности и сохранения воспроизводственных качеств этих животных на длительный период необходимо обеспечить их соответствующими условиями кормления и содержания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Луницын В.Г., Борисов Н.П. Пантовое оленеводство России. 2-е изд., перераб. и доп.: монография. Барнаул: Азбука, 2012. 1000 с.
2. Луницын В.Г., Луницына Ю.В. Использование пантов в восточной медицине // Проблемы пантового оленеводства и пути их решения. Барнаул: Азбука, 2013. С. 35–40.
3. Чернова И.В. Панты и кровь в народной медицине населения Саяно-Алтайского региона // Известия Алтайского государственного университета. 2009. Т. 3. № 4. С. 250–252.
4. Бахарев А.А. Молочность коров породы салерс в процессе их акклиматизации в условиях Северного Зауралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. Т. 44. № 6. С. 119–121.
5. Шевхужев А.Ф., Иванов В.И., Кантемиров С.О. Адаптационные способности коров ярославской породы на Северном Кавказе // Зоотехния. 2008. № 8. С. 23–25.
6. Луницын В.Г., Неприятель А.А., Тишкова Е.В. Научно-практические результаты внедрения прогрессивных приемов ведения пантового оленеводства в ООО «Фили-Н-Агро» Калужской области // Проблемы пантового оленеводства и пути их решения. Барнаул: Азбука, 2013. С. 128–142.
7. Луницын В.Г., Огнев С.И., Челах В.А. Первая отечественная порода маралов – Алтае-Саянская // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 6. С. 45–48.

REFERENCES

1. Lunitsyn V.G., Borisov N.P. *Pantovoe olenevodstvo Rossii*. [Velvet antler deer farming of Russia]. 2-e izd., pererab. i dop. Barnaul, Azbuka Publ., 2012, 1000 p. [In Russian].
2. Lunitsyn V.G., Lunitsyna Yu.V. Ispol'zovanie pantov v vostochnoi meditsine [The use of antler velvet in traditional oriental medicine]. *Problemy pantovogo olenevodstva i puti ikh resheniya* [Problems of velvet antler deer farming and ways of their solution], Barnaul, Azbuka Publ., 2013, pp. 35–40. [In Russian].
3. Chernova I.V. Panty i krov' v narodnoi meditsine naseleniya Sayano-Altaiskogo regiona [Velvet antlers and blood in traditional medicine of the population of Sayan-Altai region] *Izvestiya Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta* [Izvestiya of Altai State University], 2009, vol. 3, no. 4, pp. 250–252. [In Russian].
4. Bakharev A.A. Molochnost' korov породы salers v protsesse ikh akklimatizatsii v usloviyakh Severnogo Zaural'ya [Milk yield of Salers cow breed in the process of their acclimatization in the conditions of the Northern Trans-Ural region] *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestiya of Orenburg State Agrarian University], 2013, vol. 44, no. 6, pp. 119–121. [In Russian].
5. Shevkhuzhev A.F., Ivanov V.I., Kantemirov S.O. Adaptatsionnye sposobnosti korov yaroslavskoi породы na Severnom Kavkaze [Adaptation abilities of Yaroslav cow breed in the North Caucasus] *Zootekhnika* [Zootechny], 2008, no. 8, pp. 23–25. [In Russian].
6. Lunitsyn V.G., Nepriyatel' A.A., Tishkova E.V. Nauchno-prakticheskie rezul'taty vnedreniya progressivnykh priemov vedeniya pantovogo olenevodstva v OOO «Fili-N-Agro» Kaluzhskoi oblasti [Scientific and practical results of introduction of progressive methods of velvet antler deer farming in «Fili-N-Agro» Ltd of Kaluga region] *Problemy pantovogo olenevodstva i puti ikh resheniya* [Problems of velvet antler deer farming and ways of their solution], Barnaul, Azbuka Publ., 2013, pp. 128–142. [In Russian].
7. Lunitsyn V.G., Ognev S.I., Chelakh V.A. Pervaya otechestvennaya poroda maralov – Altae-Sayanskaya [The first domestic maral breed is Altai-Sayan] *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2009, no. 6, pp. 45–48. [In Russian].

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Чысыма Р.Б.**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства; **адрес для переписки:** Россия, 667005, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Бухтеева, 4; e-mail: tuv_niish@mail.ru

Кузьмина Е.Е., кандидат биологических наук, временно исполняющая обязанности директора

AUTHOR INFORMATION

✉ **Chysyma R. B.**, Doctor of Science in Biology, Head Researcher; Tuva Research Institute of Agriculture; **address:** 4 Bukhtueva str., Kyzyl, Republic of Tuva, 667005, Russia, e-mail: tuv_niish@mail.ru

Kuzmina E.E., Candidate of Science in Biology, Acting Director; Tuva Research Institute of Agriculture

Дата поступления статьи 02.09.2018
Received by the editors 02.09.2018



DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-11

УДК: 632.38:633.1: 528.8

МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ БОЛЕЗНЕЙ НА ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ (ОБЗОР)

¹Дубровская О.А., ²Гурова Т.А., ¹Пестунов И.А., ³Котов К.Ю.

¹Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Сибирского отделения
Российской академии наук

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

³Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирск, Россия

Для цитирования: Дубровская О.А., Гурова Т.А., Пестунов И.А., Котов К.Ю. Методы обнаружения болезней на посевах пшеницы по данным дистанционного зондирования (обзор) // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 76–89. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-11

For citation: Dubrovskaya O.A., Gurova T.A., Pestunov I.A., Kotov K.Yu. Metody obnaruzheniya boleznei na posevakh pshenitsy po dannym distantsionnogo izobrazheniya (obzor) [Methods of detection of diseases on wheat crops according to remote sensing (overview)] *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 6, pp. 76–89. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-11

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

В настоящее время для мониторинга сельскохозяйственных угодий во многих странах мира широко используются мульти- и гиперспектральные данные дистанционного зондирования. Вопрос их применения для обнаружения и оценки поражений сельскохозяйственных культур вредителями, болезнями и сорняками слабо изучен как в России, так и за рубежом. Выявление на ранних стадиях и точная диагностика различных болезней пшеницы – ключевые факторы в растениеводстве, способствующие снижению качественных и количественных потерь урожая, а также повышению эффективности проведения защитных мероприятий. Представлен обзор современных методов обнаружения болезней и оценки степени поражения культуры по данным дистанционного зондирования посевов пшеницы с использованием оптических съемочных систем, среди которых наиболее перспективной является гиперспектральная съемочная аппаратура. Приведены идентификационные спектры

METHODS OF DETECTION OF DISEASES ON WHEAT CROPS ACCORDING TO REMOTE SENSING (overview)

¹Dubrovskaya O.A., ²Gurova T.A.,
¹Pestunov I.A., ³Kotov K.Yu.

¹Institute of Computational Technologies
of the Siberian Branch of the Russian Academy
of Sciences

Novosibirsk, Russia

²Siberian Federal Scientific Centre of Agro-
BioTechnologies of the Russian Academy
of Sciences

Krasnoobsk, Novosibirsk, Russia

³Institute of Automation and Electrometry
of the Siberian Branch of the Russian Academy
of Sciences

Novosibirsk, Russia

Nowadays multi- and hyperspectral data of remote sensing is widely used in many countries worldwide for agricultural lands monitoring. The issue of their application for detection and assessment of infestation of agricultural crops, damage from diseases and weeds is understudied both in Russia and abroad. Early detection and accurate diagnosis of various wheat diseases are key factors in crop production, contributing to the reduction of qualitative and quantitative crop losses, as well as improving the effectiveness of protective measures. The paper presents a review of up-to-date methods for detecting diseases and assessing the

здоровых растений и растений с признаками поражения основными грибными болезнями. Показана взаимосвязь спектров со степенью поражения растений. Для возможности эффективного использования результатов диагностики и выявления заболеваний показана информативность спектральных индексов растительности при выявлении заболеваний. Представлена таблица вегетационных индексов, рассчитанных по значениям коэффициентов отражения в широких и узких спектральных диапазонах при определении болезней пшеницы. Применение оптических методов в мониторинге основных грибных болезней пшеницы позволит точно выявлять очаги поражения посевов, достоверно диагностировать заболевания и степень поражения растений болезнями и обеспечить поддержку принятия решений товаропроизводителями по своевременным и эффективным мерам защиты урожая. Результаты проведенного обзора будут применены для разработки цифровой технологии раннего обнаружения и локализации поражений посевов яровой пшеницы и других сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: болезни пшеницы, дистанционное зондирование, гиперспектральные данные, вегетационные индексы

extent of crop damage by remote sensing of wheat using optical imaging systems, the most promising of which is hyperspectral imaging equipment. The identification spectra of healthy plants and the ones with signs of damage from the main fungal diseases as well as the correlation of spectra with the degree of damage are shown. To be able to effectively use the results of diagnostics and detection of diseases, the informational value of the spectral indices of vegetation in the detection of diseases is presented. A table of vegetation indices is given, calculated from the values of reflection coefficients in wide and narrow spectral ranges when determining wheat diseases. The use of optical methods in the monitoring of the main fungal diseases of wheat will accurately identify lesions of crops, reliably diagnose diseases and the extent of plant damage from diseases, and thereby provide support to agricultural producers in decision-making on timely and effective crop protection measures. The results of the review will be used to develop digital technology of early detection and lesion focalization of spring wheat and other agricultural crops.

Keywords: wheat diseases, remote sensing, hyperspectral data, vegetation indices

ВВЕДЕНИЕ

Болезни наносят серьезный ущерб урожайности и качеству сельскохозяйственных культур во всем мире. По данным ФАО ООН, мировые потери урожая сельскохозяйственных культур составляют 35%, в том числе от болезней – 9,2%, сорняков – 12,0, вредителей – 13,8%. Мировой ежегодный экономический ущерб от вредных организмов оценивается в 300 млрд дол. США¹ [1]. В Российской Федерации потери зерна пшеницы от фитопатогенов составляют в среднем 12,4%, вредителей – 9,3, сорняков – 12,3%, что в сумме означает недополучение одной трети урожая (34%)² [2]. Выявление на ранних стадиях и точная диагностика различных болезней пшеницы будут способствовать снижению качественных и количест-

венных потерь урожая, а также повышению эффективности проведения защитных мероприятий [3, 4].

В настоящее время существуют различные методы выявления болезней на посевах, которые включают не только визуальную оценку степени поражения растений, но и методы дистанционного зондирования с использованием сенсорных датчиков. Прогресс в области создания средств и технологий дистанционного зондирования, а также широкое применение геоинформационных систем открывают новые возможности для принятия правильных и эффективных решений по защите урожая.

Существует большое число неинвазивных датчиков, которые позволяют диагностировать и выявлять заболевания растений.

¹Ажбенов В.К., Костюченков Н.В. Инновация фитосанитарного мониторинга особо опасных вредителей зерновых культур Северного Казахстана на основе геоинформационных и GLONAS / GPS-технологий // Защита растений в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы междунар. науч.-практ. конф. Краснообск, 2013. С. 3–6.

²Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2017 году и прогноз развития вредных объектов в 2018 году / сост. Д.Н. Говоров, А.В. Живых и др.; МСХ РФ; Россельхозцентр. М.: Щелково Агрохим, 2018. 970 с.

При этом для успешного фитосанитарного мониторинга измерения, получаемые с помощью этих датчиков, должны обеспечивать возможность решить следующие задачи [5, 6]:

- обнаружение заболеваний в ранние моменты времени;
- дифференциацию различных заболеваний;
- разделение болезней, вызванных абиотическими стрессами;
- количественное определение тяжести заболевания.

В настоящее время принципиально новые технологические возможности для идентификации различных заболеваний могут быть обеспечены благодаря использованию гиперспектральной съемочной аппаратуры.

В статье представлен обзор работ, в которых рассматриваются возможности использования данных дистанционного зондирования для обнаружения и идентификации болезней на посевах пшеницы.

В работах [7, 8] показана применимость гиперспектральных данных для идентифи-

кации полосатой и листовой ржавчины на различных стадиях заболевания (инкубационный период, стадия болезни). Исследования проведены на опытных полигонах экспериментальной станции Кайфэн Китайского сельскохозяйственного университета провинции Хэнань. Спектральные характеристики листьев пшеницы регистрировали в диапазоне длин волн 325–1075 нм с использованием спектрорадиометра ASD FieldSpec HandHeld 2.

Наибольшие различия между спектрами разных стадий развития полосатой и листовой ржавчины пшеницы наблюдали в диапазоне 720–1075 нм (см. рис. 1). Отражательная способность для полосатой и листовой ржавчины пшеницы в инкубационный период и период появления симптомов болезни значительно возрастала по сравнению со здоровыми растениями. Установлено увеличение спектральной отражательной способности колосьев пшеницы, инфицированных полосатой ржавчиной по сравнению с листовой как в период инкубации, так и в период появления симптомов болезни.

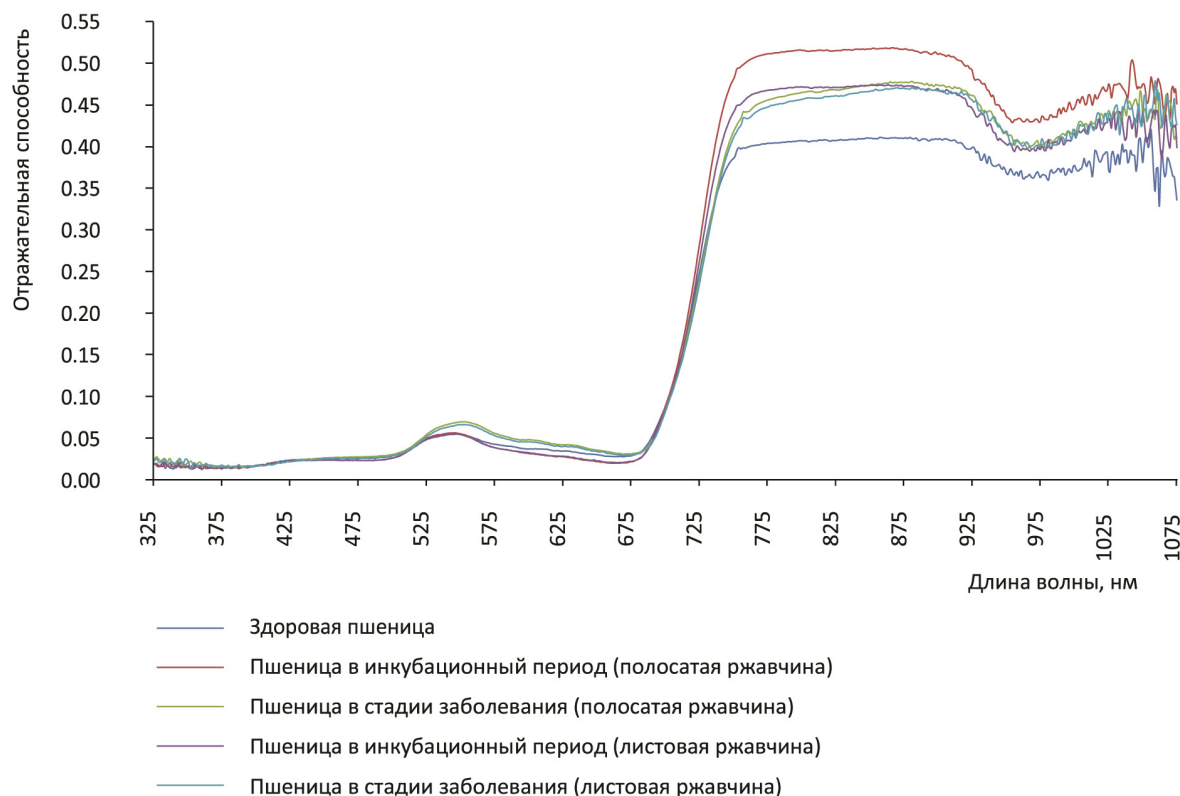


Рис. 1. Спектральные кривые в различных стадиях развития полосатой и листовой ржавчины пшеницы

Fig. 1. Spectral curves in different stages of wheat stripe rust and wheat leaf rust

В работе [9] отмечены различия спектральных характеристик здоровой и пораженной листовой ржавчиной пшеницы, полученные с высоким спектральным разрешением около 1,5 нм на Краснодарском полигоне ВНИИБЗР в 2010 г. Установлены информативные области спектра 600–700 нм и 1000–1100 нм, в которых яркость отраженного излучения здоровой и пораженной пшеницы (с разной степенью поражения) значительно различается, в то время как в области 750 нм этот параметр одинаков. Указанные особенности спектральных сигнатур возможно выявить только с использованием гиперспектрометров. Кроме этого, показана дополнительная возможность определения важного параметра – содержания влаги в растениях по полосам H_2O – 723 и 944 нм.

В работе³ проведены исследования деланочных посевов яровой пшеницы, пораженных септориозом, гельминтоспориозом, бурой, желтой и стеблевой ржавчиной, пятнистостью, в ходе которых получены спектральные характеристики заболеваний на максимальной стадии развития болез-

ни (см. рис. 2). В ней представлены также результаты мониторинга бурой листовой ржавчины пшеницы в течение полевого сезона (см. рис. 3). Для указанных исследований отобраны спектральные образцы на начальной, средней и максимальной стадиях развития грибковых болезней яровой пшеницы. Для проведения полевых спектрометрических измерений использован портативный спектрорадиометр модели ASD FieldSpec HandHeld 2, который позволяет получать спектры отражения солнечного света от наблюдаемой площадки в диапазоне 325–1075 нм.

Согласно работам [10–12], чтобы определить тяжесть заболевания (степень поражения) с высокой точностью, необходимо независимо от симптома болезни найти отношение площади зараженной части листа к неинфицированной его части с использованием данных дистанционного зондирования. Область листа, пораженная листовой ржавчиной, проявляется в виде пятен различных оттенков (симптомов). Обнаружено,

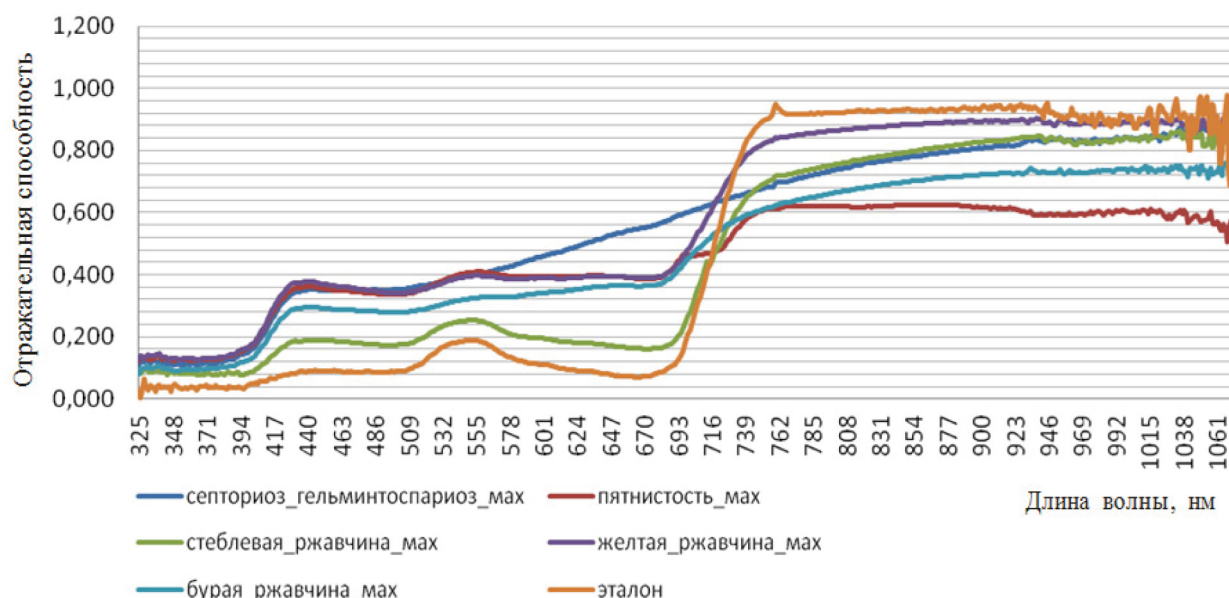


Рис. 2. Спектральные кривые посевов яровой пшеницы, пораженных различными болезнями на максимальной стадии развития

Fig. 2. Spectral curves of spring wheat crops affected by different diseases in the maximum stage of development

³Бекмухамедов Н.Э., Карабкина Н.Н. Изменение спектральных характеристик растений яровой пшеницы пораженных грибковыми болезнями // Сельское, лесное и водное хозяйство. 2013. № 10. URL: <http://agro.snauka.ru/2013/10/1169>

что разным симптомам болезни соответствуют определенные спектры [11]. На рис. 4 представлены спектральные характеристики здорового листа и листьев с различными симптомами при заболевании листовой ржавчиной пшеницы [11, 12]. Образцы проб

с различной степенью поражения снимали двумя камерами. Для измерения спектральной отражательной способности зараженных листьев ржавчины использовали спектрорадиометр компании ASD (Boulder, CO, USA). Спектры получены в диапазоне

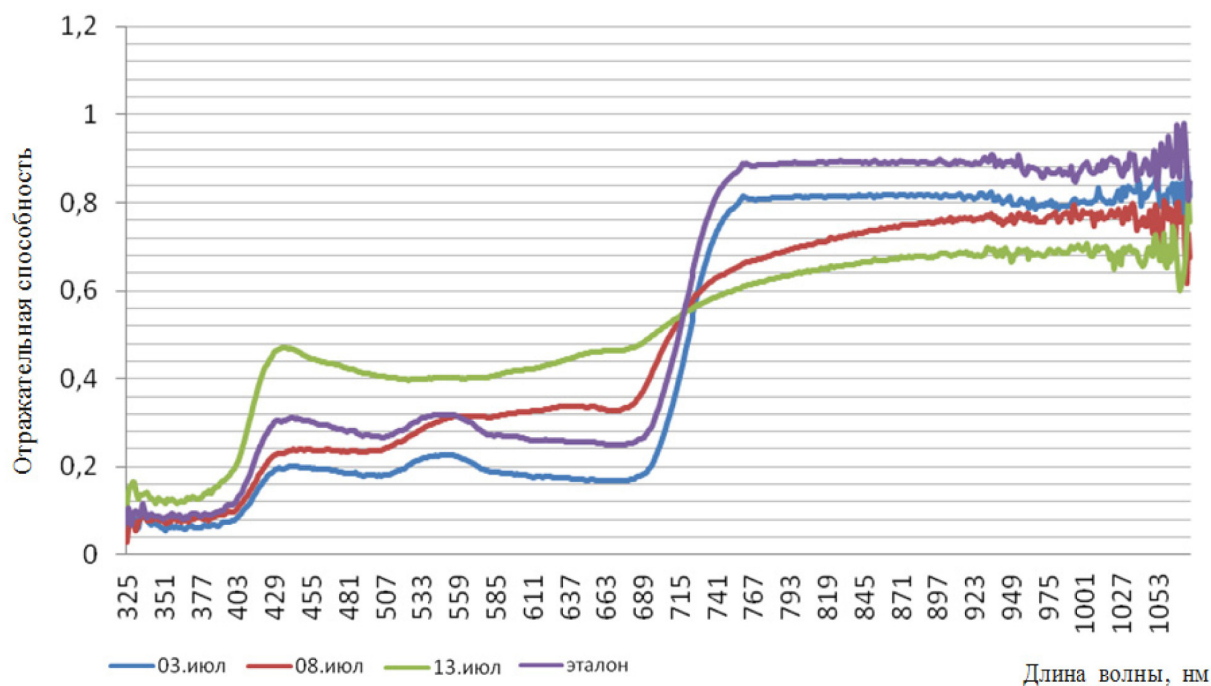


Рис. 3. Спектральные кривые посевов яровой пшеницы, зараженных бурой ржавчиной, в разные периоды съемки

Fig. 3. Spectral curves of spring wheat crops affected by brown rust in different periods of imaging

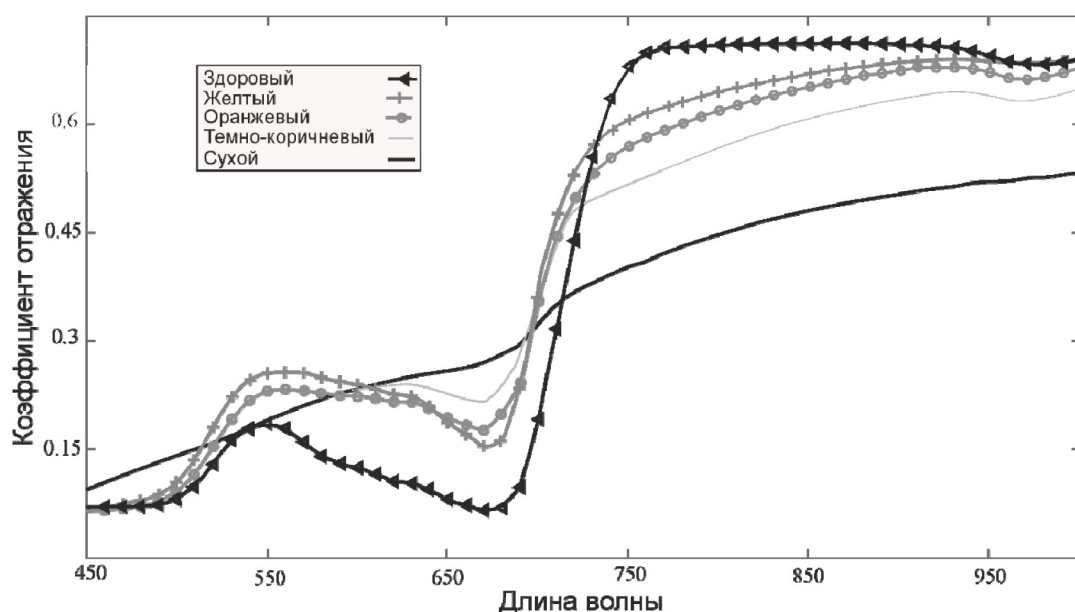


Рис. 4. Спектральные кривые здорового листа и листьев с различными симптомами при заболевании листовой ржавчиной пшеницы

Fig. 4. Spectral curves of a healthy wheat leaf and leaves with different symptoms of leaf rust

350–2500 нм. Использована также цифровая RGB-камера Canon DIGITAL IXUS 85 IS.

В лабораторных и полевых условиях получены результаты измерений спектральных характеристик отдельно взятых листьев пшеницы, пораженных желтой ржавчиной, а также исследованы симптомы этого заболевания на листьях разных ярусов [13, 14]. Полевые измерения проводили на четырех разных участках фермы «Duck End farm» (Уилстед, Бедфордшир, Великобритания) с использованием спектрографа (спектральная камера HS, модель Gilden Photonics Ltd., Великобритания), установленном на тракторе с помощью металлической рамы. Для выявления степени поражения листовой ржавчиной листьев разных ярусов в онлайн режиме использована регрессионная модель на основе метода наименьших квадратов (PLSR), позволяющая исследовать пространственные изменения степени поражения пшеницы и ячменя для эффективного применения фунгицида, а также в случае заболевания фузариозом для картирования мест здоровых и зараженных культур.

В работе [15] установлено, что спектральная яркость постепенно может увеличиваться в видимой и коротковолновой инфракрасной области спектра (SWIR), а в ближнем инфракрасном диапазоне (NIR) уменьшаться. Предложен спектральный индекс YRSI (индекс желтой ржавчины) для количественной оценки заболевания с использованием наиболее чувствительных полос в областях видимого спектра (704 нм), NIR (1423 нм) и SWIR (1926 нм). Данные получены с помощью переносного полевого спектрорадиометра ASD FieldSpec Pro FR.

Успешный опыт использования хлорофилл-флуоресцентного и гиперспектрального анализа для прогнозирования и оценки поражения колоса пшеницы фузариозом описан авторами в работе [16]. При фузариозе колоса очень важно распознавать зараженные зерна в колосе при созревании, поскольку попадание больных зерен в соб-

ранный урожай приведет к непригодности использования большей его части. Для определения фузариоза на ранних стадиях использованы два спектральных диапазона шириной по 10 нм (665–675 и 550–560). Данные диапазоны отражают изменения основных фотосинтетических пигментов (хлорофиллов и каротиноидов) и позволяют идентифицировать пораженные инфекцией места. Предложенный подход при анализе хлорофилл-флуоресцентных и многоспектральных изображений повышает эффективность обнаружения фузариозной инфекции на посевах пшеницы.

Различия отражательных характеристик здоровых и пораженных болезнями зерновых культур в определенных зонах спектра послужили основой для распознавания их особенностей с помощью вегетационных индексов.

К настоящему времени в ряде работ [7, 8, 11, 17–29] предложено несколько десятков различных вегетационных индексов для обнаружения и диагностики болезней на посевах зерновых культур. В таблице представлены вегетационные индексы, рассчитываемые по значениям спектральной яркости в широких и узких спектральных диапазонах для идентификации различных заболеваний посевов пшеницы и определения степени поражения.

В работе⁴ рассмотрен нормализованный вегетационный индекс $NDVI_{705}$, который является модификацией традиционного вегетационного индекса NDVI широкополосного доступа для выявления стресса, изменения содержания хлорофилла и каротина. На начальной стадии развития грибковых болезней яровой пшеницы (бурой, желтой, стеблевой ржавчины, пятнистости) значения индекса находятся в пределах 0,35–0,45, на максимальной – приближается к 0,2 и ниже, что указывает на полное отмирание растений. Для учета края красного участка спектра предложен индекс mSR_{705} , представляющий собой модификацию традиционного SR

⁴Бекмухамедов Н.Э., Карабкина Н.Н. Определение изменений содержания пигментов в посевах яровой пшеницы, зараженных грибковыми болезнями по гиперспектральным данным // Сельское, лесное и водное хозяйство. 2013. № 11. [Электронный ресурс]. URL: <http://agro.snauka.ru/2013/11/1205>

Вегетационные индексы, используемые при идентификации болезней пшеницы
Vegetation indices used for identification of wheat diseases

Индекс	Название индекса	Формула*	Болезни и вредители
1	2	3	4
DVI (Difference Vegetation Index)	Разностный вегетационный индекс	$R_{NIR} - R_R$	Мучнистая роса, листовая ржавчина, желтая ржавчина [8, 18, 23, 26]
RV1 (Ratio Vegetation Index)	Относительный вегетационный индекс	$\frac{R_{NIR}}{R_R}$	Мучнистая роса, листовая ржавчина, желтая ржавчина [8, 18, 22, 23, 26]
mSR ₇₀₅ (Modified Red Edge Simple Ratio Index)	Модифицированный относительный индекс в крайнем красном спектре	$\frac{R_{750} - R_{445}}{R_{750} + R_{445}}$	Желтая ржавчина, листовая ржавчина, стеблевая ржавчина, пятнистость, септориоз [20, 4]
NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)	Нормализованный разностный вегетационный индекс	$\frac{R_{NIR} - R_{Red}}{R_{NIR} + R_{Red}}, \frac{R_{800} - R_{670}}{R_{800} + R_{670}}$	Универсальный индикатор наличия зеленой здоровой растительности [8, 11, 17, 18, 22-24, 26, 27]
NDVI ₇₀₅ (Red Edge Normalized Difference Vegetation Index)	Нормализованный разностный вегетационный индекс в крайнем красном спектре	$\frac{R_{750} - R_{705}}{R_{750} + R_{705}}$	Желтая ржавчина, листовая ржавчина, стеблевая ржавчина, пятнистость, септориоз [20, 4]
mNDVI ₇₀₅ (Modified Red Edge Normalized Difference Vegetation Index)	Модифицированный нормализованный разностный вегетационный индекс	$\frac{R_{750} - R_{705}}{R_{750} + R_{705} - 2R_{445}}$	Желтая ржавчина, листовая ржавчина, стеблевая ржавчина, пятнистость, септориоз [20, 4]
GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index)	Нормализованный разностный вегетационный индекс зелености	$\frac{R_{NIR} - R_G}{R_{NIR} + R_G}$	Мучнистая роса, листовая ржавчина [18, 23, 26, 29]
NBNDVI (Narrow-Band Normalized Difference Vegetation Index)	Узкополосный нормализованный разностный вегетационный индекс	$\frac{R_{850} - R_{680}}{R_{850} + R_{680}}$	Мучнистая роса, листовая ржавчина [11, 26, 29]
NRI (Nitrogen Reflectance Index)	Азотный отражательный индекс	$\frac{R_{570} - R_{670}}{R_{570} + R_{670}}$	Мучнистая роса, листовая ржавчина [11, 26, 29]
RV/SI (Red-Edge Vegetation Stress Index)	Вегетационный индекс состояния в крайнем красном спектре	$\frac{R_{712} + R_{752} - R_{732}}{2}$	Мучнистая роса, листовая ржавчина, желтая ржавчина [8, 26, 29]
PSRI (Plant Senescence Reflectance Index)	Индекс отражения отрубевшего углерода в растительных тканях	$\frac{R_R - R_G}{R_{NIR}}, \frac{R_{678} - R_{500}}{R_{730}}$	Мучнистая роса, листовая ржавчина [7, 20, 23, 24, 26, 29]
ARI (Anthocyanin Reflectance Index)	Антоциановый отражательный индекс	$\frac{1}{R_{550}} - \frac{1}{R_{700}}$	Мучнистая роса, листовая ржавчина, тля [7, 11, 26, 29]

PRI (Photochemical/Physiological Reflectance Index)	Фотохимический индекс отражения	$\frac{R_{531} - R_{570}}{R_{531} + R_{570}}$	Мучнистая роса, листовая ржавчина, желтая ржавчина, стеблевая ржавчина, пятнистость, септориоз [7, 8, 11, 20, 23, 24, 29]
SIP1 (Structural Independent Pigment Index)	Структурный индекс интенсивности пигментов	$\frac{R_{800} - R_{445}}{R_{800} + R_{680}}$	Мучнистая роса, листовая ржавчина, желтая ржавчина, стеблевая ржавчина, пятнистость, септориоз [8, 11, 20, 24, 29]
PhRI (Physiological Reflectance Index)	Индекс физиологического отражения	$\frac{R_{530} - R_{531}}{R_{530} + R_{531}}$	Мучнистая роса, листовая ржавчина, желтая ржавчина [8, 11, 26, 29]
NPCI (Normalized Pigment Chlorophyll Index)	Нормализованный индекс поглощения хлорофиллом	$\frac{R_{680} - R_{430}}{R_{680} + R_{430}}$	Листовая ржавчина, желтая ржавчина [8, 11, 29]
MCARI (Modified Chlorophyll Absorption Ratio Index)	Модифицированный относительный индекс поглощения хлорофиллом	$3 \left[(R_{701} - R_{671}) - 0,2(R_{701} - R_{549}) \frac{R_{701}}{R_{671}} \right]$	Мучнистая роса, листовая ржавчина, желтая ржавчина [8, 22, 26, 29]
TCARI (Transformed Chlorophyll Absorption And Reflectance Index)	Трансформированный относительный индекс поглощения хлорофиллом	$3 \left[(R_{700} - R_{670}) - 0,2(R_{700} - R_{550}) \frac{R_{700}}{R_{670}} \right]$	Мучнистая роса, листовая ржавчина, желтая ржавчина [11, 22, 23, 26, 29]
GI (Green Index)	Индекс зелени	$\frac{R_{554}}{R_{667}}$	Листовая ржавчина [4, 5]
TVI (Triangular Vegetation Index)	Треугольный вегетационный индекс	$0,5[120(R_{NIR} - R_G) - 200(R_R - R_G)];$ $0,5[120(R_{750} - R_{550}) - 200(R_{670} - R_{550})]$	Листовая ржавчина, желтая ржавчина [7, 11, 22, 29]
TCI (Triangular Chlorophyll Index)	Треугольный индекс поглощения хлорофиллом	$1,2(R_{700} - R_{550}) - 1,5(R_{670} - R_{550}) \sqrt{\frac{R_{700}}{R_{670}}}$	Листовая ржавчина, желтая ржавчина [7, 11, 22, 29]
TGI (Triangular Greenness Index)	Треугольный индекс зелени	$0,5[(\lambda_R - \lambda_B)(R_R - R_G) - (\lambda_R - \lambda_G)(R_R - R_B)]$	Листовая ржавчина, желтая ржавчина [7, 11, 22, 29]
MTVI1 (Modified Triangular Vegetation Index 1)	Модифицированный треугольный вегетационный индекс (1)	$1,2[1,2(R_{800} - R_{550}) - 2,5(R_{670} - R_{550})]$	Листовая ржавчина, желтая ржавчина [7, 18, 22]
MTVI2 (Modified Triangular Vegetation Index 2)	Модифицированный треугольный вегетационный индекс (2)	$\frac{1,2(R_{800} - R_{550}) - 2,5(R_{670} - R_{550})}{\sqrt{(2R_{800} + 1)^2 - (6R_{800} - 5\sqrt{R_{670} - 0,5})}}$	Листовая ржавчина, желтая ржавчина [7, 18, 22]

Окончание таблицы

1	2	3	4
OSAVI (Optimized Soil Adjusted Vegetation Index)	Оптимизированный почвенно-вегетационный индекс	$1,16 \frac{R_{800} - R_{670}}{R_{800} + R_{670} + 1,6}$	Мучнистая роса, листовая ржавчина, желтая ржавчина, стеблевая ржавчина, пятнистость, септориоз [18, 22, 23]
NDREI (Normalized Difference Red Edge Index)	Нормализованный разностный индекс в крайнем красном спектре	$\frac{R_{NIR} - R_{RE}}{R_{NIR} + R_{RE}}$	Листовая ржавчина, желтая ржавчина [22]
HI (Health Index)	Индекс здоровой растительности	$\frac{R_{739} - R_{402}}{R_{739} + R_{402}} - 0,5R_{403}$	Здоровые растения [28]
PMI (Powdery Mildew Index)	Индекс мучнистой росы	$\frac{R_{515} - R_{698}}{R_{515} + R_{698}} - 0,5R_{738}$	Мучнистая роса [28]
YRI (Yellow Rust Index)	Индекс желтой ржавчины	$\frac{R_{730} - R_{419}}{R_{730} + R_{419}} - 0,5R_{736}$	Желтая ржавчина [28]
AI (Aphids Index)	Индекс тли	$\frac{R_{400} - R_{735}}{R_{400} + R_{735}} - 0,5R_{403}$	Тля [28]
LRDSI_1 (Leaf Rust Disease Severity Index 1)	Индекс поражения листовой ржавчиной (1)	$6,9 \frac{R_{605}}{R_{455}} - 1,2$	Листовая ржавчина [11, 24]
LRDSI_2 (Leaf Rust Disease Severity Index 2)	Индекс поражения листовой ржавчиной (2)	$4,2 \frac{R_{695}}{R_{455}} - 0,38$	Листовая ржавчина [11]

широкополосного доступа. Значения mSR_{705} находятся в диапазоне от 0 до 30. Изменение предложенного индекса на начальной стадии развития болезней колеблется в пределах 3,7–7,1. При максимальной стадии развития болезней значения индекса менее 3,5. Также предложен вегетационный индекс $mNDVI_{705}$, который представляет модификацию индекса $NDVI_{705}$ и при его расчете использован край синего участка спектра. Значения индекса находятся в пределах 0,59–0,75. На начальной стадии развития болезней особых изменений не отмечено, с увеличением степени поражения болезнями происходят резкие изменения индекса, которые во многом зависят от вида фитопатогена. Установлено, что $NDVI_{705}$ на максимальной стадии развития болезней посевов хорошо коррелирует со значениями фотохимического индекса отражения PRI. На максимальной и средней стадиях развития болезней отмечена прямая зависимость индекса mSR_{705} от эффективности использования световой энергии PRI, а также от вида фитопатогена и характера протекания болезней. Зависимость фотохимического индекса отражения PRI от вегетационного индекса $mNDVI_{705}$ на начальной стадии развития болезней дает возможность выявить заражение без визуальных признаков болезней. Индекс $mNDVI_{705}$ в сочетании с индексом отражения SIPI также позволяет определить заражение на ранней стадии развития болезней.

В работе [21] представлен набор вегетационных гиперспектральных индексов, который позволяет установить состояние сельскохозяйственных угодий. Он сформирован в исследованиях Агрофизического института РАН^{5,6} и адаптирован для использования в погоднo-климатических условиях Северо-Западного региона. Представленные индексы широко используются сервисами для расширения функциональности средств информационных систем «Созвездие-Вега» ИКИ РАН.

В работе [28] предложено несколько индексов для идентификации заболеваний: ин-

декс PMI для обнаружения мучнистой росы, индекс YRI – желтой ржавчины, индекс AI – тли, индекс HI использовался для оценки состояния здоровой растительности. Точность классификации по предложенным индексам здоровых листьев и листьев, инфицированных мучнистой росой, желтой ржавчиной и поврежденных тлей, составила 86,5; 85,2; 91,6 и 93,5% соответственно. Опыты проводили с использованием гиперспектрометра ASD FieldSpec на сельскохозяйственной экспериментальной базе Хяотангшан (Xiaotangshan) в районе Чанпин (Пекин, Китай).

В работе [29] получена оценка влияния различных симптомов листовой ржавчины на значения спектральных индексов растительности и предложена их классификация для выявления различных стадий заболевания. Всего исследовано 22 спектральных индекса, которые были разделены на три группы в зависимости от их точности при выявлении заболеваний. Первая группа индексов (NBNDVI, NDVI, PRI, GI и RVSI) при классификации показала точность более 60%, вторая и третья – около 40 и 20% соответственно. Для определения степени поражения листовой ржавчиной предложены индексы LRDSI_1 и LRDSI_2 и проведено их сравнение с другими распространенными спектральными вегетационными индексами. Эти индексы разработаны на основе коэффициента отражения на длинах волн 605, 695 и 455 нм. Для индексов LRDSI_1 и LRDSI_2 критерий Фишера (R^2) между оцениваемым и наблюдаемым результатами равен 0,94.

Проведенный анализ работ показывает, что в настоящее время наряду с методами визуальной идентификации болезней и оценки степени поражения зерновых культур применяются методы дистанционного зондирования с помощью оптических датчиков, среди которых наиболее перспективными являются гиперспектральные.

В обзоре представлены идентификационные спектры здоровых растений, а также спектры растений с признаками поражения

⁵Yakushev V.P., Kanash E.V., Osipov Yu.A. Optical Criteria in Estimating Deficiency of Basic Macroelements and Plant Fertilizer Requirements // EFITA-WCCA-CIGR Conference “Sustainable Agriculture through ICT Innovation”. Turin, 2013. <http://www.cigr.org/Proceedings/uploads/2013/0217.pdf>

⁶Канаши Е.В. Основные характеристики агрофитоценозов для дешифрования спектральных данных дистанционного зондирования // Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве: материалы Всерос. науч. конф. СПб.: АФИ, 2015. С. 25–28.

основными грибными болезнями, их взаимосвязь со степенью поражения. Показана информативность спектральных характеристик и вегетационных индексов при диагностике и выявлении заболеваний растений. Представлена таблица вегетационных индексов, рассчитанных по значениям коэффициентов отражения в широких и узких спектральных диапазонах для определения болезней пшеницы.

Применение оптических методов в мониторинге болезней пшеницы позволит точно выявлять очаги поражения посевов, достоверно диагностировать заболевания и степень поражения растений и обеспечить поддержку принятия управленческих решений по своевременным и эффективным мерам защиты урожая.

Результаты проведенного обзора будут применены для разработки цифровой технологии раннего обнаружения и локализации поражений посевов яровой пшеницы и других сельскохозяйственных культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Койшыбаев М. Болезни пшеницы: монография. Анкара: ФАО, 2018. 365 с.
2. Кекало А.Ю., Немченко В.В., Заргарян Н.Ю., Цыпышева М.Ю. Защита зерновых культур от болезней. Куртамыш: ООО «Куртамышская типография», 2017. 172 с.
3. Методы фитосанитарного мониторинга и прогноза / под ред. И.Я. Гричанова. 2-е изд. СПб.: ВИЗР РАСХН, 2013. 128 с.
4. Попова Л.И. Своевременный мониторинг – основа успешной защиты растений // Защита растений. 2018. № 4. С. 8–10.
5. Yang G., Liu J., Zhao C., Li Z., Huang Y., Yu H., Xu B., Yang X., Zhu D., Zhang X. Unmanned aerial vehicle remote sensing for field-based crop phenotyping: current status and perspectives // *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. 1111 p. DOI: 10.3389/fpls.2017.01111
6. Mahlein A.K. Plant disease detection by imaging sensors—parallels and specific demands for precision agriculture and plant phenotyping // *Plant Disease*. 2016. Vol. 100. N 2. P. 241–251.
7. Wang H., Qin F., Liu Q., Ruan L., Wang R., Ma Z., Li X. Identification and disease index inversion of wheat stripe rust and wheat leaf rust based on hyperspectral data at canopy level // *Journal of Spectroscopy*. 2015. Vol. 2015. URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/651810>
8. Wang H., Qin F., Ruan L., Wang R., Liu Q., Ma Z., Li X., Cheng P. Identification and Severity Determination of Wheat Stripe Rust and Wheat Leaf Rust Based on Hyperspectral Data Acquired Using a Black-Paper-Based Measuring Method // *PLOS ONE*. 2016. Vol. 11. N 4.
9. Исмаилов Э.Я., Надыкта В.Д. Гиперспектральные исследования поражения сельскохозяйственных культур фитопатогенами // *Космонавтика и ракетостроение*. 2012. № 3. С. 98–103.
10. Mahlein A.K., Steiner U., Hillnhütter C., Dehne H.W., Oerke E.C. Hyperspectral imaging for small-scale analysis of symptoms caused by different sugar beet diseases // *Plant Methods*. 2012. Vol. 8. N 1. P. 3.
11. Ashourloo D., Mobasheri M.R., Huete A. Developing two spectral disease indices for detection of wheat leaf rust (*Puccinia triticina*) // *Remote Sensing*. 2014. Vol. 6. N 6. P. 4723–4740.
12. Ashourloo D., Matkan A.A., Huete A., Aghighi H., Mobasheri M.R. Developing an index for detection and identification of disease stages // *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*. 2016. Vol. 13. N 6. P. 851–855.
13. Whetton R.L., Hassall K.L., Waine T.W., Mouazen A.M. Hyperspectral measurements of yellow rust and fusarium head blight in cereal crops: Part 1: Laboratory study // *Biosystems Engineering*. 2018. Vol. 166. P. 101–115.
14. Whetton R.L., Waine T.W., Mouazen A.M. Hyperspectral measurements of yellow rust and fusarium head blight in cereal crops: Part 2: On-line field measurement // *Biosystems engineering*. 2018. Vol. 167. P. 144–158.
15. Lin-Sheng H., Ju S.C., Jin-Ling Z., Dong-Yan Z., Teng L., Yang F. Hyperspectral measurements for estimating vertical infection of yellow rust on winter wheat plant // *International Journal of Agriculture and Biology*. 2015. Vol. 17. N 6.
16. Bauriegel E., Herppich W.B. Hyperspectral and chlorophyll fluorescence imaging for early detection of plant diseases, with special reference to Fusarium spec. infections on wheat // *Agriculture*. 2014. Vol. 4. N 1. P. 32–57.
17. Zheng Q., Cui X., Huang W., Shi Y. New Spectral Index for Detecting Wheat Yellow Rust Using Sentinel-2 Multispectral Imagery // *Sensors*. 2018. Vol. 18. N 3. P. 868.
18. Yao X., Wang N., Cheng T., Tian Y., Chen Q., Zhu Y. Estimation of wheat LAI at middle to high levels using unmanned aerial vehicle narrowband multispectral imagery // *Remote Sensing*. 2017. Vol. 9. N 12. P. 1304.
19. Mashaba Z., Chirima G., Botai J., Combrinck L., Munghemezulu C. Evaluating spectral indices

- for winter wheat health status monitoring in Bloemfontein using Lsat 8 data // *South African Journal of Geomatics*. 2016. Vol. 5. N 2. P. 227–243.
20. Al-Gaadi K.A., Patil V., Tola E., Madugundu R., Marey S. In-season assessment of wheat crop health using vegetation indices based on ground measured hyper spectral data // *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*. 2014. Vol. 9. N 2. P. 138–146.
21. Саворский В.П., Кашицкий А.В., Константинова А.М., Балаилов И.В., Крашенинникова Ю.С., Толтин В.А. Возможности анализа гиперспектральных индексов в информационных системах дистанционного мониторинга семейства «Созвездие-Вега» // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2016. Т. 13. № 3. С. 28–45.
22. Hunt E.R., Eitel J., Daughtry C., Long D. Remote sensing leaf chlorophyll content using a visible band index // *Agronomy Journal*. 2011. Vol. 103. N 4. P. 1090–1099.
23. Yang G., Zhao C., Liu J. Unmanned aerial vehicle remote sensing for field-based crop phenotyping: current status and perspectives // *Frontiers in plant science*. 2017. Vol. 8. P. 1111.
24. Lowe A., Harrison N., French A.P. Hyperspectral image analysis techniques for the detection and classification of the early onset of plant disease and stress // *Plant methods*. 2017. Vol. 13. N 1. P. 80.
25. Yue J. A Comparison of Regression Techniques for Estimation of Above-Ground Winter Wheat Biomass Using Near-Surface Spectroscopy // *Remote Sensing*. 2018. Vol. 10. N 1. P. 66.
26. Cao X., Luo Y., Yilin Z., Fan J., Xu X., West J.S., Duan X., Cheng D. Detection of powdery mildew in two winter wheat plant densities and prediction of grain yield using canopy hyperspectral reflectance // *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10. N 3.
27. Du M., Noguchi N. Monitoring of wheat growth status and mapping of wheat yield's within-field spatial variations using color images acquired from UAV-camera system // *Remote Sensing*. 2017. Vol. 9. N 3. P. 289.
28. Huang W., Guan Q., Luo J., Zhang J., Zhao J., Liang D. New optimized spectral indices for identifying and monitoring winter wheat diseases // *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. 2014. Vol. 7. N 6. P. 2516–2524.
29. Ashourloo D., Mobasheri M.R., Huete A. Evaluating the effect of different wheat rust disease symptoms on vegetation indices using hyperspectral measurements // *Remote Sensing*. 2014. Vol. 6. N 6. P. 5107–5123.

REFERENCES

1. Koishybaev M. *Bolezni pshenitsy* [Diseases of wheat]. Ankara: FAO, 2018, 365 p. (In Russian).
2. Kekalo A.Yu., Nemchenko V.V., Zargaryan N.Yu., Tsypysheva M.Yu. *Zashchita zernovykh kul'tur ot boleznei* [Protection of crops from diseases]. Kurtamysh: OOO «Kurtamyshskaya tipografiya» Publ., 2017, 172 p. (In Russian).
3. *Metody fitosanitarnogo monitoringa i prognoza / pod red. I.Ya. Grichanova* [Methods of phytosanitary monitoring and forecast / edited by I.Ya. Grichanova], 2-e izd. SPb.: VIZR RASKhN Publ., 2013, 128 p. (In Russian).
4. Popova L.I. Svoevremennyy monitoring – osnova uspekhnoy zashchity rasteniy [Timely monitoring – the basis of successful plant protection] *Zashchita rasteniy* [Plant Protection], 2018, no. 4, pp. 8–10. (In Russian).
5. Yang G., Liu J., Zhao C., Li Z., Huang Y., Yu H., Xu B., Yang X., Zhu D., Zhang X. Unmanned aerial vehicle remote sensing for field-based crop phenotyping: current status and perspectives. *Frontiers in Plant Science*. 2017. vol. 8, 1111 p. DOI: 10.3389/fpls.2017.01111
6. Mahlein A.K. Plant disease detection by imaging sensors—parallels and specific demands for precision agriculture and plant phenotyping. *Plant Disease*, 2016, vol. 100, no. 2, pp. 241–251.
7. Wang H., Qin F., Liu Q., Ruan L., Wang R., Ma Z., Li X. Identification and disease index inversion of wheat stripe rust and wheat leaf rust based on hyperspectral data at canopy level. *Journal of Spectroscopy*, 2015, vol. 2015, URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/651810>
8. Wang H., Qin F., Ruan L., Wang R., Liu Q., Ma Z., Li X., Cheng P. Identification and Severity Determination of Wheat Stripe Rust and Wheat Leaf Rust Based on Hyperspectral Data Acquired Using a Black-Paper-Based Measuring Method. *PLOS ONE*, 2016, vol. 11, no. 4.
9. Ismailov E.Ya., Nadykta V.D. Giperspektral'nye issledovaniya porazheniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur fitopatogenami [Hyperspectral studies of crop damage by phytopathogens]. [*Kosmonavtika i raketostroyeniye* [Astronautics and Rocket Science], 2012, vol. 3, no. 3, pp. 98–103.
10. Mahlein A.K., Steiner U., Hillnhütter C., Dehne H.W., Oerke E.C. Hyperspectral imaging for small-scale analysis of symptoms caused by different sugar beet diseases. *Plant Methods*, 2012, vol. 8, no. 1, pp. 3.
11. Ashourloo D., Mobasheri M.R., Huete A. Developing two spectral disease indices for detec-

- tion of wheat leaf rust (*Puccinia triticina*). *Remote Sensing*, 2014, vol. 6, no. 6, pp. 4723–4740.
12. Ashourloo D., Matkan A.A., Huete A., Aghighi H., Mobasher M.R. Developing an index for detection and identification of disease stages. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 2016, vol. 13, no. 6, pp. 851–855.
13. Whetton R.L., Hassall K.L., Waine T.W., Mouazen A.M. Hyperspectral measurements of yellow rust and fusarium head blight in cereal crops: Part 1: Laboratory study. *Biosystems Engineering*, 2018, vol. 166, pp. 101–115.
14. Whetton R.L., Waine T.W., Mouazen A.M. Hyperspectral measurements of yellow rust and fusarium head blight in cereal crops: Part 2: On-line field measurement. *Biosystems engineering*, 2018, vol. 167, pp. 144–158.
15. Lin-Sheng H., Ju S.C., Jin-Ling Z., Dong-Yan Z., Teng L., Yang F. Hyperspectral measurements for estimating vertical infection of yellow rust on winter wheat plant. *International Journal of Agriculture and Biology*, 2015, vol. 17, no. 6.
16. Bauriegel E., Herppich W.B. Hyperspectral and chlorophyll fluorescence imaging for early detection of plant diseases, with special reference to Fusarium spec. infections on wheat. *Agriculture*, 2014, vol. 4, no. 1, pp. 32–57.
17. Zheng Q., Cui X., Huang W., Shi Y. New Spectral Index for Detecting Wheat Yellow Rust Using Sentinel-2 Multispectral Imagery. *Sensors*, 2018, vol. 18, no. 3, pp. 868.
18. Yao X., Wang N., Cheng T., Tian Y., Chen Q., Zhu Y. Estimation of wheat LAI at middle to high levels using unmanned aerial vehicle narrowband multispectral imagery. *Remote Sensing*, 2017, vol. 9, no. 12, pp. 1304.
19. Mashaba Z., Chirima G., Botai J., Combrinck L., Munghemezulu C. Evaluating spectral indices for winter wheat health status monitoring in Bloemfontein using Lsat 8 data. *South African Journal of Geomatics*, 2016, vol. 5, no. 2, pp. 227–243.
20. Al-Gaadi K.A., Patil V., Tola E., Madugundu R., Marey S. In-season assessment of wheat crop health using vegetation indices based on ground measured hyper spectral data. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 2014, vol. 9, no. 2, pp. 138–146.
21. Savorskii V.P., Kashnitskii A.V., Konstantinova A.M., Balashov I.V., Krashenninnikova Yu.S., Tolpin V.A. Vozmozhnosti analiza giperspektral'nykh indeksov v informatsionnykh sistemakh distantsionnogo monitoringa semeistva «Sozvezdie-Vega» [Possibilities of analyzing hyperspectral indices in information systems of the remote monitoring of the «Constellation-Vega» family]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern problems of remote sensing of the Earth from space], 2016, vol. 13, no. 3, pp. 28–45.
22. Hunt E.R., Eitel J., Daughtry C., Long D. Remote sensing leaf chlorophyll content using a visible band index. *Agronomy Journal*, 2011, vol. 103, no. 4, pp. 1090–1099.
23. Yang G., Zhao C., Liu J. Unmanned aerial vehicle remote sensing for field-based crop phenotyping: current status and perspectives. *Frontiers in plant science*, 2017, vol. 8, pp. 1111.
24. Lowe A., Harrison N., French A.P. Hyperspectral image analysis techniques for the detection and classification of the early onset of plant disease and stress. *Plant methods*, 2017, vol. 13, no. 1, pp. 80.
25. Yue J. A Comparison of Regression Techniques for Estimation of Above-Ground Winter Wheat Biomass Using Near-Surface Spectroscopy. *Remote Sensing*, 2018, vol. 10, no. 1, pp. 66.
26. Cao X., Luo Y., Yilin Z., Fan J., Xu X., West J. S., Duan X., Cheng D. Detection of powdery mildew in two winter wheat plant densities and prediction of grain yield using canopy hyperspectral reflectance. *PIOS ONE*, 2015, vol. 10, no. 3.
27. Du M., Noguchi N. Monitoring of wheat growth status and mapping of wheat yield's within-field spatial variations using color images acquired from UAV-camera system. *Remote Sensing*, 2017, vol. 9, no. 3, pp. 289.
28. Huang W., Guan Q., Luo J., Zhang J., Zhao J., Liang D. New optimized spectral indices for identifying and monitoring winter wheat diseases. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 2014, vol. 7, no. 6, pp. 2516–2524.
29. Ashourloo D., Mobasher M.R., Huete A. Evaluating the effect of different wheat rust disease symptoms on vegetation indices using hyperspectral measurements. *Remote Sensing*, 2014, vol. 6, no. 6, pp. 5107–5123.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Дубровская О.А., кандидат физико-математических наук; Институт вычислительных технологий СО РАН; Россия, 630090, Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 6, e-mail: dubrovskaya_oa@list.ru

(✉) **Гурова Т.А.**, кандидат сельскохозяйственных наук; Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий СО РАН; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: guro-tamara@yandex.ru

Пестунов И.А., кандидат физико-математических наук; Институт вычислительных технологий СО РАН; Россия, 630090, Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 6

Котов К.Ю., кандидат технических наук, Институт автоматики и электрометрии СО РАН; Россия, 630090, Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 1

Финансовая поддержка

Работа выполнена при поддержке комплексной программы фундаментальных исследований Сибирского отделения Российской академии наук «Междисциплинарные интеграционные исследования» на 2018–2020 гг. по проекту «Разработка цифровых технологий раннего обнаружения и локализации поражений посевов сельскохозяйственных культур».

AUTHOR INFORMATION

Dubrovskaya O.A., Candidate of Science in Physics and Mathematics; Institute of Computational Technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; **address:** 6, Academician M.A. Lavrentiev avenue, Novosibirsk, 630090, Russia e-mail: dubrovskaya_oa@list.ru

(✉) **Gurova T.A.**, Candidate of Science in Agriculture; Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: guro-tamara@yandex.ru

Pestunov I.A., Candidate of Science in Physics and Mathematics; Institute of computational technologies of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; **address:** 6, Academician M.A. Lavrentiev avenue, Novosibirsk, 630090, Russia

Kotov K.Yu., Candidate of Science in Engineering; Institute of Automation and Electrometry; **address:** 1, Academician Koptug avenue, Novosibirsk, 630090, Russia

Дата поступления статьи 10.09.2018
Received by the editors 10.09.2018



DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-12

УДК 631

НАСУЩНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА МОНГОЛИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Хэрууга Т., Гантулга Г., Бямбаа Б.

Монгольский государственный аграрный университет, Монгольская академия аграрных наук
Улан Батор, Монголия

Для цитирования: Хэрууга Т., Гантулга Г., Бямбаа Б. Насущные проблемы развития сельского хозяйства Монголии и пути их решения // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 6. С. 90–95. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-12

For citation: Kheruuga T., Gantulga G., Byambaa B. Nasushchnye problemy razvitiya sel'skogo khozyaistva Mongolii i puti ikh resheniya. [Current problems of agriculture sector development in Mongolia and ways of their solution]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2018, vol. 48, no. 6, pp. 90–95. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-12

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены стратегические задачи устойчивого развития сельского хозяйства Монголии. Подчеркнута актуальность применения и внедрения прогрессивных технологий в сельскохозяйственное производство, в том числе технологий умного сельского хозяйства, геоинформационных систем, спутниковой навигации. В последние годы коллектив Монгольского государственного аграрного университета успешно работает над новыми технологиями по адаптации сельскохозяйственных культур к природно-климатическим изменениям, а также над внедрением достижений биотехнологий и генной инженерии в разведение высокопродуктивных животных. Первые результаты уже достигнуты. Неотложной и актуальной задачей аграрного производства Монголии является применение элементов Четвертой промышленной революции в земледелии и животноводстве и осуществление продуманной политики и мероприятий по освоению новых технологий для расширения производства экологически чистой органической продукции и увеличения ее экспорта, а также охраны и защиты окружающей среды.

Ключевые слова: умное сельское хозяйство, технология производства, адаптация, цифровизация, биотехнология, генная инженерия, Четвертая промышленная революция, устойчивое развитие сельского хозяйства

CURRENT PROBLEMS OF AGRICULTURE SECTOR DEVELOPMENT IN MONGOLIA AND WAYS OF THEIR SOLUTION

Kheruuga T., Gantulga G., Byambaa B.

*Mongolian University of Life Sciences (MULS),
Mongolian Academy of Agrarian Sciences (MAAS)*
Ulaanbaatar, Mongolia

This article presents strategic goals of sustainable development of agriculture sector in Mongolia. It outlines relevance of application and implementation of advanced technologies in agricultural production, including smart farming, geo information systems and satellite navigation. In recent years, the researchers of Mongolian University of Life Sciences are actively working on developing climate adaptation technologies with regard to agricultural crops, as well as application of the latest achievements of biotechnology and genetic engineering to breeding of highly productive livestock. The first results have already been achieved. The urgent and current objectives of agriculture sector development of Mongolia involve application of certain elements of the Fourth industrial revolution to livestock and plant production sector of Mongolia, and implementation of a well-thought policy and measures on introduction of new technologies aimed at increasing production of environmentally-friendly organic product and its export, as well as protection and conservation of the environment.

Keywords: smart farming, agriculture production technology, adaptation, digitalization, biotechnology, genetic engineering, Fourth industrial revolution, sustainable development of agriculture

Парламент Монголии в 2016 г. утвердил «Концепцию по устойчивому долгосрочному развитию Монголии на период с 2016 по 2030 годы» как базовый документ политики социально-экономического развития страны. В нем большое внимание уделяется снабжению населения страны экологически чистыми и безопасными продуктами питания, экспорту продуктов животноводческого и земледельческого производства за счет развития обрабатывающей промышленности и внедрения технологий Четвертой промышленной революции: искусственного интеллекта и робототехники, интернета вещей (включая облачные вычисления и Big Data), беспилотного транспорта, нанотехнологии, 3D- и 4D-печати.

Сельское хозяйство Монголии остается одной из приоритетных отраслей экономики страны, однако в настоящее время характеризуется низкой продуктивностью и эффективностью, большими рисками, недостаточной конкурентоспособностью; технологии, применяемые в этой отрасли, в основном опираются на природные и биологические ресурсы, исчерпывают их потенциал и оказывают негативное влияние на экологию и природу.

Климатические изменения планеты, происходящие за последние годы, также влияют на экологию, на сельскохозяйственное производство и агроиндустрию, вызывают отрицательные последствия в земледелии и животноводстве Монголии. Появляются новые инфекционные заболевания животных, повышается интенсивность деградации пастбищ и эрозия почвы. В таких условиях закономерно ставятся вопросы разработки и внедрения адаптированных, прогрессивных, научно обоснованных технологий и совершенствования менеджмента сельскохозяйственного производства.

Необходимо поддерживать развитие животноводческого сектора, конкурентоспособного на международном уровне, за счет внедрения передовых технологий повышения продуктивности животных, укрепления их качественных характеристик и специфического генетического потенциала. Необходи-

мо проводить политику и осуществлять меры по рациональному использованию и менеджменту пастбищных и кормовых ресурсов, по созданию системы контроля и мониторинга заболеваний животных, соответствующей международным нормам и стандартам. Интенсифицировать развитие земледелия и производства продукции растениеводства, обеспечивающего потребность населения в продуктах питания, при этом уделяя особое внимание повышению плодородия почвы, снижению обеднения земельных ресурсов, внедрению прогрессивной экономичной агротехнологии по поддержке плодородия и орошению почвы.

Географическое расположение, резко континентальный климат и хрупкость экосистемы Монголии требуют внедрения и применения современных экологически приемлимых, ресурсосберегающих и адаптированных к природно-климатическим изменениям технологий ведения сельскохозяйственного производства. По данным Международной организации по глобальному изменению климата, Монголия по индексам риска занимает 8-е место среди 10 стран мира с высоким риском для земледелия. Интенсивность потепления (2,4 °C) в Монголии в 3 раза выше, чем мировая [1].

Реальные климатические изменения в Монголии сопровождаются негативными и позитивными последствиями. Увеличилось число суток без заморозков (на 9–15), что создает благоприятные условия улучшения теплоснабжения и тем самым увеличивает количество культур, выращиваемых в условиях Монголии. Также увеличилось количество осадков в зимний период (на 20–25%) в некоторых регионах Монголии, что дает хорошие условия влагоснабжения во время выращивания [2]. Но негативное влияние климатических изменений на экосистему Монголии превосходит позитивное. Последствиями изменения климатических условий Монголии стало увеличение эрозии и разрушение почвы в 7–25 раз по сравнению с ожидаемым, снижение гумусового состава почвы на 37–52%. Поэтому разработка и внедрение адаптированных к климатичес-

ким изменениям технологий – неотложные задачи земледелия Монголии в настоящее время [3].

Основными направлениями адаптивно-ландшафтной системы земледелия являются: разработка засухо- и болезнеустойчивых скороспелых сортов различных культур; создание системы по производству высококачественных семян акклиматизированных сортов; внедрение комбинированной ресурсосберегающей технологии и нулевой обработки почвы; улучшение плодородия почвы и увеличение урожая за счет применения минеральных и органических удобрений; использование соответствующих севооборотов; разработка и применение технологий орошения.

Концепция интеллектуального фермерства базируется на использовании большого количества информации для принятия обоснованных решений в сфере сельского хозяйства (big data farming). Такой подход позволяет увеличить объемы производства и прибыль. С другой стороны, «точное земледелие» (precision agriculture) подразумевает тщательный мониторинг динамики и эффективную корректировку урожайности сельскохозяйственных культур. Обе эти концепции крайне важны для понимания сути умного сельского хозяйства, основанного на применении информационных технологий [4].

Актуальным является осуществление тщательно продуманной и научно обоснованной политики и мер по применению и внедрению умного земледелия, опирающегося на имеющиеся ресурсы и опыт по производству экологически чистых, безопасных органических продуктов питания. Имеется возможность и потребность внедрения интеллектуальных технологий в земледелии для увеличения производства высококачественных культур и повышения продуктивности земледелия за счет сокращения затрат и оптимального использования имеющихся ресурсов. Для перехода к умному земледелию надо осуществить следующий взаимоувязанный комплекс мероприятий:

– *почвозащитные агроландшафтные технологии* (применение усовершенствованных методов обработки почвы, внедрение нулевых технологий, мульчирование, разумное применение минеральных и органических удобрений);

– *севообороты для повышения продуктивности земледелия* (внедрение севооборотов с 3–5 культурами, увеличение сроков и видов культур в севообороте, в частности бобовых, кукурузы, подсолнечника, а также увеличение сидератов);

– *орошаемое земледелие* (научно обоснованный выбор видов и сортов культур для орошаемого земледелия, обеспечение земельных ресурсов дополнительной влагой, совершенствование дренажно-коллекторной системы, повышение водопользования, регулирование поверхностного стока и создание запасов воды в водохранилищах, переход к более засухоустойчивым сортам и культурам);

– *введение новых культур, приемлемых в условиях позитивных изменений климата Монголии* (полевых, масличных, технических, овощных и силосных в связи с удлинением безморозного периода на 9–15 сут);

– *замена влаголюбивых культур на засухо- и морозоустойчивые* (применение новых засухоустойчивых экологически адаптированных и высокопродуктивных культур в Монголии обеспечивает повышение урожайности на 25–50%) [3, 5, 6];

– *технология земледелия защищенного грунта* (создание и внедрение новых ранне-, средне- и позднеспелых высокопродуктивных, болезнеустойчивых сортов и гибридов тепличных культур в земледелии защищенного грунта);

– *технология эффективного применения минеральных и органических удобрений в полевых севооборотах* (обеспечивает рациональное применение удобрений как основное средство повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур);

– *производство семян высокопродуктивных и качественных культур* (качество семян и снабжение семенами высокоуро-

жайных и адаптированных культур; внедрение технологий аэропоники и гидропоники; выращивание микроплодов в беспочвенных условиях);

– *точное земледелие*, включающее использование систем спутникового мониторинга транспорта, навигации и автопилотирования сельскохозяйственной техники, мобильных метеостанций, спутниковых снимков полей, картирования урожайности; сканирование почвы, информационную платформу оперативного спутникового мониторинга состояния посевов, внедрение в работу дронов, параллельное вождение, дифференцированное внесение удобрений и обработки агрохимикатами.

В последние годы научные сотрудники научно-исследовательского института земледелия и растениеводства Монголии успешно проводят экспериментальные работы по внедрению современных высокоэффективных технологий в земледелии, разрабатывают и создают новые сорта различных культур, в том числе зерновых, адаптированных к природно-климатическим условиям Монголии.

Определены основные направления стратегии адаптации животноводства Монголии к изменениям климата:

– внедрение и применение новых прогрессивных технологий разведения животных – четкое определение и описание специфических, полезных генотипов Монгольского стада и широкое их применение в селекционной работе, а также внедрение достижений биотехнологий и генной инженерии в разведении и производстве высокопродуктивного скота;

– использование прогрессивных технологий в производстве кормов – создание новых кормовых культур, адаптированных к природно-климатическим условиям различных зон и экотипов Монголии и разработка агротехнологии по выращиванию этих культур, а также производство премиксов и кормовых добавок для животных;

– развитие маточного свиноводства и птицеводства – внедрение автоматизированной системы по контролю и регулированию

микроклимата и процессов производства, минимализация рисков выращивания репродукционных яиц и поросят;

– рациональный менеджмент отходов – разработка технологий по производству биоудобрений и биогазов из отходов животноводства и их внедрение в практику;

– регистрационно-мониторинговая система содержания животных и система поддержки продажи продуктов животного происхождения – создание системы слежения за животными, системы логистики поставки продуктов и сырья; развитие рынка органических и географически индексируемых продуктов; идентификация животных посредством радиочастотной технологии (применение RFID-меток, внедряемых животным, обеспечивает выполнение зооветпротоколов, автоматический сбор информации о стаде с индивидуальным подходом к каждой единице скота);

– система ветеринарно-санитарных услуг – разработка и внедрение стратегии по профилактике, мониторингу и оздоровлению по зонам от паразитарных, заразных и особо опасных болезней животных; подтверждение и установление зон, свободных от заразных болезней, рекомендованных Всемирной организацией здоровья животных; увеличение экспорта мяса; создание систем комплексного менеджмента и мониторинга ветеринарно-санитарно-гигиенических услуг;

– разумное использование и менеджмент пастбищ – коренное улучшение пастбищ, защита и реабилитация растительного покрова, развитие кормовой базы, разработка систем управления пастбищами и механизмов рационального выпаса животных.

В настоящее время актуальным становится внедрение и освоение в Монголии современных технологий умного сельского хозяйства, которые уже применяются в развитых странах мира.

Создание фабрик по производству различных культур (plant factory), обеспечивающих благоприятные условия выращивания культур с помощью автоматического регулирования питательных веществ, воздухообме-

на, влаго- и теплообеспечения в специально оборудованных закрытых сооружениях для снабжения потребителей свежими продуктами весь год.

Применение новейших достижений информационных технологий, электроники и мехатроники для контроля и управления процессами созревания культур и выращивания животных с помощью различных автоматических сенсоров.

Развитие вертикального земледелия, особенность организации которого состоит в том, что полученный урожай потребляется непосредственно после сбора, что дает хорошие условия по снабжению городского населения свежими продуктами.

Внедрение и распространение умного сельского хозяйства на основе пропаганды его преимуществ, в частности, по дистанционному определению состояния плодородия почв, распространения заболеваний культур и других важных агротехнологических показателей земледелия.

Развитие и укрепление семенного производства на основе новых технологий (благодаря аэропонике производство безвирусных микроклубней элитных сортов картофеля увеличилось в 2 раза по сравнению с 2014 г., также возможно обеспечить нужды в семенном картофеле за счет использования ускоренной системы размножения) [2, 6].

Модернизация систем наблюдения и метеорологических служб, обеспечивающих улучшение организации раннего предупреждения, разработку кратко- и долгосрочных прогнозов погоды, в том числе информации о снежном покрове, влажности почвы, биомассе и изменении видового состава пастбищной растительности, об изменениях температуры поверхности почвы и обеспечение доступа к этим данным сельхозпроизводителей.

Применение мутационной технологии и генной инженерии в селекции и разведении культур с высокой урожайностью, засухоустойчивостью, жаростойкостью, устойчивостью к болезням и вредным организмам (в селекции яровой пшеницы исследовано 11 046 мутантных образцов и выявлено 2523

генотипа с ценными хозяйственными признаками методом мутационной селекции, в 2010 г. началось исследование 7В-1 мутанта томата с ЦМС для получения гетерозисных семян) [2, 6].

Внедрение растительной биотехнологии, которая направлена на формирование коллекций для сохранения и рационального использования биоразнообразия растений, совершенствование селекционного процесса и создание новых форм, а также обеспечение потребностей медицины в возобновляемом фитосырье и биологически активных веществах растительного происхождения (сотрудниками Института биотехнологии и животноводства МГАУ впервые успешно проведены эксперименты по генной трансплантации растений и получены первые трансгенные растения люцерны в Монголии).

Освоение и внедрение технологии трансплантации эмбрионов и оплодотворения вне организма для разведения высокопродуктивных животных, проводимые сотрудниками Института биотехнологии и животноводства Монголии.

Автоматизация трудоемких процессов животноводческого производства, предусматривающая внедрение дистанционного автоматизированного контроля и управления за производственным процессом и тщательный контроль эффективности производства, качества продукции и соблюдения мер безопасности, система автопоилок животных в местах, удаленных от колодцев, разработана исследователями Инженерно-технологического института МГАУ.

Тщательное изучение и исследование уникальных свойств и характеристик особо ценных природных и биологических ресурсов растительного и животного происхождения и тем самым расширение поставки конкурентоспособных оздоровительных и целительных продуктов органического происхождения на мировой рынок.

Таким образом, неотложной и актуальной задачей аграрного производства Монголии является внедрение и применение определенных элементов Четвертой промышленной революции в земледелии и животно-

водстве Монголии. Осуществление продовольственной политики и мероприятий по освоению технологий умного сельского хозяйства обеспечит устойчивое развитие сельского хозяйства, расширение производства экологически чистой органической продукции и увеличение ее экспорта, охрану окружающей среды.

REFERENCES

1. Jorgen Randers. *A Global Forecast for the Next Forty Years: 2052*. Translated and printed in Mongolian, Ulaanbaatar, 2018, 462 p. (in Mongolian).
2. Myagmarsuren Ya., busad., Uur amisgaliin uurchlultud dasan zokhitsson, ukhaalag gazar tarialang khugjuulekh asuudald [Issues related to the developing smart farming and climate adaptation technology in plant production practices]. *Uur amisgaliin uurchlult-khuduu aj akhui sedevt erdem shinjilgee-uildverleliin бага хурлиин эмхтгэл* [Climate change-agriculture: Proceeding of the scientific-practical conference]. Darkhan city, 2015, pp. 120–129.

3. Mijiddorj Jigjee. *Tarialang ekologijuulj dasan zokhitsokh chadvariig deeshluulekh tehnologiin undes* [Plant ecology and technology development for improving capability of adaptation to climate change]. Darkhan city, Munkhiin useg printing, 2011, 128 p. (in Mongolian).
4. Takemi Machida. Progress and Innovation in Intelligent Agriculture in Japan. *Proceedings of the International conference held in Ulaanbaatar*. 2015, pp. 136–141.
5. Mijiddorj Jigjee. *Mongol ornii ecosystem, tuunii tulgamdsan asuudal* [Ecosystems of Mongolia and its encountered issues to be solved]. Darkhan city, Munkhiin useg printing, 2014, 340 p. (in Mongolian).
6. Bayarsukh N., busad., Gazar tarialangiin salbariig togtvortoi khugjuulekh shinjilekh ukhaanii undeslel bukhii shiidluud [Scientifically grounded solutions for the sustainable agriculture development]. *Undesnii khugjiliin gazraas zokhion baiguulsan бага хурлиин эмхтгэл* [Proceeding of the conference organized by the Authority of national development of Mongolia]. Ulaanbaatar, 2017, pp. 65–73.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Хэрууга Т., кандидат технических наук, профессор, ректор Монгольского государственного аграрного университета

✉ **Гантулга Г.**, кандидат технических наук, профессор, проректор по научной работе Монгольского государственного аграрного университета, главный ученый секретарь Монгольской академии аграрных наук; **адрес для переписки:** Монголия, 17024, Улан Батор, Хан-уул район, 11-й микрорайон, ул. Зайсан; e-mail: gantulga@mul.edu.mn

Бямбаа Б., доктор биологических наук, академик, президент Монгольской академии аграрных наук

AUTHOR INFORMATION

Kheruuga T., Doctor of Science in Engineering (PhD), Professor, President of the Mongolian University of Life Sciences (MULS)

✉ **Gantulga G.**, Doctor of Science in Engineering (PhD), Professor, Vice-president of the Mongolian University of Life Sciences (MULS), Associate Vice-president of the Mongolian Academy of Agrarian Sciences (MAAS); **address:** 17024 Ulaanbaatar, Khan-uul district, 11th sub-district, Zaisan street, Mongolia, e-mail: gantulga@mul.edu.mn

Byambaa B., Doctor of Science in Biology, Academician, President of the Mongolian Academy of Agrarian Sciences (MAAS)

Дата поступления статьи 04.09.2018
Received by the editors 04.09.2018



НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ КАШЕВАРОВ



Директору Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, руководителю Сибирского научно-исследовательского института кормов СФНЦА РАН, доктору сельскохозяйственных наук, академику РАН, профессору, Заслуженному деятелю науки РФ, известному ученому в области кормопроизводства и растениеводства Николаю Ивановичу Кашеварову 3 января 2019 г. исполнилось 65 лет.

Николай Иванович родился в с. Анисимовка Карасукского района Новосибирской области. По окончании агрономического факультета Новосибирского сельскохозяйственного института начал трудовую деятельность в Сибирском научно-исследовательском институте кормов, где прошел все ступени научного роста. Работал старшим лаборантом, младшим научным сотрудником, старшим научным сотрудником, заведующим лабораторией силосных культур, заместителем директора по научной работе. С 1993 г. он возглавляет Сибирский научно-исследовательский институт кормов, в 2001–2005 гг. работал одновременно главным ученым секретарем, в 2005–2012 гг. – первым заместителем председателя Сибирского отделения Россельхозакадемии, с 2016 г. возглавляет Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, одновременно являясь вице-президентом Сибирского отделения РАН.

В 1983 г. Н.И. Кашеваров защитил кандидатскую диссертацию, в 1993 г. – докторскую, в 1997 г. он избран членом-корреспондентом, в 2005 г. – академиком Россельхозакадемии. В 2005 г. ему присвоено звание профессора, в 2008 г. – Заслуженного деятеля науки РФ.

Научная деятельность Николая Ивановича посвящена решению теоретических и методических направлений функционирования отрасли кормопроизводства, разработке практических вопросов максимальной реализации биологического потенциала кормовых культур

в Сибири за счет совершенствования структуры посева кормовых культур, улучшения качественных параметров сырья и готового корма, технологий заготовки кормов, экономической эффективности, повышения устойчивости культур к условиям произрастания, подбора и интродукции новых видов, оптимизации технологий их возделывания.

Н.И. Кашеваров внес вклад в разработку теоретических вопросов роли и значимости кормопроизводства в системе ландшафтного земледелия, принципов размещения отрасли по агроклиматическим зонам региона. Под его руководством в условиях Сибирского региона проведены комплексные исследования по возделыванию различных по скороспелости гибридов кукурузы с целью повышения устойчивости культуры к условиям произрастания, повышения урожайности и качества кормового сырья. Проведено изучение продуктивности совместных посевов ультрараннеспелых гибридов кукурузы с высокобелковыми культурами (амарант, мальва, соя, кормовые бобы, донник и др.). Разработаны оригинальные схемы размещения поликомпонентных посевов, позволяющие за счет оптимизации площади питания, подбора культур, их соотношения, сроков посева и уборки создавать полноценный зеленый и силосный конвейеры с высоким содержанием белка и энергии при минимальных потерях сырья и экономии ресурсов. Эти исследования позволили сформулировать основные принципы размещения кормовых культур по зонам Западной Сибири, обосновать, подготовить и в значительной степени реализовать в производстве более эффективную систему кормопроизводства, обеспечивающую повышение эффективности отрасли в 1,5–2,0 раза.

Результаты личных исследований Н.И. Кашеварова и исследований, проведенных под его руководством, широко востребованы сельскохозяйственным производством. Они вошли в многочисленные зональные системы земледелия, системы кормопроизводства конкретных хозяйств, районов, системы ведения АПК ряда областей, краев и в целом Западной Сибири и в последние годы осваивались на значительных площадях. На основе личных материалов и обобщения передового опыта изданы ряд рекомендаций для производства. Конкретные предложения по внедрению включались в сводные планы Министерства сельского хозяйства РФ, ряда краев и областей Сибири (Новосибирская, Томская, Кемеровская, Алтайский край), получили высокую оценку и дали положительные результаты. Получен существенный эффект от освоения разработок в хозяйствах региона через научно-производственную систему «Корма». Наблюдается положительная динамика в регионе и по обеспеченности грубыми и сочными кормами животных в расчете на условную голову.

Н.И. Кашеваровым совместно с коллегами проведены обширные научные и производственные эксперименты по совершенно новому для Западной Сибири направлению – адаптации сои сибирской селекции в качестве зернобобовой и кормовой культуры в одно-видовых и смешанных посевах. Разработана технология возделывания и рекомендована система защиты кормовых бобов селекции института сорта Сибирские. Проводится интродукция новых для сибирского сельскохозяйственного производства культур: созданы и районированы первые в России сорта клевера паннонского Премьер и маральего корня Тюгюрюкский.

Научные труды Н.И. Кашеварова – весомый вклад в развитие работ по растениеводству и кормопроизводству в Сибирском регионе и имеют существенное научное и народно-хозяйственное значение.

Под руководством Николая Ивановича защищено 10 кандидатских и одна докторская диссертации. Им опубликовано более 280 научных работ, в том числе лично и в соавторстве 17 монографий, получено 10 патентов на новые сорта растений.

Н.И. Кашеваров является куратором совместных исследований по кормопроизводству и растениеводству с научными учреждениями Китая, Болгарии, Белоруссии, Украины, Ка-

захстана и Монголии, руководит координацией научных исследований, проводимых научными учреждениями Сибири.

В качестве руководителя СФНЦА РАН и председателя объединенного ученого совета Н.И. Кашеваров ведет большую научно-организационную и методическую работу по совершенствованию научно-исследовательской деятельности научных учреждений Сибирского региона.

В 1995–2012 гг. Николай Иванович руководил специализированным советом по защите докторских и кандидатских диссертаций по специальностям 06.01.12 «Кормопроизводство и луговое хозяйство», 06.01.09 «Растениеводство», 06.01.05 «Селекция и семеноводство» при Сибирском НИИ кормов. В настоящее время он член редколлегии журналов «Вестник Россельхозакадемии», «Кормопроизводство», «Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство» и «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки».

Научные достижения Николая Ивановича отмечены государственными наградами различного уровня. Он кавалер медали ордена «За заслуги перед Отечеством II степени», награжден золотым знаком «Общественное признание», медалью «За служение Кузбассу», почетными грамотами Россельхозакадемии, Министерств науки и сельского хозяйства РФ, Почетной грамотой Президента Республики Саха (Якутия), администрации и правительства Новосибирской области.

Сердечно поздравляем Николая Ивановича со знаменательной датой, желаем ему крепкого здоровья, семейного благополучия и новых научных достижений.

*Коллектив Сибирского федерального
научного центра агробιοтехнологий
Российской академии наук*



ПАМЯТИ АКАДЕМИКА ВАСИЛИЯ АНДРЕЕВИЧА МОРОЗА

12.10.1937–11.01.2019



Российская сельскохозяйственная наука понесла тяжелую утрату. На восемьдесят втором году жизни 11 января 2019 г. скончался советский и российский сельскохозяйственный деятель, Герой Социалистического Труда, Лауреат премии Правительства России, депутат Государственной Думы 1-го созыва, почетный гражданин города Ставрополя, академик РАН и Россельхозакадемии, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный зоотехник РСФСР Василий Андреевич Мороз.

Василий Андреевич родился 12 октября 1937 г. в Кизляре (Дагестан). Окончив с отличием Терский сельскохозяйственный техникум, затем Ставропольский сельскохозяйственный институт. С 1961 по 1987 г. г. – 26 лет работал главным зоотехником колхоза им. Ленина Апанасенковского района Ставропольского края. По материалам селекционно-племенной работы по преобразованию товарного стада ставропольских овец в племенное им защищена кандидатская диссертация (1969 г.), на основе методов создания маньчжурской породы – докторская (1987 г.).

Василий Андреевич имел честь представлять сельскохозяйственную науку на Всемирных конгрессах по овцеводству в Австралии (1982 и 2006 гг.), Испании (1986 г.), Новой Зеландии (1989 г.), Уругвае (1994 г.), Аргентине (1995 г.), Франции (2010 г.) и ЮАР (2014 г.). Трижды ему было поручено закупать на аукционах Австралии племенных тонкорунных и полутонкорунных овец, пастушьих собак и зебувидного скота. Результатом длительной творческой работы, а также всестороннего и углубленного изучения опыта ведения овце-

водства многих стран мира является обоснование и разработка малозатратной технологии в овцеводстве, которая позволила поднять овцеводство на высокую ступень экономической эффективности.

Весьма важным для укрепления племенной базы овцеводства Российской Федерации было непосредственное и активное участие Василия Андреевича в создании пяти пород. Три из них тонкорунные – манычский меринос, джалгинский меринос (Ставропольский край), кулундинская тонкорунная, западносибирская мясная (Алтай) и агинская полугрубшерстная (Бурят-Агинский округ). Кроме них созданы пять типов пород – целинный, манычский, южно-степной, верхне-степновской (Ставропольский край) и хангильский забайкальской породы (Бурят-Агинский округ).

Разработки В.А. Мороза по вопросам селекции мериносовых овец вошли в нормативно-техническую документацию. За цикл работ в области овцеводства Россельхозакадемия присудила ему золотую медаль имени академика М.Ф. Иванова.

В 1987 г. после стажировки в Австралии Василий Андреевич был назначен директором Всесоюзным научно-исследовательского института овцеводства и козоводства (Ставрополь), где проработал до января 2003 г.

Многогранная научная работа и огромный опыт позволили В.А. Морозу быть одним из тех специалистов, которые при встрече и с практиками-овцеводами, и с учеными этого профиля чувствуют себя одинаково уверенно.

В последнее время Василий Андреевич консультировал научные работы по овцеводству в научно-исследовательских институтах СО Россельхозакадемии Алтая и Забайкалья, читал лекции, проводил семинары, участвовал в выставках.

В.А. Мороз награжден 4 орденами, 22 медалями и 16 знаками отличия. Им опубликовано более 400 научных работ, в том числе два учебника. Под руководством Василия Андреевича защищено 32 диссертации, в том числе 9 докторских. Его ученики успешно работают как в науке, так и на производстве в Ставропольском и Алтайском краях, на Украине, в Киргизии, Грузии, Бурятии, Калмыкии, Саратовской области.

Ушел из жизни крупный ученый, чей жизненный путь является ярчайшим примером честного и беззаветного служения Родине, преданности аграрной науке и любимому делу. Светлая память о Василии Андреевиче навсегда сохранится в наших сердцах.

*Коллективы учёных:
Сибирского федерального научного центра
агробиотехнологий Российской академии наук
Алтайского научного центра
агробиотехнологий Российской академии наук*



Донченко А.С. Приоритетные направления фундаментальных исследований и проекты «полного цикла» для АПК Сибири в рамках реализации стратегии научно-технического развития Российской Федерации, № 1.

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ХИМИЗАЦИЯ

Басай З.В., Мороховец В.Н., Мороховец Т.В., Штерболова Т.В., Вострикова С.С. Оценка баковых смесей гербицидов Концепт, Хармони и Комманд в посевах сои, № 1.

Власенко Н.Г., Власенко А.Н., Кулагин О.В. Влияние технологии возделывания яровой пшеницы на почвенный банк семян сорняков, № 3.

Власенко Н.Г., Теплякова О.И., Бурлакова С.В., Евсеенко В.И., Душкин А.В. Эффективность супрамолекулярных комплексов тебуконазола с растительными метаболитами при выращивании яровой пшеницы, № 5.

Горобей И.М., Калмыкова Г.В., Давыдова Н.В., Андреева И.В. Штаммы *Bacillus thuringiensis* с ростостимулирующей и фунгицидной активностью, № 6.

Добротворская Н.И., Семендяева Н.В. Инновационные подходы к использованию солонцовых агроландшафтов Барабинской равнины, № 1.

Елизаров Н.В., Попов В.В. Влияние агробиологической мелиорации на почвенный поглощающий комплекс солонцов барабинской низменности, № 6.

Еремин Д.И., Груздева Н.А. Влияние антропогенного фактора на микроагрегатный состав серых лесных почв, № 1.

Коваленко Т.К. Эффективность применения инсектицидов для защиты картофеля от вредителей в Приморском крае, № 4.

Костюк А.В., Лукачева Н.Г. Эффективность гербицидов листового действия в посевах кукурузы на зерно, № 4.

Мороховец В.Н., Басай З.В., Мороховец Т.В., Штерболова Т.В., Вострикова С.С. Оценка баковых смесей гербицидов Пропонит и Пледж при применении до всходов сои, № 4.

Моторин А.С. Эффективность минеральных удобрений на торфяных почвах Северного Зауралья, № 5.

Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Божанова Г.В., Пакуль В.Н. Основные факторы, влияющие на продуктивность агроценозов яровой мягкой пшеницы, № 6.

Степанов А.И., Фёдоров А.Я., Николаева Ф.В., Борисова Д.В. Влияние органических удобрений и биопрепарата Флавобактерин на урожайность картофеля и плодородие почв, № 6.

РАСТЕНИЕВОДСТВО И СЕЛЕКЦИЯ

Боголюбова Е.В., Коняева Н.М. Качество семян клевера паннонского Премьер в условиях Западной Сибири, № 3.

Гончарова А.В. Новый сорт вики посевной Обская 16, № 6.

Исачкова О.А. Устойчивость голозерного овса к семенной инфекции, № 2.

Козыренко М.А., Пакуль В.Н., Андросов Д.Е. Экологическая пластичность ярового овса в условиях Западной Сибири, № 3.

Кузьмина А.А., Белых А.М., Креймер В.К. Сорт облепихи универсального назначения Яхонтовая, № 6.

- Кураченко Н.Л., Колесников А.С., Романов В.Н.** Влияние обработки почвы на агрофизическое состояние чернозема и продуктивность яровой пшеницы, № 1.
- Куркова С.В., Беребердин Н.А.** Изменчивость продуктивности сортов зерновых культур в условиях степной зоны Западной Сибири, № 3.
- Лепехов С.Б.** Прогноз селекционной ценности гибридных популяций пшеницы на основе анализа родительских сортов, № 2.
- Пакуль А.Л., Лапшинов Н.А., Божанова Г.В., Пакуль В.Н.** Технологические качества зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы, № 4.
- Сотник А.Я.** Жизнеспособность семян овса и ячменя при хранении, № 3.
- Сотник А.Я.** Оценка сортов овса по урожайности и вегетационному периоду в условиях Приобской лесостепи, № 1.
- Стёпочкин П.И.** Межфазный период всходы – колошение у яровых тритикале, № 2.
- Темиров К.С.** Использование генофонда гороха для селекции современных сортов в Западной Сибири, № 4.
- Тимофеев А.А., Бойко Н.И., Пискарев В.В.** Создание сорта пшеницы Сибирская 21, адаптированного к условиям Западной Сибири, № 6.

КОРМОПРОИЗВОДСТВО

- Андреева О.Т., Пилипенко Н.Г., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю.** Создание агроценозов кормовых культур для весеннего и раннелетнего использования в лесостепной зоне Забайкальского края, № 4.
- Андреева О.Т., Пилипенко Н.Г., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю.** Перспективы использования мятликовых культур в одновидовых и смешанных посевах в условиях Забайкалья, № 4.
- Галеев Р.Ф., Шашкова О.Н.** Влияние приемов биологизации и химизации на водопотребление культур в кормовых севооборотах, № 2.
- Кашеваров Н.И., Садохина Т.А.** Перспективы использования фестулолиума в кормопроизводстве Сибири, № 6.
- Полюдина Р.И., Потапов Д.А., Харчевников В.В.** Новый сорт редьки масличной Сибирячка, № 4.
- Пузырева М.Л.** Влияние биопрепаратов на семенную продуктивность козлятника восточного, № 1.

ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРИЯ

- Вертипрахов В.Г., Грозина А.А.** Экзокринная функция поджелудочной железы кур при добавлении в корм подкислителя, № 6.
- Гончаренко Г.М., Гришина Н.Б., Хорошилова Т.С., Романчук И.В., Каргачакова Т.Б., Подкокрытов Н.А.** Влияние групп крови, генов CAST, BLG на продуктивность овец и коз Республики Алтай, № 4.
- Давыдова Н.В., Афонюшкин В.Н., Козлова Ю.В., Филипенко М.Л., Волков Д.В.** Влияние амлодипина на устойчивость к энрофлоксацину у *Salmonella enterica*, № 2.
- Двоеглазов Н.Г., Храмцов В.В., Агаркова Т.А., Осипова Н.А.** Оценка факторов риска распространения лейкоза крупного рогатого скота в хозяйствах Новосибирской области, № 3.
- Донченко А.С., Фоменко В.В., Васильев В.Г., Афонюшкин В.Н., Донченко Н. А., Козлова Ю.Н., Коптев В.Ю.** Изучение антагонистической активности бактерий, подавляющей синтез феназинов *Pseudomonas aeruginosa*, № 5.
- Иванов Р.В., Николаева Н.А., Хомподоева У.В., Борисова П.П.** Использование криокорма в рационах молочных коров и табунных лошадей Якутии, № 5.
- Инербаев Б.О., Борисов Н.В.** Качество говядины чистопородного и помесного мясного скота Сибири, № 5.

ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ В 2018 г.

- Колчев А.Г.** Показатели процесса молоковыведения высокопродуктивных коров-первотелок, № 2.
- Луницын В.Г.** Влияние скормливания пантового жмыха на морфобиохимический состав крови и продуктивность маралов, № 1.
- Луницын В.Г.** Возрастная пантовая продуктивность как критерий выбраковки маралов-рогачей, № 2.
- Мерзлякова О.Г., Рогачёв В.А., Чегодаев В.Г.** Шелуха шишки сосны корейской в рационах несушек перепелов, № 1.
- Неустроев М.П., Тарабукина Н.П., Решетников А.Д., Кокколова Л.М.** Краевая эпизоотология инфекционных и инвазионных болезней лошадей, № 5
- Хамируев Т.Н., Волков И.В., Базарон Б.З.** Продуктивные качества помесных полугрубошерстных овец, № 4.
- Чысыма Р.Б., Кузьмина Е.Е.** Пантовая продуктивность маралов алтаеаянской породы в условиях Республики Тыва, № 6.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

- Ашмарина Л.Ф., Ермохина А.И., Галактионова Т.А.** Особенности фитосанитарной ситуации в посевах клевера лугового в лесостепи Западной Сибири, № 2.
- Костюк А.В., Лукачева Н.Г.** Эффективность применения гербицидов в посевах кукурузы и толерантность культуры к ним, № 1.

МЕХАНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- Алейников А.Ф., Минеев В.В.** Метод оценки зрелости ягод без их разрушения, № 2.
- Альт В.В., Пестунов И.А., Мельников П.В., Ёлкин О.В.** Автоматизированное обнаружение сорняков и оценка качества всходов сельскохозяйственных культур по RGB-изображениям, № 5.
- Гребенникова И.Г., Стёпочкин П.И., Чешкова А.Ф., Алейников А.Ф.** Разработка модели сорта яровой тритикале, № 1.
- Дубровская О.А., Гурова Т.А., Пестунов И.А., Котов К.Ю.** Методы обнаружения болезней на посевах пшеницы по данным дистанционного зондирования (обзор), № 6.
- Минеев В.В., Алейников А.Ф., Ёлкин О.В., Морозов В.Б.** Прибор для определения спелости ягод, № 5.
- Михеев В.В., Еремченко В.И., Еремин П.А., Пышкин В.К.** К вопросу механизации уборки топи-намбура, № 3.
- Николаев С.В., Урбанович Е.А., Шаяпов В.Р., Орлова Е.А., Афонников Д.А.** Метод оценки спектра поглощения листа пшеницы по спектру диффузного отражения, № 5.
- Павлова А.И., Каличкин В.К.** Базы данных для агроэкологической оценки сельскохозяйственных земель, № 1.
- Сабашкин В.А., Торопов В.Р.** Выбор зерноочистительно-сушильных комплексов в зонах с высокой влажностью зерна, № 3.
- Тихоновский В.В., Блынский Ю.Н., Гуськов Ю.А., Тихоновская К. В.** Взаимодействие уборочно-транспортных машин при использовании большегрузного прицепа-перегрузателя, № 2.
- Усольцев С.Ф., Нестяк В.С.** Применение фитомониторинга для оценки индекса водного стресса, № 5.
- Чепурин Г.Е., Цегельник А.П.** Структура и содержание технологического паспорта и операционных карт зерноуборочных комбайнов, № 3.

ПРОБЛЕМЫ. СУЖДЕНИЯ

- Алейников А.Ф.** Метод неинвазивного определения грибных болезней земляники садовой, № 3.
- Гурова Т.А., Осипова Г.М.** Проблема сопряженной стрессоустойчивости растений при изменении климата в Сибири, № 2.

Ермохин В.Г., Рогачёв В.А., Шелепов В.Г. Моделирование белковой добавки из регионального сырья для органического свиноводства Сибири, № 2.

Чернова С.Г. Состояние и перспективы развития овощеводства в Сибирском федеральном округе, № 1.

ИЗ ИСТОРИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Иванов Р.В., Романова В.В., Федоров В. И., Хомподоева У.В. Генофонд аборигенных пород животных Республики Саха (Якутия), № 5.

НАУЧНЫЕ СВЯЗИ

Наздрачёв Я.П., Филонов В.М., Мамыкин Е.В. Особенности минерализации в почве послеуборочных остатков пшеницы и рапса, № 2.

Ульзии-Орших Дордж, Уранбайгаль Деиджибал, Хунсеок Чае, Лхагвадордж Бацамбуу, Алтанхимег Бадарч, Шинебайар Далхаа. Классификация качества цитрусовых на основе размера с использованием обработки цифровых изображений, № 5.

Хэрруга Т., Гантулга Г., Бямбаа Б. Насущные проблемы развития сельского хозяйства Монголии и пути их решения, № 6.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Инербаева А.Т. Оценка качества и безопасности оленины и мясных изделий на ее основе, № 4.

Лапченко Е.А., Исакова С.П., Боброва Т.Н., Колпакова Л.А. К вопросу применения web-приложений для выбора технологий в растениеводстве, № 3.

Хаамируев Т.Н. Использование иммуногенетических маркеров в селекции овец забайкальской породы, № 4.

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Александр Гаврилович Глозов, № 5.

К 65-летию Николая Ивановича Кашеварова, № 6.

Петр Михайлович Першукевич, № 3.

Владимир Николаевич Слесарев, № 4.

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

К 100-летию со дня рождения Михаила Дмитриевича Чамухи, № 4.

Памяти академика Василия Андреевича Мороза, № 6.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Представляемая статья должна содержать новые, еще не опубликованные результаты научных исследований и соответствовать одной из следующих рубрик журнала:

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	05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства 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

Для публикации статей аспирантов необходимо представить документ, подтверждающий обучение в аспирантуре. Обязательна рекомендация научного руководителя. Статьи аспирантов публикуются в рубриках:

Краткие сообщения	05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства 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
Из диссертационных работ (публикация статей аспирантов)	05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства 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

На публикацию представляемых в редакцию материалов требуются письменное разрешение и рекомендация руководства организации, на средства которой проводились работы. Авторы (соавторы) подписывают рукопись, подтверждая свое участие в выполнении представляемой работы и удостоверяя согласие с содержанием рукописи. 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 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.

Полный пакет документов (сопроводительное письмо, анкеты авторов, авторская справка, статья в двух экземплярах на одной стороне стандартного листа формата А4) направить по адресу: 630501, Новосибирская область, Новосибирский район, 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 10 страниц компьютерного набора; статей, размещаемых в рубриках «Из диссертационных работ» и «Краткие сообщения», – не более 4 страниц.

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

Реферат

Реферат является кратким и последовательным изложением материала статьи по основным разделам и должен отражать основное содержание, следовать логике изложения материала и описания результатов в статье с приведением конкретных данных.

Примерный план статьи, представляемой для опубликования:

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

План статьи <http://sibvest.elpub.ru/>

Библиографический список должен быть оформлен в виде общего списка в порядке цитирования: в тексте ссылка на источник отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1]. Литература в списке дается на тех языках, на которых она издана.

В список литературы включаются только рецензируемые источники (статьи из научных журналов и монографии), упоминающиеся в тексте статьи. Нежелательно включать в список литературы авторефераты, диссертации, учебники, учебные пособия, ГОСТы, материалы конференций, информацию с сайтов, статистические отчеты, статьи в общественно-политических газетах. Если необходимо сослаться на такую информацию, следует поместить источник в сноску.

Сноска

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.

Примеры оформления списка литературы

Монография

Климова Э.В. Полевые культуры Забайкалья: монография. Чита: Поиск, 2001. 392 с.

Klimova E.V. *Polevye kul'tur Zabaikal'ya* [Fieldcrops of Zabaikalya]. Chita, Poisk Publ., 2001, 392 p. (In Russian).

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.

Kholmov V.G. Minimal'naya obrabotka kulisnogo para pod yarovuyu pshenitsu pri intensifikatsii zemledeliya v yuzhnoilesostepi Zapadnoi Sibiri. [Minimum tillage of coulisse-strip fallow for spring wheat with intensification of arable agriculture in southern forest-steppe of Western Siberia]. *Resursosberegayushchie sistemy obrabotki pochvy*. [Resource – saving tillage systems]. M.: Agropromizdat [Agro-industrial press], 1990, pp. 230–235. (In Russian).

Периодические издания

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

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 [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. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-4-4

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

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

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

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

Плата за публикацию статей в журнале с аспирантов не взимается, для иных авторов статьи в журнале публикуются на платной основе. После прохождения рецензирования рукописи редакция направляет в адрес организации или автора счет (квитанцию) для оплаты.

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

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

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

УВАЖАЕМЫЕ ПОДПИСЧИКИ!

*Подписка на журнал
«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»
принимается в почтовых отделениях ФГУП «Почта России»
и в других организациях, осуществляющих прием подписки*

*В каталоге «Газеты. Журналы»
ОАО Агентство «Роспечать»
подписной индекс 46808*

*На годовой комплект журналов
или отдельные номера можно подписаться
в редакции*

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