

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

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

ОСНОВАН В 1971 г.

ВЫХОДИТ 12 РАЗ В ГОД

Том 53, № 3 (292)

DOI: 10.26898



2023

март

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

Заместитель главного редактора – Ломбанина Татьяна Александровна, заведующая издательством «Агронаука» Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук, Новосибирск, Россия

Редакционная коллегия:

В.В. Азаренко	д-р техн. наук, член-корреспондент НАН Беларуси, Минск, Беларусь
В.В. Альт	академик РАН, д-р техн. наук, Новосибирск, Россия
О.С. Афанасенко	академик РАН, д-р биол. наук, Санкт-Петербург, Россия
Б. Бямбаа	д-р вет. наук, академик Академии наук Монголии, Улан-Батор, Монголия
А.Н. Власенко	академик РАН, д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
Н.Г. Власенко	академик РАН, д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
К.С. Голохваст	член-корреспондент РАО, д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
О.В. Голуб	д-р техн. наук, Новосибирск, Россия
Н.П. Гончаров	академик РАН, д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
М.И. Гулюкин	академик РАН, д-р вет. наук, Москва, Россия
В.Н. Десягин	д-р техн. наук, Новосибирск, Россия
С.А. Джохари	профессор, PhD, Санандадж, Иран
И.М. Донник	академик РАН, д-р биол. наук, Москва, Россия
Н.А. Донченко	член-корреспондент РАН, д-р вет. наук, Новосибирск, Россия
Н.М. Иванов	член-корреспондент РАН, д-р техн. наук, Новосибирск, Россия
А.Ю. Измайлов	академик РАН, д-р техн. наук, Москва, Россия
Н.И. Кашеваров	академик РАН, д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
В.И. Кириюшин	академик РАН, д-р биол. наук, Москва, Россия
С.Н. Магер	д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
К.Я. Мотовилов	член-корреспондент РАН, д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
О.К. Мотовилов	д-р техн. наук, Новосибирск, Россия
А.М. Наметов	д-р вет. наук, член-корреспондент НАН Республики Казахстан, Уральск, Казахстан
В.С. Николов	д-р вет. наук, София, Болгария
С.П. Озорнин	д-р техн. наук, Чита, Россия
В.Л. Петухов	д-р биол. наук, Новосибирск, Россия
Р.И. Полюдина	д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
М.И. Селионова	д-р биол. наук, Москва, Россия
В.А. Солошенко	академик РАН, д-р с.-х. наук, Новосибирск, Россия
Н.А. Сурин	академик РАН, д-р с.-х. наук, Красноярск, Россия
И.Ф. Храпцов	академик РАН, д-р с.-х. наук, Омск, Россия
С. Эркисли	профессор, PhD, Эрзурум, Турция
С.Х. Янг	профессор, PhD, Кванджу, Корея



www.sibvest.elpub.ru

Редакторы *Е.М. Исаевич, Е.В. Мосунова, Г.Н. Ягутова*. Корректор *В.Е. Селянина*.

Оператор электронной верстки *Н.Ю. Бориско*. Переводчик *М.Ш. Гаценко*.

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

Издатель: Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук

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

Адрес типографии: 630501, Новосибирская обл., Новосибирский р-н, р.п. Краснообск, здание СибНИИ кормов, к. 156

Тел./факс: (383)348-37-62; e-mail: sibvestnik@sfsca.ru, vestnik.nsk@ngs.ru; <https://sibvest.elpub.ru/jour>

Вышел в свет 20.04.2023. Формат 60 × 84^{1/8}. Бумага тип. № 1. Печать офсетная. Печ. л. 15,75

Уч.-изд. л. 15,5. Тираж 300 экз. Цена свободная.

Отпечатано в Сибирском федеральном научном центре агробиотехнологий Российской академии наук

© ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук», 2023

© ФГБУ «Сибирское отделение Российской академии наук», 2023



СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

*ЗЕМЛЕДЕЛИЕ
И ХИМИЗАЦИЯ*

*AGRICULTURE
AND CHEMICALIZATION*

- | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Воронин А.Н., Труфанов А.М., Котьяк П.А., Щукин С.В. Влияние обработки почвы и удобрений на фауну дерново-подзолистой глееватой почвы и урожайность полевых культур | 5 | Voronin A.N., Trufanov A.M., Kotyak P.A., Shchukin S.V. Influence of tillage and fertilizers on the fauna of sod-podzolic gleyic soil and the yield of field crops |
| Сабитов М.М. Приемы возделывания ячменя в условиях лесостепи Среднего Поволжья | 15 | Sabitov M.M. Barley cultivation practices in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region |
| Бельченко Д.С., Бельченко С.А., Никифоров В.М., Никифоров М.И., Дьяченко В.В., Сазонова И.Д., Зайцева О.А., Пасечник Н.М. Эффективность применения микроудобрений в интенсивной технологии возделывания подсолнечника | 25 | Belchenko D.S., Belchenko S.A., Nikiforov V.M., Nikiforov M.I., Dyachenko V.V., Sazonova I.D., Zaitseva O.A., Pasechnik N.M. Efficiency of microfertilizer application in intensive sunflower cultivation technology |
| Поляков А.В., Логинов С.В., Алексеева Т.В., Котлярова О.В. Эффективность применения регуляторов роста при производстве чеснока (<i>Allium sativum</i> L.) | 34 | Polyakov A.V., Loginov S.V., Alekseeva T.V., Kotlyarova O.V. Effectiveness of growth regulators in garlic (<i>Allium sativum</i> L.) production |

РАСТЕНИЕВОДСТВО И СЕЛЕКЦИЯ

PLANT GROWING AND BREEDING

- Белан И.А., Россеева Л.П., Блохина Н.П., Пахотина И.В., Мухордова М.Е., Мешкова Л.В.** Омская 42 – новый среднепоздний сорт пшеницы мягкой яровой для южной лесостепи и степи 42 **Belan I.A., Rosseeva L.P., Blokhina N.P., Pakhotina I.V., Mukhordova M.E., Meshkova L.V.** Omskaya 42 – a new middle-late variety of soft spring wheat for the southern forest-steppe and steppe
- Петрова А.А., Лихенко И.Е., Артемова Г.В.** Актуальность увеличения доли озимой ржи в производственных посевах Западной Сибири 53 **Petrova A.A., Likhenko I.E., Artemova G.V.** Relevance of increasing the share of winter rye in production crops of Western Siberia
- Зобнина И.В., Корелина В.А., Батакова О.Б.** Оценка голозерных форм овса ярового по элементам структуры урожая в условиях Северного региона 63 **Zobnina I.V., Korelina V.A., Batakova O.B.** Evaluation of naked forms of spring oats by elements of the crop structure in the conditions of the Northern region
- Новиков О.О., Романова М.С., Хаксар Е.В., Косинова Е.И.** Разработка технологии получения оздоровленного семенного материала картофеля сорта Чароит 72 **Novikov O.O., Romanova M.S., Khaksar E.V., Kosinova E.I.** Development of technology for obtaining healthy seed material of potato variety Charoit

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION

- Невоструева Е.Ю., Андреева Г.В.** Источники устойчивости к фитофторозной кожистой гнили земляники для Среднего Урала 80 **Nevostrueva E.Yu., Andreeva G.V.** Sources of strawberry resistance to late blight leathery rot for the Middle Urals

ЗООТЕХНИЯ
И ВЕТЕРИНАРИЯZOOTECHNICS
AND VETERINARY MEDICINE

- Хамируев Т.Н., Базарон Б.З., Дашини-маев С.М., Будажанаев Б.Ц.** Взаимосвязь селекционных признаков табунных лошадей Забайкалья 86 **Khamiruev T.N., Bazaron B.Z., Dashini-maev S.M., Budazhanaev B.Ts.** Interrelation of the breeding characteristics of the herd horses of Transbaikal

- Инербаев Б.О., Храмцова И.А., Инербаева А.Т.** Генотипическая и фенотипическая характеристика популяции герефордского скота Западной Сибири 97 **Inerbaev B.O., Khramtsova I.A., Inerbaeva A.T.** Genotypic and phenotypic characteristics of the Western Siberian Hereford cattle population

*МЕХАНИЗАЦИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ,
МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ*

*MECHANISATION, AUTOMATION,
MODELLING AND DATAWARE*

- Ротова В.А., Шахов В.А., Козловцев А.П., Ушаков Ю.А.** Применение механизма Чебышева в проектировании элементов механических устройств для чески пуха коз 106 **Rotova V.A., Shakhov V.A., Kozlovcev A.P., Ushakov Yu.A.** Application of the Chebyshev mechanism in the design of the elements of mechanical devices for combing out the down of goats

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

BRIEF REPORTS

- Третьяков А.М., Бурдуковский С.С., Митрофанова М.А.** Бактерионосительство клещей-иксодид на территории Забайкальского края 114 **Tretyakov A.M., Burdukovsky S.S., Mitrofanova M.A.** Bacteriocarriage of ixodid mites on the Trans-Baikal Territory



ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА ФАУНУ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ГЛЕЕВАТОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

✉ **Воронин А.Н., Труфанов А.М., Котьяк П.А., Щукин С.В.**

Ярославская государственная сельскохозяйственная академия
Ярославль, Россия

✉ e-mail: voronin@yarcx.ru

Представлены результаты изучения систем отвальной, поверхностно-отвальной и поверхностной обработки почвы, а также систем удобрения на основе соломы, используемой как отдельно, так и в сочетании с полным минеральным удобрением. Приведены данные за 2019–2021 гг. по численности почвенной фауны, урожайности многолетних трав 1-го и 2-го годов пользования и яровой пшеницы. Исследования проводили на дерново-подзолистых глееватых среднесуглинистых почвах (опытное поле Ярославской государственной сельскохозяйственной академии). За рассматриваемый период самая высокая численность полезной почвенной фауны (дождевые черви (*Lumbricina*), божьи коровки (*Coccinellidae*) и жуки (*Carabidae*)) наблюдалась при поверхностно-отвальной обработке, что свидетельствует о наличии в данной системе благоприятных условий для питания указанных организмов. Количество нематод (*Nematoda*) в этом варианте уменьшилось, причем существенные изменения зафиксированы по разным слоям почвы в зависимости от года, что может быть связано с более сильным ростом растений и повышением их способности противостоять гельминтам. Установлено, что наибольшее влияние на полезную фауну оказало совместное применение соломы и полного минерального удобрения: отмечены увеличение полезной фауны почвы и снижение популяции нематод, что можно объяснить сокращением бактерио- и микотрофов. За все годы исследований поверхностно-отвальная обработка почвы обеспечивала урожайность полевых культур на уровне отвальной обработки или несколько ниже. Внесение соломы вместе с полной нормой минеральных удобрений обусловило наиболее высокие значения указанного выше показателя.

Ключевые слова: фауна почвы, дождевые черви, жуки, нематоды, многолетние травы, яровая пшеница, урожайность

INFLUENCE OF TILLAGE AND FERTILIZERS ON THE FAUNA OF SOD-PODZOLIC GLEYIC SOIL AND THE YIELD OF FIELD CROPS

✉ **Voronin A.N., Trufanov A.M., Kotyak P.A., Shchukin S.V.**

Yaroslavl State Agricultural Academy
Yaroslavl, Russia

✉ e-mail: voronin@yarcx.ru

The results of the study of the mouldboard, surface-mouldboard and surface soil treatment systems, as well as straw-based fertilizer systems used both separately and in combination with full mineral fertilizer are presented. Data for 2019-2021 on soil fauna, yield of perennial grasses of the 1st and 2nd years of use and spring wheat are given. The studies were conducted on sod-podzolic gleyic middle-loamy soils (experimental field of the Yaroslavl State Agricultural Academy). During the period under study, the highest abundance of beneficial soil fauna (earthworms (*Lumbricina*),

ladybugs (Coccinellidae) and carabid beetles (Carabidae) was observed during surface-mouldboard treatment which indicates that this system has favorable feeding conditions for these organisms. The number of nematodes (*Nematoda*) in this variant decreased with significant changes recorded in different soil layers depending on the year, which may be associated with stronger plant growth and an increase in their ability to resist helminths. It was found that the greatest impact on the beneficial fauna had a combined application of straw and total mineral fertilizer: an increase in the beneficial soil fauna and a decrease in the population of nematodes were observed, which can be explained by the reduction of bacterio- and mycotrophs. In all the years of research the surface-mouldboard treatment provided the yield of field crops at the level of the mouldboard tillage or slightly lower. Application of straw together with full norm of mineral fertilizers caused the highest values of the above-mentioned indicator.

Keywords: soil fauna, earthworms, ground beetles, nematodes, perennial grasses, spring wheat, productivity

Для цитирования: Воронин А.Н., Труфанов А.М., Котyak П.А., Щукин С.В. Влияние обработки почвы и удобрений на фауну дерново-подзолистой глееватой почвы и урожайность полевых культур // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 5–14. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-1>

For citation: Voronin A.N., Trufanov A.M., Kotyak P.A., Shchukin S.V. Influence of tillage and fertilizers on the fauna of sod-podzolic gleyic soil and the yield of field crops. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 5–14. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-1>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Почвенная фауна играет важную роль в гумусообразовании и экологическом балансе агроландшафтов. Понимание факторов, влияющих на почвенные биологические организмы, имеет решающее значение для повышения устойчивости сельскохозяйственных систем, особенно с учетом появления новых систем земледелия, основанных на биоэкономике. Почвенная фауна регулирует ряд экологических процессов, в том числе разложение органического вещества, круговорот питательных веществ и перенос энергии¹ [1].

Дождевые черви (*Lumbricina*) способствуют повышению макропористости грунта, улучшению поступления воды, росту доступности питательных веществ и аэра-

ции² [2], участвуют в деградации органического вещества почвы [3]. Поэтому они традиционно рассматриваются как индикаторы почвенного плодородия [4].

Жужелицы (Carabidae) относятся к полезным насекомым, необходимым для уничтожения вредителей и сорняков^{3,4} [5]. В то же время некоторые виды жужелиц, являясь фито- и миксофагами, заметно вредят сельскохозяйственным культурам, а иногда пастбищам и высеянному семенам лесных пород [6].

Муравьи (Formicidae) имеют большую ценность в экосистеме. Они уничтожают растительные отходы, используют в пищу некоторых вредных насекомых. В присутствии муравьев почва обогащается минералами, органическими веществами и кисло-

¹Zhang X., Ferris H., Mitchell J., Liang W. Ecosystem services of the soil food web after long-term application of agricultural management practices // *Soil Biology and Biochemistry*. 2017. Vol. 111. P. 36–43.

²Рахлеева А.А. Участие почвенных беспозвоночных животных – представителей макрофауны в создании и поддержании неоднородности почвенных свойств // Природная и антропогенная неоднородность почв и статические методы ее изучения: сб. науч. ст. по материалам Всерос. науч. интернет-конференции с междунар. участием, посвящ. 90-летию со дня рождения засл. проф. Е.А. Дмитриева / под общ. ред. В.П. Самсоновой, М.И. Кондрашкиной, Ю.Л. Мешалкиной. М., 2022. С. 155–158.

³Knapp M., Rezac M. Even the smallest non-crop habitat islands could be beneficial: distribution of carabid beetles and spiders in agricultural landscape // *PLoS One*. 2015. N 10. Article e0123052.

⁴Shearin A.F., Reberg-Horton S.C., Gallandt E.R. Direct Effects of Tillage on the Activity Density of Ground Beetle (Coleoptera: Carabidae) Weed Seed Predators // *Environmental Entomology*. 2007. Vol. 36 (5). P. 1140–1146.

родом [7]. Кроме того, имеется множество исследований о поедании муравьями семян сорняков^{5,6} [8].

Одну из определяющих ролей в борьбе с вредителями растений играют божьи коровки (Coccinellidae) [9]. За сутки этот жук способен уничтожить 150–200 различных насекомых. И что особенно важно, божья коровка находит вредителей даже в скрученных листьях, куда не попадают никакие инсектициды. Она ест насекомых на всех стадиях их развития (яйцо, гусеница, куколка) [10].

Почвенные нематоды (*Nematoda*) имеют огромное значение для трофических тканей почвы и подземных экосистем [11]. Многочисленные данные свидетельствуют, что почвенные нематоды прямо или косвенно участвуют в различных почвенно-экологических процессах, таких как разложение органического вещества и минерализация питательных веществ⁷ [12, 13]. Самые распространенные в почве гемисапробионты питаются бактериями, грибами, дрожжами и мелкими простейшими. Вследствие этого почва обогащается азотом благодаря выделениям нематод [14].

Обработка почвы, вызывающая непосредственное природное воздействие, также разрушает среду обитания педобионтов, значительно сокращая их популяции^{8,9} [15]. Удобрения оказывают влияние на макрофауну почв¹⁰ [16], но четкой картины пока не наблюдается. Исследований о влиянии различных агротехнологий на численность почвенной фауны явно недостаточно. Особенно актуальна эта проблема для дерново-подзолистых глееватых почв, так как, согласно некоторым данным, избыточное

переувлажнение способствует обеднению почвенной фауны [17]. В нечерноземной зоне в основном преобладают дерново-подзолистые почвы, и временное избыточное увлажнение порой довольно широко распространено. Поэтому исключительно важно выявить действие различных по интенсивности систем обработки почвы и удобрений на количество педобионтов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2019–2021 гг. на дерново-подзолистой глееватой среднесуглинистой почве в ходе многолетнего полевого 2-факторного эксперимента, заложенного на опытном поле Ярославской государственной сельскохозяйственной академии.

В среднем за период исследования в почве обрабатываемого горизонта содержалось: органического вещества – 2,72%, P₂O₅ – 153,60 мг/кг почвы, K₂O – 80,20 мг/кг почвы, сумма обменных оснований составляла 21,50 мг-экв./100 г почвы, гидролитическая кислотность – 1,41 мг-экв./100 г почвы, рН_{сол} – 5,60.

Схема полевого опыта:

I. Фактор А. Система основной обработки почвы: 1) отвальная (MP); 2) поверхностная с рыхлением (STL); 3) поверхностно-отвальная (SP); 4) поверхностная (ST).

II. Фактор В. Система удобрений: 1) без удобрений (F₀); 2) N₃₀ (N); 3) солома (S); 4) солома + N₃₀ (SN); 5) солома + NPK (SNPK); 6) NPK (NPK).

В 2019 и 2020 гг. исследования проводили в посевах клеверо-тимофеечной смеси 1-го

⁵Larios L., Pearson D.E., Maron J.L. Incorporating the effects of generalist seed predators into plant community theory // Functional Ecology. 2017. Vol. 31. Is. 10. P. 1856–1867.

⁶Baraibar B., Canadell C., Torra J., Royo-Esnal A., Recasens J. Weed Seed Fate during Summer Fallow: The Importance of Seed Predation and Seed Burial // Weed Science. 2017. Vol. 65 (4). P. 515–524.

⁷Wang Q., Tian P., Liu S., Sun T. Inhibition effects of N deposition on soil organic carbon decomposition was mediated by N types and soil nematode in a temperate forest // Applied Soil Ecology. 2017. Vol. 120. P. 105–110.

⁸Crittenden S.J., Eswaramurthy T., de Goede R.G.M., Brussaard L., Pulleman M.M. Effect of tillage on earthworms over short- and medium-term in conventional and organic farming // Applied Soil Ecology. 2014. Vol. 83. P. 140–148.

⁹Труфанов А.М. Изменение численности полезных педобионтов при возделывании вико-овсяной смеси под влиянием различных систем обработки почвы и удобрений // Вестник АПК Верхневолжья. 2017. № 1 (37). С. 13–17.

¹⁰Воронин А.Н., Мазурин И.В. Влияние различных агротехнологий на почвенную фауну и урожайность полевых культур // Органическое сельское хозяйство: опыт, проблемы и перспективы: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. Ярославль, 2020. С. 27–32.

и 2-го годов пользования соответственно, в 2021 г. – в посевах яровой пшеницы.

Численность нематод в почве измеряли методом воронки Бермана, почвенных беспозвоночных – с помощью выборки путем почвенных раскопок. Урожайность определяли сплошным поделяночным методом с учетом влажности и засоренности.

Проведены исследования по вариантам обработки МР, SP и ST на фонах питания F_0 , S, SNPK и NPK. Обследование посевов сельскохозяйственных культур, отбор проб почвы осуществляли в начале и конце вегетационного периода. Известно, что для этой почвы характерно временное избыточное увлажнение. Средняя влажность почвы в течение вегетационного периода составляла 20–22%.

В среднем за апрель 2019 г. температура воздуха составила 4–6 °С, что на 1–2 °С выше климатической нормы. В мае наблюдалась теплая, в отдельные дни жаркая погода. Количество осадков, выпавших в апреле и мае, было ниже нормы. Лето 2019 г. оказалось преимущественно прохладным и влажным. В сумме за вегетационный период выпало 370 мм осадков, что соответствует среднемноголетним данным. Сумма активных среднесуточных температур воздуха выше 10 °С составила 1910°, что больше средних многолетних показателей на 210°.

В 2020 г. в среднем за апрель и май температура воздуха была ниже среднемноголетних значений на 1 °С. Объем осадков за апрель достиг половины нормы, за май – превысил ее в 1,5–2,0 раза. Период активной вегетации растений составил 139–143 дня при средней многолетней продолжительности 120–131 день. В сумме за вегетационный период 2020 г. выпало 405 мм осадков, т.е. 110% от среднего многолетнего количества. Сумма активных температур воздуха выше 10 °С составила 1980°, что больше средней многолетней температуры на 135°.

В 2021 г. средняя за апрель температура воздуха превысила климатическую норму на 2–3 °С, достигнув 5–7 °С. В мае она также оказалась больше нормы на 2,0–2,5 °С. Лето было теплым, характеризовалось не-

равномерным по времени увлажнением. Сумма активных среднесуточных температур воздуха выше 10 °С составила за вегетацию 2000°, что на 280° больше среднемноголетних значений. За вегетационный период 2021 г. выпало 400 мм осадков (уровень климатической нормы). Таким образом, несмотря на некоторые отклонения по осадкам и температуре от среднемноголетних показателей, климатические условия для роста и развития полевых культур складывались благоприятно.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2019 г. в посевах многолетних трав 1-го года пользования были обнаружены следующие представители почвенной фауны: муравей (Formicidae), дождевой червь (*Lumbricina*), жужелица (Carabidae), многоножка (*Myriapoda*), личинка божьей коровки (Coccinellidae), гусеница озимой совки (*Agrotis segetum*).

Дождевые черви в основном были представлены таким видом, как *Aporrectodea caliginosa*, одним из самых распространенных на сельскохозяйственных землях. На дерново-подзолистой глееватой почве встречались различные виды жужелиц: *Pterostichus melanarius*, *Poecilus cupreus*, *Broscus cephalotes*, *Harpalus latus*. Все они – хищники, питающиеся насекомыми, ракообразными и другими беспозвоночными. В варианте с системой поверхностно-отвальной обработки (SP) при внесении соломы совместно с NPK, видимо, складывались более благоприятные условия для растений, а источники питания для данных видов жужелиц были в достаточном количестве. Из числа многоножек обнаружены представители класса Diplopoda, поедающие растительные остатки и являющиеся источниками пищи для тех же жужелиц. Из божьих коровок (Coccinellidae) был зафиксирован самый распространенный вид-хищник – *Coccinella septempunctata*.

В среднем по факторам использование изучаемых систем обработки почвы не вызвало каких-либо значимых изменений численности фауны в посевах многолетних трав

1-го года пользования в слое почвы 0–10 см (см. табл. 1).

Применение поверхностно-отвальной обработки (SP) обусловило существенный рост количества жужелиц – на 2,61 экз./м². Внесение соломы в качестве органического удобрения совместно с полной нормой минеральных удобрений способствовало достоверному увеличению в слое 0–10 см муравьев, дождевых червей и жужелиц на 8,59; 10,16 и 4,69 экз./м² соответственно.

Использование органо-минеральной системы удобрений (SNPK) вызвало статистически значимое увеличение количества личинок божьей коровки в слое 10–20 см – в 2 раза по сравнению с контролем.

В 2020 г. в верхней части пахотного горизонта посева многолетних трав были обнаружены следующие представители почвенной фауны: муравей, дождевой червь, жужелица и нематода (см. табл. 2).

Применение изучаемых систем обработки почвы не вызвало каких-либо ощутимых изменений численности муравьев и дожде-

вых червей при наибольших значениях в случае поверхностно-отвальной обработки (SP) – 30,56 и 41,52 экз./м² соответственно. В среднем по факторам использование варианта SP привело к увеличению количества жужелиц в слое почвы 0–10 см от 29,33 экз./м² на контроле до 36,78 экз./м². В среднем по системам удобрений при поверхностно-отвальной обработке (SP) отмечалось статистически значимое снижение численности нематод в верхней части пахотного горизонта – на 3,89 экз./100 г почвы.

Применение всех рассматриваемых систем удобрений обусловило статистически значимое увеличение численности нематод при наименьшем значении на варианте с соломой и полным минеральным удобрением (SNPK) – 33,33 экз./100 г почвы в верхней части пахотного горизонта.

В слое 10–20 см обнаружены дождевые черви и нематоды. Применение системы поверхностно-отвальной обработки (SP) в среднем по факторам способствовало существенному росту количества дождевых червей.

Табл. 1. Численность фауны почвы в посевах многолетних трав 1-го года пользования, экз./м²
Table 1. The number of soil fauna in the crops of perennial grasses of the 1st year of use, ind./m²

Вариант	Слой почвы, см	Муравей (Formicidae)	Дождевой червь (<i>Lumbricina</i>)	Жужелица (Carabidae)	Многоножка (<i>Myriapoda</i>)	Личинка божьей коровки (Coccinellidae)	Гусеница озимой совки (<i>Agrotis segetum</i>)
<i>Фактор А. Система основной обработки почвы</i>							
MP	0–10	25,00	26,04	25,00	32,29	27,08	29,17
	10–20	25,00	26,04	25,52	30,73	26,04	30,21
SP	0–10	29,17	27,60	28,13	26,56	27,08	26,56
	10–20	29,69	31,25	28,13	26,04	33,85	25,00
ST	0–10	25,00	27,08	25,00	30,73	25,00	29,17
	10–20	26,56	28,65	25,00	32,29	25,00	31,25
НСР ₀₅	0–10	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$
	10–20	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	2,22	$F_{\phi} < F_{05}$	5,28	$F_{\phi} < F_{05}$
<i>Фактор В. Система удобрений</i>							
F ₀	0–10	25,00	25,78	25,00	26,56	25,00	31,25
	10–20	25,00	25,00	25,00	29,69	25,00	31,25
S	0–10	25,00	25,78	25,00	34,38	26,56	28,91
	10–20	26,56	25,00	26,56	30,47	25,00	31,25
SNPK	0–10	33,59	35,94	29,69	25,00	28,13	28,13
	10–20	33,59	41,41	29,69	26,56	50,00	25,00
NPK	0–10	25,00	25,00	25,00	32,03	25,00	27,34
	10–20	25,00	25,00	25,00	35,16	25,00	31,25
НСР ₀₅	0–10	4,48	6,00	3,43	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$

Табл. 2. Численность фауны почвы в посевах многолетних трав 2-го года пользования
Table 2. The number of soil fauna in the crops of perennial grasses of the 2nd year of use

Вариант	Слой почвы, см	Муравей (Formicidae), экз./м ²	Дождевой червь (<i>Lumbricina</i>), экз./м ²	Жужелица (Carabidae), экз./м ²	Нематода (<i>Nematoda</i>), экз./100 г почвы
<i>Фактор А. Система основной обработки почвы</i>					
MP	0–10	26,15	33,09	29,33	40,56
	10–20	–	30,04	–	41,67
SP	0–10	30,56	41,52	36,78	36,67
	10–20	–	38,55	–	35,00
ST	0–10	28,22	36,94	29,71	40,56
	10–20	–	31,16	–	48,33
HCP ₀₅	0–10	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	3,51	3,33
	10–20	–	5,27	–	$F_{\phi} < F_{05}$
<i>Фактор В. Система удобрений</i>					
F ₀	0–10	25,00	29,60	31,64	53,33
	10–20	–	29,60	–	38,89
S	0–10	26,15	35,70	28,45	34,44
	10–20	–	33,40	–	38,89
SNPK	0–10	26,15	41,91	39,63	33,33
	10–20	–	40,45	–	32,22
NPK	0–10	33,33	39,46	29,60	40,00
	10–20	–	31,64	–	58,89
HCP ₀₅	0–10	$F_{\phi} < F_{05}$	7,40	5,52	9,75
	10–20	–	6,96	–	13,84

Противоположная тенденция отмечалась в ходе изучения численности нематод: при таком же варианте обработки наблюдалось наименьшее значение – 35 экз./100 г почвы.

В среднем по факторам использование соломы совместно с полной нормой минеральных удобрений (SNPK) обусловило достоверное увеличение популяции дождевых червей от 29,60 экз./м² на контроле до 40,45 экз./м².

Применение удобрений по варианту NPK вызвало статистически значимый рост количества нематод в нижней части пахотного горизонта на 20 экз./100 г почвы.

В 2021 г. в посевах яровой пшеницы обнаружены следующие представители почвенной фауны: жужелица (Carabidae), пьявица (*Oulema*), личинка божьей коровки (Coccinellidae), дождевой червь (*Lumbricina*) и нематода (*Nematoda*). Пьявицы были представлены одним видом – *Oulema melanopus*. Применение изучаемых систем обработки

почвы не вызвало каких-либо ощутимых изменений в численности названных выше насекомых при наибольших значениях по системе поверхностно-отвальной обработки (SP) по обоим слоям пахотного горизонта (см. табл. 3).

В среднем по системам удобрений применение обработки по варианту SP обусловило статистически значимое снижение численности нематод в слое 10–20 см – на 2,96 экз./100 г почвы. В верхней части пахотного горизонта прослеживалась подобная динамика, но различия были несущественными. Минимальное значение отмечалось при поверхностно-отвальной обработке (SP) в слое 10–20 см – 10,21 экз./100 г почвы.

В среднем по факторам использование соломы совместно с полной нормой минеральных удобрений (SNPK) обеспечило существенное увеличение в слое почвы 0–10 см жужелиц и дождевых червей – на 15,28 и 7,32 экз./м² соответственно. Сходная

Табл. 3. Численность фауны почвы в посеве яровой пшеницы

Table 3. The number of soil fauna in spring wheat crops

Вариант	Слой почвы, см	Жужелица (Carabidae), экз./м ²	Пьявица (Oulema), экз./м ²	Личинка божьей коровки (Coccinellidae), экз./м ²	Дождевой червь (Lumbricina), экз./м ²	Нематода (Nematoda), экз./100 г почвы
<i>Фактор А. Система основной обработки почвы</i>						
MP	0–10	30,21	35,24	36,46	34,38	12,06
	10–20	28,13	37,50	36,46	38,54	13,17
SP	0–10	34,38	35,85	38,54	41,67	11,51
	10–20	33,33	38,36	39,58	43,75	10,21
ST	0–10	29,17	35,42	37,50	35,57	12,50
	10–20	30,21	35,42	35,42	37,65	11,50
HCP ₀₅	0–10	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$
	10–20	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	1,00
<i>Фактор В. Система удобрений</i>						
F ₀	0–10	27,78	34,72	33,33	34,35	13,31
	10–20	27,78	36,69	36,11	36,69	13,05
S	0–10	27,78	34,72	33,33	39,46	12,58
	10–20	26,39	36,69	33,33	39,91	11,67
SNPK	0–10	43,06	38,08	50,00	41,67	10,36
	10–20	43,06	40,28	47,22	43,06	10,72
NPK	0–10	26,39	34,48	33,33	33,33	11,72
	10–20	25,00	34,72	31,94	40,28	11,08
HCP ₀₅	0–10	7,29	$F_{\phi} < F_{05}$	4,61	4,12	1,31
	10–20	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	11,48	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$

тенденция отмечалась при анализе численности личинки божьей коровки. Но здесь достоверные изменения наблюдались уже по обоим слоям пахотного горизонта.

В среднем по факторам применение всех изучаемых систем удобрений привело к снижению количества нематод в обоих слоях почвы. В верхней части пахотного горизонта отмечалось существенное уменьшение названного выше показателя при использовании в качестве удобрения полной нормы NPK как отдельно, так и совместно с соломой при минимальном значении по фону «Солома + NPK» 10,36 экз./100 г почвы. В слое 10–20 см сохранялись такие же тенденции, но различия были недостоверны.

В среднем по системам удобрений применение ежегодной поверхностной обработки почвы (ST) вызвало достоверное снижение урожайности зерна яровой пшеницы на 3,96 ц/га (см. табл. 4).

Табл. 4. Влияние различных систем обработки почвы и удобрений на урожайность полевых культур, ц/га

Table 4. Influence of various tillage and fertilizer systems on the yield of field crops, c/ha

Вариант	Многолетние травы 1-го года пользования (2019 г.)	Многолетние травы 2-го года пользования (2020 г.)	Яровая пшеница (2021 г.)
<i>Фактор А. Система основной обработки почвы</i>			
MP	366,68	197,50	22,37
SP	365,93	176,53	21,87
ST	329,78	217,25	18,41
HCP ₀₅	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	2,96
<i>Фактор В. Система удобрений</i>			
F ₀	332,37	192,10	17,10
S	331,70	169,00	21,56
SNPK	395,43	213,77	23,64
NPK	357,00	213,50	21,22
HCP ₀₅	30,10	$F_{\phi} < F_{05}$	3,18

В 2019 г. использование соломы совместно с полной нормой минеральных удобрений обусловило увеличение урожайности многолетних трав 1-го года пользования на 63,06 ц/га. В 2020 г. на травах 2-го года пользования наблюдалась такая же картина, но различия были несущественны. В 2021 г. применение всех изучаемых систем удобрений способствовало статистически значимому росту урожайности яровой пшеницы при максимальном значении по фону «Солома + НРК» 23,64 ц/га.

За весь период исследований в почве опытного поля были обнаружены следующие представители геобионтов: дождевой червь, многоножка, нематода; геофилов: гусеница озимой совки, божья коровка; геоксенов: жужелица, муравей, пьявица.

Установлено, что снижение механического воздействия на почву благоприятствует развитию почвенной фауны. Увеличение количества органического вещества в почве способствует повышению численности полезной педофауны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На дерново-подзолистой глееватой среднесуглинистой почве в качестве основной рекомендуется применение системы поверхностно-отвальной обработки почвы (SP) при внесении соломы совместно с полной нормой минеральных удобрений (SNPK). Данные агроприемы помогают увеличить численность дождевых червей, божьих коровок и жужелиц, снизить количество нематод, а также получить высокие урожаи сельскохозяйственных культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аныев Д.Б., Инамова А.А., Муратова Р.Т.* Роль почвенных беспозвоночных в почвообразовательных процессах // Вестник Ошского государственного университета. 2021. № 1-2. С. 27–31.
2. *Dulaurent A.-M., Daoulas G., Faucon M.-P., Houben D.* Earthworms (*Lumbricus terrestris* L.) mediate the fertilizing effect of frass // *Agronomy*. 2020. N 10. P. 783. DOI: 10.3390/agronomy10060783.
3. *Huang W., Gonzalez G., Zou X.* Earthworm abundance and functional group diversity regulate plant litter decay and soil organic carbon level: a global meta-analysis // *Applied Soil Ecology*. 2020. Vol. 150. Article 103473. DOI: 10.1016/j.apsoil.2019.103473.
4. *Шабанов А.А., Солошенко А.Д.* Количественные методы оценки плодородия для целей точного мелиоративного регулирования // *Природообустройство*. 2020. № 4. С. 13–22. DOI: 10.26897/1997-6011/2020-4-13-22.
5. *Мордкович В.Г., Худяев С.А., Дудко Р.Ю., Любечанский И.И.* Зоодиагностика климатических изменений в степях Центрального Казахстана по сравнению с серединой XX в. на примере жуков-жужелиц и чернотелок // *Сибирский экологический журнал*. 2020. Т. 27. № 5. С. 539–567. DOI: 10.15372/SEJ20200501.
6. *Jacobsen S.K., Sigsgaard L., Johansen A.B., Thorup-Kristensen K., Jensen P.M.* The impact of reduced tillage and distance to field margin on predator functional diversity // *Journal of Insect Conservation*. 2022. Vol. 26. P. 491–501. DOI: 10.1007/s10841-022-00370-x.
7. *Захаров А.А., Захаров Р.А.* Муравьи и позвоночные животные: монография. М., 2019. 186 с.
8. *Lami F., Boscutti F., Masin R., Sigura M., Marini L.* Seed predation intensity and stability in agro-ecosystems: Role of predator diversity and soil disturbance // *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2020. Vol. 288. Article 106720. DOI: 10.1016/j.agee.2019.106720.
9. *Benoufella-Kitous K., Mehalli-Ouldkadi N., Temzi K.* A life cycle study of *Coccinella algerica* Kovar, 1977 (Coleoptera, Coccinellidae): Census of a new larval stage in this lady beetle from Béni-Douala area (Tizi-Ouzou) // *Journal of Plant Protection Research*. 2021. Vol. 61. N 1. P. 41–46. DOI: 10.24425/jppr.2021.136268.
10. *Минияров Ф.Т., Павлов С.И., Яицкий А.С.* Питание семиточечной коровки *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae) на различных стадиях жизненного цикла // Самарский научный вестник. 2019. Т. 8. № 2. С. 32–38. DOI: 10.24411/2309-4370-2019-12106.
11. *Sun F., Ou Q., Yu H., Li N., Peng C.* The invasive plant *Mikania micrantha* affects the soil foodweb and plant-soil nutrient contents in or-

- chards // *Soil Biology and Biochemistry*. 2019. Vol. 139. Article 107630. DOI: 10.1016/j.soilbio.2019.107630.
12. Ranoarisoa M.P., Morel C., Andriamananjara A., Jourdan C., Bernard L., Becquer T., Rabeharisoa R. Effects of a bacterivorous nematode on rice ³²P uptake and root architecture in a high P-sorbing ferrallitic soil // *Soil Biology and Biochemistry*. 2018. Vol. 122. P. 39–49. DOI: 10.1016/j.soilbio.2018.04.002.
 13. Шматко В.Ю., Сушко К.С., Соколова Т.А., Ильина Л.П. Сезонная динамика структуры почвенных нематод каштановых почв долины Маныча при пастбищной нагрузке // *Аридные экосистемы*. 2021. Т. 27. № 1 (86). С. 106–118. DOI: 10.24411/1993-3916-2021-10142.
 14. Gilarte P., Pendall E., Carillo Y., Nielsen U.N. Plant functional identity has predictable effects on nematode communities across successional stages // *Soil Biology and Biochemistry*. 2021. Vol. 162. Article 108406. DOI: 10.1016/j.soilbio.2021.108406.
 15. Denier J., Faucon M.-P., Dulaurent A.-M., Guidet J., Kervroëdan K., Lamerre J., Houben D. Earthworm communities and microbial metabolic activity and diversity under conventional, feed and biogas cropping systems as affected by tillage practices // *Applied Soil Ecology*. 2022. Vol. 169. Article 104232. DOI: 10.1016/j.apsoil.2021.104232.
 16. Воронин А.Н., Котяк П.А. Влияние различных агроприемов на численность почвенной фауны и продуктивность сельскохозяйственных культур // *Таврический вестник аграрной науки*. 2019. № 3 (19). С. 49–56. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-3-19-49-56.
 17. Snyder B.A., Callaham Mac A.Jr. Soil fauna and their potential responses to warmer soils // *Ecosystem Consequences of Soil Warming*. Cambridge: Academic Press, 2019. P. 279–296. DOI: 10.1016/B978-0-12-813493-1.00012-0.
- ## REFERENCES
1. Apyev D.B., Inamova A.A., Muratova R.T. The role of soil invertebrates in soil-forming processes. *Vestnik Oshskogo gosudarstvennogo universiteta = Herald of the Osh State University*, 2021, no. 1-2, pp. 27–31. (In Russian).
 2. Dulaurent A.-M., Daoulas G., Faucon M.-P., Houben D. Earthworms (*Lumbricus terrestris* L.) mediate the fertilizing effect of frass. *Agronomy*, 2020, no. 10, p. 783. DOI: 10.3390/agronomy10060783.
 3. Huang W., Gonzalez G., Zou X. Earthworm abundance and functional group diversity regulate plant litter decay and soil organic carbon level: a global meta-analysis. *Applied Soil Ecology*, 2020, vol. 150, article 103473. DOI: 10.1016/j.apsoil.2019.103473.
 4. Shabanov A.A., Soloshenkov A.D. Quantitative methods for assessing fertility for the purposes of accurate reclamation regulation. *Prirodoobustrojstvo = Environmental Engineering*, 2020, no. 4, pp. 13–22. (In Russian). DOI: 10.26897/1997-6011/2020-4-13-22.
 5. Mordkovich V.G., Khudyaev S.A., Dudko R.Yu., Lyubchanskiy I.I. Zoological diagnostics of climatic changes in the steppes of Central Kazakhstan in comparison with the middle of the 20th century on the example of ground beetles and dark beetles. *Sibirskiy ekologicheskij zhurnal = Contemporary Problems of Ecology*, 2020, vol. 27, no. 5, pp. 539–567. (In Russian). DOI: 10.15372/SEJ20200501.
 6. Jacobsen S.K., Sigsgaard L., Johansen A.B., Thorup-Kristensen K., Jensen P.M. The impact of reduced tillage and distance to field margin on predator functional diversity. *Journal of Insect Conservation*, 2022, vol. 26, pp. 491–501. DOI: 10.1007/s10841-022-00370-x.
 7. Zakharov A.A., Zakharov R.A. *Ants and vertebrates*. Moscow, 2019, 186 p. (In Russian).
 8. Lami F., Boscutti F., Masin R., Sigura M., Marini L. Seed predation intensity and stability in agro-ecosystems: Role of predator diversity and soil disturbance. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2020, vol. 288, article 106720. DOI: 10.1016/j.agee.2019.106720.
 9. Benoufella-Kitous K., Mehalli-Ouldkadi N., Temzi K. A life cycle study of *Coccinella algerica* Kovar, 1977 (Coleoptera, Coccinellidae): Census of a new larval stage in this lady beetle from Béni-Douala area (Tizi-Ouzou). *Journal of Plant Protection Research*, 2021, vol. 61, no. 1, pp. 41–46. DOI: 10.24425/jppr.2021.136268.
 10. Miniyarov F.T., Pavlov S.I., Yaitskiy A.S. Feeding of the seven-spot ladybug *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera, Coccinellidae) at various stages of the life cycle. *Samarskiy*

- nauchnyy vestnik = Samara Journal of Science*, 2019, vol. 8, no. 2, pp. 32–38. (In Russian). DOI: 10.24411/2309-4370-2019-12106.
11. Sun F., Ou Q., Yu H., Li N., Peng C. The invasive plant *Mikania micrantha* affects the soil foodweb and plant-soil nutrient contents in orchards. *Soil Biology and Biochemistry*, 2019, vol. 139, article 107630. DOI: 10.1016/j.soilbio.2019.107630.
 12. Ranoarisoa M.P., Morel C., Andriamananjara A., Jourdan C., Bernard L., Becquer T., Rabearisoa R. Effects of a bacterivorous nematode on rice 32P uptake and root architecture in a high P-sorbing ferrallitic soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 2018, vol. 122, pp. 39–49. DOI: 10.1016/j.soilbio.2018.04.002.
 13. Shmatko V.Yu., Sushko K.S., Sokolova T.A., Il'ina L.P. Seasonal Dynamics of the Structure of Soil Nematodes in Chestnut Soils of the Manych Valley under Pasture Load. *Aridnye ekosistemy = Arid Ecosystems*, 2021. vol. 27, no. 1 (86), pp. 106–118. (In Russian). DOI: 10.24411/1993-3916-2021-10142.
 14. Gilarte P., Pendall E., Carillo Y., Nielsen U.N. Plant functional identity has predictable effects on nematode communities across successional stages. *Soil Biology and Biochemistry*, 2021, vol. 162, article 108406. DOI: 10.1016/j.soilbio.2021.108406.
 15. Denier J., Faucon M.-P., Dulaurent A.-M., Guidet J., Kervroëdan K., Lamerre J., Houben D. Earthworm communities and microbial metabolic activity and diversity under conventional, feed and biogas cropping systems as affected by tillage practices. *Applied Soil Ecology*, 2022, vol. 169, article 104232. DOI: 10.1016/j.apsoil.2021.104232.
 16. Voronin A.N., Kotyak P.A. The influence of various agricultural practices on the number of soil fauna and crop productivity. *Tavrisheskiy vestnik agrarnoy nauki = Taurida Herald of the agrarian sciences*, 2019, no. 3 (19), pp. 49–56. (In Russian). DOI: 10.33952/2542-0720-2019-3-19-49-56.
 17. Snyder B.A., Callahan Mac A.Jr. Soil fauna and their potential responses to warmer soils. *Ecosystem Consequences of Soil Warming*, Cambridge: Academic Press, 2019, pp. 279–296. DOI: 10.1016/B978-0-12-813493-1.00012-0.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Воронин А.Н.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент; **адрес для переписки:** Россия, 150999, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58; e-mail: voronin@yarcx.ru

Труфанов А.М., кандидат сельскохозяйственных наук, профессор

Котьяк П.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Щукин С.В., кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой

AUTHOR INFORMATION

✉ **Alexander N. Voronin**, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor; **address:** 58, Tutaevskoe shosse, Yaroslavl, 150999, Russia; e-mail: voronin@yarcx.ru

Alexander M. Trufanov, Candidate of Science in Agriculture, Professor

Polina A. Kotyak, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor

Sergey V. Shchukin, Candidate of Science in Agriculture, Department Head

Дата поступления статьи / Received by the editors 23.06.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 21.09.2022
Дата публикации / Published 20.04.2023

ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

✉ **Сабитов М.М.**

Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.С. Немцева – филиал Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук
Ульяновская область, пос. Тимирязевский, Россия

✉ e-mail: m_sabitov@mail.ru

Представлены результаты изучения влияния различных предшественников и минеральных удобрений на урожайность ячменя в условиях черноземных почв Ульяновской области. Исследования проводили в рамках стационарного полевого опыта в 2017–2019 гг. Почвенный участок представлен выщелоченным среднесиловым черноземом, имеющим следующие характеристики: содержание гумуса – 6,22%, подвижного фосфора и калия – 198,0 и 121,0 мг/кг соответственно, $pH_{\text{сол}}$ – 6,4, сумма оснований – 46,4 мг-экв./100 г. Схема опыта предусматривала анализ влияния предшествующих культур при выращивании ячменя на фоне комплексного минерального удобрения (NPK). Установлено, что запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы выше на удобренных вариантах (155,4–166,0 мм). Концентрация нитратного азота была выше по предшественнику горох и при использовании NPK – 53,0 мг/кг почвы. Наибольшая биологическая активность почвы наблюдалась по предшественнику горох на фоне NPK – 33,3%. Наименьшее количество сорняков в посевах отмечалось по предшественнику гречиха как на фоне удобрений, так и без них (20,7–25,7 шт./м²). Урожайность ячменя с наилучшими качественными показателями была выше по предшественнику горох на фоне NPK – 3,55 т/га. Наибольший чистый доход получен на удобренных вариантах: 7174–7212 р./га, рентабельность 40,2–40,5%.

Ключевые слова: продуктивная влага, нитратный азот, предшественник, урожайность, эффективность

BARLEY CULTIVATION PRACTICES IN THE FOREST-STEPPE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

✉ **Sabitov M.M.**

*Ulyanovsk Research Institute of Agriculture n.a. N.S. Nemtsev –
Branch of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences*
Timiryazevsky village, Ulyanovsk region, Russia

✉ e-mail: m_sabitov@mail.ru

The results of studying the effect of different forecrops and mineral fertilizers on the yield of barley in the conditions of chernozem soils of the Ulyanovsk region are presented. The research was carried out as part of a stationary field experiment in 2017-2019. The soil area is represented by leached medium-sized chernozem with the following characteristics: humus content - 6.22%, mobile phosphorus and potassium - 198.0 and 121.0 mg/kg, respectively, pH_{sol} - 6.4, the sum of bases - 46.4 mg-eq./100 g. The scheme of the experiment provided for the analysis of the influence of previous crops when growing barley against the background of complex mineral fertilizer (NPK). It was found that the reserves of productive moisture in the meter layer of soil are higher on fertilized variants (155.4-166.0 mm). The concentration of nitrate nitrogen was higher in the pea forecrop and when using NPK - 53.0 mg/kg of soil. The greatest biological activity of the soil was observed for the forecrop peas against the background of NPK - 33.3%. The smallest number of weeds in crops was noted for the forecrop buckwheat both on the background of fertilizers and without them (20.7-25.7 pcs/m²). The yield of barley with the best quality indicators was higher than the forecrop peas against the background of NPK - 3.55 t/ha. The largest net income was received on fertilized variants: 7174-7212 rubles/ha, profitability 40.2-40.5%.

Keywords: productive moisture, nitrate nitrogen, forecrop, yield, efficiency

Для цитирования: *Сабитов М.М.* Приемы возделывания ячменя в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 15–24. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-2>

For citation: Sabitov M.M. Barley cultivation practices in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 15–24. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-2>

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных яровых зерновых культур в нашей стране является ячмень. Его выращивают как продовольственную, кормовую и техническую культуру. В 2021 г. в России из всей посевной площади зерновых и зернобобовых (79 935,9 тыс. га) ячмень занимал 8189,0 тыс. га (10,2%). Из всей посевной площади зерновых культур в Ульяновской области (1073,0 тыс. га) ячмень выращивают на 151,8 тыс. га (14,1%). В Среднем Поволжье, отличающемся благоприятными климатическими условиями, можно получать качественного ячменя до 6–7 т/га. Но производство зерна в регионе не в полной мере отвечает существующим требованиям как по объему, так и по качеству продукции. При этом слабо используются потенциальные возможности почв и растений. Для современных систем земледелия актуальны разработка и внедрение мероприятий по восстановлению почвенного плодородия и повышению продуктивности севооборотов с 1 га, не требующих больших финансовых вложений. Это прежде всего повышение биоразнообразия культур в севооборотах и применение оптимальных доз минеральных удобрений^{1, 2} [1, 2].

В связи с этим возникает необходимость определения степени влияния предшественников и различных доз минеральных удобрений на продуктивность культур в севооборотах с перспективой уменьшения энерго- и ресурсозатратности в сельском хозяйстве.

Цель исследования – проанализировать воздействие предшественников и удобрений на основные параметры плодородия почвы

и урожайность ячменя в лесостепной зоне Среднего Поволжья.

Задачи:

- 1) определить влияние предшественников и удобрений на агрофизические, агрохимические и биологические свойства пахотного слоя и урожайность;
- 2) установить степень влияния предшественников и удобрений на фитосанитарное состояние посевов;
- 3) рассчитать экономическую эффективность возделывания в зависимости от предшественников и удобрений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работы проводили на опытных полях отдела земледелия Ульяновского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. Н.С. Немцева в 2017–2019 гг.

Объектом исследований являлся ячмень (*Hordeum sativa* L.) сорта Одесский 100 с высевом семян 4,5 млн шт./га. В качестве предшественников использовались картофель, горох и гречиха. Севообороты были развернуты во времени и в пространстве (см. табл. 1).

Площадь опытного участка составила 9,2 га, одного поля – 9456 м² (236,4 × 40,0 м), делянки – 1200 м² (40,0 × 30,0 м), учетная –

Табл. 1. Схема опыта

Table 1. Scheme of the experiment

Вариант	Предшественник		
	Картофель	Горох	Гречиха
Без удобрений	»	»	»
N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	»	»	»

¹URL: <https://uln.gks.ru/storage/mediabank/Посевные%20площади%20под%20урожай%202021%20года.pdf>.

²URL: https://www.nsss-russia.ru/wp-content/uploads/2022/01/1.-Nekrasov-Minselhoz-VAS_27.01.2022.pdf.

120 м² (4,0 × 30,0 м). Повторность 3-кратная. Размещение делянок систематическое.

Почвенный участок – выщелоченный среднемогучий среднесуглинистый чернозем со следующей агрохимической характеристикой: рН_{сол} – 6,4; сумма поглощенных оснований – 46,4 мг-экв./100 г; содержание гумуса – 6,22% (по Тюрину); подвижного Р₂О₅ – 198 мг/кг, подвижного К₂О – 121 мг/кг (по Чирикову).

НРК вносили дробно: под солому и пожнивные остатки – аммиачную селитру в компенсирующей дозе 10 кг д.в./га; под культивацию – N₃₀; при севе – N₁₆P₁₆K₁₆. Для внесения удобрений применяли разбрасыватель AMAZONE и сеялку СЗ-3,6.

Вслед за лущением стерни в оптимальные сроки проводили вспашку плугом ПН-4,35 на глубину 23–25 см. Боронование зяби осуществляли тяжелой бороной БЗТС-1,0 в два следа, предпосевную культивацию – культиватором КПС-4,0 на глубину 5–6 см. Посев проводили в I декаде мая.

В испытаниях использовали гербицид Балерина в дозе 0,5 л/га совместно с Мортирой в концентрации 15,0 г/л, фунгицид Колосаль Про в дозе 0,3 л/га, инсектицид Борей в концентрации 0,1 л/га. Все препараты вносили в фазу кущения в баковой смеси агрегатом МТЗ-82 + ОП-1200. Уборку проводили прямым комбайнированием комбайном Енисей-950.

Зерно приводили к 100%-й чистоте и 14%-й влажности (ГОСТ 27548–97). Статистическую оценку осуществляли по Б.А. Доспехову³.

Для определения интенсивности протекающих в почве биологических процессов использовали метод разложения льняных полотен, так как он очень нагляден и на его основании можно судить об активности бактерий, под действием которых протекает разложение органической массы.

Прямые затраты (заработная плата с начислениями для трактористов, стоимость горючего, текущий ремонт, амортизацион-

ные отчисления, гербициды, НРК) рассчитывались по принятым нормативным документам Института. Урожайные показатели использовались в среднем за 2017–2019 гг. Расчеты выполняли на основе технологических карт.

Погодные условия в годы проведения исследования были различными. Наиболее благоприятным в вегетационный период являлся 2017 г.: ГТК = 1,4, превышение нормы по осадкам за апрель – сентябрь на 29,0%. Условия 2018 г. оказались неблагоприятными: ГТК = 0,5, майская и июньская засухи и переувлажнение в августе. Условия 2019 г. были близки к среднесреднегодным нормам, ГТК = 1,1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Увеличение плотности в пахотном слое почвы по сравнению с оптимальной может приводить к снижению урожая зерновых культур. Если же она находится в пределах оптимальных значений, то не оказывает существенного влияния на их продуктивность [3].

Анализ плотности сложения почвы по предшественникам ячменя в период достижения равновесного состояния показал, что она находилась в оптимальном диапазоне для роста и развития растений. Так, во время опытов плотность была на уровне 1,10–1,15 г/см³ (см. табл. 2).

Наиболее рыхлое сложение почвы наблюдалось по гречихе и гороху (1,10–1,11 г/см³), наиболее плотное (1,15 г/см³) – по пропашной. Тем не менее плотность почвы оставалась благоприятной для роста и развития ячменя.

Обеспеченность сельскохозяйственных культур влагой зависит от их чередования в севооборотах, технологии возделывания, количества и распределения атмосферных осадков, механического и физического состава почвы [4].

Наши исследования показали, что весенние запасы влаги накапливались в основном за счет зимних осадков, где существенной

³Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.

Табл. 2. Влияние предшественников и удобрений на агрофизические свойства почвы (в среднем за 2017–2019 гг.)**Table 2.** The effect of the forecrops and fertilizers on the agrophysical properties of the soil (on average for 2017-2019)

Предшественник	Плотность почвы (слой 0–30 см), г/см ³	Запасы продуктивной влаги (слой 0–10 см), мм			
		Кущение		Полная спелость	
		Без удобрений	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	Без удобрений	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆
Картофель	1,15	145,50	157,70	65,00	46,10
Горох	1,11	147,70	155,40	69,30	51,60
Гречиха	1,10	150,70	166,00	71,20	45,30
НСР ₀₅	0,03	6,40	10,80	9,60	9,20

разницы между предшественниками на фоне естественного плодородия не наблюдалось (145,5–150,7 мм при НСР = 6,4). Хорошая обеспеченность влагой была отмечена после внесения N₅₆P₁₆K₁₆ и использования гречихи в качестве предшественника – 166,0 мм, что на 15,3 мм выше по сравнению с неудобренным фоном, а по предшественникам картофель и горох эта разница составила 12,2 и 7,7 мм соответственно.

К периоду уборки запасы продуктивной влаги по всем изучаемым предшественникам на вариантах без удобрений снизились на 52,8–55,3%, на фоне N₅₆P₁₆K₁₆ – на 66,8–72,7%. Это связано с тем, что к фазе полной спелости растения ячменя, произрастающие на удобряемых участках, стали более мощными по сравнению с вариантами без удобрений, поэтому забирали из почвы большее количество влаги для формирования урожая.

Для сбора высоких урожаев зерна хорошего качества необходимо получить и сохранить полноценные всходы. Проведенные

исследования показали, что полевая всхожесть в фазу полных всходов по всем предшественникам на вариантах без удобрений была невысокой и находилась в пределах 77,5–78,0%, или 349–351 шт./м² (см. табл. 3).

На удобренных участках этот показатель был выше и составил 83,3–84,8% (375–382 шт./м²).

Различные предшественники не оказали значимого влияния на сохранность растений ячменя. Данный показатель был практически одинаковым по всем вариантам – 68,8–70,9% (240–248 шт./м²). В результате использования удобрений густота стояния растений перед уборкой была выше и варьировала от 310 до 322 шт./м². Сохранность растений ячменя ко времени уборки составила 82,6–84,3% с некоторым увеличением по гороху.

Обеспеченность доступными питательными веществами является одним из основных принципов эффективного плодородия, а планомерный процесс их образования и

Табл. 3. Полевая всхожесть, сохранность и густота стояния растений (в среднем за 2017–2019 гг.)**Table 3.** Field germination and preservation of plants (on average for 2017-2019)

Предшественник	Густота стояния (фаза полных всходов), шт./м ²		Полевая всхожесть, %		Густота стояния перед уборкой, шт./м ²		Сохранность, %	
	Без удобрений	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	Без удобрений	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	Без удобрений	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	Без удобрений	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆
Картофель	349,0	375,0	77,5	83,3	240,0	310,0	68,8	82,6
Горох	350,0	382,0	77,7	84,8	248,0	322,0	70,9	84,3
Гречиха	351,0	380,0	78,0	84,4	243,0	315,0	69,2	82,9
НСР ₀₅	8,2	9,4			12,1	F _φ < F ₀₅		

накопления выступает важным критерием получения устойчивых урожаев^{4,5} [5].

В ходе исследования установлено, что содержание нитратного азота в почве находилось в пределах 36,4–53,0 мг/кг, причем в большей части по гороховому полю как на фоне естественного плодородия, так и после внесения удобрений (см. табл. 4).

Содержание подвижного фосфора на участках без удобрений по всем предшественникам достигало 185–198 мг/кг почвы, на вариантах с удобрениями оно было выше и составило 194–204 мг/кг, но существенной разницы между вариантами не наблюдалось.

Доля калия в вариантах без удобрений варьировала от 64 до 91 мг/кг почвы, причем наибольшее количество отмечено по предшественнику гречиха. В результате внесения удобрений его концентрация в почве увеличивалась до 78–97 мг/кг. Наибольшая прибавка по сравнению с вариантом без удобрения составила 22 мг/кг почвы по предшественнику горох.

Содержание азота в фазу полной спелости ячменя в вариантах без удобрений снизилось на 13,5–42,8% и достигло 27,1–31,5 мг/кг

почвы. Сохранность его была выше по гречихе, на удобренных вариантах – по гороху (32,2–37,6 мг/кг почвы).

Концентрация фосфора снизилась на 20,1–34,8%, калия – на 9,4–29,7% и составила 129–155 и 58–77 мг/кг соответственно. При этом сохранность была выше на удобренных вариантах по предшественнику горох, хотя существенных различий между вариантами не наблюдалось.

Почва является сложной многокомпонентной системой, ее невозможно рассматривать в отрыве от жизнедеятельности живых организмов, поэтому по энергии разложения клетчатки судят о ее качестве и обилии микрофлоры⁶ [6].

Анализ биологической активности почвы показал, что она была неодинаковой по всем предшественникам на фоне без удобрений (от 28,2 до 32,0%), а существенно выше – по гороху (см. табл. 5).

На удобренных участках биологическая активность почвы увеличилась на 1,3–3,7% и составила 31,5–33,3%, где наибольшая активность зафиксирована по гороху. При высеве по картофелю и гречихе биологическая

Табл. 4. Содержание основных питательных элементов в пахотном слое почвы под ячменем (2017–2019 гг.), мг/кг почвы

Table 4. The content of the main nutrients in the arable soil layer under barley (2017-2019), mg/kg of soil

Предшественник	Кушение			Полная спелость		
	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Картофель	44,9	198,0	64,0	27,1	129,0	58,0
	45,7	201,0	78,0	32,2	153,0	66,0
Горох	51,6	185,0	75,0	29,5	129,0	62,0
	53,0	194,0	97,0	37,6	155,0	77,0
Гречиха	36,4	197,0	91,0	31,5	132,0	64,0
	38,7	204,0	93,0	32,5	154,0	75,0
НСР ₀₅	5,2	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	5,4	4,5	$F_{\phi} < F_{05}$
	6,7	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	6,4	3,6	$F_{\phi} < F_{05}$

Примечание. В числителе – варианты без удобрений, в знаменателе – после внесения N₅₆P₁₆K₁₆.

⁴Тихонов Н.И. Влияние предшественника, срока сева и сорта на урожайность и пивоваренные качества зерна ярового ячменя // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2007. № 4 (8). С. 13–19.

⁵Kulikova A.Kh., Nikitin S.N., Toigildin A.L. Biopreparations in the Spring Wheat Fertilization System // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. Vol. 8. N 1. P. 1796–1800.

⁶Ирмулатов Б.Р., Сарбасов А.К., Мустафаев Б.А. Влияние предшественников и технологий в регулировании режима внесения элементов питания // Аграрная наука. 2017. № 4. С. 2–5.

Табл. 5. Влияние предшественников и удобрений на биологическую активность почвы (2017–2019 гг.), %

Table 5. The effect of the forecrops and fertilizers on the biological activity of the soil (2017-2019), %

Предшественник	Без удобрений	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆
Картофель	28,2	31,9
Горох	32,0	33,3
Гречиха	29,7	31,5
НСР ₀₅	2,1	1,2

активность почвы снизилась на 1,4 и 1,8% соответственно, при этом математическая обработка показала достоверные различия между ними.

В случае бессменного возделывания зерновых или неправильного чередования культур в севообороте отмечается рост засоренности практически всеми видами сорняков. Борьба с ними является одной из важнейших задач, оказывающих влияние на урожайность и экономическую эффективность⁷ [7].

Установлено, что в структуре агрофитоценоза ячменя преобладали как малолетние, так и многолетние сорные растения. В среднем за 3 года исследований наименьшая засоренность отмечена в вариантах

без удобрений по предшественнику гречиха (20,7 шт./м²), после внесения удобрений она увеличивалась на 24,1% и составила 25,7 шт./м² (см. табл. 6).

В вариантах без удобрений и с удобрениями засоренность малолетними и многолетними сорняками по предшественникам картофель и горох выросла по сравнению с гречихой в 1,5–1,8 раза. Рассматриваемые показатели превышали экономический порог вредности, особенно по многолетним корнеотпрысковым сорнякам (в 4–8 раз и более). Поэтому возникла необходимость вести борьбу с сорной растительностью химическими способами.

Через 30 дней после применения гербицидов численность малолетних и многолетних сорняков по предшественникам снизилась в вариантах без удобрений на 86–91 и 65–84%, в вариантах с удобрениями – на 88–89 и 74–88% соответственно.

Большим числом исследований установлено, что рациональное размещение яровых зерновых культур по благоприятным предшественникам в севооборотах с использованием оптимальных доз минеральных удобрений позволяет повысить продуктивность продукции растениеводства и сохранить плодородие почвы⁸ [8].

Табл. 6. Засоренность посевов ячменя (2017–2019 гг.), шт./м²

Table 6. Infestation of barley crops (2017-2019), pcs/m²

Предшественник	До обработки гербицидами			Через 30 дней после обработки			Биологическая эффективность гербицидов, %		
	Малолетние	Многолетние	Всего	Малолетние	Многолетние	Всего	Малолетние	Многолетние	Всего
<i>Без удобрений</i>									
Картофель	22,3	16,5	38,8	3,0	4,5	3,5	86,0	72,0	91,0
Горох	11,3	11,0	22,3	1,0	3,8	6,8	91,0	65,0	69,0
Гречиха	11,5	9,2	20,7	1,3	1,5	2,8	88,0	84,0	86,0
НСР ₀₅	2,5	4,7		0,8	0,7				
<i>N₅₆P₁₆K₁₆</i>									
Картофель	22,5	17,2	39,7	2,7	2,5	5,2	88,0	85,0	85,0
Горох	20,2	14,8	35,0	2,3	3,8	6,1	89,0	74,0	83,0
Гречиха	15,2	10,5	25,7	1,8	1,2	3,0	88,0	88,0	87,0
НСР ₀₅	2,0	2,1		$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$				

⁷Евдокимова М.А. Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1 (29). С. 11–14.

⁸Ермаков В.В., Дубовик Д.В. Влияние минеральных удобрений и предшественников на качество зерна озимой пшеницы в зависимости от экспозиции склона // Агрехимия. 2005. № 4. С. 16–21.

Наибольшая урожайность ячменя в среднем за 3 года была получена по предшественнику горох на фоне $N_{56}P_{16}K_{16} - 3,55$ т/га; прибавка составила 0,40 т/га (112,7%) по сравнению с вариантом без удобрений (см. табл. 7). У данного варианта была отмечена наибольшая окупаемость 1 кг удобрений прибавкой 4,54 кг зерна.

Урожайность ячменя в вариантах без удобрений по предшественнику гречиха составила 3,12 т/га, при внесении удобрения в дозе $N_{56}P_{16}K_{16}$ она повысилась на 0,31 т/га (109,9%). Окупаемость 1 кг удобрений прибавкой зерна составила 3,52 кг.

При возделывании ячменя по картофелю урожайность на фоне естественного плодородия зафиксирована в пределах 3,10 т/га, в варианте с удобрениями – 3,38 т/га. В данном случае прибавка составила 0,28 т/га (109,0%), существенной разницы между предшественниками гречиха и горох не было. Дробное внесение 1 кг удобрений дало прибавку зерна ячменя по предшественнику картофель на 3,18 кг.

В зерновом балансе Ульяновской области ячмень занимает значимое место, составляя около 14% от общего объема. На его долю приходится около 20% производимого зерна. Из него производят ячневую и перловую крупы, его используют для хлебопечения в смеси с пшеницей и рожью. Зерно ячменя содержит достаточное количество белка и является прекрасным концентрированным кормом⁹ [9].

В результате проведенных исследований установлено, что применение минеральных удобрений способствовало повышению содержания сырого белка на 2,0–2,3%, увеличению массы 1 тыс. зерен на 2,1–3,0 г (5,0–7,0%) по сравнению с неудобренным вариантом (см. табл. 8).

Наиболее высокие показатели качества зерна ячменя получены по предшественнику горох на фоне минеральных удобрений.

Возделывание сельскохозяйственных культур по самым лучшим предшественникам в различных севооборотах с применением удобрений – важный резерв увеличения урожайности с наименьшими затратами¹⁰ [10, 11].

Табл. 7. Урожайность ячменя в зависимости от предшественников и удобрений (2017–2019 гг.), т/га
Table 7. Barley yield depending on the forecrops and fertilizers (2017-2019), t/ha

Предшественник	Вариант		Прибавка от использования удобрений		Окупаемость 1 кг удобрений прибавкой зерна, кг
	Без удобрений	$N_{56}P_{16}K_{16}$	т/га	%	
Картофель	3,10	3,38	0,28	109,00	3,18
Горох	3,15	3,55	0,40	112,70	4,54
Гречиха	3,12	3,43	0,31	109,90	3,52
НСР ₀₅	А – 0,085; В – 0,051; АВ – 0,076; Р – 2,54%				

Табл. 8. Качественные показатели зерна ячменя в зависимости от предшественников и удобрений (2017–2019 гг.)

Table 8. Qualitative indicators of barley grain depending on the forecrops and fertilizers (2017-2019)

Предшественник	Без удобрений		$N_{56}P_{16}K_{16}$	
	Масса 1 тыс. зерен, г	Сырой белок, %	Масса 1 тыс. зерен, г	Сырой белок, %
Картофель	42,2	10,1	44,4	12,1
Горох	42,8	10,4	45,8	12,7
Гречиха	42,4	10,2	44,5	12,3

⁹Кашуков М.В., Хоконова М.Б. Влияние предшественников ячменя на формирование пивоваренных качеств зерна и солода // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009. № 5. С. 49–50.

¹⁰Сабитов М.М. Продуктивность и экономическая эффективность яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья // Пермский аграрный вестник. 2017. № 4 (20). С. 107–113.

Табл. 9. Экономическая эффективность возделывания ячменя в зависимости от предшественника и удобрений (2017–2019 гг.)**Table 9.** Economic efficiency of barley cultivation depending on the forecrop and fertilizers (2017-2019)

Предшественник	Вариант	Производственные затраты, р./га	Себестоимость зерна, р./т	Чистый доход, р./га	Рентабельность, %
Картофель	Без удобрений	14 251	4453	2749	19,3
	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	17 788	5263	7212	40,5
Горох	Без удобрений	14 285	4995	2715	19,0
	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	17 826	5021	7174	40,2
Гречиха	Без удобрений	14 267	5169	2733	19,2
	N ₅₆ P ₁₆ K ₁₆	17 799	5199	7201	40,5

Экономический анализ показал, что производственные затраты по всем изучаемым предшественникам были наименьшими в вариантах без удобрений – 14 251–14 285 р./га (см. табл. 9).

В результате использования минеральных удобрений в дозе N₅₆P₁₆K₁₆ затраты повышались на 24,8%, себестоимость – на 0,52–18,2%. При внесении удобрений в дозе N₅₆P₁₆K₁₆ получен наибольший чистый доход – 7174–7212 р./га, что в 2,6 раза выше по сравнению с неудобренным вариантом. При этом рентабельность была практически одинаковой по всем предшественникам и варьировала от 40,2 до 40,5%.

Таким образом, для роста продуктивности посевов и улучшения питания растений ячменя рекомендуется его возделывание после бобовых (горох) с дробным внесением удобрений в дозе N₅₆P₁₆K₁₆, что способствует повышению эффективности и конкурентоспособности производства зерна в современных рыночных обстоятельствах.

ВЫВОДЫ

1. При высева ячменя по предшественникам гречиха и горох почва имела более рыхлое сложение (1,10–1,11 г/см³) по сравнению с возделыванием по картофелю, когда она была в более плотном состоянии (1,15 г/см³).

2. Наибольшие запасы продуктивной влаги отмечены на фоне внесения N₅₆P₁₆K₁₆ и высева по гречихе – 166,0 мм, что на 15,3 мм выше неудобренного фона. По картофелю и

гороху эта разница составила 12,2 и 7,7 мм соответственно.

3. Наибольшее снижение запасов влаги ко времени уборки наблюдалось на удобренных вариантах по всем предшественникам – 66,8–72,7% по сравнению с неудобренным фоном.

4. Содержание нитратного азота было выше по предшественнику горох на удобренных вариантах (53 мг/кг почвы). Наибольшая концентрация подвижного фосфора отмечена по всем предшественникам на фоне применения минеральных удобрений (194–204 мг/кг). Наибольшее содержание калия зафиксировано по гороху на удобренном фоне – 97 мг/кг, прибавка составила 22 мг/кг по сравнению с неудобренным вариантом.

5. Наибольшая биологическая активность почвы проявлялась на удобренных вариантах по предшественнику горох – 33,3%.

6. Наименьшее количество сорняков отмечено по предшественнику гречиха в вариантах без удобрений – 20,7 шт./м², на удобренных вариантах оно увеличилось на 24,1%. Применение гербицидов снижало численность малолетних и многолетних сорняков на 86,0–91,0 и 65–88% соответственно.

7. Наибольшая урожайность ячменя была получена по гороху на фоне минерального удобрения в дозе N₅₆P₁₆K₁₆ (3,55 т/га). Прибавка в данном случае составила 0,40 т/га (112,7%) к варианту без удобрений.

8. Наибольшее содержание сырого белка в зерне ячменя зафиксировано в вариантах с применением минеральных удобрений в концентрации $N_{56}P_{16}K_{16}$ по предшественнику горох (12,7%). Масса 1 тыс. зерен при этом увеличилась на 3,0 г и составила 45,8 г по сравнению с неудобренным вариантом.

9. Варианты без использования удобрений потребовали наименьших затрат – 14 251–14 285 р./га. На фоне NPK они повышались на 24,8%. Наименьшая себестоимость зерна отмечена в вариантах без удобрений – 4453–5169 р./т. На фоне $N_{56}P_{16}K_{16}$ она возростала на 0,52–18,2%. Наибольший доход получен на удобренных вариантах (7174–7212 р./га), рентабельность в данном случае составила 40,2–40,5%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Перфильев Н.В., Вьюшина О.А., Власенко А.Н.* Эффективность систем основной обработки темно-серой лесной почвы при возделывании ячменя // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 1. С. 11–17. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-1-1.
2. *Суринов А.В.* Динамика плодородия пахотных черноземов лесостепной зоны центрально-черноземных областей России // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 1 (61). С. 57–61. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-57-61.
3. *Перфильев Н.В., Вьюшина О.А.* Агрофизические и агрохимические свойства темно-серых лесных почв при различных системах основной обработки // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 3. С. 15–23. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-3-2.
4. *Байбеков Р.Ф., Гребенчиков В.Ю., Верхотуров В.В., Белопухов С.Л.* Влияние предшественника и минеральных удобрений на структуру урожая и продуктивность ячменя в лесостепи Приангарья // Плодородие. 2019. № 3 (108). С. 32–36. DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.10.
5. *Собина А.С., Хачиков Э.А., Шмараева А.Н., Федоренко А.Н., Приходько В.Д., Казеев К.Ш.* Биологическая активность чернозема обыкновенного через 5 лет после пре-

кращения агрогенной обработки // Агрохимический вестник. 2022. № 1. С. 22–26. DOI: 10.24412/1029-2551-2022-1-005.

6. *Макаров О.А., Красильникова В.С., Кубарев Е.Н., Строков А.С., Абдулханова Д.Р.* Опыт оценки деградации дерново-подзолистых почв при помощи микробиологических показателей (на примере агрохозяйства Калининградской области) // Агрохимический вестник. 2021. № 1. С. 13–18. DOI: 10.24412/1029-2551-2021-1-003.
7. *Миникаев Р.В., Фатихов Д.А.* Значение предшественников в условиях интенсификации производства зерна в условиях Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № S4-1 (55). С. 74–79. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-74-79.
8. *Сабитов М.М.* Технология возделывания ячменя с различным уровнем интенсификации в условиях Ульяновской области // Агрохимический вестник. 2020. № 5. С. 3–8. DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10060.
9. *Дубовик Д.В., Чуян О.Г.* Качество сельскохозяйственных культур в зависимости от агротехнических приемов и климатических условий // Земледелие. 2018. № 2. С. 9–13. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10202.
10. *Сабитов М.М.* Экономическая эффективность технологий возделывания культур в зернопаровом севообороте // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 2. С. 13–18. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10202.
11. *Мухаметгалиев Ф.Н., Ситдикова Л.Ф., Авхадиев Ф.Н., Асадуллин Н.М., Гайнутдинов И.Г.* Тенденции развития зернопроизводства в условиях импортозамещения // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2020. Т. 15. № 1 (57). С. 117–122. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-117-122.

REFERENCES

1. *Perfiliev N.V., Vyushina O.A., Vlasenko A.N.* Efficiency of basic tillage systems of processing of dark-gray forest soil in the cultivation of barley. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 1, pp. 11–17. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2021-1-1.

2. Surinov A.V. Dynamics of fertility of arable chernozems of the forest-steppe zone of the Central chernozem regions of Russia. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 2021, vol. 16, no. 1 (61), pp. 57–61. (In Russian). DOI: 10.12737/2073-0462-2021-57-61.
3. Perfiliev N.V., Vyushina O.A. Agrophysical and agrochemical properties of dark gray forest soils under different systems of basic tillage. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 3, pp. 15–23. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2021-3-2.
4. Baibekov R.F., Grebenshchikov V.Yu., Verkhotururov V.V., Belopukhov S.L. Influence of the forecrop and mineral fertilizers on structure of the yield and the productivity of barley in Angara region. *Plodородiye = Plodorodie*, 2019, no. 3 (108), pp. 32–36. (In Russian). DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.10.
5. Sobina A.S., Khachikov E.A., Shmarava A.N., Fedorenko A.N., Prihod'ko V.D., Kazeev K.Sh. Biological activity of ordinary chernozem 5 years after the termination of agrogenic treatment. *Agrohimicheskiy vestnik = Agrochemical Herald*, 2022, no. 1, pp. 22–26. (In Russian). DOI: 10.24412/1029-2551-2022-1-005.
6. Makarov O.A., Krasilnikova V.S., Kubarev E.N., Stokov A.S., Abdulkhanova D.R. Experience in assessing damage of sod-podzolic soils using microbiological indicators (on the example of agricultural enterprises of the Kaliningrad region). *Agrohimicheskiy vestnik = Agrochemical Herald*, 2021, no. 1, pp. 13–18. (In Russian). DOI: 10.24412/1029-2551-2021-1-003.
7. Minikaev R.V., Fatikhov D.A. The importance of forecrops in the conditions of intensification of grain production in the Republic of Tatarstan. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 2019, vol. 14, no. S4-1 (55), pp. 74–79. (In Russian). DOI: 10.12737/2073-0462-2020-74-79.
8. Sabitov M.M. Technology of barley cultivation with different levels of intensification in the conditions of the Ulyanovsk region. *Agrohimicheskiy vestnik = Agrochemical Herald*, 2020, no. 5, pp. 3–8. (In Russian). DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10060.
9. Dubovik D.V., Chuyan O.G. Quality of crops depending on agronomical practices and climatic conditions. *Zemledeliye = Zemledelie*, 2018, no. 2, pp. 9–13. (In Russian). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10202.
10. Sabitov M.M. Economic efficiency of crop cultivation technologies in grain-steam crop rotation. *Dostidgeniya nauki i tehniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2021, vol. 35, no. 2, pp. 13–18. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10202.
11. Mukhametgaliev F.N., Sitdikova L.F., Avkhadiev F.N., Asadullin N.M., Gaynutdinov I.G. Trends in the development of grain production in the context of import substitution. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 2020, vol. 15, no. 1 (57), pp. 117–122. (In Russian). DOI: 10.12737/2073-0462-2020-117-122.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ **Сабитов М.М.**, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом; **адрес для переписки:** Россия, 433315, Ульяновская область, пос. Тимирязевский, ул. Институтская, 19; e-mail: m_sabitov@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ **Marat M. Sabitov**, Candidate of Science in Agriculture, Department Head; **address:** 19, Institutskaya St., Timiryazevsky village, Ulyanovsk Region, 433315, Russia; e-mail: m_sabitov@mail.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 24.06.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 09.09.2022
Дата публикации / Published 20.04.2023

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОУДОБРЕНИЙ В ИНТЕНСИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Бельченко Д.С., (✉) Бельченко С.А., Никифоров В.М., Никифоров М.И., Дьяченко В.В.,
Сазонова И.Д., Зайцева О.А., Пасечник Н.М.

Брянский государственный аграрный университет

Брянск, Россия

(✉) e-mail: sabel032@rambler.ru

Рассмотрена эффективность применения некорневых подкормок подсолнечника микроудобрениями Боро-Н и Фертикс марка Б в условиях полевого опыта. Опыт проведен в 2020–2022 гг. на серых лесных почвах Брянской области. В качестве объекта исследований использован гибрид подсолнечника Факел. Предшественником в опыте были однолетние травы. Посев проводили пунктирным способом с шириной междурядий 70 см при норме высева 55 тыс. семян/га. Площадь опытной делянки 33 м², учетной – 5 м² при трехкратной повторности. Размещение делянок систематическое. Агротехника возделывания подсолнечника рассчитана на получение планируемой урожайности семян 3,5–4,5 т/га. Схема опыта включала три варианта обработки микроудобрениями Боро-Н (2,0 л/га) + Фертикс марка Б, ВР (2,0 л/га): без применения микроудобрений (контроль), одна обработка, две обработки. Установлено, что однократное применение некорневой подкормки баковой смесью микроудобрений Боро-Н + Фертикс марка Б в период формирования 6–10-го настоящего листа повышает урожайность семян подсолнечника на 7%, рентабельность их производства на 88%, условный чистый доход на 3,8 тыс. р./га. Двукратное применение этих микроудобрений в период формирования 6–10-го настоящего листа и в фазе конец бутонизации – начало цветения увеличила урожайность культуры на 12%, условный чистый доход на 4,8 тыс. р./га. Дополнительная обработка растений подсолнечника перед цветением, несмотря на снижение рентабельности производства семян на 30%, повышала урожайность культуры на 5%, условный чистый доход на 27%.

Ключевые слова: подсолнечник, микроудобрение, некорневая подкормка, урожайность, экономическая эффективность

EFFICIENCY OF MICROFERTILIZER APPLICATION IN INTENSIVE SUNFLOWER CULTIVATION TECHNOLOGY

Belchenko D.S., (✉) Belchenko S.A., Nikiforov V.M., Nikiforov M.I., Dyachenko V.V.,
Sazonova I.D., Zaitseva O.A., Pasechnik N.M.

Bryansk State Agrarian University

Bryansk, Russia

(✉) e-mail: sabel032@rambler.ru

The efficiency of sunflower foliar top dressing application with Boro-N and Fertix mark B microfertilizers under field experimental condition was considered. The experiment was conducted in 2020-2022 on gray forest soils of the Bryansk region. Sunflower hybrid Fakel was used as an object of research. Annual grasses were the forecrop in the experiment. Seeding was carried out by the punctuated method with the width of inter-row space (70 cm) at a seeding rate of 55 thousand seeds/ha. The area of the experimental plot is 33 m², the area of the registration plot is 5 m² with threefold repetition. Plot placement is systematic. Sunflower farming technology is designed to produce a planned seed yield of 3.5-4.5 t/ha. The experimental scheme included three variants of treatment with microfertilizer Boro-N (2.0 l/ha) + Fertix mark B, BP (2.0 l/ha): without microfertilizer application (control); one treatment; two treatments. It was established that foliar dressing with a tank mixture of Boro-N + Fertix mark B fertilizers once a year during the period of 6-10 true leaves increases the sunflower seed yield by 7%, the profitability of sunflower production by 88%, and the conditional net income by 3.8 thousand rubles/ha. Double application of these microfertilizers during the formation of 6-10 true leaves and in the phase of the end of budding - the beginning of flowering increased the crop yield by 12%, the conditional net income by 4.8 thousand rubles / ha.

Additional treatment of sunflower plants before flowering, although reducing the profitability of seed production by 30%, increased the yield of the crop by 5%, conditional net income by 27%.

Keywords: sunflower, microfertilizer, foliar top dressing, yield, economic efficiency

Для цитирования: Бельченко Д.С., Бельченко С.А., Никифоров В.М., Никифоров М.И., Дьяченко В.В., Сазонова И.Д., Зайцева О.А., Пасечник Н.М. Эффективность применения микроудобрений в интенсивной технологии возделывания подсолнечника // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 25–33. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-3>

For citation: Belchenko D.S., Belchenko S.A., Nikiforov V.M., Nikiforov M.I., Dyachenko V.V., Sazonova I.D., Zaitseva O.A., Pasechnik N.M. Efficiency of microfertilizer application in intensive sunflower cultivation technology. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 25–33. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-3>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Основное количество масличного сырья и до 75% всех выращиваемых масличных культур в Российской Федерации приходится на масличный подсолнечник (*Helianthus annuus* L.). По значимости в Российской Федерации подсолнечник – основная масличная культура, в мире – третья после сои и арахиса. Более 52% семян подсолнечника в мире производят в двух странах – России и Украине [1–3].

В последние годы в структуре посевных площадей сельскохозяйственных культур посе́вы подсолнечника в России постоянно растут и в настоящее время составляют более 9 млн га [4]. Это связано с тем, что в современных условиях сельскохозяйственного производства он выступает как одна из высоко маржинальных культур (уровень рентабельности достигает 430–680%), что делает ее выгодной для возделывания [5]. Получение маслосемян подсолнечника – одна из главных составляющих по выполнению продовольственной безопасности страны в части обеспечения населения востребованным растительным маслом и сырьем для перерабатывающей промышленности и животноводства¹ [6].

Брянская область является нетипичным регионом для возделывания подсолнечника на маслосемена². Однако в последние годы площади под посев культуры здесь стремительно растут. В 2022 г. ее посе́вы составили более 15 тыс. га, намолочено 40,4 тыс. т подсолнечника со средней урожайностью 2,7 т/га [7, 8], хотя современные сорта и гибриды имеют более высокий генетический потенциал (6,0–6,5 т/га) [9].

Почвенные и агроклиматические условия Брянской области соответствуют основным биологическим требованиям культуры. Продолжительность вегетационного периода скороспелых и раннеспелых сортов и гибридов подсолнечника составляет 80–100 и 100–120 дней соответственно, что позволяет возделывать их на семена в центральных регионах России [10]. Селекционерами Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур созданы сорта и гибриды подсолнечника разных групп спелости с высокой продуктивностью, обладающие устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам [11]. В связи с этим у сельскохозяйственных товаропроизводителей появилась возможность более широкого подбора ассортимента адаптивных к усло-

¹Kostenkova E.V., Bushnev A.S., Pashtetsky V.S. Technological aspects of confectionary sunflower cultivation in arid conditions of the crimean peninsula // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: International Conference on World Technological Trends in Agribusiness. 2021. P. 012073.

²Belous N.M., Vaskin V.F., Kuzmitskaya A.A., Kubyshekin A.V., Schmidt Y.I. Dynamics of crop production and rational use of agricultural lands // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: VI International Scientific Conference on Advanced Agritechologies, Environmental Engineering and Sustainable Development – Chemical, Ecological, Oil-and-Gas Engineering and Natural Resources. 2022. P. 042009.

виям выращивания сортов и гибридов подсолнечника для возделывания на семена в более северных широтах [12].

Важный резерв повышения урожайности подсолнечника наряду с внедрением адаптивных сортов и гибридов – совершенствование элементов интенсивных агротехнологий возделываемой культуры [13, 14]. Традиционная технология возделывания подсолнечника основана на комплексном применении высокопродуктивного посевного материала, оптимизации водного и питательного режима и выполнения интегрированной защиты растений [15]. Многие специалисты утверждают, что 50% урожайного потенциала культур достигается за счет внедрения новых сортов и гибридов, 50% – за счет совершенствования технологии их возделывания [16].

Важнейшая роль в формировании урожая и его химического состава принадлежит сбалансированному питанию растений макро- и микроэлементами. В этом плане удобрение – основной прием регулирования содержания гумуса и питательных веществ в системе почва – растение [17]. Долевое участие удобрений в формировании урожая сельскохозяйственных культур в Нечерноземной зоне Российской Федерации по разным подсчетам достигает 25–40% [18]. Однако вопрос о дозах, сроках и способах их внесения остается актуальным и в ряде исследований носит противоречивый характер. Кроме того, в зависимости от группы спелости гибрида (сорта) подсолнечник проявляет различную отзывчивость на удобрения [5], а само мероприятие по применению удобрений является ресурсозатратным.

Один из способов эффективного использования минеральных удобрений, который позволяет увеличить урожайность и повысить его качество, а также сократить затраты материальных ресурсов, – некорневые подкормки. В последние годы все большее распространение получают микроудобрения³

[18, 19]. Содержащиеся в их составе макро- и микроэлементы являются не только источником питания, но и способствуют повышению иммунитета растений, снижению стрессоустойчивости от применяемых агрохимикатов и неблагоприятных природно-климатических явлений [20], усиливают развитие корневой системы, ассимиляционного аппарата, активизируют процесс фотосинтеза, повышая урожай и его качество [21]. Восполнение дефицита элементов питания путем внекорневого внесения, особенно в критические фазы роста и развития культуры, является необходимым приемом [20].

Оценка эффективности применения некорневых подкормок на высокопродуктивных сортах и гибридах подсолнечника, обладающих высокой адаптивной способностью для условий Брянской области, актуальна и представляет практическую значимость.

Цель исследования – изучить влияние некорневых подкормок микроудобрениями Боро-Н и Фертикс марка Б на урожайность семян подсолнечника и показатели экономической эффективности.

Задачи исследования:

- определить зависимость урожайности семян подсолнечника от кратности некорневых подкормок;
- дать экономическую оценку применения некорневых подкормок подсолнечника микроудобрениями Боро-Н и Фертикс марка Б.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2020–2022 гг. на опытном поле Брянского государственного аграрного университета (Брянская область). Почва опытного участка серая лесная легкосуглинистая сильнопылеватая, сложенная на карбонатных суглинках, с большим содержанием гумуса (3,3%), близкая к нейтральной реакции среды ($pH_{\text{сол}} 5,7$), с очень высоким содержанием подвижных форм фосфора (26,5 мг/100 г почвы) и содержанием калия (19,4 мг/100 г).

³Nikiforov V.M., Nikiforov M.I., Chekin G.V., Silaev A.L., Smolsky E.V., Nechaev M.M. Efficiency of multifunctional chelate complexes used during spring wheat cultivation // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: the proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. P. 012127.

Объект исследования – гибрид подсолнечника Факел. Проведенные в 2020–2022 гг. агроэкологические испытания сортов и гибридов подсолнечника на опытном поле показали, что данный гибрид высоко адаптирован к условиям Брянской области. В среднем за 3 года исследований продолжительность вегетации его составила 110 дней, высота растений – 174 см, масса 1000 семян – 65,7 г, лужистость – 29,5%, биологическая урожайность – 4,15 т/га.

Предшественником в опыте были однолетние травы. Посев проводили пунктирным способом сеялкой СПЧ-6 с шириной междурядий 70 см на глубину 5 см. Норма высева семян 55 тыс. семян/га.

Основное удобрение – $N_{120}P_{120}K_{120}$ под планируемую урожайность 3,5–4,5 т/га. В качестве его использовали азофоску (16 : 16 : 16), которую вносили под предпосевную культивацию на глубину 5–7 см.

Схема опыта включала три варианта обработки микроудобрениями Боро-Н (2,0 л/га) + Фертикс марка Б, ВР (2,0 л/га): без применения микроудобрений (контроль), одна обработка, две обработки.

Во втором варианте применяли одну некорневую подкормку баковой смесью микроудобрений в период формирования 6–10-го настоящего листа, в третьем – две: первую – в период формирования 6–10-го настоящего листа; вторую – в фазу конец бутонизации – начало цветения.

Применяемые в опыте микроудобрения имеют следующие характеристики: Боро-Н, ВР – легко усваиваемое жидкое концентрированное удобрение для листовых и корневых подкормок с целью профилактики и лечения бордефицитных состояний. Содержит легкодоступный бор, 150 г/л (11%) + аммонийный азот, 51 г/л (3,7%). Фертикс марка Б, ВР – жидкое концентрированное удобрение для листовых и корневых подкормок растений. Содержит микроэлементы в легко усваиваемом концентрированном виде (хелаты): N – 210 г/л, MgO – 25, SO₃ – 26,2, Cu – 3,9, Fe – 4,5, Mn – 8,8, Mo – 0,08, Zn – 7,8, Ti – 0,2, B – 7,8, Na₂O – 37,5 г/л.

Система защиты растений подсолнечника включала осеннюю обработку герби-

цидом сплошного действия Тотал 480, ВР (3,0 л/га), опрыскивание почвы до появления всходов гербицидом Сармат, КС (3,0 л/га), обработку посевов гербицидом Легион Комби, КЭ (0,8 л/га) в фазу 2–6-го листа сорняков, а также инсектицидом Цепеллин, КЭ (0,15 л/га) при появлении вредителей.

Площадь опытной делянки составляла 33 м², учетной – 5 м². Повторность трехкратная, размещение систематическое.

Используемые в опыте микроудобрения и средства защиты разрешены к использованию на территории Российской Федерации в 2020–2022 гг.

Экспериментальная работа проведена в сопровождении лабораторных наблюдений и анализов по общепринятым методикам проведения полевых опытов. Экономическую эффективность применения минеральных удобрений рассчитывали по методике Института почвоведения и агрохимии (Минск, 2010 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Урожайность семян гибрида подсолнечника Факел колебалась от 3,76 до 4,40 т/га в зависимости от варианта опыта и условий года (см. табл. 1).

Наименьшая урожайность отмечена в условиях 2020 г.: в среднем по культуре она

Табл. 1. Урожайность семян подсолнечника в зависимости от числа обработок микроудобрениями, т/га

Table 1. Sunflower seed yield depending on the number of microfertilizer treatments, t/ha

Вариант	Урожайность				± к контролю, т/га
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее	
Контроль (без обработки)	3,76	3,84	4,03	3,88	–
Обработка Боро-Н, ВР (2,0 л/га) + Фертикс марка Б, ВР (2,0 л/га):					
	одна	4,09	4,12	4,25	4,15
две	4,27	4,29	4,40	4,32	0,44
HCP ₀₅	0,16	0,14	0,13		0,14

составила 4,04 т/га с колебаниями от 3,76 до 4,27 т/га. Немного выше она была в 2021 г. – со средним значением 4,08 т/га и изменялась от 3,84 до 4,29 т/га. Максимальная урожайность зафиксирована в 2022 г. со средним значением по культуре 4,29 т/га и колебаниями от 4,03 до 4,40 т/га в зависимости от варианта опыта.

По вариантам опыта минимальная урожайность семян подсолнечника отмечена в контрольном варианте (без применения микроудобрений). В зависимости от условий года она составила от 3,76 до 4,03 т/га со средним значением 3,88 т/га.

Применение одной некорневой подкормки вегетирующих растений подсолнечника баковой смесью Боро-Н (2,0 л/га) и Фертикс марка Б (2,0 л/га) в период формирования 6–10-го настоящего листа способствовало увеличению урожайности культуры в среднем на 0,27 т/га (от 3,88 до 4,15 т/га) и получению достоверной прибавки урожайности культуры к контрольному варианту от 0,22 (2022 г.) до 0,33 т/га (2020 г.) при НСР₀₅ = 0,13–0,16 т/га.

Максимальная урожайность от 4,27 до 4,40 т/га (среднее – 4,32 т/га) получена при применении двух некорневых подкормок подсолнечника баковой смесью микроудобрений в период формирования 6–10-го настоящего листа и в фазе конец бутонизации – начало цветения. Прибавка урожайности к контролю в этом варианте составила от 0,37 до 0,51 т/га, в среднем 0,44 т/га.

Зафиксировано получение достоверной прибавки урожайности от действия дополнительной некорневой подкормки в фазу конец бутонизации – начало цветения к варианту с однократным применением микроудобрений в фазу 6–10-го настоящего листа. Прибавка урожайности в зависимости от года составила от 0,15 до 0,18 т/га (среднее значение 0,17 т/га) при НСР₀₅ от 0,13 до 0,16 т/га.

При величине прибавки урожайности семян подсолнечника от действия некорневых подкормок баковой смесью микроудобрений Боро-Н + Фертикс марка Б на уровне 0,27 т/га (одна подкормка) и 0,44 т/га

Табл. 2. Экономическая эффективность применения некорневых подкормок микроудобрениями Боро-Н + Фертикс марка Б

Table 2. Economic efficiency of foliar fertilizer application with Boro-N + Fertix mark B microfertilizers

Показатель	Кратность обработки	
	одна	две
Урожайность, т/га	4,15	4,32
Прибавка урожайности к контролю, т/га	0,27	0,44
Стоимость прибавки урожайности, р./га	8100	13200
Дополнительные затраты к контролю, р./га	4298,8	8366,5
Условный чистый доход к контролю, р./га	3801,2	4833,5
Рентабельность к контролю, %	88,4	57,8

(две подкормки) и цене реализации семян 30 000 р./т стоимость прибавки урожайности к контролю составила 8100 и 13 200 р./га соответственно (см. табл. 2).

Издержки к контрольному варианту, включая затраты на приобретение микроудобрений, их внесение, а также затраты на проведение уборочных работ и доработку прибавки урожайности составили 4298,8 р./га в варианте с одной некорневой подкормкой и 8366,5 р./га – в варианте с двумя.

Таким образом, условный чистый доход к контролю в варианте с одной обработкой составил 3801,2 р./га, с двумя – 4833,5 р./га, увеличение уровня рентабельности к контролю соответствовало 88,4 и 57,8%.

Несмотря на то, что уровень рентабельности на варианте с двукратной некорневой подкормкой на 30,6% ниже, чем на варианте с однократным применением микроудобрений, показатель условного чистого дохода в варианте с двумя обработками выше на 1032,2 р./га, чем в варианте с одной.

ВЫВОДЫ

1. Средняя урожайность семян подсолнечника в опыте варьировала от 3,88 до 4,32 т/га.

2. Однократная некорневая подкормка вегетирующих растений подсолнечника баковой смесью микроудобрений Боро-Н +

Фертикс марка Б в период формирования 6–10-го настоящего листа в дозе 2,0 + 2,0 л/га способствует получению урожайности семян на уровне 4,15 т/га, повышению урожайности семян по отношению к варианту без применения микроудобрений на 0,27 т/га, а также показателя условного чистого дохода на 3,8 тыс. р./га, рентабельности производства семян на 88%.

3. Двукратная некорневая подкормка баковой смесью микроудобрений Боро-Н + Фертикс марка Б в период формирования 6–10-го настоящего листа и в фазе конец бутонизации – начало цветения в дозе 2,0 + 2,0 л/га обеспечивает получение урожайности семян подсолнечника на уровне 4,32 т/га, повышению урожайности семян по отношению к варианту без применения микроудобрений на 0,44 т/га, условного чистого дохода на 4,8 тыс. р./га, рентабельности производства семян на 58%.

4. Дополнительная некорневая подкормка микроудобрениями Боро-Н + Фертикс марка Б в фазе конец бутонизации – начало цветения в дозе 2,0 + 2,0 л/га способствует повышению урожайности семян подсолнечника на 0,17 т/га и условного чистого дохода на 1,0 тыс. р./га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пузиков А.Н., Суворова Ю.Н. Усовершенствование технологии возделывания подсолнечника в южной лесостепи Западной Сибири // Земледелие. 2019. № 1. С. 28–31. DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10108.
2. Киселева Л.В., Жижин М.А. Приемы повышения продуктивности гибридов подсолнечника путем применения органоминеральных удобрений в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 1. С. 17–23.
3. Илларионов А.И., Лукин А.Л., Соболев К.С. Эффективность использования гербицидов в системе интегрированной защиты подсолнечника от сорных растений в условиях Центрального Черноземья // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2020. № 3. С. 63–73. DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.3.63.
4. Бушнев А.С., Гриднев А.К., Орехов Г.И., Курилова Д.А. Влияние агротехнических приемов на улучшение посевных качеств семян F1 гибрида подсолнечника Факел на участке гибридизации (сообщение 1) // Масличные культуры. 2021. № 3. С. 19–28. DOI: 10.25230/2412-608X-2021-3-187-19-28.
5. Никифорова С.А. Влияние макро- и микроудобрений и биостимулятора на продуктивность и качество маслосемян подсолнечника // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. № 4. С. 32–38.
6. Костенкова Е.В., Бушнев А.С., Василько В.П. Урожайность кондитерского подсолнечника в зависимости от элементов технологии возделывания // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 1. С. 31–38. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-1-21-31-38.
7. Иванова О.М., Ерофеев С.А., Ветрова С.В., Макаров М.Р. Влияние удобрений на урожайность и качество урожая подсолнечника сорта Спартак селекции Тамбовского НИИСХ // Масличные культуры. 2020. № 3. С. 92–98. DOI: 10.25230/2412-608X-2020-3-183-92-98.
8. Golub L.N., Medvedeva S.A., Baturina O.A., Semyshev M.V., Malyavko G.P. Case technology at lessons of English language in the formation of professional competencies of agricultural university bachelors // Linguistica Antverpiensia. 2021. N 1. P. 3662–3673.
9. Пигорев И.Я., Петрова С.Н., Труаева Н.Н., Шитиков Н.В. Эффективность локального применения жидких комплексных удобрений в агроценозах подсолнечника // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 9. С. 45–51.
10. Ковтунов С.Н., Торикиев В.Е., Осипов А.А., Малышева Е.В. Урожайность и адаптивный потенциал сортов и гибридов подсолнечника // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3. С. 32–38.
11. Лукомец В.М., Бочкарев Н.И., Трунова М.В. ВНИИМК – 110 лет на страже масличной отрасли России // Масличные культуры. 2022. № 1. С. 97–102. DOI: 10.25230/2412-608X-2022-1-189-97-102.
12. Насиев Б.Н., Есенгужина А.Н., Бушнев А.С. Продуктивность подсолнечника в зависимости от сроков посева в Западном Казахстане // Масличные культуры. 2019. № 1.

- С. 48–54. DOI: 10.25230/2412–608X–2019–1–177–48–54.
13. *Насиев Б.Н.* Влияние технологии ухода за посевами на урожайность и масличность подсолнечника // *Аграрная наука*. 2021. № 1. С. 133–135. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-344-1-133-135.
 14. *Чурзин В.Н., Дубовченко А.О.* Урожайность гибридов подсолнечника в зависимости от влагообеспеченности посевов на черноземах Волгоградской области // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. 2020. № 1. С. 158–167.
 15. *Бушнев А.С., Демури Я.Н., Орехов Г.И., Борисенко О.М., Подлесный С.П., Толмачева Н.Н.* Формирование продуктивности экспериментальных вертикальнолистных гибридов подсолнечника селекции ВНИИМК при различной площади питания растений // *Масличные культуры*. 2020. № 1. С. 57–69. DOI: 10.25230/2412-608X-2020-1-181-57-69.
 16. *Войтович Н.В., Никифоров В.М.* Изменение физиологических параметров сортов яровой пшеницы от технологии их возделывания // *Агротехнический вестник*. 2019. № 3. С. 49–53. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10042.
 17. *Нуштаева А.В., Блинохватова Ю.В., Власова Т.А., Чекаев Н.П.* Влияние микроудобрений на основе хелатных комплексов на всхожесть семян // *Нива Поволжья*. 2021. № 1. С. 17–22.
 18. *Войтович Н.В., Никифоров В.М., Никифоров М.И., Чекин Г.В., Силаев А.Л., Смольский Е.В., Нечаев М.М.* Применение хелатов микроэлементов в технологии возделывания яровой пшеницы // *Земледелие*. 2019. № 6. С. 25–27.
 19. *Пилипенко Н.Г., Андреева О.Т., Сидорова Л.П., Харченко Н.Ю.* Ресурсосберегающие приемы возделывания кормовых культур в Забайкальском крае // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2021. № 2. С. 13–21. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-2-2.
 20. *Киселева Л.В., Васин В.Г., Жижин М.А.* Сравнительная продуктивность гибридов подсолнечника при применении биостимуляторов роста в условиях Самарской области // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2019. № S4-1. С. 59–63.
 21. *Melnikova O.V., Torikov V.E., Kononov A.S., Kosyanchuk V.P., Prosyannikov E.V., Osipov A.A.* Efficiency of the Solar Energy Usage by Winter Wheat Plantings Made with Different Crop Cultivation Technologies // *Journal of Environmental Treatment Techniques*. 2020. N 2. P. 657–663.

REFERENCES

1. Puzikov A.N., Suvorova Yu.N. Development of sunflower cultivation technology in the southern forest-steppe of Western Siberia. *Zemledelie = Zemledelie*, 2019, no. 1, pp. 28–31. (In Russian). DOI: 10.24411/0044-3913-2019-10108.
2. Kiseleva L.V., Zhizhin M.A. Methods for productivity of sunflower hybrids increase by using organic mineral fertilizers in the conditions of the Middle Volga region forest-steppe. *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii = Bulletin Samara State Agricultural Academy*, 2020, no. 1, pp. 17–23. (In Russian).
3. Illarionov A.I., Lukin A.L., Sobolev K.S. Efficiency of herbicides in the system of integrated protection of sunflower crops from weed vegetation in the conditions of the Central Chernozem region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*, 2020, no. 3, pp. 63–73. (In Russian). DOI: 10.17238/issn2071-2243.2020.3.63.
4. Bushnev A.S., Gridnev A.K., Orekhov G.I., Kurilova D.A. Impact of agrotechnical methods on improvement of sowing qualities of F1 seeds of sunflower hybrid Fakel on hybridization plot (report I). *Maslichnye kul'tury = Oil Crops*, 2021, no. 3, pp. 19–28. (In Russian). DOI: 10.25230/2412-608X-2021-3-187-19-28.
5. Nikiforova S.A. Influence of macro- and micro-fertilizers and a biostimulant on the productivity and quality of sunflower oil seeds. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 2022, no. 4, pp. 32–38. (In Russian).
6. Kostenkova E.V., Bushnev A.S., Vasil'ko V.P. Yield of confectionery sunflower depending on the elements of cultivation technology. *Tavrisheskij vestnik agrarnoj nauki = Taurida Herald of the Agrarian Sciences*, 2020, no. 1, pp. 31–38. (In Russian). DOI: 10.33952/2542-0720-2020-1-21-31-38.

7. Ivanova O.M., Erofeev S.A., Vetrova S.V., Makarov M.R. Fertilizers influence on yield and yield quality of sunflower variety Spartak bred in Tambov Research Institute of Agriculture. *Maslichnye kul'tury = Oil Crops*, 2020, no. 3, pp. 92–98. (In Russian). DOI: 10.25230/2412-608X-2020-3-183-92-98.
8. Golub L.N., Medvedeva S.A., Baturina O.A., Semyshev M.V., Malyavko G.P. Case technology at lessons of English language in the formation of professional competencies of agricultural university bachelors. *Linguistica Antverpiensia*, 2021, no 1, pp. 3662–3673.
9. Pigorev I.Ya., Petrova S.N., Trutaeva N.N., Shitikov N.V. The effectiveness of local application of liquid complex fertilizers in sunflower crops. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 2021, no. 9, pp. 45–51. (In Russian).
10. Kovtunov S.N., Torikov V.E., Osipov A.A., Malysheva E.V. Yield and adaptive potential of sunflower varieties and hybrids. *Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 2022, no. 3, pp. 32–38. (In Russian).
11. Lukomec V.M., Bochkarev N.I., Trunova M.V. 110 Anniversary of V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops (VNIIMK). *Maslichnye kul'tury = Oil Crops*, 2022, no. 1, pp. 97–102. (In Russian). DOI: 10.25230/2412-608X-2022-1-189-97-102.
12. Nasiev B.N., Esenguzhina A.N., Bushnev A.S. Productivity of sunflower depending on the sowing dates in the Western Kazakhstan. *Maslichnye kul'tury = Oil Crops*, 2019, no. 1, pp. 48–54. (In Russian). DOI: 10.25230/2412-608X-2019-1-177-48-54.
13. Nasiev B.N. Influence of crop care technology on sunflower yield and oil content. *Agrarnaya nauka = Agrarian Science*, 2021, no. 1, pp. 133–135. (In Russian). DOI: 10.32634/0869-8155-2021-344-1-133-135.
14. Churzin V.N., Dubovchenko A.O. Yield of sunflower hybrids depending on the moisture content of crops in the Black Soil of the Volgograd region. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Proceedings of the Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education*, 2020, no. 1, pp. 158–167. (In Russian).
15. Bushnev A.S., Demurin Ya.N., Orekhov G.I., Borisenko O.M., Podlesnyj S.P., Tolmacheva N.N. Formation of productivity of experimental erectoid leaf hybrids of sunflower bred at VNIIMK under different areas of plant nutrition. *Maslichnye kul'tury = Oil Crops*, 2020, no. 1, pp. 57–69. (In Russian). DOI: 10.25230/2412-608X-2020-1-181-57-69.
16. Vojtovich N.V., Nikiforov V.M. Change of physiological parameters of spring wheat varieties from technology of their cultivation. *Agrohimicheskij vestnik = Agrochemical Herald*, 2019, no. 3, pp. 49–53. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10042.
17. Nushtaeva A.V., Blinohvatova Yu.V., Vlasova T.A., Chekaev N.P. Effect of microfertilizers based on chelated complexes on seed germination. *Niva Povolzh'ya = Volga Region Farmland*, 2021, no. 1, pp. 17–22. (In Russian).
18. Vojtovich N.V., Nikiforov V.M., Nikiforov M.I., Chekin G.V., Silaev A.L., Smol'skij E.V., Nechaev M.M. Use of chelates of trace elements in the cultivation technology of spring wheat. *Zemledelie = Zemledelie*, 2019, no. 6, pp. 25–27. (In Russian).
19. Pilipenko N.G., Andreeva O.T., Sidorova L.P., Harchenko N.Yu. Resource-saving methods of fodder crop cultivation in the Trans-Baikal Territory. *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, no. 2, pp. 13–21. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2021-2-2.
20. Kiseleva L.V., Vasin V.G., Zhizhin M.A. Comparative productivity of sunflower hybrids under the application of growth biostimulants under the conditions of Samara region. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Kazan State Agrarian University*, 2019, no. S4-1, pp. 59–63. (In Russian).
21. Melnikova O.V., Torikov V.E., Kononov A.S., Kosyanchuk V.P., Prosyannikov E.V., Osipov A.A. Efficiency of the Solar Energy Usage by Winter Wheat Plantings Made with Different Crop Cultivation Technologies. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 2020, no. 2, pp. 657–663.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бельченко Д.С., аспирант

✉ **Бельченко С.А.**, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, профессор; **адрес для переписки:** Россия, 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, Советская, 2а; e-mail: sabel032@rambler.ru

Никифоров В.М., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Никифоров М.И., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Дьяченко В.В., доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой

Сазонова И.Д., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Зайцева О.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Пасечник Н.М., аспирант

AUTHOR INFORMATION

Dmitry S. Belchenko, Post-graduate Student

✉ **Sergey A. Belchenko**, Doctor of Science in Agriculture, Senior Researcher, Professor; **address:** 2a, Sovetskaya St., Kokino, Vygonichsky District, Bryansk Region, 243365, Russia; e-mail: sabel032@rambler.ru

Vladimir M. Nikiforov, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor

Mikhail I. Nikiforov, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor

Vladimir V. Dyachenko, Doctor of Science in Agriculture, Associate Professor, Department Head

Irina D. Sazonova, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor

Olga A. Zaitseva, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor

Natalia M. Pasechnik, Post-graduate Student

Дата поступления статьи / Received by the editors 02.02.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 10.03.2023
Дата публикации / Published 20.04.2023

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЧЕСНОКА (*ALLIUM SATIVUM* L.)

(✉) Поляков А.В.^{1,2}, Логинов С.В.³, Алексеева Т.В.^{1,2}, Котлярова О.В.⁴

¹Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства – филиал Федерального научного центра овощеводства
Московская область, д. Верея, Россия

²Московский государственный областной университет
Московская область, г. Мытищи, Россия

³Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений
Москва, Россия

⁴Бирючукская овощная селекционная опытная станция – филиал Федерального научного центра овощеводства
Ростовская область, г. Новочеркасск, Россия

(✉) e-mail: vita100plus@yandex.ru

Представлены результаты исследований регуляторов роста нового поколения при выращивании посадочного материала чеснока (*Allium sativum* L.). Эксперименты (2019–2021 гг.) проведены в полевых опытах в Московской области. Растения выращены на почве, содержащей 3,2% гумуса, 2,9 мг азота/100 г почвы, 26,8 мг фосфора/100 г почвы, 3,9 мг калия/100 г почвы, рН солевой вытяжки – 5,2. В период вегетации растений проведены три подкормки: первая – в фазу начала интенсивного роста листьев аммиачной селитрой (в дозе 30 г/м²), вторая – через 2 нед после первой нитроаммофоской (30 г/м²), третья – через 2 нед после второй сульфатом калия (50 г/м²). Погодные условия в целом были благоприятными для выращивания чеснока. Полив растений проводили по мере необходимости. Опыты проведены на чесноке озимом сорта Гладиатор. Обработку посевного (воздушных луковичек) и посадочного материала (однозубковых луковиц и зубков) проводили путем замачивания в течение 30 мин, растения, полученные из них, – опрыскиванием растворами регуляторов роста. Препараты Лостор и Энергия М использовали в концентрации 0,01%, препарат Циркон – в концентрации 0,025% для обработки посадочного материала и в концентрации 0,1% при обработке надземной части растений. Установлено, что обработка воздушных луковичек и растений препаратом Лостор способствует повышению урожайности однозубковых луковиц на 18,8%, препаратом Энергия М – на 8,1%. Обработка однозубковых луковиц и растений препаратом Лостор способствует повышению урожайности многозубковых луковиц на 24,3%, препаратом Энергия М – на 16,2%. Применение препарата Лостор способствует увеличению содержания сухих веществ на 8,0% и увеличению суммы сахаров на 9,2%.

Ключевые слова: чеснок, воздушная луковичка, однозубковая луковица, многозубковая луковица, масса луковицы, урожайность, регуляторы роста

EFFECTIVENESS OF GROWTH REGULATORS IN GARLIC (*ALLIUM SATIVUM* L.) PRODUCTION

(✉) Polyakov A.V.^{1,2}, Loginov S.V.³, Alekseeva T.V.^{1,2}, Kotlyarova O.V.⁴

¹All-Russian Research Institute of Vegetable Growing – Branch of Federal Research Centre of Vegetables
Vereya village, Moscow region, Russia

²Moscow Region State University
Mytishchi, Moscow region, Russia

³State Research Institute for Chemistry and Technology of Organoelement Compounds
Moscow, Russia

⁴Biryuchekut Vegetable Breeding Experimental Station - Branch of Federal Research Centre of Vegetables

Novocherkassk, Rostov region, Russia

(✉) e-mail: vita100plus@yandex.ru

The results of the studies of new generation growth regulators in the cultivation of planting material of garlic (*Allium sativum* L.) are presented. The experiments (2019–2021) were conducted in the field trials in the Moscow region. The plants were grown on the soil containing 3.2% humus, 2.9

mg nitrogen/100 g soil, 26.8 mg phosphorus/100 g soil, 3.9 mg potassium/100 g soil, pH of the salt extract - 5.2. During the growing season of the plants three fertilizer applications were made: the first - in the phase of intensive leaf growth with ammonium nitrate (at a dose of 30 g/m²), the second - 2 weeks after the first with nitroammophoska (30 g/m²), the third - 2 weeks after the second with potassium sulfate (50 g/m²). The weather conditions were generally favorable for garlic cultivation. The plants were watered as needed. The experiments were conducted on winter garlic of the Gladiator variety. Seed (aerial bulbs) and planting material (one-toothed bulbs and cotyledons) were treated by soaking for 30 min, and the plants obtained from them were sprayed with growth regulator solutions. The preparations Loston and Energy M, were used at a concentration of 0.01%, Zircon at a concentration of 0.025% for the treatment of the planting material and at a concentration of 0.1% for the treatment of the above-ground part of the plants. It was found that treatment of aerial bulbs and plants with Loston promotes an increase in the yield of one-toothed bulbs by 18.8%, and by 8.1% with Energy M. Treatment of single-toothed bulbs and plants with Loston increases the yield of multitoothed bulbs by 24.3%, and with Energy M by 16.2%. Application of Loston promotes an increase in the dry matter content by 8.0% and an increase in the sum of sugars by 9.2%.

Keywords: garlic, aerial bulbil, monoclove bulb, multiclove bulb, bulb weight, yield, growth regulators

Для цитирования: Поляков А.В., Логинов С.В., Алексеева Т.В., Котлярова О.В. Эффективность применения регуляторов роста при производстве чеснока (*Allium sativum* L.) // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 34–41. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-4>

For citation: Polyakov A.V., Loginov S.V., Alekseeva T.V., Kotlyarova O.V. Effectiveness of growth regulators in garlic (*Allium sativum* L.) production. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 34–41. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-4>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

В растениеводстве используется несколько тысяч соединений химического, микробного и растительного происхождения, характеризующихся способностью регулировать многочисленные процессы, связанные с ростом и развитием растений. Они позволяют уменьшать нежелательные последствия отрицательного воздействия факторов среды на культивируемые растения, увеличивают их устойчивость к болезням, способствуют повышению урожайности, качества и сохранности продукции в послуборочный период [1–3].

Исследователями показана роль кремний-содержащих соединений в почвообразовательном процессе, в увеличении доступности фосфора и азота для растений из почвенных комплексов. Установлено стимулирующее и протекторное влияние таких соединений на растения [4]. Показано, что добавление ре-

гуляторов роста Вигор Форте и Гуми-20 к протравителям снижало их негативное влияние на динамику всходов, рост и развитие растений картофеля и его урожайность [5]. Выявлена важная роль полифункциональных регуляторов роста растений в преодолении гербицидного стресса [6].

Исследования, проведенные на чесноке, показали высокую эффективность применения регуляторов роста различного происхождения. Так, установлено, что использование гибберелловой кислоты (GA 3) на луке и чесноке активизирует рост растений и приводит к повышению урожая в богарных и орошаемых условиях [7–10]. При использовании препаратов Эпин Экстра (в концентрации 0,5 мл/л для предпосадочного замачивания зубков в течение 24 ч) и Циркон (в концентрации 1,0 мл/л) урожайность луковиц повысилась на 33,0 и 45,0% по сравнению с контролем [11].

Установлено, что использование препаратов Эпин Плюс (в концентрации 0,002% при предпосадочной обработке зубков в фазу 3–5 листьев и в фазу выхода стрелок из пазух листьев) и Ростмомент (0,1%) оказывает благоприятное действие на зимостойкость растений [12]. Положительное влияние тиомочевины в концентрации 100 ppm проявилось в увеличении размера зубков, массы луковиц, урожайности и в показателе соотношения затрат и выгод, который составил 1 : 3,19 [13]. Показано, что регулятор роста G2 (Цикоцел), используемый в концентрации 1000 ppm, способствует увеличению продолжительности срока хранения чеснока в обычных условиях окружающей среды [14].

Установлено увеличение массы однозубковых луковиц в 1,2–1,8 раза, урожайности – на 13–43%, снижение концентрации свинца и кадмия более чем в 2 раза, уменьшение инфицированности луковиц бактериальными болезнями при использовании композиций ряда росторегулирующих веществ [15].

При исследовании влияния регуляторов роста Энергия М, Силиплант, Циркон установлено, что использование препарата Циркон способствует повышению урожайности луковиц чеснока на 10,6–18,9%, а применение препаратов Энергия М и Силиплант – снижению доли зубков, пораженных фитопатогенами до 4,7 и 6,4%, в то время как в контроле этот показатель составлял 15,3%¹. Высокая эффективность применения препарата Энергия М и других регуляторов роста нового поколения показана на различных видах культурных растений [16–22].

Цель исследования – выявить эффективность применения регуляторов роста при производстве посадочного материала чеснока озимого.

Задачи исследований – показать эффективность применения современных высокоэффективных регуляторов роста в посадках чеснока при обработке посадочного материала (воздушные луковички, однозубковые и многозубковые луковички) и растений в период вегетации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Закладка опытов и исследования проведены на базе Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства – филиала Федерального научного центра овощеводства (д. Верея Раменского района Московской области) в 2019–2021 гг.

Почвенные условия опыта: содержание гумуса в почве составляло 3,2%, рН солевой вытяжки 5,2, содержание азота – 2,9 мг/100 г почвы (по Кьельдалю), фосфора – 26,8 мг/100 г почвы (по Чирикову), калия – 3,9 мг/100 г почвы (по Масловой). Материалом для исследований служили воздушные луковички, однозубковые и многозубковые луковички чеснока озимого (*Allium sativum* L.) сорта Гладиатор. Исследования проведены с использованием общепринятых методик^{2–5}.

В период вегетации растений использовали подкормки: первую в фазе начала интенсивного роста листьев – аммиачной селитрой (в дозе 30 г/м²), вторую через 2 нед после первой – нитроаммофоской (30 г/м²), третью через 2 нед после второй – сульфатом калия (50 г/м²). Погодные условия в целом были благоприятными для выращивания чеснока. Полив растений проводили по мере необходимости, борьбу с сорной растительностью вручную.

Обработку посевного (воздушных луковичек) и посадочного материала (однозубковых луковиц и зубков) осуществляли путем

¹Поляков А.В., Алексеева К.Л., Алексеева Т.В. Влияние регуляторов роста на урожайность и пораженность фитопатогенами чеснока озимого в Московской области // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: сборник материалов Международной научно-практической конференции. Рязань, 2018. С. 318–322.

²Методические указания по селекции луковых культур. Под ред. И.И. Ершова, А.Ф. Агафонова. М.: ВНИИССОК, 1997. 122 с.

³Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям. Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. М.: Альянс, 2011. 350 с.

⁴Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М.: ГНУ ВНИИО, 2011. 650 с.

⁵Ершов И.И., Воробьева А.А., Абрахина Ю.В. Методические указания по селекции лука и чеснока. М.: ВАСХНИЛ, 1984. 36 с.

замачивания в течение 30 мин, растения, полученные из них, – опрыскиванием растворами регуляторов роста. Для обработки посадочного материала применяли препараты: Лостор, Энергия М в концентрации 0,01% и препарат Циркон – 0,025%. Обработку надземной части растений осуществляли этими же препаратами в концентрации 0,1%. Обработку растений в период вегетации проводили первый раз в фазе начала интенсивного роста листьев и второй – через 3 нед. В качестве контроля использовали обработку водой. Опыт при использовании воздушных луковичек заложен в 5-кратной повторности, площадь учетной делянки 1 м², способ посадки рядовой, расстояние между рядами 25 см, расстояние между растениями в ряду 0,5 см. Опыт с однозубковыми луковичками и зубками заложен в 4-кратной повторности, площадь учетной делянки 2,5 м². Способ посадки – рядовой, расстояние между рядами 25 см, расстояние между растениями в ряду 10 см.

Материалом для исследования служили воздушные луковички массой 0,8 г, однозубковые луковички – 2,0 г и зубки – 3,0 г. Производитель препаратов Энергия М и Лостор – ООО «Флора Си», препарата Циркон – АНО «НЭСТ М»⁶.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что при обработке воздушных луковичек и растений, полученных из них, препаратом Лостор урожайность однозубковых луковичек повысилась на 18,8% по сравнению с контролем, а при использовании препарата Энергия М – на 8,1%. В этих вариантах отмечена лучшая выживаемость растений, что и объясняет причину получения прибавки урожая (см. табл. 1). Доля пораженных фитопатогенами однозубковых луковичек во всех вариантах была не выше 1,2%. Положительное влияние препарата на воздушные луковички и полученные из них растения не установлено.

Табл. 1. Влияние регуляторов роста на урожайность лукович, 2019–2021 гг.

Table 1. Effect of growth regulators on the bulb yield, 2019-2021

Вариант опыта	Число растений во время уборки		Масса луковички		Урожайность лукович	
	шт./м ²	% к контролю	г	% к контролю	т/га	% к контролю
<i>Воздушные луковички</i>						
Контроль	484	100,0	1,6	100,0	5,1	100,0
Лостор	560	115,7	1,6	100,0	6,1	118,8
Энергия М	507	104,7	1,6	100,0	5,6	108,1
Циркон	450	93,0	1,0	63,0	4,6	90,0
НСР ₀₅					0,4	
<i>Однозубковые луковички</i>						
Контроль	42,8	100,0	25,9	100,0	11,1	100,0
Лостор	47,8	111,7	28,8	111,2	13,8	124,3
Энергия М	48,6	113,6	26,6	102,7	12,9	116,2
Циркон	47,8	111,7	28,7	110,8	13,7	123,4
НСР ₀₅					0,6	
<i>Зубки</i>						
Контроль	30,6	100,0	38,8	100,0	11,8	100,0
Лостор	28,0	91,5	45,6	117,5	12,8	108,0
Энергия М	30,2	98,7	39,7	102,3	12,0	101,7
Циркон	28,7	93,8	46,3	119,3	13,3	112,7
НСР ₀₅					0,7	

⁶Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2022. URL: <https://www.agroxxi.ru/goshandbook>.

При использовании регуляторов роста на посадочном материале и растениях, полученных из однозубковых луковиц, положительное влияние было отмечено по всем анализируемым показателям. Так, отрастание луковиц в варианте применения препарата Лостор зарегистрировано выше на 11,7%, Энергия М – на 13,6%. В этих вариантах масса луковиц была больше на 11,2 и 2,7%, урожайность луковиц – на 24,3 и 16,2% по сравнению с контролем. Эффективность действия препарата Циркон была аналогична действию препарата Лостор (см. табл. 1).

Установлено, что при обработке чеснока, выращенного из зубков, препаратом Лостор масса луковиц превысила контроль на 17,5%, урожайность – на 8,0%. При использовании препарата Циркон масса луковиц превысила контроль на 19,3%, урожайность – на 12,7% (см. табл. 1).

Анализ однозубковых луковиц после 9 мес хранения показал, что при обработке препаратом Лостор убыль массы оставалась на уровне контроля, при этом отмечены минимальные потери от болезней, которые составили 4,3%. Использование препаратов Энергия М и Циркон положительно не повлияло на анализируемые показатели (см. табл. 2).

Проведенные нами ранее исследования показали, что применение элементооргани-

ческих соединений приводит у чеснока к снижению концентрации свинца и кадмия более чем в 2 раза, меди и цинка – более чем на 20% по отношению к контролю, показатели в котором составляли 12,54; 15,88; 1,30; 0,07 мг/кг соответственно [15].

Однако в случае пониженного содержания этих микроэлементов в почве использование препарата Лостор не приводило к снижению содержания меди, цинка и кадмия в зубках. Тем не менее и в аналогичном случае содержание свинца в однозубковых луковицах ($0,008 \pm 0,0016$) было значительно меньше по сравнению с контролем ($0,04 \pm 0,006$).

Химический анализ показал, что содержание сухого вещества, а также дисахаров в зубках чеснока, полученного при обработке препаратами Лостор и Энергия М, зарегистрировано выше по сравнению с контролем (см. табл. 3).

Снижение содержания аскорбиновой кислоты, по-видимому, обусловлено тем, что в луковице эндогенный анион аскорбиновой кислоты вытесняет из гидросукцината триэтанолamina (ТЭА), который входит в состав препарата Лостор, анион янтарной кислоты с образованием аскорбата ТЭА. Аналогичная ситуация отмечена и в случае применения препарата Энергия М, когда аскорбат анион вытесняет анион о-крезоксисукусной кислоты из Крезацина, входящего в его состав.

Табл. 2. Лежкоспособность однозубковых луковиц чеснока после 9 мес хранения

Table 2. Shelf life of one-toothed garlic bulbs after 9 months of storage

Вариант опыта	Масса луковиц, заложенных на хранение, г	Масса луковиц после хранения, г	Убыль массы		Масса больных луковиц	
			г	%	г	%
Контроль	1430	1200	230	16,1	105	7,3
Лостор	1550	1295	255	16,5	66	4,3
Энергия М	2355	1860	495	21,0	190	8,1
Циркон	1900	1530	370	19,5	130	6,8

Табл. 3. Химический анализ зубков

Table 3. Chemical analysis of cloves

Вариант опыта	Сухое вещество, %	Сахара, %			Аскорбиновая кислота, мг%
		Моно-	Ди-	Сумма	
Контроль	37,4	0,2	19,3	19,5	5,4
Лостор	40,4	0,2	21,0	21,3	4,0
Энергия М	40,2	0,2	19,0	19,2	4,3

Возможность такого механизма подтверждена на опыте с использованием чистого Крезацина и аскорбиновой кислоты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали высокую эффективность применения препарата Лостор в посадках чеснока. Доказано, что предпосевная (предпосадочная) и двукратная обработки растений в период вегетации способствуют повышению урожайности однозубковых и многозубковых луковок на 8,0–24,3%, увеличению содержания сухого вещества в зубках на 8,0% и дисахаров на 9,2%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костин В.И., Исайчев В.А., Костин О.В. Элементы минерального питания и росторегулирования в онтогенезе сельскохозяйственных культур: монография. М.: Колос, 2006. С. 113–114.
2. Bisht T.S., Rawat L., Chakraborty B., Yadav V. A recent advances in use of plant growth regulators (PGRs) in fruit crops - a review // International journal of current microbiology and applied sciences, 2018. Vol. 7. N 5. P. 1307–1336. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.705.159.
3. Васильева С.В., Зейрук В.Н., Деревягина М.К., Белов Г.Л., Барков В.А. Эффективность применения регуляторов роста растений на картофеле // Агрехимия. 2019. № 7. С. 45–51. DOI: 10.1134/S0002188119070135.
4. Тараканов И.Г., Паничкин Л.А., Коваленко И.М., Абрашкина Е.Д. Полифункциональный кремний в растении // Картофель и овощи. 2019. № 12. С. 14–16. DOI: 10.25630/PAV.2019.22.76.004.
5. Заикин Б.А., Зейрук В.Н., Белов Г.Л., Хуснетдинова Т.И., Кутузова И.А., Федотова Л.С., Еланский С.Н. Совместное применение протравителей с регуляторами роста растений на картофеле // Агрехимический вестник. 2019. № 5. С. 72–76. DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10079.
6. Наумов М.М., Зимина Т.В., Хрюкина Е.И., Рябчинская Т.А. Роль полифункциональных регуляторов роста растений в преодолении гербицидного стресса // Агрехимия. 2019. № 5. С. 21–28. DOI: 10.1134/S0002188119050077.
7. Ouzounidou G., Giannakoula A., Asfi M., Ilias I. Differential responses of onion and garlic against plant growth regulators // Pakistan journal of botany. 2011. Vol. 43. N 4. P. 2051–2057.
8. Bizuayehu D., Kebede W., Wassu M., Netsanet T. Duration of low-temperature storage, clove topping and gibberellic acid on emergence, yield and yield components of garlic // Hindawi scientific world journal. 2022. Article ID 2998190. P. 13. DOI: 10.1155/2022/2998190.
9. Woldeyes F., Kebede W., Tabor G. Emergence of garlic (*Allium sativum* L.) as Influenced by low storage temperature and gibberellic acid treatments // Journal of agriculture and ecology research international. 2017. DOI: 10.9734/JAERI/2017/29843.
10. Rahman M.H., Haque M.S., Karim M.A., Ahmed A. Effects of Gibberellic acid on breaking dormancy in garlic (*Allium sativum* L.) // International journal of agriculture and biology. 2006. Vol. 1. P. 63–65.
11. Ляцева Л.В., Сергеева Д.П. Влияние регуляторов роста на урожайность и биохимический состав ярового чеснока в северной лесостепи Тюменской области // Вестник государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2014. № 1 (24). С. 14–18.
12. Почтовая Н.Л., Скорина В.В., Комедько Т.Н. Применение регуляторов роста при возделывании чеснока озимого // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2015. № 11. С. 417–421.
13. Chattopadhyay N., Lalrinpui F., Thapa U. Influence of plant growth regulators on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) // Journal crop and weed, 2015. Vol. 11, N 2. P. 67–71.
14. Gautam Nidhish, Kanwar H.S., Mehta D.K., Kansal Sandeep, Kumar Sandeep. Effect of clove weight and plant growth regulators on shelf-life of garlic (*Allium sativum* L.) // Journal of pharmacognosy and phytochemistry. 2018. Vol. 7. N 2. P. 1696–1700.
15. Поляков А.В., Алексеева Т.В., Логинов С.В., Даин И.А. Влияние биологически активных росторегулирующих композиций на урожайность и качество однозубковых луковок чеснока озимого (*Allium sativum* L.) // Агрехимический вестник. 2017. № 6. С. 32–35.
16. Калмыкова Е.В., Петров Н.Ю. Влияние регуляторов роста на урожайность перца сладкого // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 3 (39). С. 11–14. DOI: 10.18286/1816-4501-2017-3-11-14.
17. Петров Н.Ю., Калмыкова Е.В., Калмыкова О.В. Повышение продуктивности перца сладкого при обработке регуляторами роста в условиях Волгоградской области // Известия

- Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2017. № 4 (47). С. 1–9.
18. Калмыкова Е.В., Новиков А.А., Петров Н.Ю., Калмыкова О.В. Комплексные научные исследования ресурсосберегающих приемов повышения продуктивности томатов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2019. Т. 14. № 4. С. 329–346. DOI: 10.22363/2312-797X-2019-14-4-329-346.
 19. Петров Н.Ю., Калмыкова Е.В., Калмыкова О.В. Повышение продуктивности и качества растений томата под действием регуляторов роста // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2018. Вып. 6. С. 109–118. DOI: 10.34677/0021-342X-2018-1-109-118.
 20. Калмыкова Е.В., Калмыкова О.В. Влияние урожаяобразующих факторов на качественные характеристики лука репчатого при хранении // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2022. № 1 (65). С. 48–57. DOI: 10.32786/2071-9485-2022-01-04.
 21. Кадырова Д.И., Ляцева Л.В. Влияние регуляторов роста на морфологические признаки и урожайность сортов земляники садовой (*Fragaria × ananassa*) в условиях юга Тюменской области // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. 2018. № 51. С. 58–64.
 22. Ляцева Л.В., Подковкина Е.А. Влияние регуляторов роста на урожайность и структуру урожая сортов картофеля в условиях лесостепной зоны Северного Зауралья // Агропродовольственная политика России. 2012. № 12. С. 44–46.
- ## REFERENCES
1. Kostin V.I., Isaichev V.A., Kostin O.V. *Elements of mineral nutrition and growth regulation in the ontogenesis of agricultural crops*. Moscow, Kolos, 2006, pp. 113–114. (In Russian).
 2. Bisht T.S., Rawat L., Chakraborty B., Yadav V. A recent advances in use of plant growth regulators (PGRs) in fruit crops - a review. *International journal of current microbiology and applied sciences*, 2018, vol. 7, no. 5, pp. 1307–1336. DOI: 10.20546/ijcmas.2018.705.159.
 3. Vasil'eva S.V., Zeiruk V.N., Derevyagina M.K., Belov G.L., Barkov V.A. Efficiency of plant growth regulators application on potato. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*, 2019, no. 7, pp. 45–51. (In Russian). DOI: 10.1134/S0002188119070135.
 4. Tarakanov I.G., Panichkin L.A., Kovalenko I.M., Abrashkina E.D. Plant and multifunctional silicon. *Kartofel' i ovoshchi = Potato and Vegetables*, 2019, no. 12, pp. 14–16. (In Russian). DOI: 10.25630/PAV.2019.22.76.004.
 5. Zaikin B.A., Zeiruk V.N., Belov G.L., Khusnetdinova T.I., Kutuzova I.A., Fedotova L.S., Elanskii S.N. Combined use of protectants with plant growth regulators on potatoes. *Agrokhimicheskii vestnik = Agrochemical Herald*, 2019, no. 5, pp. 72–76. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2516-2019-10079.
 6. Naumov M.M., Zimina T.V., Khryukina E.I., Ryabchinskaya T.A. Role of multifunctional plant growth regulators in overcoming the herbicide stress. *Agrokhimiya = Agricultural Chemistry*, 2019, no. 5, pp. 21–28. (In Russian). DOI: 10.1134/S0002188119050077.
 7. Ouzounidou G., Giannakoula A., Asfi M., Ilias I. Differential responses of onion and garlic against plant growth regulators. *Pakistan journal of botany*, 2011, vol. 43, no. 4, pp. 2051–2057.
 8. Bizuayehu D., Kebede W., Wassu M., Netsanet T. Duration of low-temperature storage, clove topping and gibberellic acid on emergence, yield and yield components of garlic. *Hindawi scientific world journal*, 2022, article ID 2998190, p. 13. DOI: 10.1155/2022/2998190.
 9. Woldeyes F., Kebede W., Tabor G. Emergence of garlic (*Allium sativum* L.) as Influenced by low storage temperature and gibberellic acid treatments. *Journal of agriculture and ecology research international*, 2017, DOI: 10.9734/JAERI/2017/29843.
 10. Rahman M.H., Haque M.S., Karim M.A., Ahmed A. Effects of Gibberellic acid on breaking dormancy in garlic (*Allium sativum* L.). *International journal of agriculture and biology*, 2006, vol. 1, pp. 63–65.
 11. Lyashcheva L.V., Sergeeva D.P. Influence of growth regulators on the yield and biochemical composition of spring garlic in the northern forest-steppe of the Tyumen region. *Vestnik gosudarstvennogo agrarnogo universiteta severnogo Zaural'ya. = Bulletin of Northern Trans-Ural state agricultural university*, 2014, no. 1 (24), pp. 14–18. (In Russian).
 12. Pochtovaya N.L., Skorina V.V., Komedko T.N. Application of growth regulators in the cultivation of winter garlic. *Novy'e i netraditsionny'e rasteniya i perspektivy` ix ispol'zovaniya = New and nontraditional plants and prospects of their utilization*, 2015, no. 11, pp. 417–421. (In Russian).

13. Chattopadhyay N., Lalrinpui F., Thapa U. Influence of plant growth regulators on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal crop and weed*, 2015, vol. 11, no. 2, pp. 67–71.
14. Gautam Nidhish, Kanwar H.S., Mehta D.K., Kansal Sandeep, Kumar Sandeep. Effect of clove weight and plant growth regulators on shelf-life of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*, 2018, vol. 7, no. 2, pp. 1696–1700.
15. Polyakov A.V., Alekseeva T.V., Loginov S.V., Dain I.A. Influence of biologically active growth-regulating compositions on the yield and quality of single-tooth bulbs of winter garlic (*Allium sativum* L.). *Agroximicheskij vestnik = Agrochemical Herald*, 2017, no. 6, pp. 32–35. (In Russian).
16. Kalmykova E.V., Petrov N.Yu. The influence of growth regulators on sweet pepper yield. *Vestnik Ulyanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii = Vestnik of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2017, no. 3 (39), pp. 11–14. (In Russian). DOI: 10.18286/1816-4501-2017-3-11-14.
17. Petrov N.Yu., Kalmykova E.V., Kalmykova O.V. Increase of sweet pepper productivity at the treatment by growth regulators in the conditions of Volgograd region. *Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*, 2017, no. 4 (47), pp. 1–9. (In Russian).
18. Kalmykova E.V., Novikov A.A., Petrov N.Yu., Kalmykova O.V. Resource-saving techniques for increasing tomato productivity. *Vestnik rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo = RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2019, vol. 14, no. 4, pp. 329–346. (In Russian). DOI: 10.22363/2312-797X-2019-14-4-329-346.
19. Petrov N.Yu., Kalmykova E.V., Kalmykova O.V. Improving tomato productivity and quality under growth regulator action. *Izvestiya timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*, 2018, is. 6, pp. 109–118. (In Russian). DOI: 10.34677/0021-342X-2018-1-109-118.
20. Kalmykova E.V., Kalmykova O.V. Influence of yield forming factors on the qualitative characteristics of onion during storage. *Izvestiya nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*, 2022, no. 1 (65), pp. 48–57. (In Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2022-01-04.
21. Kadyrova D.I., Lyasheva L.V. Influence of growth regulators on morphological characteristics and yield of strawberry varieties (*Fragaria × ananassa*) in the conditions of the south of the Tyumen region. *Izvestiya Sankt-peterburgskogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*, 2018, no. 51, pp. 58–64. (In Russian).
22. Lyashcheva L.V., Podkovkina E.A. The influence of growth regulators on the yield and yield structure of potato varieties in the conditions of the forest-steppe zone of the northern Trans-Urals. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii = Agro-food policy in Russia*, 2012, no. 12, pp. 44–46. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Поляков А.В.**, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий кафедрой; **адрес для переписки:** Россия, 140153, Московская область, Раменский район, д. Верея, строение 500; e-mail: vital00plus@yandex.ru

Логинов С.В., доктор химических наук, ведущий научный сотрудник

Алексеева Т.В., кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник, доцент

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

AUTHOR INFORMATION

✉ **Alexey V. Polyakov**, Doctor of Science in Biology, Professor, Head Researcher, Department Head; **address:** 500, Vereya vil., Ramensky District, Moscow Region, 140153, Russia; e-mail: vital00plus@yandex.ru

Sergey V. Loginov, Doctor of Science in Chemistry, Lead Researcher

Tatiana V. Alekseeva, Candidate of Science in Agriculture, Junior Researcher, Associate Professor

Oksana V. Kotlyarova, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 01.08.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 18.10.2022
Дата публикации / Published 20.04.2023



ОМСКАЯ 42 – НОВЫЙ СРЕДНЕПОЗДНИЙ СОРТ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ДЛЯ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ И СТЕПИ

Белан И.А., Россеева Л.П., Блохина Н.П., Пахотина И.В.,

✉ Мухордова М.Е., Мешкова Л.В.

Омский аграрный научный центр

Омск, Россия

✉ e-mail: mukhordova@anc55.ru

Описаны результаты исследований по созданию сорта пшеницы мягкой яровой Омская 42. Сорт характеризуется высокими показателями устойчивости к засухе (ИУ *in vitro* = 0,55). Проведенные оценки устойчивости к листовостебельным патогенам в 2017 и 2018 гг. показали, что сорт Омская 42 обладает средним уровнем устойчивости к мучнистой росе (ИУ = 0,47 и 0,59) и высоким – к бурой (ИУ = 0,05 и 0,18) и стеблевой ржавчинам (ИУ = 0,07 и 0,28). При значительном недостатке влаги и массовом развитии заболеваний в 2019 и 2020 гг. в период кушение – колошение (ГТК = 0,20–0,45) урожайность сорта Омская 42 была выше восприимчивого стандарта Серебристая соответственно на 2,15 и 2,88 т/га, устойчивого к этим заболеваниям сорта Элемент 22 – на 0,16 и 0,5 т/га. Длина колоса нового сорта на 0,5 см больше стандарта Серебристая. Существенное превышение в сравнении со стандартом выявлено по массе 1000 зерен (на 5,6 г). Результаты изучения сорта в международном экологическом питомнике КАСИБ (2015 и 2016 гг.) показали, что на опытных участках, где отмечено массовое поражение посевов бурой и стеблевой ржавчинами, сорт Омская 42 проявил высокую и умеренную устойчивость к этим заболеваниям, урожайность его была на 0,39–1,23 т/га выше восприимчивых сортов. Показатели качества зерна в годы передачи сорта на госсортоиспытание были следующие: содержание сырой клейковины 31,8%, белка – 16,36%, сила муки – 415 е. а., общая хлебопекарная оценка – 4,3 балла. С 2019 г. сорт включен в Госреестр селекционных достижений РФ по Западно-Сибирскому (10) региону как среднепоздний сорт. По качеству зерна он относится к сильной пшенице. В рамках программы импортозамещения внедрение в производство нового сорта Омская 42 позволит существенно увеличить и стабилизировать валовые сборы зерна в Омской области и Западно-Сибирском регионе России.

Ключевые слова: пшеница, сорт, патоген, устойчивость, качество зерна, урожайность

OMSKAYA 42 - A NEW MIDDLE-LATE VARIETY OF SOFT SPRING WHEAT FOR THE SOUTHERN FOREST-STEPPE AND STEPPE

Belan I.A., Rosseeva L.P., Blokhina N.P., Pakhotina I.V.,

✉ Mukhordova M.E., Meshkova L.V.

Omsk Agrarian Scientific Center

Omsk, Russia

✉ e-mail: mukhordova@anc55.ru

The results of research on the creation of the soft spring wheat variety of Omskaya 42 are described. The variety is characterized by high indices of drought tolerance (IR *in vitro* = 0.55). Assessments of resistance to leaf rust pathogens in 2017 and 2018 showed that the variety Omskaya 42 has a medium level of resistance to powdery mildew (IR = 0.47 and 0.59) and high resistance to brown rust (IR = 0.05 and 0.18) and stem rust (IR = 0.07 and 0.28). With a significant lack of moisture and mass development of diseases in 2019 and 2020 during tillering - earing (HTC = 0,20-0,45), the yield of the variety

Omskaya 42 was higher than the susceptible standard Serebristaya, respectively, by 2.15 and 2.88 t / ha, and the variety Element 22 resistant to these diseases - by 0.16 and 0.5 t / ha. The ear length of the new variety is 0.5 cm longer than the standard Serebristaya. Significant excess compared to the standard was revealed by the weight of 1000 grains (by 5.6 g). The results of the study of the variety in the international ecological nursery KASIB (2015 and 2016) showed that on the experimental plots with a mass infestation of crops with brown and stem rust, the variety Omskaya 42 showed high and moderate resistance to these diseases, its yield was by 0.39-1.23 t/ha higher than susceptible varieties. Indicators of grain quality in the years of transferring the variety for state variety testing were as follows: crude gluten content of 31.8%, protein - 16.36%, the flour strength - 415 e. a., the overall baking score - 4.3 points. Since 2019, the variety is included in the State Register of Breeding Achievements of the Russian Federation for the West Siberian (10) region as a middle-late variety. In terms of grain quality, it belongs to the strong wheat. As part of the import substitution program, the introduction of the new variety Omskaya 42 will significantly increase and stabilize the gross yield of grain in the Omsk region and the West Siberian region of Russia.

Keywords: wheat, variety, pathogen, resistance, grain quality, yield

Для цитирования: Белан И.А., Россеева Л.П., Блохина Н.П., Пахотина И.В., Мухордова М.Е., Мешкова Л.В. Омская 42 – новый среднепоздний сорт пшеницы мягкой яровой для южной лесостепи и степи // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 42–52. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-5>

For citation: Belan I.A., Rosseeva L.P., Blokhina N.P., Pakhotina I.V., Mukhordova M.E., Meshkova L.V. Omskaya 42 – a new middle-late variety of soft spring wheat for the southern forest-steppe and steppe. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 42–52. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-5>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Омская область входит в состав Западной Сибири, одного из крупнейших зернопроизводящих географических регионов Российской Федерации. Наличие в Омской области четырех почвенно-климатических зон (тайги и подтайги, северной лесостепи, южной лесостепи и степи) предполагает необходимость создания сортов разных групп спелости. Общая площадь сортовых посевов пшеницы мягкой яровой в Омской области в 2021 г. составляла 1 287 923 га. Лесостепь и степь – наиболее плотно населенные и экономически развитые зоны Западной Сибири. Площадь посева пшеницы мягкой яровой в этих зонах составляет 1 159 277 га (89,8%), среднепоздних сортов – 522 135 га, или 40,5% от сортовых посевов яровой пшеницы. Всего на полях Омской области возделывается 25 среднепоздних сортов, из них 12 созданы Омским аграрным научным центром (Омский АНЦ).

Они занимают 327 483 га., или 62,7% от доли всех среднепоздних сортов. На площади свыше 122 303 га возделывается сорт Уралосибирская, который с 2018 г. входит в число лидеров по занимаемым площадям в России. Среди 12 среднепоздних сортов: 6 – сильных (Омская 18, Омская 24, Омская 28, Омская 37, Омская 42 и Уралосибирская) и 6 – ценных по качеству зерна¹. Однако по устойчивости к грибным заболеваниям и более высокой продуктивности не все сорта отвечают требованиям, предъявляемым сельхозпроизводителями. Для лесостепных и степных зон требуются среднепоздние сорта, способные противостоять весенне-летней засухе, устойчивые к листовостебельным заболеваниям, полеганию, с зерном высокого качества и стабильной урожайностью по годам. С 2015 г. возросла угроза эпифитотий стеблевой ржавчины, в частности новой вирулентной расы стеблевой ржавчины, получившей название Ug 99. В годы эпифитотий

¹Рекомендации по возделыванию сортов сельскохозяйственных культур и результаты сортоиспытания в Омской области за 2020 г. Омск, 2020. 74 с.

потери урожая у восприимчивых сортов от этой болезни составляют более 50%².

По данным исследователей, сорту принадлежит одно из главных мест в приросте урожайности, повышения качества продукции и устойчивости к заболеваниям [1–3]. Создание для столь обширного региона сортов с широким гомеостазом – перспективная задача селекции. Изменчивость метеоусловий по годам и даже в течение суток – основная причина варьирования урожайности пшеницы в Западной Сибири. Одним из лимитирующих факторов стабильной урожайности яровой мягкой пшеницы является часто повторяющаяся засуха. Количество лет с выраженной засухой в южной лесостепи и степи Омской области за весенне-летний период около 30% [4–6]. В основном в течение вегетационного периода преобладает майско-июньская засуха с максимумом осадков в июле (лимиты составляют в южной лесостепи $20 \div 199$), что способствует формированию в местных условиях особого лесостепного западносибирского экотипа сортов яровой пшеницы, которые эффективно используют поздние осадки.

Цель исследований – изучить особенности сорта Омская 42 по основным селекционным признакам: урожайности, элементам продуктивности, устойчивости к неблагоприятным биотическим и абиотическим факторам среды и показателям качества зерна.

Задачи исследования – характеристика сорта Омская 42 по морфологическим признакам, его преимуществ в сравнении со стандартами по урожайности, элементам структуры урожайности, устойчивости к засухе и листовостебельным заболеваниям, а также по качеству зерна.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа по созданию и оценке селекционного материала мягкой яровой пшеницы выполнена по полной селекционной схеме³.

При создании данного сорта использована внутривидовая гибридизация. Гибридизацию проводили в «сетчатом дворике». Исходный материал и гибридные популяции $F_1 - F_3$ высевали ручной сеялкой СР-1. Посев линий селекционного питомника 1-го года изучения (СП-1) проводили сеялкой СПР-2 (площадь посева каждой линии 10×30 см). В гибридном питомнике (ГП) и селекционном питомнике 2-го года (СП-2) площадь делянки – 3 и 5 м². Селекционный питомник 3-го года (СП-3), а также конкурсного сортоиспытания (КСИ) высевали сеялкой ССФК-7 М, площадь делянки – 10 м².

Питомники КСИ по яровой мягкой пшенице в течение 3 лет закладывали в два срока посева и в посев по зяби. В первом сроке посева повторность была четырехкратная, во втором сроке и при посеве после зяби повторность – трехкратная. Норма высева – 5,5 млн всхожих семян/га. Первый срок посева – 12–15 мая, второй и после зяби – 23–25 мая. В качестве стандартов при изучении сортообразцов среднепоздней группы спелости использовали сорта Элемент 22, Серебристая и Омская 35. Уборку в 2021 г. проводили малогабаритным селекционно-семеноводческим комбайном «WINTERSTEIGER-ВИМ». В связи с массовым развитием листовостебельных патогенов оценку на устойчивость к бурой ржавчине (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*), стеблевой ржавчине (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) и мучнистой росе (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) в полевых условиях проводили по международной шкале⁴.

Учеты проводили в динамике через каждые 5–6 сут с начала проявления заболеваний до массового их развития. На основании полученных данных рассчитывали площадь под кривой развития заболевания (ПКРВ) и индекс устойчивости (ИУ) к болезни согласно классификации, предложенной сотрудниками Всероссийского НИИ фитопатоло-

²Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Омской области в 2019 г. и прогноз развития вредных объектов в 2020 г. Филиал ФГБУ «Россельхозцентр» по Омской области. Омск, 2020. 156 с.

³Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. М., 1985. Вып.1. 269 с.

⁴Peterson R.F., Campbell A., Hannah A. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. Canadian journal of research. 1948. № 26(5). P. 496–500.

гии: высокоустойчивые ($IУ = 0,10 \div 0,35$); среднеустойчивые ($IУ = 0,36 \div 0,65$); слабоустойчивые ($IУ = 0,66 \div 0,80$) и восприимчивые ($IУ > 0,80$)⁵.

Для лабораторного анализа элементов структуры продуктивности вручную убирали растения с учетных делянок площадью 1 м². В качестве стандартов использовали два среднепоздних сорта: Серебристая, восприимчивый к листовостебельным патогенам, и Элемент 22, характеризующийся умеренной устойчивостью к мучнистой росе и высокой – к бурой и стеблевой ржавчинам (гены устойчивости *Lr26/Sr31*, *Sr35*) [7].

В лабораторных условиях, применяя автоматизированное рабочее место селекционера (АРМС), проводили анализ по 9 элементам продуктивности растений. Исследования по определению устойчивости в фазе проростков к бурой и стеблевой ржавчинам проводили в камерах искусственного климата (Биотрон-4, Биотрон-8) с использованием бензимидазольного метода⁶.

Идентификацию генов устойчивости бурой и стеблевой ржавчины проводили, используя метод ПЦР анализа. Скрининг генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчинам провели с использованием праймеров к маркеру гена *Lr19*⁷, к маркеру гена *Lr26*⁸, к маркеру гена *Sr25*⁹, к маркеру гена *Sr31*¹⁰ [8–10].

Технологические свойства определяли в лаборатории качества зерна Омского АНЦ стандартными и методами, рекомендованными Государственной комиссией по сортоиспытанию сельскохозяйственных растений

на основе имеющегося оборудования и поверенных приборов^{11, 12}.

Оценка проведена по показателям: натура, стекловидность, масса 1000 зерен, содержание белка и клейковины в зерне. Физические свойства теста определяли на альвеографе AlveoLab и фаринографе Brabender. Хлебопекарное качество оценивали по показателям: объем, внешний вид, пористость, эластичность и цвет мякиша. Общую хлебопекарную оценку определяли по средним значениям этих показателей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сорт Омская 42 создан в результате скрещивания местных селекционных линий Лютесценс 290/97-7 × Лютесценс 167/98-4. Гибридизация проведена в 2004 г., элитное растение выделено в 2006 г., затем при поэтапном изучении в селекционных питомниках (2007–2012 гг.) отобрана среднепоздняя линия Лютесценс 6/04-4, которая была изучена в питомнике КСИ в 2013–2015 гг. и передана на госсортоиспытание (ГСИ) под названием Омская 42.

Линия Лютесценс 290/97-7 выделена из гибридной популяции от скрещивания сорта Омская 21 × Reno (норвежский сорт, к-57056, с геном устойчивости к мучнистой росе *Pm4b*). Сорт Омская 21 выделен из гибридной популяции Новосибирская 22 × Спонтанный гибрид на основе образца из Канады. Оценка к листовостебельным заболеваниям этого сорта в полевых условиях показала, что сорт относится к

⁵Коваленко Е.Д., Коломиец Т.М., Киселева М.И., Жемчужина А.И., Смирнова Л.А., Щербик А.А. Методы оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы, устойчивых к бурой ржавчине: методические рекомендации ВНИИФ. М., 2012. 93 с.

⁶Михайлова Л.А., Квитко К.В. Лабораторные методы культивирования возбудителя бурой ржавчины // Микология и фитопатология. 1970. Т. 4, № 3. С. 269–270.

⁷Gupta S.K. [et al.] Naque Identification and validation of molecular markers linked to the leaf rust resistance gene *Lr19* in wheat // Theor Appl Genet. 2006. N 113 (6). P. 1027–1036.

⁸De Froidmont D. A co-dominant marker for the 1BL/1RS wheat-rye translocation via multiplex PCR // Journal of Cereal Science. 1998. Vol. 27. P. 229–232.

⁹Li T.Y. [et al.] Seedling Resistance to Stem Rust and Molecular Marker Analysis of Resistance Genes in Wheat Cultivars of Yunnan, China // PLoS ONE. 2016. N 11 (10). P. 1–14.

¹⁰Das B.K. [et al.] Development of SCAR markers for identification of stem rust resistance gene “*Sr31*” in the homozygous or heterozygous condition in bread wheat // Plant Breeding. 2006. Vol. 125 (6). P. 544–549.¹¹Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур: технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур. М., 1988. 121 с.

¹²ГОСТ Р 54478–2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. М.: Стандартинформ. 2012. 19 с.

среднепоздней группе спелости, характеризуется высоким уровнем устойчивости к мучнистой росе ($IY < 0,35$), но восприимчивый к бурой и стеблевой ржавчинам. Селекционная линия Лютесценс 167/98-4 отобрана из гибридной комбинации Ком. 90 × Омская 33. Линия Ком. 90 получена в 1996 г. от А.И. Моргунова (родословная NL456/VEE#5//PASA/3/BOW/GEN//KAUZ). Мексиканский сорт KAUZ в родословной имеет пшенично-ржаную транслокацию 1RS.1BL (гены *Sr31/Lr26*), а также ген *Lr13*. В полевых условиях на естественном и инфекционном фонах эта линия характеризовалась устойчивостью к листостебельным патогенам. Среднеспелый сорт Омская 33 находится в Госреестре с 2002 г., имеет комбинацию генов с низкой эффективностью к бурой ржавчине *Lr1*, *Lr3* и *Lr10*. Сорта Кавказ, Грекум 114, Омская 20, обладающие высоким уровнем устойчивости к мучнистой росе, задерживающие развитие ржавчинных патогенов, входят в родословную сорта Омская 33. Таким образом, сложный рекомбинантный геном Омской 42 является результатом скрещивания сортов российской и зарубежной селекции, в родословную которых входят сорта Кавказ, Омская 20, KAUZ – носители пшенично-ржаной транслокации. С помощью ПЦР-специфичных маркеров у этого сорта идентифицированы гены *Lr26* и *Sr31*, локализованные на хромосоме ржи 1RS. Таким образом, сорт характеризуется благоприятной генотипической средой для реализации генетического потенциала короткого плеча 1RS хромосомы ржи.

Сорт пшеницы мягкой яровой Омская 42 относится к Западно-Сибирской лесостепной экологической группе. Разновидность – лютесценс. Куст полупрямостоячий. Растение среднерослое с прочным стеблем, соломина средней толщины, полая. Флаговый лист промежуточного типа, опушение среднее, окраска серо-зеленая. Флаговый лист и его влагалище имеют средний восковой налет, антоциановая окраска ушек отсутствует. Колос пирамидальный, белый, без-

остый, неопушенный. На цветочных чешуях видны остевидные отростки на 1/4 колоса длиной до 1,0 см. Плотность колоса средняя (до 16–18 колосков на 10 см стержня). Колосковая чешуя ланцетной формы. Зубец острый, короткий. Плечо прямое, среднее. Заключение зерна чешуями плотное. Зерно полуудлиненное, красное, бороздка узкая, неглубокая, хохолок слабо выражен. Масса 1000 зерен 36–42 г. Окраска зерна фенолом средняя.

Биологические особенности сорта. Сорт среднепоздний, созревает за 99 сут (на 4 сут позднее стандарта Омская 35, 2013–2015 гг.). В сравнении с сортом Серебристая новый сорт оказался позднеспелее на 5 сут (103 против 98, 2014 и 2015 гг.). Данные, полученные в результате тестирования селекционного материала методом *in vitro*, показали, что сорт Омская 42 обладает повышенной устойчивостью к неблагоприятным абиотическим условиям среды, в частности к засухе. Индекс устойчивости (i_r) сорта Омская 42 и стандарта Серебристая равнялся 0,55 и 0,57 соответственно, что указывает на повышенную засухоустойчивость [11]. Устойчивость к полеганию высокая (5 баллов против 4,7 у стандарта). При значительном недостатке влаги и массовом развитии листостебельных заболеваний в 2019 и 2020 гг. в период кущение – колошение ($ГТК = 0,20–0,45$) урожайность сорта Омская 42 по сравнению со стандартом Серебристая была выше на 2,15 и 2,88 т/га и в сравнении со стандартом Элемент 22 – на 0,16 и 0,5 т/га соответственно.

В полевых условиях как на естественном, так и на инфекционном фоне новый сорт задерживает развитие патогенов бурой и стеблевой ржавчины. В фазе проростков сорт обладает умеренной устойчивостью к этим патогенам (балл поражения 2), а также к желтой и сетчатой пятнистостям (1–2 балла). Характеризуется средним уровнем устойчивости к мучнистой росе и твердой головне, как и сорт-стандарт Серебристая (4,6–32,8%), слабо поражается пыльной головней (не более 7%).

Среди селекционеров и фитопатологов нет единого мнения по вопросу типа устой-

чивости у создаваемых сортов. Мы являемся сторонниками создания сортов с разным типом устойчивости в зависимости от групп спелости. При отборах, проводимых в ранних селекционных питомниках, особое внимание уделяется как морфологическим признакам продуктивности, так и устойчивости к заболеваниям. В более поздних питомниках для сортов среднепоздней группы спелости наряду с устойчивыми генотипами отбираются и такие, которые препятствуют развитию патогена, но в конце вегетации поражаются им, ускоряя тем самым созревание. Проведенные оценки устойчивости к листовостебельным патогенам показали, что сорт Омская 42 характеризуется средним уровнем устойчивости к мучнистой росе (ИУ = 0,47 и 0,59 соответственно в 2017 и 2018 гг.). Проводимые в динамике учеты поражения бурой и стеблевой ржавчин показали, что восприимчивый стандарт Серебристая при первых двух учетах поразились на 5 и 20–30% соответственно, а при последнем – на 100%. Сорт Омская 42 и устойчивый к этим патогенам стандарт Элемент 22 при первых двух учетах не поражались ржавчинными заболеваниями. При последней оценке у сорта Омская 42 максимальное поражение равнялось 60%, а у Элемента 22 – 40%. Болезнь для таких сортов менее вредоносна, так как удлиняется инкубационный период паразита, и сорта «уходят» от сильного поражения. В эпифитотийные годы урожайность устойчивых сортов Омская 42 и Элемент 22 равнялась 5,02 и 5,09 т/га соответственно, а восприимчивого сорта Серебристая – 3,04 т/га, т.е. на 2,0 т/га меньше. Особенностью устойчивых сортов является адаптированность к условиям окружающей среды. Вариабельность их урожайности по годам – средняя ($CV = 11\%$), а у сорта Серебристая – сильная ($CV = 43,3\%$). Результаты дисперсионного анализа показали, что доля влияния генотипа при изучении сорта Омская 42 и среднепоздних стандартов 2016–2020 гг. составила 51,5%, условий среды – 39,9%.

Преимущество сорта Омская 42 отмечено и по элементам структуры урожая в табл. 1.

Фактически при одинаковой продуктивной кустистости (1,4 шт.) длина колоса нового сорта отмечена на 0,5 см больше стандарта Серебристая. Также сорт превосходит стандарт по показателям: числу зерен в колосе и с растения на 1,0 и 3,6 шт. соответственно, массе зерна с главного колоса и с растения на 0,28 и 0,26 г соответственно. Существенное превышение в сравнении со стандартом выявлено по массе 1000 зерен (на 5,6 г).

Изучение сорта в международном экологическом питомнике КАСИБ (России и Казахстана, 2015 и 2016 гг.) показали: период всходы – восковая спелость у сорта Омская 42 наступал в среднем на 2 сут позже среднепозднего стандарта; высота растений как у стандарта, так и нового сорта колебалась от 56 до 103 см. На двух опытных участках, где было отмечено поражение посевов бурой и стеблевой ржавчинами, сорт Омская 42

Табл. 1. Результаты изучения сорта Омская 42 в КСИ, 2013–2015 гг.

Table 1. Results of the study of the Omskaya 42 variety in the CVT, 2013-2015

Показатель	Омская 42	Серебристая	± к стандарту
Всходы – восковая спелость, сут	99,0	98,0	+1,0
Устойчивость к полеганию, балл	5,0	4,7	0,3
Высота растения, см	92,2	90,9	1,3
Продуктивная кустистость	1,4	1,5	-0,1
Длина колоса, см	9,6	9,1	0,5
Число колосков в колосе, шт.	16,4	15,4	1,0
Число зерен в колосе, шт.	40,7	37,1	3,6
Число зерен с растения, шт.	52,3	50,4	1,9
Масса зерна главного колоса, г	1,57	1,29	0,28
Масса зерна с растения, г	1,92	1,66	0,26
Масса 1000 зерен, г	37,7	32,1	5,6
Урожайность, КСИ, первый срок, т/га, $НСР_{05} = 0,29$	3,37	2,97	0,40
Урожайность, КСИ, после зерновых, т/га	2,94	1,95	0,99

проявил высокую и умеренную устойчивость к этим заболеваниям, урожайность его была на 0,39–1,23 т/га выше восприимчивых сортов. Максимальная урожайность отмечена в 2015 г. на точке Кургансемена (5,33 т/га).

При идентификации сорта Омская 42 с использованием ДНК-маркеров к грибным заболеваниям было установлено, что в его генотипе обнаружен комплекс генов *Lr26/Sr31*. Выявленный комплекс расположен на пшенично-ржаной транслокации 1BL.RS, присутствие которой придает сортам кроме устойчивости ряд других хозяйственно полезных признаков [12, 13].

Важно изучать генетические ресурсы и выявлять ценные образцы для создания сортов, формирующих урожай даже при неблагоприятных условиях среды [14–16]. Параметры качества зерна нового сорта, при передаче на госсортоучастки (ГСУ) (КСИ, 2013–2015 гг.): натура зерна достигала 711 г/л, масса 1000 зерен – 39,5 г, стекловидность – 51%. Хлебопекарные показатели высокие, соответствовали сильной пшеницы: содержание клейковины в зерне – 31,8%, белка – 16,36%, сила муки – 415 е. а., отношение упругости к растяжимости по альвеографу – 1,76 е. а., валориметрическая оценка – 85 е. в., разжижение теста по фаринографу – 33 е. ф. По результатам лабораторной выпечки объем хлеба составил 980 см³, общая хлебопекарная оценка – 4,3 балла. При изучении сорта Омская 42 в демонстрационном питомнике с 2016 по 2020 г. в среднем отмечены следующие данные: по

белку – 16,81%, клейковине – 33,2%, общей хлебопекарной оценке – 4,2 балла.

Государственное сортоиспытание сорт Омская 42 проходил с 2016 по 2018 г. на трех сортоучастках, расположенных в южно-лесостепной (Шербакульский) и степной (Черлакский и Павлоградский) зонах Омской области, стандартом служил среднепоздний сорт Серебристая (см. табл. 2). Данные показывают, что независимо от сортоучастка урожайность нового сорта с высоким уровнем устойчивости к ржавчинным заболеваниям превысила на 0,28 – 0,90 т/га восприимчивый стандарт Серебристая. Высокий прирост урожайности в среднем за 3 года испытания отмечен на Шербакульском ГСУ, к стандарту Серебристая он составил 0,9 т/га, а к Элементу 22 – 0,35 т/га. На сортоучастках в степной зоне урожайность сорта Омская 42 была на уровне стандарта Элемент 22. Максимальная урожайность у сорта Омская 42 отмечена в 2017 г. на Шербакульском ГСУ (4,88 т/га) и в 2018 г. на Черлакском ГСУ (4,66 т/га).

Оценка технологического качества выявила преимущество нового сорта по основным показателям в сравнении со стандартом Элемент 22. В табл. 3 приведены данные по качеству зерна на двух сортоучастках, относящихся к степной зоне. Новый сорт на Черлакском сортоучастке по содержанию белка превысил стандарт на 1,2% и по клейковине на 2,0%, а на Павлоградском – на 1,5% и 3,3% соответственно.

По силе муки сорт превосходил стандарт более чем в 3 раза. Объем хлеба у сорта Ом-

Табл. 2. Урожайность сортов пшеницы мягкой яровой на ГСУ южно-лесостепной и степной зонах Омской области, 2016–2018 гг., т/га

Table 2. Yield of soft spring wheat varieties at the SVT in the southern forest-steppe and steppe zones of the Omsk region, 2016 - 2018, t/ha

ГСУ	Омская 42	Серебристая	Элемент 22	± к Серебристая	± к Элемент 22
Шербакульский	3,85	2,95	3,50	0,90	0,35
Черлакский	3,55	3,12	3,65	0,43	-0,10
Павлоградский	2,97	2,69	3,13	0,28	-0,16
НСР ₀₅	0,28				

Табл. 3. Качество сорта пшеницы мягкой яровой Омская 42 на ГСУ в степной зоне Омской области, 2018 г., т/га

Table 3. The quality of the soft spring wheat variety Omskaya 42 at the SVT in the steppe zone of the Omsk region, 2018, t/ha

Сорт	Нагура зерна, г/л	Содержание белка в зерне, %	Количество клейковины в зерне, %	Сила муки, е. а.	Объем хлеба из 100 г муки, мл	Общая хлебопекарная оценка, балл
<i>Черлакский ГСУ</i>						
Омская 42	791	15	29,2	323	1190	4,5
Элемент 22	807	13,8	27,2	94	850	3,4
<i>Павлоградский ГСУ</i>						
Омская 42	710	16,3	36,3	363	1250	4,7
Элемент 22	762	14,8	33	106	850	3,4

ская 42 на Черлакском ГСУ был выше на 340 см³, на Павлоградском – на 400 см³. Общая хлебопекарная оценка отличная, выше стандарта более чем на 1,1 балла.

Новый сорт Омская 42 успешно прошел производственное испытание в КФК «Буданов» (Омская область, Кормиловский район) и КФК «Омское» (Омский район). Кроме того, сорт широко возделывают в хозяйствах РНПС «Сибирские семена».

Рекомендуется предпосевная культивация почвы КПЭ-3,8, КПШ-9; посев сеялкой СЗП-3,6 15–22 мая, глубина заделки семян 6–8 см при норме высева 4,5–5,0 млн всхожих зерен/га. Обработка посевов против однодольных сорняков препаратом «Овсюген» (0,4–0,6 л/га), против двудольных – препаратом «Октапон» (0,8–1,0 л/га). В зависимости от погодных условий уборка сорта одно- или двухфазная. Предложенная агротехнология применяется в ряде передовых хозяйств южной лесостепи Омской области.

Экономическая эффективность. От внедрения нового сорта пшеницы мягкой яровой Омская 42 при соблюдении технологии возделывания по пару экономический эффект составляет в условиях лесостепной зоны 4250 р./га. Благодаря высокому уровню урожайности и устойчивости к болезням и хорошим хлебопекарными свойствами новый сорт может успешно конкурировать с сортами аналогичной группы спелости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сорт Омская 42 включен в Госреестр РФ в 2019 г. по Западно-Сибирскому (10) региону¹³.

Сорт пшеницы мягкой яровой Омская 42 является результатом скрещивания сортов российской и зарубежной селекции, в родословную которых входят сорта Кавказ, Омская 20, КАУЗ – носители пшенично-ржаной транслокации. С помощью ПЦР-специфичных маркеров у этого сорта идентифицированы гены *Lr26* и *Sr31*. Сорт Омская 42 – среднепоздний, по качеству зерна относится к сильной пшенице. Разновидность сорта – лютеценс, куст полупрямо-стоячий, растение среднерослое с прочным стеблем. Плотность колоса средняя, масса 1000 зерен 36–42 г. Сорт обладает повышенной устойчивостью к засухе и высокой – к полеганию.

В полевых условиях как на естественном, так и на инфекционном фоне новый сорт поддерживает развитие патогенов бурой и стеблевой ржавчин, обладает средним уровнем устойчивости к мучнистой росе и твердой головне, слабо поражается пыльной головней (не более 7%). В фазе проростков сорт проявляет умеренную устойчивость к ржавчинным патогенам (балл поражения 2).

Результаты изучения сорта в международном экологическом питомнике КАСИБ (2015 и 2016 гг.) показали, что на опытных участках, где отмечено массовое пораже-

¹³ А.С. Российской Федерации № 68818, патент № 9658 (патентообладатель ФГБНУ «Омский АНЦ»).

ние посевов бурой и стеблевой ржавчинами, сорт Омская 42 проявил высокую и умеренную устойчивость к этим заболеваниям, урожайность его была на 0,39–1,23 т/га выше восприимчивых сортов. По показателям качества зерна сорт соответствует сильной пшенице: содержание сырой клейковины – 31,8%, белка – 16,36%, сила муки – 415 е. а., общая хлебопекарная оценка – 4,3 балла. При массовом развитии листостебельных заболеваний по урожайности сорт Омская 42 превысил восприимчивый стандарт Серебристая более чем на 2,0 т/га, а высокоустойчивый стандарт к этим заболеваниям Элемент 22 – на 0,16 т/га и выше.

В рамках программы импортозамещения внедрение в производство нового сорта Омская 42 позволит существенно увеличить и стабилизировать валовые сборы зерна в Омской области и в Западно-Сибирском регионе России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якушев В.П., Михайленко И.М., Драгавцев В.А. Агротехнологические и селекционные резервы повышения урожая зерновых культур в России // *Сельскохозяйственная биология*. 2015. Т. 50. № 5. С. 550–560. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.5.550.
2. 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: 10.26898/0370-8799-2018-6-64.
3. Волкова Г.В., Кудинова О.А., Мирошниченко О.О. Распространение стеблевой ржавчины на Северном Кавказе и иммунологическая характеристика ряда сортов озимой пшеницы к патогену // *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т. 32. № 10. С. 43–45. DOI: 11.24411/0235-2451-2018-11111.
4. Система адаптивного земледелия Омской области: монография. Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2020. 522 с.
5. Земцова Е.С., Боме Н.А. Анализ структуры урожая яровой пшеницы в различных погодных условиях Тюменской области // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2021. Т. 16. № 2 (62). С. 23–28. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-23-28.
6. Калашиник Н.А., Поползухина Н.А., Михальцова М.Е. Цитоплазматическая изменчивость пшеницы в селекции на адаптивность: монография. Омск: Сфера, 2005. 92 с.
7. Шаманин В.П., Потоцкая И.В., Шенелев С.С., Пожерукова Ж.Е., Чурсин А.С., Моргунов А.И. Синтетическая пшеница: монография. Омск: Издательство ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2018. 172 с.
8. Belan I.A., Rosseeva L.P., Blokhina N.P., Lozhnikova L.F., Nemchenko V.V., Abakumov S.N., Cadikov R.K., Trubacheeva N.V., Pershina L.A. Breeding of spring bread wheat for resistance to fungal pathogens in Western Siberia // *Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology (PlantGen 2019)*. Institute of Cytology and Genetics – Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2019. С. 42.
9. Баранова О.А. Молекулярная идентификация генов устойчивости к стеблевой ржавчине у новых допущенных к использованию сортов пшеницы // *Вестник защиты растений*. 2020. Т. 103. № 2. С. 113–118. DOI: 10.31993/2308-6459-2020-103-2-4936.
10. Баранова О.А., Сибикеев С.Н., Дружин А.Е., Созина И.Д. Потеря эффективности генов устойчивости к стеблевой ржавчине Sr25 и Sr6Ag1 на территории Нижнего Поволжья // *Вестник защиты растений*. 2021. Т. 104. № 2. С. 105–112. DOI: 10.31993/2308-6459-2021-104-2-14994.
11. Россеев В.М., Белан И.А., Росеева Л.П. Использование метода *in vitro* в селекции пшеницы мягкой яровой // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2016. № 2 (136). С. 5–9.
12. Pershina L., Trubacheeva N., Badaeva E., Belan I., Rosseeva L. Study of androgenic plant families of alloplasmic introgression lines (*H. vulgare*) – *T. aestivum* and the use of sister DH lines in breeding // *Plants*. 2020. Vol. 9. N 6. P. 1–22. DOI: 10.3390/plants9060764.
13. Pershina L.A., Belova L.I., Trubacheeva N.V., Osadchaya T.S., Humny V.K., Belan I.A., Rosseeva L.P., Nemchenko V.V., Abakumov S.N. Alloplasmic recombinant lines (*H. vulgare*) – *T. aestivum* with 1RS.1BL translocation: initial genotypes for production of common wheat varieties // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018. Vol. 22. N 5. P. 544–552. DOI: 10.18699/VJ18.393.

14. Поляков М.В., Белкина Р.И., Лягдо Ю.А. Варьирование признаков качества зерна у сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Зауралья // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2020. № 4 (61). С. 20–26. DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.003.
 15. Амелин А.В., Чекалин Е.И., Заикин В.В., Мазалов В.И., Городов В.Т., Икусов Р.А. Биохимические показатели качества зерна у современных сортов яровой пшеницы // Вестник аграрной науки. 2019. № 2 (77). С. 3–11. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2019.2.3.
 16. Малокостова Е.И. Основные направления селекции яровой пшеницы на засухоустойчивость // Земледелие. 2018. № 3. С. 37–39. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10308.
- ## REFERENCES
1. Yakushev V.P., Mihajlenko I.M., Dragavcev V.A. Reserves of agro-technologies and breeding for cereal yield increasing in the Russian Federation. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural Biology*, 2015, vol. 50, no. 5. pp. 550–560. (In Russian). DOI: 10.15389/agrobiol.2015.5.550.
 2. Timofeev A.A., Bojko N.I., Piskarev V.V. Creation of wheat cultivar Sibirskaya 21 adapted to the Western Siberia conditions. *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2018, vol. 48, no. 6, pp.43–50. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2018-6-64.
 3. Volkova G.V., Kudinova O.A., Miroshnichenko O.O. Spread of stem rust in the North Caucasus and immunological characteristic of some winter wheat varieties with respect to the pathogen. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2018, vol. 32, no. 10, pp. 43–45. (In Russian). DOI: 11.24411/0235-2451-2018-11111.
 4. *The system of adaptive agriculture of the Omsk region*, Omsk: IP Maksheevoj E.A., 2020, 522 p. (In Russian).
 5. Zemcova E.S., Bome N.A. Analysis of the structure of the spring wheat crop in various weather conditions of the Tyumen region. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of the Kazan State Agrarian University*, 2021, vol. 16, no. 2 (62), pp. 23–28. (In Russian). DOI: 10.12737/2073-0462-2021-23-28.
 6. Kalashnik N.A., Popolzuhina N.A., Mihal'cova M.E. *Cytoplasmic variability of wheat in selection for adaptivity*, Omsk: Sfera, 2005. 92 p. (In Russian).
 7. Shamanin V.P., Potockaya I.V., Shepelev S.S., Pozherukova Zh.E., Chursin A.S., Morgunov A.I. *Synthetic wheat*, Omsk: FSBEI HE Omsk SAU Publ., 2018. 172 p. (In Russian).
 8. Belan I.A., Rosseeva L.P., Blokhina N.P., Lozhnikova L.F., Nemchenko V.V., Abakumov S.N., Cadikov R.K., Trubacheeva N.V., Pershina L.A. Breeding of spring bread wheat for resistance to fungal pathogens in Western Siberia. *Plant Genetics, Genomics, Bioinformatics, and Biotechnology (PlantGen 2019). Abstracts*. Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2019, p. 42.
 9. Baranova O.A. Molecular identification of stem rust resistance genes in new regional wheat varieties. *Vestnik zashchity rastenij = Plant Protection News*, 2020, vol. 103, no. 2, pp. 113–118. (In Russian). DOI: 10.31993/2308-6459-2020-103-2-4936.
 10. Baranova O.A., Sibikeev S.N., Druzhin A.E., Sozina I.D. Loss of effectiveness of stem rust resistance genes Sr25 and Sr6Agi in the Lower Volga region. *Vestnik zashchity rastenij = Plant Protection News*, 2021, vol. 104, no. 2, pp. 105–112. (In Russian). DOI: 10.31993/2308-6459-2021-104-2-14994.
 11. Rosseev V.M., Belan I.A., Rosseeva L.P. The use of in vitro method in the selection of soft spring wheat. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*. 2016, no. 2 (136), pp. 5–9. (In Russian).
 12. Pershina L., Trubacheeva N., Badaeva E., Belan I., Rosseeva L. Study of androgenic plant families of alloplasmic introgression lines (*H. vulgare*) – *T. aestivum* and the use of sister DH lines in breeding. *Plants*, 2020, vol. 9, no. 6, pp. 1–22. DOI: 10.3390/plants9060764.
 13. Pershina L.A., Belova L.I., Trubacheeva N.V., Osadchaya T.S., Humny V.K., Belan I.A., Rosseeva L.P., Nemchenko V.V., Abakumov S.N. Alloplasmic recombinant lines (*H. vulgare*) – *T. aestivum* with 1RS.1BL translocation: initial genotypes for production of common wheat varieties. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2018, vol. 22, no. 5, pp. 544–552. DOI: 10.18699/VJ18.393.

14. Polyakov M.V., Belkina R.I., Letyago Yu.A. Variation of grain quality characteristics in spring soft wheat varieties in the Northern Trans-Urals. *Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova = Vestnik of Buryat state academy of agriculture named after V. Philippov*, 2020, no. 4 (61), pp. 20–26. (In Russian). DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.003.
15. Amelin A.V., Chekalin E.I., Zaikin V.V., Mazalov V.I., Gorodov V.T., Ikusov R.A Biochemical indicators of quality of grain in modern varieties of spring wheat. *Vestnik agrarnoj nauki = Bulletin of Agrarian Science*, 2019, no. 2 (77), pp. 3–11. (In Russian). DOI: 10.15217/issn2587-666X.2019.2.3.
16. Malokostova E.I. Main directions of spring wheat breeding for drought resistance. *Zemledelie = Zemledelie*, 2018, no. 3, pp. 37–39. (In Russian). DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10308.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Белан И.А., кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией, ведущий научный сотрудник

Росеева Л.П., кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Блохина Н.П., старший научный сотрудник

Пахотина И.В., кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией, ведущий научный сотрудник

✉ **Мухордова М.Е.**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая лабораторией, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 644012, Омск, проспект Королева, 28; e-mail: mukhordova@anc55.ru

Мешкова Л.В., кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

Igor A. Belan, Candidate of Science in Agriculture, Laboratory Head, Lead Researcher

Lyudmila P. Rosseeva, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher

Natalia P. Blokhina, Senior Researcher

Irina V. Pakhotina, Candidate of Science in Agriculture, Laboratory Head, Lead Researcher

✉ **Maria E. Mukhordova**, Candidate of Science in Agriculture, Associate Professor, Laboratory Head, Lead Researcher; **address:** 28, Korolev ave., Omsk, 644012, Russia; e-mail: mukhordova@anc55.ru

Lyudmila V. Meshkova, Candidate of Science in Biology, Lead Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 30.08.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 04.10.2022
Дата публикации / Published 20.04.2023

АКТУАЛЬНОСТЬ УВЕЛИЧЕНИЯ ДОЛИ ОЗИМОЙ РЖИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОСЕВАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

✉ Петрова А.А., Лихенко И.Е., Артемова Г.В.

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального исследовательского центра «Институт цитологии и генетики» Сибирского отделения Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия
✉ e-mail: anyuta.07@mail.ru

Озимая рожь, обладающая многими ценными свойствами, является очень важной культурой в зерновом клине. Проведенный анализ многолетних данных о размерах посевных площадей озимой ржи в России свидетельствует об их стремительном сокращении. В связи с этим приведен пример реализуемой Правительством Финляндии программы «Рожь», направленной на популяризацию и увеличение потребления продукции из ржаной муки, а также опыта создания информационного центра, занимающегося просветительской деятельностью среди населения. Рассмотрено состояние Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию, по озимой ржи: установлено, что на долю сортов отечественной селекции приходится 87,1%, иностранной – 12,9%. При этом для возделывания в Западной Сибири рекомендовано 18 сортов исключительно отечественной селекции, в том числе четыре сорта тетраплоидной ржи. За последнее десятилетие в регионе зарегистрировано пять сортов озимой ржи. Представлено соотношение величины посевных площадей под культурой в Российской Федерации в целом, Алтайском крае и Новосибирской области. Проанализированы данные по Новосибирской области за 2019–2021 гг. по урожайности основных озимых культур, объемам высева сортов и гибридов ржи озимой, включенных в Госреестр. Изучено положение дел в производстве озимой ржи и продуктов ее переработки, а также перспектива использования этой культуры в севооборотах Западной Сибири. Приведены показатели максимальной урожайности сортов и гибридов озимой ржи, перечислены их преимущества и недостатки. Аргументированы значимость создания коллекции сортов и гибридов на территории региона и необходимость увеличения производства озимой ржи и продуктов ее переработки.

Ключевые слова: озимая рожь, коллекция сортов и гибридов озимой ржи, посевные площади, урожайность, ржаная мука

RELEVANCE OF INCREASING THE SHARE OF WINTER RYE IN PRODUCTION CROPS OF WESTERN SIBERIA

✉ Petrova A.A., Likhenko I.E., Artemova G.V.

Siberian Research Institute of Plant Cultivation and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia
✉ e-mail: anyuta.07@mail.ru

Winter rye, which has many valuable properties, is a very important crop in the grain area. The analysis of long-term data on the size of sown areas of winter rye in Russia shows their rapid decline. In this regard, the example of the “Rye” program, implemented by the Finnish government to promote and increase the consumption of rye flour products, as well as the experience of establishing an information center engaged in educational activities among the population is presented. The state of the State Register of Breeding Achievements Approved for Use in winter rye was considered: it was revealed that domestic breeding varieties accounted for 87.1%, foreign - 12.9%. At the same time, 18 varieties exclusively of domestic breeding were recommended for cultivation in Western Siberia, including four varieties of tetraploid rye. Over the past decade, five varieties of winter rye have been registered in the region. The ratio of the size of sown areas under the crop in the Russian Federation as a whole, the Altai Territory and the Novosibirsk Region is presented. The data

for the Novosibirsk region for 2019-2021 on the yield of major winter crops, the volume of sowing of winter rye varieties and the hybrids included in the State Register were analyzed. The situation in the production of winter rye and its products, as well as the prospects for the use of this crop in crop rotations in Western Siberia were studied. Indicators of maximum yield of winter rye varieties and hybrids are given, their advantages and disadvantages are listed. The importance of creating a collection of varieties and hybrids in the region and the need to increase the production of winter rye and its products are justified.

Keywords: winter rye, collection of varieties and hybrids of winter rye, land under cultivation, productivity, rye flour

Для цитирования: Петрова А.А., Лихенко И.Е., Артемова Г.В. Актуальность увеличения доли озимой ржи в производственных посевах Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 53–62. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-6>

For citation: Petrova A.A., Likhenko I.E., Artemova G.V. Relevance of increasing the share of winter rye in production crops of Western Siberia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 53–62. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-6>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Работа поддержана бюджетным проектом Института цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук № FWNR-2022-0018.

Acknowledgements

This work was supported by IC&G budget project № FWNR-2022-0018.

ВВЕДЕНИЕ

Озимая рожь – одна из наиболее важных культур стратегического назначения. Основной зоной происхождения рода *Secale* считают Закавказье с прилегающими к нему районами Передней Азии. В течение многих столетий рожь обеспечивала полноценное питание населения России, являясь сырьем для производства ржаного хлеба, считалась национальным символом. Русским людям такой хлеб был и по вкусу, и по карману. Биологические характеристики ржи хорошо соотносятся с почвенно-климатическими условиями большей части земледельческих районов Центральной России, Поволжья, Урала, Западной и Восточной Сибири. На территории Сибири озимую рожь стали возделывать с 1-й половины XVII в., что совпадает с внедрением русскими переселенцами земледелия¹ [1].

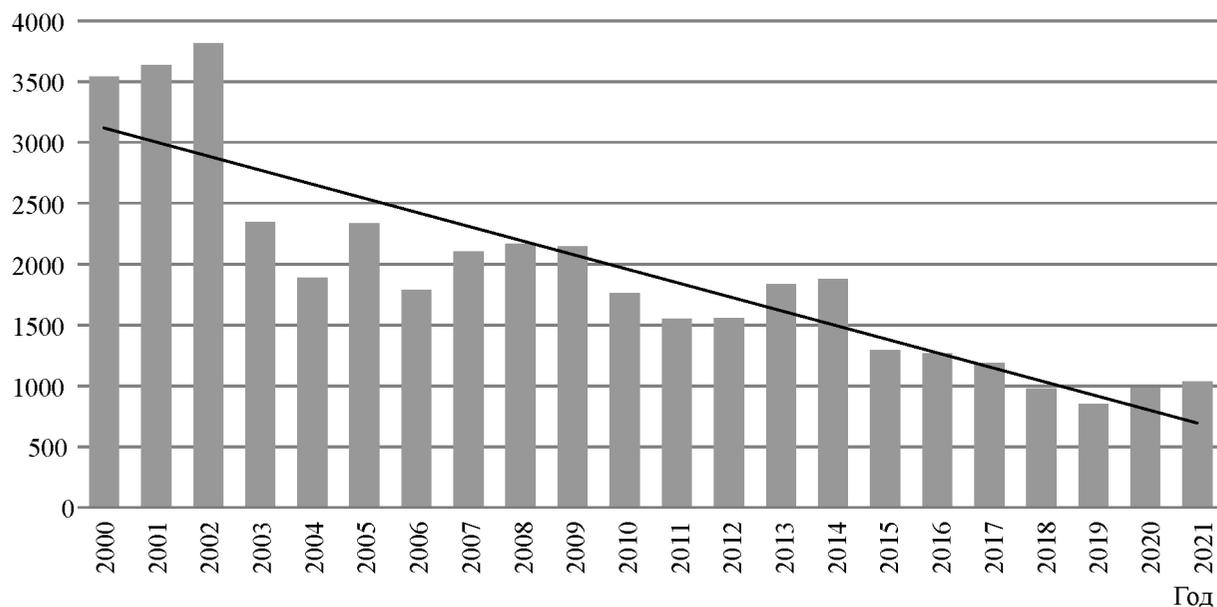
Озимая рожь, входящая в группу зерновых культур, обладает целым рядом ценных

природных свойств: зимостойкость, морозо- и засухоустойчивость, способность быстро давать всходы весной и произрастать на низкоплодородных (кислых, песчаных, торфяных) почвах, сохраняя свою урожайность. Вследствие перечисленных качеств рожь прочно укрепилась в районах с неблагоприятными почвенно-климатическими условиями, приобрела популярность среди аграриев и по праву является стражающей культурой [1].

Использование в севооборотах ржи озимой дает хороший агротехнический эффект, так как всем известна ее способность угнетать рост сорной растительности и за счет развитой корневой системы улучшать структуру почвы. По стране в целом многие годы наблюдалось сокращение посевных площадей под культурой² (см. рисунок). В частности, в Новосибирской области на клин озимых зерновых приходится лишь незначительная доля от общего количества посевных площадей.

¹Иванов А.П. Рожь. М.: Сельхозиздат, 1961. 304 с.

²Гончаренко А.А. Производство и селекция озимой ржи в России // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 1. С. 22–26.



Посевные площади озимой ржи в хозяйствах всех категорий на территории Российской Федерации (по данным Росстата), тыс. га³

Sown areas of winter rye in the farms of all categories in the Russian Federation (according to Rosstat), thousand hectares³

По данным, представленным на рисунке, видно, что посевные площади в 2000–2002 гг. были не ниже 3500 тыс. га, с 2003 г. наблюдается уменьшение посевных площадей, с 2015 г. их величина не превышает 1500 тыс. га.

В состав ржи входят белки, незаменимые аминокислоты (валин – 0,7% на абс. сух. в-во; изолейцин – 0,7; лейцин – 1,0; лизин – 0,6; треонин – 0,3; триптофан – 0,1% на абс. сух. в-во), минеральные вещества (Ca, Fe, F, P, K, Zn, Mn, Cu), витамины А, В, Е в значительном количестве. Благодаря этому она является сырьем, подходящим для производства функциональных продуктов питания. Рожь считается полезным крупяным злаком из-за наличия в ней большого числа пищевых волокон, которые содержат арабиноксилан, целлюлозу, β-глюкан, фруктаны и лигнин, положительно влияющие на здоровье. В основном рожь используется для изготовления хлеба и хлебобулочных изделий, а также в промышленности для производства ликероводочной продукции. Кроме того, ржаное зерно входит в состав многих

пищевых продуктов: сухих завтраков, каш, макарон и др. (см. сноску 1) [2–4]. При этом следует отметить, что полноценным можно считать только ржаной хлеб из муки грубого помола на заквасках, который был и остается символом национальной самобытности Руси. В старину говорили, что ржаной хлеб – оружие против голода. Сегодня его можно назвать оружием против болезней [3]. Ржаные отруби – побочный продукт при производстве муки. Они в основном состоят из пищевых волокон и являются ценным источником многих биологически активных соединений. Примечательно, что ржаные отруби отличаются достаточно большим содержанием феруловой кислоты, которая применяется в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности [4].

Для изготовления комбикорма зерно ржи практически не используется, хотя и является полноценным концентрированным кормом. По содержанию питательных веществ оно не уступает ячменю и пшенице, а по уровню сахара превосходит их в 2 раза. Ржаной белок по сравнению с белком пшеницы

³Посевные площади сельскохозяйственных культур по Российской Федерации (хозяйства всех категорий; тыс. га). 1990–2021 гг. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy.

имеет большую биологическую ценность по причине лучшего соотношения аминокислот, находящихся в его составе. При применении концентрированных кормов, содержащих зерно озимой ржи фуражного направления, отмечаются существенная прибавка массы тела и повышение качества мяса животных (кролики, цыплята-бройлеры, свиньи) [5, 6].

Наличие в озимой ржи так называемых антипитательных веществ (некрахмалистых полисахаридов, фитиновой кислоты, пентозанов, пектинов) ограничивает ее использование в комбикормах. Пентозаны, составляющие оболочку клеток эндосперма, растворяются в процессе пищеварения, что влечет за собой снижение переваримости корма и ассимиляции питательных веществ. Наиболее действенными способами решения указанной проблемы и повышения содержания сахаров в озимой ржи являются селекция культуры на качество и эффективные технологические приемы: ферментирование зерна, тепловая и баротермическая обработка (экструдирование), которые позволяют беспрепятственно включать озимую рожь в рацион питания животных [1, 5–8].

В 80-х годах XX в. в Финляндии имела место ситуация, подобная той, которая сегодня складывается на территории Российской Федерации: произошло снижение потребления ржаного хлеба населением, что повлекло за собой рост числа больных диабетом. Правительство Финляндии, чтобы изменить положение дел, разрабатывает и реализует программу под названием «Рожь», направленную на популяризацию и увеличение потребления продукции из ржаной муки. Для достижения поставленных целей в ведущих университетах страны были созданы научно-исследовательские группы, работавшие в тесном сотрудничестве с учеными других государств Европы. В рамках программы Правительство Финляндии и компании хлебопекарной отрасли открыли информационный центр «Хлеб», который на основе проводимых научных исследований занимался просветительской деятельностью среди населения. Результат не заставил себя долго

ждать – финны на протяжении многих лет демонстрируют положительную динамику по повышению потребления ржаного хлеба [3]. Сегодня каждый житель Финляндии знает, что в сутки необходимо потреблять около 25 г клетчатки, 5 г которой, по данным финских ученых, можно получить из одного кусочка ржаного цельнозернового хлеба. Согласно рекомендациям, норма потребления ржаного хлеба должна обеспечивать 1/3 калорий в день, т.е. это шесть – девять кусочков массой 30 г для мужчин, пять – семь – для женщин [9]. Таким образом, финны показали достойный пример внедрения в пищевой рацион населения продуктов питания, произведенных из ржаной муки.

СОРТОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, ПОСЕВНЫЕ ПЛОЩАДИ, УРОЖАЙНОСТЬ И ПРОИЗВОДСТВО

В настоящее время в Российской Федерации, согласно официальным данным, размещенным на сайте Госсорткомиссии, допущены к использованию 93 селекционных достижения по озимой ржи, среди них на долю отечественной селекции приходится 87,1%, иностранной – 12,9%. Для возделывания в Западно-Сибирском регионе рекомендовано 18 сортов исключительно отечественной селекции, из них четыре сорта тетраплоидной ржи (Влада, Сибирь, Сибирь 4, Тетра короткая). За 2012–2022 гг. на территории Западной Сибири зарегистрировано пять сортов озимой ржи, причем преимущественно сибирской селекции (см. табл. 1).

В течение последних 3 лет прослеживается положительная динамика по наращиванию посевных площадей под культурой как в России в целом, так и в Новосибирской области и Алтайском крае в частности, что свидетельствует о возобновлении спроса и заинтересованности в производстве озимой ржи (см. табл. 2).

Озимый тип развития растений наиболее полно соответствует условиям короткого периода вегетации в Сибири, что позволяет лучше использовать агроклиматический потенциал зоны и получать более высокие урожаи

Табл. 1. Сорты, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Западно-Сибирском регионе, за 2012–2022 гг.⁴

Table 1. Varieties included in the State Register of Selection Achievements approved for use in the Western Siberian region for the period 2012-2022⁴

Сорт	Год включения	Регион допуска*	Оригинатор/патентообладатель
Иртышская	2014	10, 11	Омский аграрный научный центр
Нарымчанка	2015	10	Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН
Сибирь 4	2016	10	Омский аграрный научный центр
Сударушка	2021	10	Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН
Чулпан 9	2021	4, 9, 10	Уфимский федеральный исследовательский центр РАН

*4 – Волго-Вятский; 9 – Уральский; 10 – Западно-Сибирский; 11 – Восточно-Сибирский.

Табл. 2. Посевные площади ржи озимой в РФ и отдельных регионах Западной Сибири в 2019–2021 гг., га⁵

Table 2. Sown areas for winter rye in the Russian Federation and in certain regions of Western Siberia in 2019-2021, ha⁵

Регион	2019 г.	2020 г.	2021 г.
РФ в целом	849 871	981 625	1 036 467
Новосибирская область	10 994	12 072	24 279
Алтайский край	24 960	28 976	46 177

Табл. 3. Средняя урожайность озимой ржи, озимой и яровой пшеницы в Новосибирской области в 2019–2021 гг., ц/га⁶

Table 3. The average yield of winter rye, winter wheat, spring wheat in the Novosibirsk region in 2019-2021, c/ha⁶

Год	Рожь озимая	Пшеница озимая	Пшеница яровая
2019	22,3	24,3	16,6
2020	17,2	20,6	17,7
2021	24,8	28,5	22,0

по сравнению с яровыми формами⁷. Средняя урожайность озимой ржи на 2–3 ц/га уступает урожайности пшеницы озимой (см. табл. 3).

Несмотря на незначительные площади под культурой, сортовой состав ржи пред-

ставлен более чем десятью сортами и гибридами. Безусловными лидерами являются сорта сибирской селекции – Тетра короткая, Влада, Сибирь, включенные в Госреестр более 15 лет назад. В севооборотах используется также озимая гибридная рожь (например, КВС Авиатор, КВС Раво, ЗУ Форзетти). Обращает на себя внимание и факт высокой доли рядовых посевов – свыше 20% (см. табл. 4).

Средняя урожайность озимой ржи в Новосибирской области и Алтайском крае в 2019–2021 гг. не превышала 25 ц/га (см. табл. 5). Так как на отдельные компоненты урожайности в течение вегетации влияют различные отрицательные факторы, на практике реализуется лишь небольшая часть потен-

⁴Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. М.: Росинформагротех, 2022. Т. 1: Сорты растений. 646 с.

⁵Посевные площади Российской Федерации в 2019 г. / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). М., 2020; Посевные площади Российской Федерации в 2020 г. / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). М., 2021; Посевные площади Российской Федерации в 2021 г. / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). М., 2022.

⁶Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации в 2019 г. / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). М., 2020. Ч. 1; Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации в 2020 г. / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). М., 2021. Ч. 1; Валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур по Российской Федерации в 2021 г. / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). М., 2022. Ч. 1.

⁷Артемова Г.В. Результаты и методы селекции озимой ржи в условиях Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 12. С. 16–17.

Табл. 4. Объемы высева сортов и гибридов озимой ржи на территории Новосибирской области в 2019–2021 гг., т

Table 4. Sown varieties and hybrids of winter rye in the Novosibirsk region in 2019-2021, tons

Сорт/гибрид	2019 г.	2020 г.	2021 г.
По Новосибирской области в целом	2739,5	4900,8	4043,4
Влада (2007)	1000,3	1301,6	1026,5
Тетра короткая (1986)	987,6	1652,2	1809,4
Сибирь (1999)	120,0	342,2	92,0
Памяти Кунакбаева (2010)	50,0	299,7	90,0
Бухтарминская (1992)	12,0	3,7	22,6
КВС Авиатор (2019)	–	64,8	5,9
Петровна (2003)	–	10,0	8,0
КВС Раво (2016)	–	25,0	0,6
КВС Этерно (2018)	–	–	1,0
ЗУ Форзетти (2018)	–	–	0,7
Хеллтоп (2016)	–	9,6	–
Рядовые	569,6	1192,0	986,7

Примечание. Здесь и в табл. 7 в скобках указан год включения в Госреестр.

циальной урожайности. Например, немецкие специалисты считают, что при средней урожайности озимой пшеницы 60–70 ц/га реализуется всего 25–33% от потенциально заложенной⁸.

Приведенные в табл. 5 данные подтверждают указанную точку зрения: при средней максимальной урожайности 72,6 ц/га доля использования потенциала урожайности оказывается не выше 34,2%. Такое сортовое разнообразие на столь незначительной площади, отсутствие новых сортов, а также невысокая урожайность снижают интерес производителей к культуре и усложняют семеноводство.

Нахождение путей восстановления посевных площадей и развития рынка зерна является задачей не только аграриев, но и отраслевых научно-исследовательских институтов. Решение зерновой проблемы в контексте развития рынка озимой ржи возможно благодаря увеличению потребления населением ржаной продукции, способствующей повышению качества и продолжительности жизни [10, 11].

Основным видом использования озимой ржи традиционно выступает производство муки, хлеба и хлебобулочных изделий [4, 12]. По данным Росстата, объемы про-

Табл. 5. Средняя урожайность озимой ржи и доля использования потенциала урожайности в Новосибирской области и Алтайском крае в 2019–2021 гг.^{7,9}

Table 5. Average winter rye yield and percentage of use of the yield potential in the Novosibirsk region and the Altai Territory in 2019-2021^{7,9}

Год	Средняя урожайность, ц/га		Средняя максимальная урожайность (по данным Госреестра), ц/га	% использования потенциала урожайности	
	Алтайский край	Новосибирская область		Алтайский край	Новосибирская область
2019	24,8	22,3	72,6	34,2	30,7
2020	19,6	17,2		27,0	23,7
2021	19,9	24,8		27,4	34,2

⁸Шнаар Д. Зерновые культуры: выращивание, уборка, доработка и использование. М., 2008. 656 с.

⁹Характеристики сортов растений, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. URL: <https://gossortrf.ru/gosreestr/>.

Табл. 6. Производство различных видов муки, хлеба и хлебобулочных изделий в России в 2016–2020 гг., тыс. т¹⁰

Table 6. Production of flour, bread and bakery products by type in the Russian Federation in 2016-2020, thousand tons¹⁰

Продукция	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Мука из зерновых культур, овощных и других растительных культур; смеси из них	9775	9610	9606	9419	9178
В том числе:					
мука пшеничная и пшенично-ржаная	9005	8837	8768	8607	8382
мука ржаная	595	608	659	647	609
Изделия хлебобулочные недлительного хранения	6082	5935	5777	5614	5319
В том числе:					
хлеб из пшеничной муки	2273	2174	2140	2129	1918
хлеб из ржаной и ржано-пшеничной муки	1839	1761	1710	1613	1522
булочные изделия из ржаной и ржано-пшеничной муки	46,5	43,9	59,3	27,4	17,5

изводства ржаной муки в 2016–2020 гг. сохранялись на уровне 600 тыс. т, т.е. менее 10% от всей производимой в стране муки (см. табл. 6). При этом хлеба и хлебобулочных изделий из ржаной муки за тот же период изготовили значительно меньше.

Настоящий ржаной хлеб намного полезнее пшеничного. Рожь наименее калорийная из всех зерновых культур и служит отличным сырьем для производства продуктов здорового питания. В России 80% заболеваний связано с питанием. Это не удивительно, если учесть, что хлеб, который когда-то питал и сохранял силу и здоровье русского народа, с 1960-х годов превратился в заурядный продукт. Люди, облагораживая муку, выбросили вместе с отрубями практически самую ценную часть зерна. Ржаное зерно и ржаной хлеб из муки грубого помола как кладезь полезных веществ и высокоэффективное оздоровительное средство должны снова занять главенствующее место в жизни человека [3].

Несмотря на все сложности, аграрии Новосибирской области и всей Западной Сибири стараются повысить эффективность ржаных посевов, в том числе за счет высева гибридов. По данным Госсортокмиссии, максимальная урожайность гибридов ржи существенно превышает уро-

жайность сортов (см. табл. 7). Также гибридные формы ржи, в отличие от сортов, обладают выравненностью стеблестоя, способны компенсировать выпавшие растения. Благодаря высокой продуктивной кустистости нормы высева гибридов значительно ниже, что позволяет экономить на посевном материале.

Табл. 7. Максимальная урожайность сортов сибирской селекции и гибридной озимой ржи, включенных в Госреестр, ц/га (см. сноску 9)

Table 7. Maximum yield of the varieties of Siberian breeding and hybrid winter rye included in the State Register, c/ha (see footnote 9)

Сорт/гибрид	Максимальная урожайность, полученная на государственном сортоиспытательном участке
Влада (2007)	58,0
Ирина (2004)	60,8
Петровна (2003)	62,4
Сибирская 87 (2011)	66,8
Сибирь 4 (2016)	56,6
Сударушка (2021)	56,4
КВС Авиатор (2019)	92,0
КВС Проммо (2018)	95,0
КВС Раво (2016)	85,9
КВС Тайо (2021)	126,0
КВС Этерно (2018)	123,4

¹⁰Промышленное производство в России. 2021 г.: стат. сб. / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). М., 2021. 305 с.

При этом стоит отметить, что сорта озимой ржи имеют лучшую, чем у гибридных форм, зимостойкость. При производстве зерна озимой ржи существует ряд неблагоприятных факторов: ограниченные рынки сбыта и целевое использование; более низкие закупочные цены по сравнению со многими культурами зерновой группы; недостаточная техническая оснащенность производства зерна [1, 10].

Одним из важных условий получения высоких урожаев озимой ржи является посев высококачественными семенами. Посевные качества семян регламентируются ГОСТами¹¹, характеризуются показателями всхожести, влажности, засоренности, энергии прорастания и др.

Вследствие анатомических и морфологических особенностей (специфически заостренная форма зерна, выступающий за пределы зерна корешок зародыша, тонкие плодовые и семенные оболочки) семена ржи сильнее травмируются при уборке и послеуборочной подработке по сравнению с семенами других злаковых. Так, в области зародыша могут быть травмированы до 50% семян. Чтобы защитить такие семена от почвенных микроорганизмов, их перед посевом необходимо протравливать. Обработку проводят в основном против фузариозной корневой гнили, снежной плесени, гельминтоспориоза. Вместе с протравливанием нужно делать обработку биологическими стимуляторами и микроэлементами. В результате таких мероприятий повышается устойчивость растений к внешним условиям абиотического и инфекционного характера. Эффективность предпосевной обработки семян комплексом препаратов обуславливается тем, что в данном случае воздействие на организм происходит в самый ранний период его развития, когда он особенно чувствителен к внешним условиям¹².

Срок посева является определяющим в технологии возделывания ржи, так как оказывает влияние на осеннее развитие растений, степень их кущения, перезимовку. В ряде хозяйств в южной лесостепи Новосибирской области в 2021 г. при поздних сроках посева отмечалось, что растения в осенний период не успели должным образом раскуститься и накопить необходимые питательные вещества для перезимовки, в итоге такие растения подверглись подмерзанию. Так как после уборки предшественника остается немного времени для подготовки почвы под посев озимой ржи и зачастую в хозяйствах не успевают провести все агротехнические приемы из-за погодных условий, сельхозпроизводители не уделяют должного внимания рассматриваемой культуре. Кроме того, ситуацию усложняет тот факт, что в регионе сортовое разнообразие озимой ржи представлено небольшим набором сортов и замедлено сортообновление. Поэтому необходимо сформировать и изучить коллекцию сортов и гибридов ржи для определения оптимальных для условий Западной Сибири образцов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интерес к озимой ржи постепенно возрастает, однако сельхозтоваропроизводители к технологии возделывания данной культуры относятся, зачастую по объективным причинам, по остаточному принципу, не уделяют необходимого внимания агротехнике, подготовке почвы, не соблюдают глубину и сроки посева, что в конечном счете ведет к потере урожайности и снижению качества продукции. При оптимальных сроках сева озимой ржи в условиях Западной Сибири для предупреждения повреждения озимого клина болезнями и вредителями следует предусмотреть протравливание семян. Необходимо сформировать коллекцию сортов и гибри-

¹¹ГОСТ Р 52325–2005. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия (с поправками). М.: Стандартиформ, 2005; ГОСТ 12038–84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с изменениями и поправками) // Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа: сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004; ГОСТ 12041–82. Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения влажности (с изменениями) // Семена сельскохозяйственных культур. Методы анализа: сб. ГОСТов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

¹²Бражников П.Н. Технология возделывания озимой ржи в северной таежной зоне: метод. рекомендации. Томск, 2007. 14 с.

дов культуры, которая позволит раскрыть их генетический и биологический потенциал с целью проведения дальнейшей селекции. Такие исследования повысят заинтересованность сельскохозяйственных производителей, будут способствовать включению озимой ржи в севообороты и наращиванию объемов производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаренко А.А. Актуальные вопросы селекции озимой ржи: монография. М., 2014. 372 с.
2. Popovic D., Rajcic V., Popovic V., Buric M., Filipovic V., Gantner V., Lakic Z., Bozovic D. Economically significant production of *Secale cereal* L. as functional food // *Agriculture and Forestry*. 2022. Vol. 68. Is. 3. P. 133–145. DOI: 10.17707/AgricultForest.68.3.11.
3. Сысуюев В.А., Кедрова Л.И., Лаптева Н.К., Уткина Е.И., Вяянянен М., Никулина Т.Н. В зерне ржи – основа здоровья человека // *Достижения науки и техники АПК*. 2012. № 6. С. 3–5.
4. Dziki D. Rye Flour and Rye Bran: New Perspectives for Use // *Processes*. 2022. Vol. 10 (2). P. 293. DOI: 10.3390/pr10020293.
5. Шакиров Ш., Бикчантаев И., Ягунд Э., Яхин Р., Хабибуллина В. Кормовая ценность ржи после обработки // *Комбикорма*. 2016. № 9. С. 72–74.
6. Марон К.А., Безгоднов А.В. Перспективы использования фуражных сортов озимой ржи в кормлении // *Журнал сельского хозяйства и окружающей среды*. 2022 № 1. С. 1–6. DOI: 10.23649/jae.2022.1.21.6.
7. Жученко А.А. Рожь – важнейшая продовольственная и кормовая культура России // *Агропродовольственная политика России*. 2012. № 3. С. 14–21.
8. Исмагилов Р.Р., Ахиярова Л.М. Кормовые качества зерна ржи: монография. Уфа: Гилем, 2012. 116 с.
9. Никулина Т.Н. Целебная сила ржи // *Достижения науки и техники АПК*. 2012. № 6. С. 5–7.
10. Марченко А.В. Маркетинговые инструменты в развитии производства зерна озимой ржи и продуктов его переработки // *Московский экономический журнал*. 2019. № 9. С. 168–173.

11. Nemeth R., Tömösközi S. Rye: Current state and future trends in research and applications // *Acta Alimentaria*. 2021. Vol. 50. Is. 4. P. 620–640. DOI: 10.1556/066.2021.00162.
12. Poutanen K., Katina K., Heiniö R.-L. Rye // *Bakery Products Science and Technology*. 2014. N 2. P. 75–87. DOI: 10.1002/9781118792001.ch4.

REFERENCES

1. Goncharenko A.A. *Pressing questions of the winter rye breeding*. Moscow, 2014, 372 p. (In Russian).
2. Popovic D., Rajcic V., Popovic V., Buric M., Filipovic V., Gantner V., Lakic Z., Bozovic D. Economically significant production of *Secale cereal* L. as functional food. *Agriculture and Forestry*, 2022, vol. 68, is. 3, pp. 133–145. DOI: 10.17707/AgricultForest.68.3.11.
3. Sysuev V.A., Kedrova L.I., Lapteva N.K., Utkina E.I., Vyayanyan M., Nikulina T.N. The basis of health of the is in rye grain. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2012, no. 6, pp. 3–5. (In Russian).
4. Dziki D. Rye Flour and Rye Bran: New Perspectives for Use. *Processes*, 2022, vol. 10 (2), p. 293. DOI: 10.3390/pr10020293.
5. Shakirov Sh., Bikchantaev I., Yagund E., Yakhin R., Khabibullina V. The rye feeding value after its treatment. *Kombikorma = Compound feeds*, 2016, no. 9, pp. 72–74. (In Russian).
6. Maron K.A., Bezgodov A.V. Prospects for the use of forage varieties of rye in animal feeding. *Zhurnal sel'skogo khozyaistva i okruzhayushchei sredy = Journal of Agriculture and Environment*, 2022, no. 1, pp. 1–6. (In Russian). DOI: 10.23649/jae.2022.1.21.6.
7. Zhuchenko A.A. Rye is the most important food and feed crop in Russia. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii = Agro-food policy in Russia*, 2012, no. 3, pp. 14–21. (In Russian).
8. Ismagilov R.R., Akhiyarova L.M. *Fodder qualities of rye grain*. Ufa: Gilem, 2012, 116 p. (In Russian).
9. Nikulina T.N. Healing power of rye. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2012, no. 6, pp. 5–7. (In Russian).

10. Marchenko A.V. Marketing tools in the development of grain production of winter rye and its products. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal = Moscow Economic Journal*, 2019, no. 9, pp. 168–173. (In Russian).
11. Nemeth R., Tömösközi S. Rye: Current state and future trends in research and applications. *Acta Alimentaria*, 2021, vol. 50, is. 4, pp. 620–640. DOI: 10.1556/066.2021.00162.
12. Poutanen K., Katina K., Heiniö R.-L. Rye. *Bakery Products Science and Technology*, 2014, no. 2, pp. 75–87. DOI: 10.1002/9781118792001.ch4.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Петрова А.А.**, аспирант, агроном I категории; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 375; e-mail: anyuta.07@mail.ru

Лихенко И.Е., доктор сельскохозяйственных наук

Артемова Г.В., кандидат биологических наук

AUTHOR INFORMATION

✉ **Anna A. Petrova**, Post-graduate Student, Category I Agronomist; **address:** PO Box 375, Krasnoobsk, Novosibirsk region, 630501, Russia; e-mail: anyuta.07@mail.ru

Ivan E. Likhenko, Doctor of Science in Agriculture

Galina V. Artemova, Candidate of Science in Biology

Дата поступления статьи / Received by the editors 24.10.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 19.12.2022
Дата публикации / Published 20.04.2023

ОЦЕНКА ГОЛОЗЕРНЫХ ФОРМ ОВСА ЯРОВОГО ПО ЭЛЕМЕНТАМ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА

✉ **Зобнина И.В., Корелина В.А., Батакова О.Б.**

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук
Архангельск, Россия

✉ e-mail: 19651960@mail.ru

В связи с увеличением в последние годы интереса к возделыванию и использованию голозерного овса была произведена оценка голозерных образцов овса ярового конкурсного сортоиспытания по урожайности зерна и элементам ее структуры. Исследования проведены в 2013–2021 гг. Изучено 11 голозерных образцов овса ярового селекции Федерального исследовательского центра «Немчиновка». В качестве стандарта использован сорт Тюменский голозерный. В ходе эксперимента урожайность образцов варьировала от 1,9 до 2,9 т/га. По урожайности выделились четыре образца: 52h2467 (2,9 т/га), 38h2273, 11h2619 (по 2,5 т/га у каждого) и 2h2348 (2,3 т/га). Прибавка к стандартному сорту у указанных образцов составила 0,1–0,7 т/га при НСР₀₅ = 0,13–0,53 т/га. Максимальную урожайность зерна (на 32% больше стандарта) в конкурсном сортоиспытании показал образец 52h2467. За 9 лет исследований наибольшая урожайность наблюдалась при продуктивной кустистости 1,1–1,4 шт., массе 1 тыс. зерен 30,2–35,2 г и массе зерна с метелки 0,90–2,06 г. Согласно результатам корреляционного анализа, именно продуктивная кустистость ($r = 0,72$), масса зерна с метелки ($r = 0,70$) и масса 1 тыс. зерен ($r = 0,38$) являются основными элементами структуры урожая, оказывающими наиболее сильное влияние на урожайность зерна в условиях Северного региона.

Ключевые слова: овес яровой, голозерные формы, урожайность, масса зерна с метелки, масса 1 тыс. зерен

EVALUATION OF NAKED FORMS OF SPRING OATS BY ELEMENTS OF THE CROP STRUCTURE IN THE CONDITIONS OF THE NORTHERN REGION

✉ **Zobnina I.V., Korelina V.A., Batakova O.B.**

N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
Arkhangelsk, Russia

✉ e-mail: 19651960@mail.ru

Due to the increased interest in the cultivation and use of naked oats in recent years, the evaluation of naked samples of spring oats of competitive variety testing by grain yield and the elements of its structure was carried out. The studies were conducted in 2013–2021. Eleven naked spring oat samples of the "Nemchinovka" Federal Research Center selection were studied. The Tyumen-sky Golozerny variety was used as a standard. During the experiment, sample yields ranged from 1.9 to 2.9 t/ha. Four samples stood out in terms of yield: 52h2467 (2.9 t/ha), 38h2273, 11h2619 (2.5 t/ha each), and 2h2348 (2.3 t/ha). The increase to the standard variety in these samples was 0.1–0.7 t/ha with LSD₀₅ = 0.13–0.53 t/ha. The maximum grain yield (32% more than the standard) in a competitive variety trial showed the sample 52h2467. During the 9 years of research the highest yield was observed with productive bushiness 1.1–1.4 units, the weight of 1 thousand grains 30.2–35.2 g and the weight of grains per a panicle 0.90–2.06 g. According to the results of the correlation analysis, the productive bushiness ($r = 0,72$), the weight of grains per a panicle ($r = 0,70$) and the weight of 1 thousand grains ($r = 0,38$) are the main elements of the crop structure, which have the strongest impact on the yield of grain in the Northern region.

Keywords: spring oats, naked forms, yield, grain weight from a panicle, weight of 1000 grains

Для цитирования: Зобнина И.В., Корелина В.А., Батакова О.Б. Оценка голозерных форм овса ярового по элементам структуры урожая в условиях Северного региона // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 63–71. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-7>

For citation: Zobnina I.V., Korelina V.A., Batakova O.B. Evaluation of naked forms of spring oats by elements of the crop structure in the conditions of the Northern region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 63–71. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-7>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Овес посевной яровой (*Avena sativa* L.) – одна из наиболее распространенных и важных зерновых культур в условиях Северного региона Российской Федерации. В нашей стране, как и во всем мире, чаще встречается овес пленчатый. Однако в последние десятилетия растет интерес к голозерным формам [1]. Они являются, по сути, новой культурой в земледелии [2]. В России начало внедрения овса голозерного относится к 2000 г., когда в Государственный реестр был включен сорт Тюменский голозерный. Селекционная работа с голозерными формами овса ярового в Архангельской области ведется с 2013 г. По состоянию на 2021 г. в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, было включено 16 сортов овса голозерного, при этом по Северному региону не районировано ни одного¹.

Интерес к возделыванию овса без пленки значительно увеличился в последние годы в большинстве стран мира. Это связано с повышенными диетическими и лечебно-профилактическими свойствами такого зерна. Овес голозерный (*Avena sativa* subsp. *Nudisativa* (Husn.) Rod. et Sold.) вследствие отсутствия пленки более технологичен в переработке, превосходит пленчатый по питательной ценности, содержанию белка, масла и крахмала [3–5]. В настоящее время голозерный овес приобретает все большее значение для сельскохозяйственного произ-

водства и перерабатывающей промышленности.

Потенциал сорта во многом зависит от условий вегетации, поэтому в данный период приоритетным является возделывание стабильных по урожайности, экологически пластичных, устойчивых к биотическим и абиотическим факторам внешней среды сортов². Безусловно, создание и внедрение сортов голозерного типа позволят производить высококачественное зерно в условиях Северного региона России.

Цель исследования – оценить голозерные образцы овса ярового конкурсного сортоиспытания по урожайности зерна и элементам ее структуры.

Основная задача – провести сравнительную оценку голозерных образцов овса по базовым элементам продуктивности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проведено в питомниках конкурсного сортоиспытания овса ярового в 2013–2021 гг. на опытном поле Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук (Архангельская область, г. Котлас). Материалом исследований являлись два сорта и девять образцов селекционного материала овса голозерного, сравниваемые со стандартом – сортом Тюменский голозерный. Почва опытного участка характеризовалась как высококультуренная дерново-слабоподзоли-

¹ Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. М.: Росинформгрупп, 2021. Т. 1: Сорта растений. 719 с.

² Халецкий С.П., Власов А.Г., Шемель З.В., Трушко А.А. Основные направления и результаты селекции овса // Стратегии и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: материалы междунар. науч.-практ. конф. Жодино, 2017. С. 262–263.

тая. В качестве предшественника использовались однолетние культуры. Отбор почвенных образцов проводился согласно ГОСТу³. По механическому составу почва тяжелосуглинистая глееватая, отличающаяся повышенным содержанием гумуса (3,7%). Реакция почвенного раствора нейтральная (рН = 6,5). Содержание фосфора в 100 г почвы составило 23,5 мг/г, калия – 27,8 мг/г (по Кирсанову), общего азота – 0,11%⁴. Мощность пахотного горизонта достигала 20–22 см. Агротехника в опытах – общепринятая в данной зоне, с минимальными затратами материально-технических средств.

Питомник по типу конкурсного сортоиспытания высевали из расчета 6 млн шт. всхожих зерен на 1 га. Повторность 4-кратная. Учетная площадь 10 м². Закладку опытов, фенологические наблюдения, полевой учет и определение структуры урожая осуществляли согласно методическим указаниям по селекции ячменя и овса и международному классификатору СЭВ рода *Avena*^{5,6}. Для проведения структурного анализа брали снопы с 1 м в четырех повторениях в период конца восковой – начала полной спелости зерна. Изучали такие элементы структуры урожая, как продуктивная кустистость, длина метелки, количество колосков и зерен в метелке, масса зерна с метелки, масса 1 тыс. зерен. Для оценки взаимосвязи продуктивности зерна и элементов структуры урожая использовали корреляционный анализ. Силу коррелятивной связи оценивали по Б.А. Доспехову: $r < 0,3$ – слабая, $r = 0,3–0,7$ – средняя, $r > 0,7$ – сильная⁷. Статистическую обработку данных проводили по методике полевого опыта Б.А. Доспехова⁸ с применением программы Microsoft Office Excel 2007, паке-

та компьютерных программ Agros 2.07 и программы StatGraphics 5.1 от компании Windows.

Во время прохождения эксперимента климатические условия различались по тепло- и влагообеспеченности. Период многолетних исследований (2013–2021 гг.) представлен в анализе динамики основных метеорологических показателей.

Согласно данным А.В. Быковой с соавт.⁹, в последние годы в Котласском районе Архангельской области наблюдается тенденция к повышению температурного режима на протяжении всего вегетационного периода (см. рис. 1).

По сумме эффективных температур в течение всего периода исследований отмечалось увеличение климатической нормы по сравнению со средними многолетними данными (1067°), за исключением 2017 г. (1049°). Недостаток влаги и высокотемпературный режим были зафиксированы в 2013 и 2016 гг. Вегетация растений в 2013, 2016 и 2021 гг. проходила при повышенных суммах эффективных температур, превысивших средние многолетние данные на 401, 464 и 390° соответственно (37–43% от нормы). По сумме эффективных температур 2017 г. оказался на уровне средних многолетних величин.

Количество осадков, выпавших в 2015, 2019 гг., превысило среднемноголетние данные в 1,5 раза (337–367 мм). Наиболее засушливым был 2013 г. – количество осадков несколько ниже нормы. Метеоусловия 2013, 2020 и 2021 гг. отличались очень неравномерным распределением количества выпавших осадков по декадам, в некоторые декады июня – августа осадки отсутствовали.

³ГОСТ 28168–89. Почвы. Отбор проб. М.: Стандартинформ, 2008. 7 с.

⁴Результаты агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий ФГУП «Котласское» Россельхозакадемии Котласского района и программа обеспечения поддержания плодородия почв. Архангельск, 2019. 32 с.

⁵Методические указания по селекции ячменя и овса. Киров, 2014. 64 с.

⁶Международный классификатор СЭВ рода *Avena*. Л., 1984. 38 с.

⁷Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

⁸Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2014. 351 с.

⁹Быкова А.В., Мальцева Н.Е., Павлова Д.С., Субботина М.Н., Соклакова О.С., Лукашова О.П. Влияние изменения климата на сельское хозяйство // Естественные и математические науки в современном мире: сб. ст. по материалам XIV Международ. науч.-практ. конф. Новосибирск, 2014. № 14. С. 114–121.

Согласно градации, увлажнение во время вегетационного периода делится на: 1) оптимальное, если ГТК = 1,0–1,5; 2) избыточное, если ГТК > 1,6; 3) недостаточное, если ГТК < 1,0; 4) слабое, если ГТК < 0,5¹⁰. Среднее значение гидротермического коэффициента для условий Архангельской области составляет от 1,5 до 2,5. В 2013–2021 гг. средняя величина ГТК достигала 1,7 (см. рис. 2), что соответствует избыточному увлажнению.

По степени увлажнения самый высокий ГТК зафиксирован в 2019 г.; оптимальный показатель варьировал от 1,2 до 1,4 в 2013, 2016, 2020 и 2021 гг.

Агрометеорологические данные представлены Северным управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Гидрометцентра (пост Курцево).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В питомнике конкурсного сортоиспытания в 2013–2021 гг. на изучении находились 11 образцов овса голозерного. В табл. 1 представлены данные по продуктивности изучаемых сортообразцов.

В повышении урожайности не менее важную роль играют элементы зерновой продуктивности [6]. Величина продуктивности складывается из суммарных элементов структуры: массы 1 тыс. зерен, озерненности, массы зерна с метелки, продуктивной кустистости.

По результатам проведенных исследований, средняя урожайность образцов за указанные годы варьировала от 1,9 до 2,9 т/га, у стандартного сорта Тюменский голозерный величина этого показателя составила 2,2 т/га. По

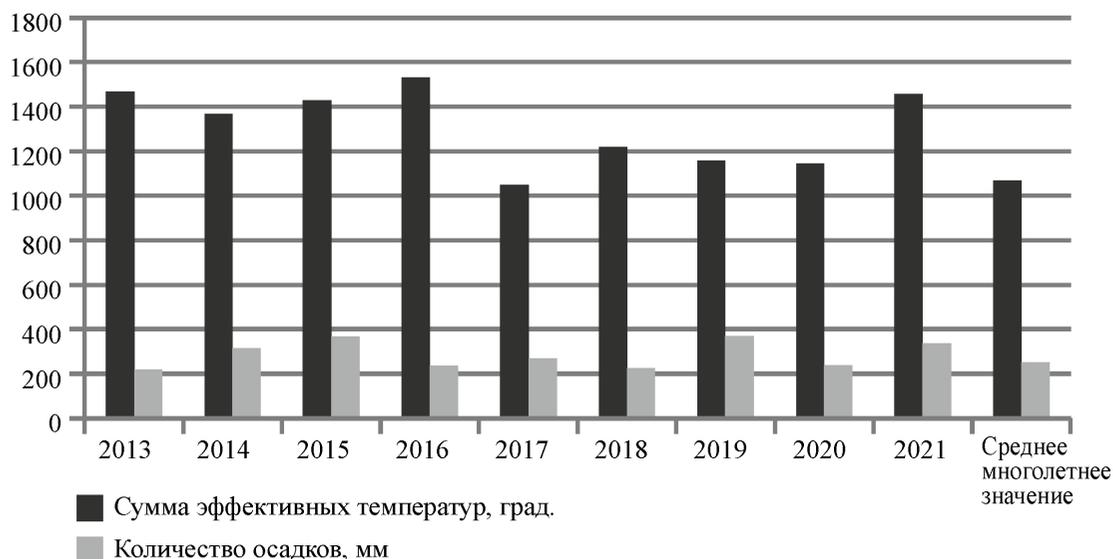


Рис. 1. Сумма эффективных температур и количество выпавших осадков за вегетационный период (2013–2021 гг., д. Курцево, Архангельская область)

Fig. 1. The sum of effective temperatures and the amount of precipitation during the growing season (2013–2021, Kurtsevo, Arkhangelsk region)

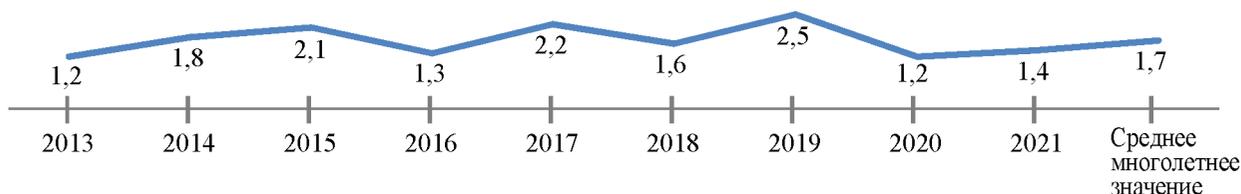


Рис. 2. Величина гидротермического коэффициента за вегетационный период (2013–2021 гг., д. Курцево, Архангельская область)

Fig. 2. Hydrothermal coefficient for the growing season (2013–2021, Kurtsevo, Arkhangelsk region)

¹⁰Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата. М.: Гидрометеиздат, 1977. 220 с.

урожайности выделились четыре голозерных образца: 52h2467 (2,9 т/га), 38h2273, 11h2619 (по 2,5 т/га у каждого) и 2h2348 (2,3 т/га). Прибавка к стандарту в данном случае составила 0,1–0,7 т/га. Максимальную урожайность продемонстрировал сортобразец 52h2467, на 32% превысив показатели стандарта.

Продолжительность периода вегетации – признак, непосредственно связанный с урожайностью и качеством зерна [7, 8]. Веге-

тационный период изучаемых сортобразцов в среднем по годам составил 81–95 сут. Таким образом, рассматриваемые образцы в основном относятся к среднеспелым, образцы Н 2618 и Н 2619 – к среднепоздним (см. табл. 2).

У голозерных форм овса высокая пленчатость является отрицательным признаком. В наших исследованиях доля пленчатых зерен

Табл. 1. Урожайность голозерных сортобразцов овса ярового, участвовавших в конкурсном сортоиспытании (2013–2021 гг.), т/га

Table 1. Yield of naked varieties of spring oats in competitive variety testing (2013-2021), t/ha

Сортобразец	Год									Средняя урожайность
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Тюменский голозерный (стандарт)	2,9	3,1	2,7	1,4	1,7	1,2	2,7	2,3	2,1	2,2
38h2273	2,9	2,8	3,1	1,8	1,8	–	–	–	–	2,5
2h2348	2,7	3,1	3,3	1,3	1,7	–	–	2,0	2,0	2,3
11h2267	1,8	3,2	3,0	1,8	–	–	–	–	–	2,5
Н 2619	–	–	2,6	–	2,1	1,4	2,6	–	–	2,2
57h2396	–	–	2,6	1,4	1,7	–	–	–	–	1,9
Н 2588	–	–	–	2,1	2,4	1,1	2,4	–	–	2,0
Н 2618	–	–	–	–	2,0	1,3	2,3	–	–	1,9
Немчиновский 61	–	–	–	–	–	–	–	2,1	2,0	2,1
52h2467	–	–	–	–	–	–	–	3,2	2,6	2,9
Азиль	–	–	–	–	–	–	–	1,8	2,0	1,9
В среднем по годам	2,6	3,1	2,9	1,6	1,9	1,3	2,5	2,3	2,1	2,3
НСР ₀₅	0,53	0,17	0,29	0,31	0,27	0,13	0,18	0,55	0,26	–

Табл. 2. Хозяйственно-ценные признаки голозерных сортобразцов овса ярового (2013–2021 гг.)

Table 2. Indicators of economically valuable traits of naked samples of spring oats (2013-2021)

Сортобразец	Урожайность, т/га	Отношение к стандарту, %	Вегетационный период, сут	Масса 1 тыс. зерен, г	Число пленчатых зерен, %	Поражение пыльной головней, шт./м ²
Тюменский голозерный (стандарт)	2,2	–	87	27,9	1,24	0,2
38h2273	2,5	114	84	33,9	1,36	–
2h2348	2,3	105	83	30,2	1,77	0,7
11h2267	2,5	114	85	32,7	1,30	–
Н 2619	2,2	100	95	27,6	1,27	0,5
57h2396	1,9	86	81	35,8	1,46	0,1
Н 2588	2,0	91	89	28,3	1,28	1,2
Н 2618	1,9	86	94	28,0	1,65	0,7
Немчиновский 61	2,1	96	85	32,6	0,59	–
52h2467	2,9	132	83	35,2	1,35	–
Азиль	1,9	86	83	32,1	1,03	–
НСР ₀₅	0,32	–	–	3,05	0,31	–

составила 0,59–1,77%, у стандартного сорта Тюменский голозерный – 1,24%. Минимальной пленчатостью зерна в среднем за 2013–2021 гг. характеризовался сорт Немчиновский 61 (0,59%), остальные образцы значительно (на 0,21–0,53%) превосходили стандарт по данному показателю.

За годы исследований были отмечены случаи поражения таким заболеванием, как пыльная головня. Число пораженных растений варьировало от 0,1 до 1,2 шт./м², у сорта Тюменский голозерный оно составило 0,2 шт./м². Устойчивость к пыльной головне проявили образцы 38h2273, 11h2267, 52h2467, Немчиновский 61 и Азиль.

В ходе эксперимента проводился структурный анализ образцов (см. табл. 3).

Продуктивная кустистость – один из важных признаков, определяющих урожайность. В наших опытах средняя величина продуктивной кустистости по изученным сортообразцам составила 1,2 стебля и варьировала от 1,0 (очень слабая) до 1,4 (слабая).

Ценность сорта определяется его продуктивностью, которая находится в прямой зависимости от таких показателей, как число

колосков и зерен в метелке, масса зерна с метелки, масса 1 тыс. зерен.

По массе 1 тыс. зерен голозерные формы уступают пленчатым в среднем на 8 г, что является основной причиной их более низкой урожайности. В эксперименте по данному показателю выделились шесть образцов: 57h2396, 52h2467, 38h2273, 11h2267, Немчиновский 61, Азиль (см. табл. 2), что соответствует очень большой массе 1 тыс. зерен по международному классификатору СЭВ и значительно превосходит характеристики сорта Тюменский голозерный. В среднем за годы исследований у рассматриваемых образцов масса 1 тыс. зерен варьировала от 27,6 до 35,8 г, у стандартного сорта Тюменский голозерный она составила 27,9 г.

Длина метелки у голозерных образцов овса ярового достигала 11,6–18,7 см. По длине метелки выделились четыре образца: 57h2396, 11h2267, 38h2273, 2h2348, у стандарта величина этого показателя находилась на уровне 14,5 см.

Продуктивность овса определяется в основном массой метелки и степенью ее озерненности. У изученных образцов сред-

Табл. 3. Элементы структуры урожая голозерных сортообразцов овса ярового, участвовавших в конкурсном сортоиспытании (2013–2021 гг.)

Table 3. Elements of the crop structure of naked oat varieties in competitive variety testing (2013–2021)

Сортообразец	Урожайность, т/га	Длина метелки, см	Продуктивная кустистость, шт.	Число колосков в метелке, шт.	Число зерен с метелки, шт.	Масса зерна с метелки, г
Тюменский голозерный (стандарт)	2,2	14,5	1,0	22,5	38,7	1,17
38h2273	2,5	17,3	1,1	22,5	42,8	1,05
2h2348	2,3	16,6	1,1	21,0	37,6	0,95
11h2267	2,5	17,8	1,2	23,0	35,8	0,90
Н 2619	2,2	15,2	1,0	22,8	43,1	1,20
57h2396	1,9	18,7	1,1	27,3	50,0	0,77
Н 2588	2,0	15,4	1,0	25,8	42,1	1,0
Н 2618	1,9	15,5	1,0	23,1	46,2	1,15
Немчиновский 61	2,1	14,9	1,2	20,6	20,4	1,09
52h2467	2,9	11,6	1,4	21,7	21,0	2,06
Азиль	1,9	13,3	1,1	18,2	31,0	0,86
НСР ₀₅	0,32	2,04	0,12	2,44	9,60	0,34

Табл. 4. Коэффициенты корреляции средних значений элементов структуры урожая и продуктивности голозерных сортообразцов овса ярового (2013–2021 гг.)

Table 4. Correlation coefficients between the average indicators of the elements of the crop structure and the productivity of naked varieties of spring oats (2013–2021)

Показатель	Продуктивная кустистость, шт.	Масса 1 тыс. зерен, г	Длина метелки, см	Число колосков в метелке, шт.	Число зерен с метелки, шт.	Масса зерна с метелки, г	Вегетационный период, сут
Урожайность, т/га	0,72	0,38	–0,25	–0,18	–0,46	0,70	–0,27
Продуктивная кустистость, шт.		0,75	–0,35	–0,27	–0,75	0,61	–0,57
Масса 1 тыс. зерен, г			0,13	0,03	–0,31	0,13	–0,81
Длина метелки, см				0,57	0,67	–0,73	–0,11
Число колосков в метелке, шт.					0,66	–0,17	0,13
Число зерен с метелки, шт.						–0,53	0,34
Масса зерна с метелки, г							0,08

нее число зерен в метелке зафиксировано в пределах 20,4–50,0 шт. По сравнению со стандартом (38,7 шт.) выделился образец 57h2396.

Масса зерна с метелки в опыте варьировала от 0,77 до 2,06 г. Наибольшая средняя масса зерна с метелки (2,06 г) отмечена у образца 52h2467, у сорта Тюменский голозерный она составила 1,17 г.

Среднее число колосков в метелке варьировало от 18,2 до 27,3 шт. По сравнению со стандартом Тюменский голозерный (22,5 шт.) выделились сортообразцы 57h2396 и Н 2588.

Был проведен корреляционный анализ урожайности и элементов структуры урожая по показателям за 2013–2021 гг.

Установлена значимая взаимосвязь продуктивности и продуктивной кустистости ($r = +0,72$), продуктивности и массы зерна с метелки ($r = +0,70$), средняя взаимосвязь продуктивности зерна и массы зерна с метелки ($r = +0,38$) (см. табл. 4).

При определении элементов, обеспечивающих продуктивность овсов, отмечена значимая связь продуктивной кустистости и массы 1 тыс. зерен ($r = +0,75$), средняя связь числа колосков в метелке и количества зерен с метелки ($r = +0,66$), длины метелки и числа колосков в ней ($r = +0,57$). Установлена отрицательная корреляционная зависимость между массой 1 тыс. зерен и вегетационным

периодом, продуктивной кустистостью и числом зерен с метелки, длиной метелки и массой зерна с метелки.

На корреляционные связи массы 1 тыс. зерен и длины метелки, массы зерна с метелки и продолжительности вегетационного периода значимое влияние не зафиксировано. Наблюдалась отрицательные корреляционные связи количества зерен с метелки почти со всеми элементами структуры урожая.

Согласно результатам корреляционного анализа, именно продуктивную кустистость ($r = 0,72$), массу зерна с метелки ($r = 0,70$) и массу 1 тыс. зерен ($r = 0,38$) можно отнести к элементам структуры урожая, оказывающим значимое влияние на урожайность зерна в рассматриваемых условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С целью проведения дальнейшей селекционной работы в ходе конкурсного сортоиспытания выявлено четыре голозерных сортообразца овса ярового с высокими показателями урожайности: 52h2467, 38h2273, 11h2619, 2h2348. При выделении приоритетных в условиях Северного региона элементов структуры урожая и корреляционных связей между ними установлено, что наибольшее влияние на урожайность зерна овса голозерных форм оказали: продуктивная кустистость, масса зерна с метелки и масса 1 тыс. зерен.

В целом за 9 лет (2013–2021) отмечена достоверная сильная связь между продуктивной кустистостью и массой 1 тыс. зерен ($r = +0,75$), средняя связь между числом колосков в метелке и числом зерен с метелки ($r = +0,66$), длиной метелки и числом колосков в ней ($r = +0,57$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баталова Г.А. Селекционная оценка образцов голозерного овса в условиях Волго-Вятского региона // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2017. № 2 (57). С. 4–11.
2. Баталова Г.А. Перспективы и результаты селекции голозерного овса // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2014. № 2 (10). С. 64–69.
3. Полонский В.И., Сурин Н.А., Герасимов С.А., Липшин А.Г., Сумина А.В., Зюте С. Изучение сортов овса (*Avena sativa* L.) различного географического происхождения по качеству зерна и продуктивности // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019. № 23 (6). С. 53–60.
4. Баталова Г.А., Шевченко С.Н., Тулякова М.В., Русакова И.И., Железникова В.А., Лисицын Е.М. Селекция голозерного овса, ценного по качеству зерна // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2016. № 5. С. 6–9.
5. Андреев Н.Р., Баталова Г.А., Носовская Л.П., Адикаева Л.В., Гольдштейн В.Г., Шевченко С.Н. Оценка технологических свойств некоторых сортов голозерного овса как сырья для производства крахмала // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2016. № 1 (17). С. 83–88.
6. Muslimov M.G., Taimazova N.S., Arnautova G.I. Comparative Characteristics of Productivity Elements among film and Huskless forms of Oat // *International Journal of Ecology and Development*. 2017. Vol. 32. N 4. P. 130–137.
7. Сотник А.Я. Оценка сортов овса по урожайности и вегетационному периоду в условиях Приобской лесостепи // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2018. № 48 (1). С. 51–56.
8. Липшин А.Г., Герасимов С.А. Источники генофонда овса коллекции ВИР для селекции в Восточной Сибири // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2017. № 12 (135). С. 16–21.

REFERENCES

1. Batalova G.A. Selection evaluation of samples of naked oats in the conditions of the Volga-Vyatka region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*, 2017, no. 2 (57), pp. 4–11. (In Russian).
2. Batalova G.A. Perspectives and results of naked oats breeding. *Zernoboboviye i krupyaniye kul'turi = Legumes and Groat Crops*, 2014, no. 2 (10), pp. 64–69. (In Russian).
3. Polonsky V.I., Surin N.A., Gerasimov S.A., Lipshin A.G., Sumina A.V., Zute S. The study of oat varieties (*Avena sativa* L.) of various geographical origin for grain quality and productivity. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selekcii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2019, no. 23 (6), pp. 53–60. (In Russian).
4. Batalova G.A., Shevchenko S.N., Tulyakova M.V., Rusakova I.I., Zheleznikova V.A., Lisicin E.M. Breeding of naked oats having high-quality grain. *Rossiyskaya sel'skohozyaistvennaya nauka = Russian Agricultural Science*, 2016, no. 5, pp. 6–9. (In Russian).
5. Andreev N.R., Batalova G.A., Nosovskaya L.P., Adikaeva L.V., Gol'dshteyn V.G., Shevchenko S.N. Evaluation of technological properties of some varieties of naked oats as raw materials for starch production. *Zernoboboviye i krupyaniye kul'turi = Legumes and Groat Crops*, 2016, no. 1 (17), pp. 83–88. (In Russian).
6. Muslimov M.G., Taimazova N.S., Arnautova G.I. Comparative Characteristics of Productivity Elements among film and Huskless forms of Oat. *International Journal of Ecology and Development*, 2017, vol. 32, no. 4, pp. 130–137.
7. Sotnik A.Ya. Oat cultivars estimation on yield and vegetation period in the conditions of the Priobskaya forest-steppe. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2018, no. 48 (1), pp. 51–56. (In Russian).
8. Lipshin A.G., Gerasimov S.A. Sources of the gene pool of oats of the VIR collection for selection in Eastern Siberia. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of KrasGAU*, 2017, no. 12 (135), pp. 16–21. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Зобнина И.В.**, научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 165390, Архангельская область, д. Курцево, ул. Луговая, 9; e-mail: 19651960@mail.ru

Корелина В.А., кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией

Батакова О.Б., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Irina V. Zobnina**, Researcher; **address:** 9, Lugovaya St., Kurtsevo village, Arkhangelsk Region, 165390, Russia; e-mail: 19651960@mail.ru

Valentina A. Korelina, Candidate of Science in Agriculture, Laboratory Head

Ol'ga B. Batakova, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 24.06.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 30.08.2022
Дата публикации / Published 20.04.2023

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОЗДОРОВЛЕННОГО СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ СОРТА ЧАРОИТ

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

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

✉ e-mail: novickoww@yandex.ru

Изучено влияние питательных сред различного состава на рост и развитие оздоровленных микрорастений картофеля сорта Чароит в условиях *in vitro*. Рассмотрено три варианта составов питательной среды: питательная среда по прописи Мурасиге-Скуга, среда Мурасиге-Скуга со сниженным содержанием минеральных компонентов до 1/2 и до 1/3. Изучены следующие параметры микрорастений: высота, ризогенез, число листьев и междоузлий, общая масса растения, масса листьев, масса корней, масса стебля, масса побега. На питательной среде с 1/2 минеральных компонентов высота микрорастений картофеля на 28-е сутки выращивания увеличилась на 12%, масса побега – на 17% за счет увеличения массы листьев на 33% и массы корневой системы в 2 раза, общая биомасса растений – на 28%. При использовании питательной среды с 1/3 минеральных компонентов для культивирования оздоровленных микрорастений картофеля сорта Чароит на 28-е сутки культивирования наблюдали уменьшение массы побега на 17% за счет снижения массы стебля (25%), масса корневой системы увеличилась на 140%. В данных вариантах питательной среды ризогенез начался раньше и протекал более активно, чем в контроле. Оптимальным вариантом для выращивания микрорастений *in vitro* определена среда с 1/2 содержанием минеральных компонентов от нормы. При аэрогидропонном выращивании растений с разной плотностью расположения (21, 27 и 55 растений/м²) наблюдали увеличение высоты растений, выращиваемых на секциях установок с плотностью посадки 55 растений/м² на 27%. Растения с плотностью посадки 21 растение/м² отличались от других вариантов увеличенным числом стеблей. В урожае миниклубней доля фракций, пригодных для дальнейшего семеноводства, составляла более 50% при использовании на аэрогидропонных установках всех изучаемых плотностей посадки растений. Максимальное количество миниклубней зафиксировано при выращивании растений с плотностью посадки 55 растений/м², и данный вариант рекомендуется для использования при выращивании миниклубней картофеля сорта Чароит аэрогидропонным способом.

Ключевые слова: картофель, меристемная технология оздоровления, состав питательной среды, аэрогидропоника, плотность посадки растений

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING HEALTHY SEED MATERIAL OF POTATO VARIETY CHAROIT

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

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

✉ e-mail: novickoww@yandex.ru

The effect of nutrient media of different composition on the growth and development of healthy potato microplants of the Charoit variety under *in vitro* conditions was studied. Three variants of nutrient medium compositions were considered: nutrient medium according to Murashige-Skoog prescription, Murashige-Skoog medium with a reduced content of mineral components to 1/2 and to 1/3. The following microplant parameters were studied: height, rhizogenesis, number of leaves and internodes, total plant weight, leaf weight, root weight, stem weight, shoot weight. On a nutrient medium with 1/2 mineral components, the height of potato microgrowers on the 28th day of cultivation increased by 12%, the shoot weight - by 17% by increasing the weight of leaves by 33% and the weight of the root system twofold, the total plant biomass - by 28%. When using a nutrient medium with 1/3 of mineral components for cultivation of healthy potato varieties Charoit

microplants on the 28th day of cultivation, a decrease in the shoot weight by 17% was observed due to a decrease in the stem weight (25%), and the weight of the root system increased by 140%. In these variants of nutrient medium, rhizogenesis began earlier and proceeded more actively than in the control. A medium with 1/2 content of mineral components of the norm was determined to be optimal for growing microplants *in vitro*. When aeroponic plants were grown with different plant densities (21, 27, and 55 plants/m²), a 27% increase in the plant height of the plants grown on plant sections with a planting density of 55 plants/m² was observed. The plants with a planting density of 21 plants/m² differed from the other variants by an increased number of stems. In the minituber yield, the proportion of fractions suitable for further seed production was more than 50% when using all planting densities studied on aeroponic plants. The maximum number of minitubers was recorded when growing plants with a planting density of 55 plants/m², and this option is recommended for use in the cultivation of minitubers of the potato variety Charoit by aeroponic method.

Keywords: potato, meristem technology, nutrient medium composition, aeroponics, planting density

Для цитирования: Новиков О.О., Романова М.С., Хаксар Е.В., Косинова Е.И. Разработка технологии получения оздоровленного семенного материала картофеля сорта Чароит // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 72–79. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-8>

For citation: Novikov O.O., Romanova M.S., Khaksar E.V., Kosinova E.I. Development of technology for obtaining healthy seed material of potato variety Charoit. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 72–79. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-8>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Микроклональное размножение картофеля позволяет получать высококачественный посадочный материал, лишенный вирусной инфекции, тем самым позволяя реализовать потенциал сорта. Переход на безвирусный посадочный материал позволяет увеличить урожайность картофеля, как минимум на 20%¹ [1–5]. В настоящее время семеноводство картофеля предполагает выращивание миниклубней из оздоровленных микрорастений картофеля. Состав питательной среды является одним из решающих факторов, влияющих на рост и развитие микрорастений картофеля. Являясь носителем макро- и микроэлементов, витаминов, углеводов и регуляторов роста, питательная среда оказывает большое влияние на морфометрические показатели микрорастений картофеля, поэтому

необходим подбор оптимального сочетания ее компонентов [6–8].

В работе Н.В. Лебедевой² показано, что уменьшение минеральной части среды Мурасиге-Скуга оказывает положительное влияние на формирование эксплантов растений. Кроме того, выращивание микрорастений на питательной среде МС с полной минеральной частью приводит к угнетению роста и развития картофеля.

Также стоит отметить тот факт, что на среде с обедненной минеральной частью растения лучше укоренялись³.

Проведена серия экспериментов по выявлению влияния различной концентрации минеральной части в питательной среде МС на микрорастения картофеля сорта Чароит. При получении миниклубней картофеля на аэрогидропонных установках важными явля-

¹Доланбаева Г.Т., Николаева В.Н., Жаркова С.В. Получение оздоровленного посадочного материала картофеля *in vitro* методом культуры апикальной меристемы // *Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XVII Международной практической конференции* (Барнаул, 9–10 февраля 2022 г.). Барнаул, 2022. С. 213–214.

²Лебедева Н.В. Влияние состава питательной среды на формирование микрорастений картофеля в условиях *in vitro*: автореф. дис. ... канд с.-х. наук. Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. М., 2015.

³Широков А.И., Крюков Л.А. Основы биотехнологии растений: электронное учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский университет, 2012. 49 с.

ются многие факторы: состав питательного раствора, спектральный состав света, режим аэрации и др. Одним из важных и слабо изученных вопросов является плотность расположения растений на аэрогидропонных установках [9–11]. I. Farran и A.M. Mingo-Castel [12] изучали два варианта густоты посадки растений картофеля: 60 и 100 растений/м². Лучшие результаты получены при более низкой плотности посадки растений, они составили 802 миниклубня/м². S. Abdullateef с коллегами [13] сообщают, что наибольшее количество миниклубней на одно растение получено при плотности посадки 25 растений/м², всего 40,82. При этом урожайность растений картофеля на 1 м² не зависела от плотности посадки. Нами проведена серия экспериментов по выявлению влияния различной плотности посадки на параметры растений и урожайность миниклубней при выращивании картофеля сорта Чароит на аэрогидропонных установках.

Цель исследования – изучить влияние различных составов питательной среды на рост и развитие картофеля при выращивании *in vitro* и различной плотности посадки при выращивании на аэрогидропонных установках.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работа проведена в Сибирском научно-исследовательском институте сельского хозяйства и торфа – филиале Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (СибНИИСХиТ – филиале СФНЦА РАН) в 2020 г. Объект экспериментов – оздоровленные материнские микроклоны картофеля *Solanum tuberosum* L. сорта Чароит.

Сорт Чароит является ультраранним, период от посадки до начала формирования товарного урожая 60–70 дней. Клубень удлиненно-овальный с очень мелкими глазками. Кожура желтая. Мякоть кремовая. Масса товарного клубня 120–160 г. Содержание крахмала 14–17%. Вкус отличный. Товарность 94–98%. Лежкость 96%. Устойчив к возбудителю рака картофеля, к вирусным заболеваниям, среднеустойчив к парше обыкновенной и ризоктониозу [14, 15].

Перед закладкой опыта все микрорастения прошли диагностику методом ПЦР в реальном времени. Изучены три варианта составов питательной среды (см. табл. 1).

Состав питательной среды, используемой в качестве контроля, подобран на основании данных, приведенных в литературных источниках⁴ (см. сноску 2) и на протяжении нескольких лет успешно применялся авторами данной работы для выращивания оздоровленных микрорастений картофеля при микрочеренковании.

Во время опыта черенки картофеля культивировали при температуре 20–22 °С с фотопериодом 16/8 ч свет/темнота в пробирках в течение 28 сут при освещении люминесцентными лампами OSRAM, холодный дневной свет, освещенность секции 5 тыс. лк. На каждом варианте питательных сред выращивали по 30 растений. Повторность трехкратная. Полученные растения картофеля *in vitro* были высажены на аэрогидропонные установки серии «Фагро» в секции с различной плотностью расположения – 9 растений на одну секцию установки (21 растение/м²), 12 растений на одну секцию (27 растений/м²) и 24 растения на одну секцию (55 растений/м²). В качестве контрольного варианта в эксперименте выступал вариант с плотностью посадки 55 растений/м². Данный вариант плотности посадки был выбран исходя из анализа литературных данных и конструктивных особенностей аэрогидропонной системы «Фагро» [16].

Выращивание растений картофеля на аэрогидропонных установках проходило в два этапа: сначала в условиях длинного дня (16-часовой фотопериод) на питательном растворе для первой и второй фаз роста (разработка Ю.Ц. Мартиросяна), режим впрыска раствора 40 с, аэрация 3 мин при температуре 20–22 °С, затем в условиях короткого дня (10–12-часовой фотопериод) на питательном растворе для третьей фазы роста растений (разработка Ю.Ц. Мартиросяна), режим впрыска раствора 1 мин, аэрация 15 мин при температуре 16–18 °С.

Для статистической обработки результатов использован пакет программ для Windows

⁴Трофимец Л.Н., Бойко В.В., Анисимов Б.В. и др. Безвирусное семеноводство картофеля: рекомендации. М.: Агропромиздат, 1990.

Табл. 1. Состав питательной среды для выращивания оздоровленных растений картофеля
Table 1. Nutrient medium composition for growing healthy potato plants

№ п/п	Вариант опыта	1	2	3
	Наименование	Среда МС (контроль), мг/л	Среда МС с 1/2 содержанием минеральных компонентов, мг/л	Среда МС с 1/3 содержанием минеральных компонентов, мг/л
<i>Макросоли</i>				
1	NH ₄ NO ₃	1650	825	550
2	KNO ₃	1900	950	633,34
3	CaCl ₂ · 2H ₂ O	440	220	146,67
4	MgSO ₄ · 4H ₂ O	370	185	123,34
5	KH ₂ PO ₄	170	85	56,67
<i>Микросоли</i>				
6	H ₃ BO ₃	6,2	3,1	2,07
7	MnSO ₄ · 4H ₂ O	22,3	11,15	7,44
8	CoCl ₂ · 6H ₂ O	0,025	0,0125	0,0084
9	ZnSO ₄ · 7H ₂ O	8,6	4,3	2,87
10	CuSO ₄ · 5H ₂ O	0,025	0,0125	0,0084
11	Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	0,25	0,125	0,084
12	KI	0,83	0,415	0,28
<i>Хелат железа</i>				
13	Fe ₂ SO ₄ · 7H ₂ O	27,8	13,9	9,27
14	Na ₂ -ЭДТА · 2H ₂ O	37,3	18,65	12,44
<i>Витамины</i>				
15	Тиамин	2,5	2,5	2,5
16	Пиридоксин	5	5	5
17	Аскорбиновая кислота	2,5	2,5	2,5
<i>Прочее</i>				
18	Сахароза	30000	30000	30000
19	Агар-агар	7000	7000	7000

Statistica 10.0. Для сравнения численных значений показателей использовался непараметрический критерий Манна-Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты изучения различных составов питательной среды на ростовые показатели растений картофеля сорта Чароит представлены в табл. 2. В табл. 2 и далее изучаемые составы питательной среды пронумерованы следующим образом:

1 – среда Мурасиге-Скуга для микрооченкования (контроль);

2 – среда Мурасиге-Скуга для микрооченкования с 1/2 минеральных компонентов;

3 – среда Мурасиге-Скуга для микрооченкования с 1/3 минеральных компонентов.

Приживаемость микрорастений картофеля сорта Чароит на всех изучаемых составах питательной среды составила 100%.

По данным исследований, питательная среда с половинным содержанием минеральных компонентов привела к увеличению высоты выращиваемых микрорастений картофеля на 21-е (на 1,27 см, или 14%) и 28-е (на 1,35 см, или 12%) сутки развития. При использовании питательной среды с 1/3 минеральных компонентов также зарегистрировано увеличение высоты растений на 14-е (на 1,39 см, или 24%) и 21-е (на 1,07 см, или 12%) сутки развития, но на 28-е сутки отмечена только тенденция к увеличению данного показателя (на 0,75 см, или 7%). Изучаемые составы питательной среды не вызвали изменений числа междоузлий и листьев оздоровленных микрорастений картофеля сорта Чароит. Определена тенденция к увеличению количества междоузлий при использовании питательной среды с половинным содержанием минеральных компонентов. Экспериментальные данные показывают, что в вариантах с урезанным содержанием минеральных компонентов ризогенез начался раньше и протекал более активно, чем в контроле.

Влияние различных составов питательной среды на морфологические параметры выращиваемых растений отражено в табл. 3.

Выращивание микрорастений картофеля сорта Чароит на питательной среде с 1/2 минеральных компонентов привело к увеличению массы побега на 0,06 г, или 17%, за счет увеличения массы листьев (на 0,05 г, или 33%) и массы корневой системы (на 0,05 г, или 100%). Общая биомасса растений также была увеличена (на 0,11 г, или 28%). При использовании питательной среды с 1/3 минеральных компонентов наблюдалось уменьшение массы побега на 0,06 г (17%) за счет снижения массы стебля (на 0,06 г, или 25%). При этом масса корневой системы, напротив, была увеличена (на 0,07 г, или 140%).

Табл. 2. Влияние различных составов питательной среды на ростовые показатели оздоровленных микрорастений сорта Чароит**Table 2.** Effect of different compositions of nutrient media on the growth performance of the recovered Charoit microplants

Вариант опыта	Показатель	Сутки				
		3-и	7-е	14-е	21-е	28-е
1	Высота, см	0,19 ± 0,02	1,63 ± 0,10	5,90 ± 0,32	8,99 ± 0,25	10,89 ± 0,24
2		0,25 ± 0,03	1,49 ± 0,10	6,94 ± 0,42	10,26 ± 0,38*	12,24 ± 0,34*
3		0,23 ± 0,03	1,53 ± 0,12	7,29 ± 0,37**	10,06 ± 0,39*	11,64 ± 0,39
1	Число листьев, шт.	0	2,29 ± 0,10	4,82 ± 0,14	6,04 ± 0,13	7,38 ± 0,12
2		0	2,17 ± 0,10	4,87 ± 0,16	6,36 ± 0,15	7,70 ± 0,16
3		0	2,27 ± 0,12	4,84 ± 0,12	6,11 ± 0,13	7,18 ± 0,15
1	Число междоузлий, шт.	0	1,06 ± 0,10	3,26 ± 0,16	4,83 ± 0,13	6,23 ± 0,13
2		0	0,98 ± 0,09	3,58 ± 0,20	5,16 ± 0,16	6,48 ± 0,17
3		0	1,00 ± 0,10	3,34 ± 0,17	4,80 ± 0,15	6,07 ± 0,16
1	Ризогенез, шт.	21	59	90	90	90
2		26	81	90	90	90
3		25	82	90	90	90

Здесь и в табл. 3, 5:

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

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

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

Табл. 3. Влияние различных составов питательной среды на морфологические показатели оздоровленных микрорастений сорта Чароит на 28-е сутки выращивания**Table 3.** Effect of different compositions of nutrient media on the morphological parameters of the recovered Charoit microplants on day 28 of cultivation

Вариант опыта	Масса листьев, г	Масса стебля, г	Масса побега, г	Масса корневой системы, г	Общая биомасса, г	Длина корневой системы, см
1	0,15 ± 0,004	0,20 ± 0,006	0,35 ± 0,008	0,05 ± 0,002	0,40 ± 0,009	3,95 ± 0,11
2	0,20 ± 0,005***	0,22 ± 0,005	0,41 ± 0,008***	0,10 ± 0,004***	0,51 ± 0,009***	4,32 ± 0,11
3	0,15 ± 0,007	0,15 ± 0,004***	0,29 ± 0,005***	0,12 ± 0,005***	0,40 ± 0,008	4,24 ± 0,10

Стоимость различных вариантов питательной среды представлена в табл. 4.

Изучаемые питательные среды отличаются друг от друга по стоимости, но незначительно (см. табл. 4). Самый дешевый вариант – питательная среда № 3, содержащая 1/3 минеральных компонентов.

В табл. 5 представлены данные о влиянии плотности посадки на морфометрические параметры оздоровленных растений картофеля при аэрогидропонном выращивании.

Растения картофеля сорта Чароит, выращиваемые на секциях аэрогидропонных установок с плотностью 55 растений/м², отличались от двух других вариантов большей высотой растений (разница составила около 10 см). Кроме того, растения, выращиваемые

с плотностью 21 растение/м², имели несколько большее число стеблей на одно растение по сравнению с другими вариантами.

Влияние плотности посадки на урожайность и фракционный состав мини клубней картофеля сорта Чароит отражено в табл. 6.

Табл. 4. Стоимость различных вариантов питательной среды**Table 4.** Cost of different nutrient media options

№ п/п	Варианты состава питательной среды	Цена за 1 литр, р.
1	Контроль	57,08
2	Среда МС с 1/2 минеральных компонентов	56,42
3	Среда МС с 1/3 минеральных компонентов	56,20

Табл. 5. Влияние плотности посадки на морфометрические параметры оздоровленных растений картофеля сорта Чароит при аэрогидропонном выращивании

Table 5. Influence of the planting density on the morphometric parameters of healthy potato plants of the Charoit variety in aeroponic cultivation

Вариант опыта	Период культивирования		
	Посадка	100-е сутки культивирования	
	Высота растений, см	Высота растений, см	Число стеблей, шт.
1 (21 растение/м ²)	14,12 ± 0,58	33,44 ± 1,35***	2,17 ± 0,26***
2 (27 растений/м ²)	16,30 ± 0,26	33,54 ± 1,27***	1,58 ± 0,19*
3 (55 растений/м ²) (контроль)	14,25 ± 0,31	45,98 ± 1,19	1,13 ± 0,05

Табл. 6. Влияние плотности посадки на урожайность и фракционный состав миниклубней при выращивании оздоровленных растений картофеля сорта Чароит

Table 6. Influence of the planting density on the yield and fractional composition of minitubers when growing recovered Charoit potato plants

Вариант опыта	Число миниклубней на одну секцию установки, шт.	Число миниклубней на одно растение, шт.	Доля миниклубней различных фракций, %			Доля миниклубней фракций, пригодных для семеноводства, %	Число миниклубней фракций, пригодных для семеноводства на одну секцию установки, шт.
			Мелкие	Средние	Крупные		
1 (21 растение/м ²)	134,5	14,9	21,2	53,5	25,3	78,8	106
2 (27 растений/м ²)	149,5	12,5	22,1	51,8	26,1	77,9	117
3 (55 растений/м ²)	195	8,1	28,5	50,8	29,4	71,5	139

Анализ данных, представленных в таблице 6, показывает, что максимальная урожайность миниклубней с одного растения была в варианте 21 растение/м². При этом максимальное число миниклубней, полученных с одной секции установки, отмечено в варианте с плотностью 55 растений/м².

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование питательной среды с уменьшенным в 2 раза содержанием минеральных компонентов для выращивания оздоровленных микрорастений сорта Чароит привело к увеличению высоты растений, увеличению общей биомассы за счет увеличения массы листьев и корневой системы. Растения были более длинными и тонкими с массивными листьями и корневой системой. На среде с 1/3 минеральных компонентов растения картофеля сорта Чароит отличались сниженной относительно контроля массой побега (за счет снижения массы стебля) и увеличенной массой корневой системы. Опытные растения имели более тонкий стебель, но более развитую корневую систему.

Для выращивания оздоровленных микро-растений картофеля сорта Чароит как для

ускоренного получения большого количества копий растений, так и для дальнейшей пересадки на аэрогидропонные системы оптимальным из изученных составов является питательная среда с 1/2 минеральных компонентов.

При аэрогидропонном выращивании оздоровленных растений картофеля сорта Чароит с разной плотностью расположения (21 растение/м², 27 растений/м² и 55 растений/м²) наблюдали увеличение высоты растений, выращиваемых на секциях установок с плотностью 55 растений/м². На аэрогидропонных установках с плотностью посадки 21 растение/м² растения картофеля отличались увеличенным количеством стеблей.

В урожае миниклубней доля фракций, пригодных для дальнейшего семеноводства, составляла более 50% при использовании на аэрогидропонных установках всех изучаемых плотностей посадки растений. Максимальное количество миниклубней зафиксировано при выращивании растений с плотностью посадки 55 растений/м² и данный вариант рекомендуется при выращивании миниклубней картофеля сорта Чароит аэрогидропонным способом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Batukaev A.A., Vamatov I.M., Khadzhimuradova E.A.* The system of production of healthy planting material for potato under the conditions of the Chechen Republic // *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2018. Vol. 10 (1). P. 106–109.
2. *Бакунов А.Л., Дмитриева Н.Н., Милехин А.В., Рубцов С.Л.* Рост и развитие меристемных растений картофеля при модификации питательной среды комплексными витаминно-минеральными препаратами Компливит и Супрадин // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020. № 5 (85). С. 94–96.
3. *Xhulaj D., Gixhari B.* In Vitro Micropropagation of Potato (*Solanum Tuberosum* L.) Cultivars // *Agriculture & Forestry*. 2018. Vol. 64. Is. 4. P. 105–112. DOI: 10.17707/AgricultForest.64.4.12.
4. *Khalil M.M., Abd El Aal A.M.H., Samy M.M.* Growth Improvement of Potato Plants Produced from Tissue Culture // *Middle East Journal of Agriculture Research*. 2016. Vol. 5. Is. 4. P. 666–671.
5. *Власевская Е.А., Мухаметшин И.Г.* Влияние питательной среды и фотопериода на клубнеобразование микрорастений картофеля в культуре *in vitro* // *Бюллетень науки и практики*. 2019. Т. 5. № 12. С. 177–181. DOI: 10.33619/2414-2948/49/18.
6. *Ibrahim A.I., Emara H.A., Nower A.A., Abodibab A.Y.* In vitro Cultivation of Potato Plants // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2016. Vol. 5 № 12. P. 858–868. DOI: 10.20546/ijcmas.2016.512.094.
7. *Balashova H., Lavrynenko Yu., Vozhegova R., Kotov B.* Influence of storey of cuttings of test glass plants and nutrient medium upon induction of formation of tubers of potato in vitro of grades of different groups of ripeness // *Agrarian Science Bulletin*. 2018. Vol. 5. P. 41–46. DOI: 10.31073/agrovisnyk201805-07.
8. *Мазаева Ю.В.* Выращивание картофеля «In vitro» на безгормональных и гормональных питательных средах разного состава // *Вестник Мичуринского государственного аграрного университета*. 2022. № 3 (70). С. 33–39.
9. *Caloria A.H., Factor T.L., Feltran J.C., Watanabe E.Y., Cinto de Moraes C., Purquerio L.F.V.* Seed potato minituber production in an aeroponic system under tropical conditions: electrical conductivity and plant density // *Journal of plant nutrition*. 2018. Vol. 41 (15). P. 2200–2209. DOI: 10.1080/01904167.2018.1497652.
10. *Tunio M.H., Gao J., Shaikh S.A., Lakhari I.A., Qureshi W.A., Solangi K.A., Chandio F.A.* Po-

tato production in aeroponics: An emerging food growing system in sustainable agriculture for food security // *Chilean journal of agricultural research*. 2020. Vol. 80 (1). P. 118–132. DOI: 10.4067/S0718-58392020000100118.

11. *Аникина И.Н., Хутинаев О.С., Султумбаева А.К.* Аэропоника как фактор повышения коэффициента размножения меристемного картофеля // *European science*. 2017. № 6 (28). С. 40–44.
12. *Farran I., Mingo-Castel A.M.* Potato Minituber Production Using Aeroponics: Effect of Plant Density and Harvesting Intervals // *American Journal of Potato Research*. 2006. Vol. 83 (1). P. 47–53. DOI: 10.1007/BF02869609.
13. *Abdullateef S., Böhme M.H., Pinker I.* Potato Minituber Production at Different Plant Densities Using an Aeroponic System // *Acta Horticulturae*. 2012. Vol. 927. P. 429–436. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.927.53.
14. *Шелабина Т.А., Родионенков А.И., Кузнецов А.А., Завьялова С.А.* Оригинальное семеноводство картофеля сорта Чароит // *Аграрная Россия*. 2019. № 5. С. 12–15. DOI: 10.30906/1999-5636-2019-5-12-15.
15. *Балакина С.В.* Особенности формирования урожая картофеля нового сорта Чароит в зависимости от приемов возделывания // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2017. № 1 (63). С. 22–25.
16. *Calori A.H., Factor T.L., Feltran J.C., Watanabe E.Y., Moraes C.C., Purquerio L.F.V.* Electrical conductivity of the nutrient solution and plant density in aeroponic production of seed potato under tropical conditions (winter/spring) // *Bragantia*. 2017. № 76 (1). P. 23–32.

REFERENCES

1. *Batukaev A.A., Vamatov I.M., Khadzhimuradova E.A.* The system of production of healthy planting material for potato under the conditions of the Chechen Republic. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2018, vol. 10 (1), pp. 106–109.
2. *Bakunov A.L., Dmitrieva N.N., Milekhin A.V., Rubtsov S.L.* Growth and development of meristem potato plants when modifying the nutrient medium with Complivit and Supradin complex vitamin and mineral preparations. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2020, no. 5 (85), pp. 94–96. (In Russian).
3. *Xhulaj D., Gixhari B.* In Vitro Micropropagation of Potato (*Solanum Tuberosum* L.) Cultivars. *Agriculture & Forestry*, 2018, vol. 64, is. 4, pp. 105–112. DOI: 10.17707/AgricultForest.64.4.12.

4. Khalil M.M., Abd El Aal A.M.H., Samy M.M. Growth Improvement of Potato Plants Produced from Tissue Culture. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 2016, vol. 5, is. 4, pp. 666–671.
5. Vlasevskaya E.A., Mukhametshin I.G. Influence of the nutrient medium and photoperiod on tuberization of potato microplants in *in vitro* culture. *Bulleten' nauki i praktiki = Bulletin of Science and Practice*. 2019, vol. 5, no. 12, pp. 177–181. (In Russian). DOI: 10.33619/2414-2948/49/18.
6. Ibrahim A. I., Emarah H.A., Nower A.A., Abodiab A.Y. In vitro Cultivation of Potato Plants. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2016, vol. 5, no. 12, pp. 858–868. DOI: 10.20546/ijcmas.2016.512.094.
7. Balashova H., Lavrynenko Yu., Vozhegova R., Kotov B. Influence of storey of cuttings of test glass plants and nutrient medium upon induction of formation of tubers of potato in vitro of grades of different groups of ripeness. *Agrarian Science Bulletin*, 2018, vol. 5, pp. 41–46. DOI: 10.31073/agrovisnyk201805-07.
8. Mazaeva Yu.V. Growing potatoes "in vitro" on hormone-free and hormonal nutrient media of different composition. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, 2022, no. 3 (70), pp. 33–39. (In Russian).
9. Caloria A.H., Factor T.L., Feltran J.C., Watanabe E.Y., Cinto de Moraes C., Purquerio L.F.V. Seed potato minituber production in an aeroponic system under tropical conditions: electrical conductivity and plant density. *Journal of plant nutrition*, 2018, vol. 41 (15), pp. 2200–2209. DOI: 10.1080/01904167.2018.1497652.
10. Tunio M.H., Gao J., Shaikh S.A., Lakhari I.A., Qureshi W.A., Solangi K.A., Chandio F.A. Potato production in aeroponics: An emerging food growing system in sustainable agriculture for food security. *Chilean journal of agricultural research*, 2020, vol. 80 (1), pp. 118–132. DOI: 10.4067/S0718-58392020000100118.
11. Anikina I.N., Khutinaev O.S., Sultumbaeva A.K. Aeroponics as a factor in increasing the multiplication factor of meristem potatoes. *European science*, 2017, no. 6 (28), pp. 40–44. (In Russian).
12. Farran I., Mingo-Castel A.M. Potato Minituber Production Using Aeroponics: Effect of Plant Density and Harvesting Intervals. *American Journal of Potato Research*, 2006, vol. 83 (1), pp. 47–53. DOI: 10.1007/BF02869609.
13. Abdullateef S., Böhme M.H., Pinker I. Potato Minituber Production at Different Plant Densities Using an Aeroponic System. *Acta Horticulturae*, 2012, vol. 927, pp. 429–436. DOI: 10.17660/ActaHortic.2012.927.53.
14. Shelabina T.A., Rodionenkov A.I., Kuznetsov A.A., Zav'yalova S.A. Original seed production of potato variety Charoit. *Agrarnaya Rossiya = Agrarian Russia*, 2019, no. 5, pp. 12–15. (In Russian). DOI: 10.30906/1999-5636-2019-5-12-15.
15. Balakina S.V. Peculiarities of yield formation of the new potato variety Charoit as dependent on its cultivation techniques. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2017, no. 1 (63), pp. 22–25. (In Russian).
16. Caloria A.H., Factor T.L., Feltran J.C., Watanabe E.Y., Moraes C.C., Purquerio L.F.V. Electrical conductivity of the nutrient solution and plant density in aeroponic production of seed potato under tropical conditions (winter/spring) // *Bragantia*, 2017. no. 76 (1), pp. 23–32.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Новиков О.О.**, младший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 634050, Томск, ул. Гагарина, 3 (а/я 1668); e-mail: novickoww@yandex.ru

Романова М.С., кандидат биологических наук, заместитель директора по научно-исследовательской работе

Хаксар Е.В., научный сотрудник

Косинова Е.И., младший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Oleg O. Novikov**, Junior Researcher; **address:** 3 (PO Box 1668), Gagarina St., Tomsk, 634050, Russia; e-mail: novickoww@yandex.ru

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

Elena V. Khaksar, Researcher

Elena I. Kosinova, Junior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 18.01.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 07.03.2023
Дата публикации / Published 20.04.2023



<https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-9>
УДК: 634.75:631.524

Тип статьи: оригинальная
Type of article: original

ИСТОЧНИКИ УСТОЙЧИВОСТИ К ФИТОФТОРОЗНОЙ КОЖИСТОЙ ГНИЛИ ЗЕМЛЯНИКИ ДЛЯ СРЕДНЕГО УРАЛА

✉ Невоструева Е.Ю., Андреева Г.В.

*Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения
Российской академии наук*

Екатеринбург, Россия

✉ e-mail: sadovodnauka@mail.ru

Представлены результаты изучения гибридов земляники для дальнейшей селекции в период массового распространения заболеваний, способствующих недобору ягодной продукции, – серой и фитофторозной кожистой гнили ягод. Исследования выполнены в полевом опыте на Свердловской селекционной станции садоводства на коллекции живых растений открытого грунта в 2018–2021 гг. Объекты исследований – восемь элитных гибридов среднего и позднего сроков созревания, происходящих из семей: Соловушка × Totem, Соловушка × Dukat, Соловушка × Marmolada, Амулет × Marmolada. Контрольные сорта – Гейзер и Боровицкая. Изучение гибридов проведено в соответствии с общепринятыми методиками по комплексу хозяйственно ценных признаков и степени поражения грибной болезнью. В уральских условиях серая гниль отмечается почти ежегодно, фитофтора на ягодах – в отдельные годы. В благоприятные для развития фитофторы годы потери урожая у неустойчивых к заболеванию сортов среднего и среднепозднего сроков созревания могут быть значительными. На Среднем Урале болезнь наблюдают и на поздних сортах земляники. Установлено, что устойчивость к фитофторозной кожистой гнили контролируется полигенно при аддитивном влиянии нескольких генов и не зависит от рас возбудителя. Так как иммунитета у земляники к данному заболеванию нет, проведена работа с привлечением устойчивых сортов, выделенных при изучении в полевых условиях. В результате исследований выявлены устойчивые (с потерей урожая до 10%) среднеспелые гибриды 2-45-10 и 2-54-11, которые будут привлечены в селекционный процесс на признак устойчивости к фитофторозной кожистой гнили.

Ключевые слова: земляника, устойчивость, фитофторозная кожистая гниль, гибрид, источник

SOURCES OF STRAWBERRY RESISTANCE TO LATE BLIGHT LEATHERY ROT FOR THE MIDDLE URALS

✉ Nevostrueva E.Yu., Andreeva G.V.

*Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science
Yekaterinburg, Russia*

✉ e-mail: sadovodnauka@mail.ru

The results of the study of strawberry hybrids for further breeding in the period of mass spread of diseases contributing to the shortage of berry products - gray and late blight leathery rot of berries - are presented. The studies were carried out in a field experiment at the Sverdlovsk Horticultural Breeding Station on the collection of live plants in the open ground in 2018-2021. The objects of the study are eight elite hybrids of medium and late maturity, originating from the families Solovushka × Totem, Solovushka × Dukat, Solovushka × Marmolada, Amulet × Marmolada. The check varieties are Geyser and Borovitskaya. The hybrids were studied in accordance with the generally accepted methods for the complex of economically valuable characters and the degree of infestation by the

fungal disease. In the conditions of the Urals, gray rot is observed almost annually, and the late blight on berries - in some years. In the years favorable for the development of the late blight, yield losses in the varieties that are not resistant to the disease of medium and medium maturity dates can be significant. In the Middle Urals, the disease is also observed on the late varieties of strawberries. It was found that resistance to late blight leathery rot is controlled polygenetically through the additive effect of several genes and does not depend on the races of the pathogen. Since there is no immunity to this disease in strawberries, work was carried out with the use of resistant varieties isolated when studied in the field. As a result of the research the resistant (with yield loss up to 10%) medium-maturing hybrids 2-45-10 and 2-54-11 were identified, which will be involved in the breeding process for the trait of resistance to late blight leathery rot.

Keywords: strawberries; resistance, late blight leathery rot, hybrid, source

Для цитирования: Невоструева Е.Ю., Андреева Г.В. Источники устойчивости к фитофторозной кожистой гнили земляники для Среднего Урала // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 80–85. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-9>

For citation: Nevostrueva E.Yu., Andreeva G.V. Sources of strawberry resistance to late blight leathery rot for the Middle Urals. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 80–85. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-9>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Исследования выполнены по государственному заданию НИОКР по направлению 4.1.2. Растениеводство, защита и биотехнология растений. Раздел 4.1.2.1 Поиск, сохранение, изучение генетических ресурсов растений и использование их в селекционном процессе при создании новых форм, сортов и гибридов сельскохозяйственных, лекарственных и ароматических культур. По теме «Создание конкурентоспособных, высокоурожайных сортов зерновых, зернобобовых, кормовых, плодово-ягодных культур и картофеля мирового уровня на основе перспективных генетических ресурсов, устойчивых к био- и абиотическим факторам» (№ 0532-2021-0008).

Acknowledgments

The research was carried out under the state R&D assignment under the direction 4.1.2 Plant breeding, plant protection and biotechnology. Section 4.1.2.1 Search, preservation, study of plant genetic resources and their use in the breeding process to create new forms, varieties and hybrids of agricultural, medicinal and aromatic crops. On the topic "Development of competitive, high-yielding varieties of cereals, legumes, fodder, fruit and berry crops and potatoes of world-class on the basis of promising genetic resources resistant to bio- and abiotic factors" (№ 0532-2021-0008).

ВВЕДЕНИЕ

На Среднем Урале, как и во многих регионах возделывания земляники садовой, основными болезнями, вызывающими гниль ягод, являются серая и фитофторозная кожистая гнили [1–4]. Если поражение серой гнилью отмечается практически ежегодно [5], то появление фитофтороза на ягодах в уральских условиях наблюдается в отдельные годы. Данному заболеванию способствует наличие капельно-жидкой влаги в период формирования и созревания урожая, поэтому максимальное развитие болезни наблюдается после дождей¹.

Потери урожая при благоприятных для заболевания условиях у восприимчивых

сортов, преимущественно среднего и среднепозднего сроков созревания, могут составлять почти 100% [6, 7]. В условиях Среднего Урала поражению этой болезни подвержены и поздние сорта.

Проведенными в последние годы исследованиями установлено, что устойчивость к фитофторозной кожистой гнили (возбудитель болезни – *Phytophthora cactorum* (Leb. et Cohn) Schrot.) контролируется у земляники садовой полигенно и не зависит от рас гриба [8–11]. В практической селекции значимо выявление источников устойчивости в полевых условиях с дальнейшим вовлечением их в гибридизацию².

¹Бенне Р. Промышленное производство земляники. М.: Колос, 1978. 77 с.

²Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (под ред. Е.Н. Седова). Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 416–443.

Поэтому эффективный путь решения данной проблемы, позволяющий получать экологически чистую ягодную продукцию, – создание новых сортов земляники, сочетающих в своем генотипе комплекс хозяйственно ценных признаков с устойчивостью к данной болезни.

Цель исследований – выявить новые исходные формы земляники, устойчивые к фитотфторозной кожистой гнили, для дальнейшей селекции.

Задачи исследований:

- изучить селекционный материал на признак устойчивости к заболеванию и комплекс хозяйственно ценных признаков,
- выделить по результатам изучения источника устойчивости для селекции.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены в полевом опыте на Свердловской селекционной станции садоводства – структурном подразделении Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук (УрФАНИЦ УрО РАН) на коллекции живых растений открытого грунта «Генофонд плодовых, ягодных и декоративных культур на Среднем Урале» (Свердловская ССС УрФАНИЦ УрО РАН, Екатеринбург) в 2018–2021 гг. Объекты исследований – восемь элитных гибридов земляники садовой среднего и позднего сроков созревания. Контрольные сорта для среднеспелых гибридов – Гейзер, поздних – Боровицкая.

Почва участка дерново-подзолистая, среднесуглинистая. Закладка опыта проведена весной в 2017 и 2019 гг. Схема посадки – 0,9 × 0,2 м. Гибриды для изучения высажены в трех повторностях, размещение в опыте рендомизированное. Агротехника возделывания общепринятая для культуры земляники. Участок расположен на богаре.

Изучение проводили согласно общепринятой методике (см. сноску 2): подсчитывали число пораженных ягод на деланке

и общее число снятых ягод с переводом в процентное отношение. Согласно методике, устойчивые к болезни сорта должны иметь не более 10% потери урожая в годы, благоприятные для развития болезни, не более 5% – в обычные годы; среднеустойчивые – до 20 и 10% соответственно; неустойчивые – с потерями урожая, превышающими данные пределы. Обработка данных по урожайности и средней массе ягоды изучаемых гибридов проведена в соответствии с общепринятой методикой³. Оценка вкуса свежих ягод определена органолептически.

Гидротермический коэффициент (ГТК) по Г.Т. Селянинову использован при выяснении влагообеспеченности вегетационных периодов. Обеспеченность влагой определена по следующей классификации: избыточное увлажнение – больше 1,6; достаточное увлажнение – 1,6–1,3; слабая засушливость – 1,3–1,0; засушливость – 1,0–0,7; сильная засушливость – 0,7–0,4; сухость – меньше 0,4⁴.

Условия перезимовки в годы наблюдений характеризовались как благоприятные для культуры земляники, максимальная степень подмерзания гибридов земляники не превышала 1,0–1,5 балла. Условия вегетационных периодов 2018–2021 гг. не отличались контрастностью – ГТК 0,8–1,3 (см. табл. 1), но сильно различались по месяцам – от засушливых с дефицитом осадков (май –

Табл. 1. Показатели гидротермического коэффициента (ГТК) вегетационных периодов 2018–2021 гг.

Table 1. Indicators of the hydrothermal coefficient (HTC) of the growing seasons of 2018–2021

Год	Гидротермический коэффициент				
	Май	Июнь	Июль	Август	Среднее
2018	1,3	1,3	1,7	1,0	1,3
2019	0,8	0,9	1,4	1,6	1,2
2020	0,6	0,9	0,3	2,6	1,1
2021	0,2	0,8	1,5	0,8	0,8

³Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.

⁴Федоров А.В. Сельскохозяйственная гидрометеорология. Л.-М.: Гидрометеониздат, 1938. 271 с.

Табл. 2. Количество осадков в периоды формирования и созревания урожая земляники в 2018 и 2021 гг.

Table 2. The amount of precipitation during the periods of formation and ripening of the strawberry crop in 2018 and 2021

Год	Дата цветения	Дата созревания	Количество выпавших осадков от нормы в периоды, %	
			формирования урожая	созревания
2018	18.06–04.07	13.07–03.08	129	47
2021	24.05–04.06	25.06–18.07	76	143

июнь 2019 г., май – июль 2020 г., май – июль 2021 г.) до переувлажненных (июль 2018 г., август 2020 г., июль 2021 г.).

Благоприятные условия для развития фитотрофной кожистой гнили сложились в 2018, 2021 гг. (см. табл. 2).

При этом в 2018 г. ягоды поразились болезнью еще в период формирования урожая (во время налива ягод), а в 2021 г. – уже при созревании (выпало осадков 143% от нормы).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Изучаемые элитные гибриды земляники за период исследований показали хороший уровень признака зимостойкости, степень подмерзания большинства сеянцев не превышала 1,0 балла. У гибридов 3-45-10 и 2-54-11

данный показатель был несколько ниже – 1,5 балла (см. табл. 3).

Наибольшей урожайностью отличились гибриды среднего срока созревания 3-44-10 (10,5 т/га) и позднеспелый – 2-43-10 (7,4 т/га). Низкоурожайным оказался гибрид 9-44-10 (5,3 т/га). Остальные гибриды в опыте не имели существенной разницы с контрольными сортами.

Крупноплодными среди гибридов среднего срока созревания являются – 9-44-10, 3-44-10, 8-44-10 из семьи Соловушка × Totem, средняя масса ягоды которых составила 9,9–11,7 г. Из позднеспелых существенно крупнее по сравнению с контролем была Боровицкая – гибрид 2-43-10 (16,1 г). Масса ягоды на уровне контрольных сортов

Табл. 3. Краткая хозяйственно-биологическая характеристика элитных гибридов земляники, 2018–2021 гг.

Table 3. Brief economic and biological characteristics of elite strawberry hybrids, 2018-2021

Гибрид	Происхождение	Степень подмерзания, балл	Урожайность, т/га	Средняя масса ягоды, г	Оценка вкуса, балл
Гейзер – контроль		1,0	7,8	8,2	4,4
3-44-10	Соловушка × Totem	1,0	10,5	10,6	4,2
8-44-10	Соловушка × Totem	1,0	8,4	11,7	4,5
3-45-10	Соловушка × Dukat	1,5	8,1	8,9	4,0
2-45-10	Соловушка × Dukat	1,0	7,0	8,2	4,4
2-54-11	Амулет × Marmolada	1,5	6,8	7,8	4,5
9-44-10	Соловушка × Totem	1,0	5,3	9,9	4,5
НСР ₀₅			1,8	1,5	
Боровицкая – контроль		2,0	4,2	9,9	4,0
2-43-10	Соловушка × Marmolada	1,0	7,4	16,1	4,0
1-43-10	Соловушка × Marmolada	1,0	5,5	13,9	4,3
НСР ₀₅			1,7	5,2	

Табл. 4. Поражение фитофторозной кожистой гнилью ягод элитных гибридов земляники, 2018, 2021 гг.

Table 4. Infestation with late blight leathery rot of the berries of elite strawberry hybrids, 2018, 2021

Гибрид	Поражение ягод фитофторозной кожистой гнилью по годам, %	
	2018 г.	2021 г.
Гейзер – контроль	3,5	33,6
2-45-10	0	1,1
2-54-11	0	4,7
8-44-10	3,3	22,8
9-44-10	6,1	29,6
3-45-10	2,0	41,3
3-44-10	3,4	52,2
Боровицкая – контроль	0,9	14,6
2-43-10	0,6	18,3
1-43-10	1,2	37,4

отмечена у остальной части гибридов, высокая оценка вкуса свежих ягод – у гибридов 8-44-10, 2-54-11, 9-44-10 (4,5 балла). Вкус большинства изучаемых гибридов в опыте был на уровне контролей или ниже.

Фитофторозная кожистая гниль ягод отмечена в 2018 и 2021 гг. (см. табл. 4). Если в 2018 г. потери урожая от данного заболевания были небольшие (максимальные – до 6,1% – зарегистрированы у гибрида 9-44-10), то в 2021 г. поражение ягод гнилью было довольно значительным (22,8–52,2% – у средне-спелых гибридов и 18,3–37,4% – у поздних). Наименьшие потери от болезни отмечены у гибридов 2-45-10 и 2-54-11 (1,1–4,7%).

По максимальному поражению ягод фитофторозной кожистой гнилью (2021 г.) изучаемые гибриды были распределены на следующие категории:

- устойчивые (потери урожая до 10%) – 2-45-10, 2-54-11;
- среднеустойчивые (от 10 до 20%) – 2-43-10;
- неустойчивые (более 20%) – 8-44-10, 9-44-10, 1-43-10, 3-45-10, 3-44-10.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований, из числа изучаемых элитных гибридов выявлены два

гибрида среднего срока созревания, устойчивые к фитофторозной кожистой гнили: 2-45-10 (Соловушка × Dukat) и 2-54-11 (Амулет × Marmolada). В год максимального развития болезни (2021) потери урожая гибридов составили 1,1 и 4,7% соответственно. Выделенные гибриды также сочетают в своем генотипе комплекс хозяйственно ценных признаков на уровне контрольного сорта Гейзер. Данные гибриды будут использованы в селекции в качестве новых исходных форм, устойчивых к фитофторозной кожистой гнили.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головин С.Е. Новые болезни земляники в Средней полосе России // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. Т. 38. Ч. 1. С. 88–95.
2. Холод Н.А. Болезни земляники на юге России // Защита и карантин растений. 2013. № 10. С. 28–30.
3. Холод Н.А., Пузанова Л.А., Метлицкая К.В. Современное фитосанитарное состояние насаждений земляники // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. Т. 29. Ч. 2. С. 236–242.
4. Лазарев А.М. Болезни ягод земляники // Защита и карантин растений. 2006. № 6. С. 70–71.
5. Невоструева Е.Ю. Источники устойчивости к серой гнили ягод земляники для условий Среднего Урала // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. № 181 (3). С. 166–170. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-3-166-170.
6. Козлова И.И., Каширская Н.Я., Чеснокова И.Н. Распространение гриба *Phytophthora cactorum* в насаждениях земляники в экологических условиях северной лесостепи Черноземья // Плодоводство и ягодоводство России. 2013. Т. 36. Ч. 1. С. 282–288.
7. Зубов А.А. Теоретические основы селекции земляники. Мичуринск, 2004. С. 116–117.
8. Denoyes-Rothan B., Lerceteau-Köhler E., Guérin G., Bosseur S., Bariac J., Martin E., Roudeillac P. QTL analysis for resistance to *Colletotrichum acutatum* and *Phytophthora cactorum* in octoploid strawberry (*Fragaria × ananassa*) // Acta Hort. 2004. N 663. P. 147–152. DOI: 10.17660/ActaHortic.2004.663.19.
9. Храбров И.Э., Антонова О.Ю., Шановалов М.И., Семенова Л.Г. Устойчивость земляники к основным грибным патогенам: R-гены и их ДНК-маркеры // Биотехнология

и селекция растений. 2019. № 2 (3). С. 30–40. DOI: 10.3090/2658-6266-2019-3-о3.

10. Nellist C.F., Vickerstaff R.J., Sobczyk M.K., Marina-Montes C., Wilson F.M., Simpson D.W., Whitehouse A.B., Harrison R.J. Quantitative trait loci controlling *Phytophthora cactorum* resistance in the cultivated octoploid strawberry (*Fragaria × ananassa*) // *Horticulture Research*. 2019. N 6. 60 p. DOI: 10.1038/s41438-019-0136-4.
11. Shaw D.V., Hansen J., Browne G.T. Genotypic variation for resistance to *Phytophthora cactorum* in a California strawberry breeding population // *Journal of American Society of Horticultural Science*. 2006. N 131 (5). P. 687–690. DOI: 0.21273/JASHS.131.5.687.

REFERENCES

1. Golovin S.E. New strawberry diseases in Central Russia. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii = Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 2014, vol. 38 (1), pp. 88–95. (In Russian).
2. Kholod N.A. Diseases of strawberries in the south of Russia, *Zashchita i karantin rasteniy = Plant protection and quarantine*, 2013, no.10, pp. 28–30. (In Russian).
3. Kholod N.A., Puzanova L.A., Metlitskaya K.V. Modern phytosanitary state of strawberry plantations. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii = Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 2012, vol. 29 (2), pp. 236–242. (In Russian).
4. Lazarev A.M. Diseases of strawberries. *Zashchita i karantin rasteniy = Plant protection and quarantine*, 2006, no. 6, pp. 70–71. (In Russian).
5. Nevostrueva E.Yu. Sources of resistance to gray rot of strawberries for the conditions of the Middle Urals. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i selektsii = Proceedings on applied botany, genetics and breeding*, 2020, no. 181 (3).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Невоструева Е.Ю.**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 620142, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Белинского, 112-а; e-mail: sadovodnauka@mail.ru

Андреева Г.В., старший научный сотрудник

pp. 166–170. (In Russian). DOI: 10.30901/2227-8834-2020-3-166-170.

6. Kozlova I.I., Kashirskaya N.Ya., Chesnokova I.N. Distribution of the fungus *Phytophthora cactorum* in strawberry plantations in the ecological conditions of the northern forest-steppe of the Chernozem region. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii = Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 2013, vol. 36 (1), pp. 282–288. (In Russian).
7. Zubov A.A. *Theoretical foundations of strawberry breeding*. Michurinsk, 2004, pp. 116–117. (In Russian).
8. Denoyes-Rothan B., Lerceteau-Köhler E., Guérin G., Bosseur S., Bariac J., Martin E., Roudeillac P. QTL analysis for resistance to *Colletotrichum acutatum* and *Phytophthora cactorum* in octoploid strawberry (*Fragaria × ananassa*). *Acta Hort*, 2004, no. 663, pp. 147–152. DOI: 10.17660/ActaHortic.2004.663.19.
9. Khrabrov I.E., Antonova O.Yu., Shapovalov M.I., Semenova L.G. Strawberry resistance to the major fungal phytopathogens: R genes and their DNA markers. *Biotekhnologiya i selektsiya rasteniy = Plant Biotechnology and Breeding*, 2019, no. 2 (3), pp. 30–40. (In Russian). DOI: 10.3090/2658-6266-2019-3-о3.
10. Nellist C.F., Vickerstaff R.J., Sobczyk M.K., Marina-Montes C., Wilson F.M., Simpson D.W., Whitehouse A.B., Harrison R.J. Quantitative trait loci controlling *Phytophthora cactorum* resistance in the cultivated octoploid strawberry (*Fragaria × ananassa*). *Horticulture Research*, 2019, no. 6, 60 p. DOI: 10.1038/s41438-019-0136-4.
11. Shaw D.V., Hansen J., Browne G.T. Genotypic variation for resistance to *Phytophthora cactorum* in a California strawberry breeding population. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 2006, no. 131 (5), pp. 687–690. DOI: 0.21273/JASHS.131.5.687.

AUTHOR INFORMATION

✉ **Elena Yu. Nevostrueva**, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher; **address:** 112-a, Belinskogo St., Yekaterinburg, Sverdlovsk Region, 620142, Russia; e-mail: sadovodnauka@mail.ru

Galina V. Andreeva, Senior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 09.08.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 18.11.2022
Дата публикации / Published 20.04.2023



ВЗАИМОСВЯЗЬ СЕЛЕКЦИОННЫХ ПРИЗНАКОВ ТАБУННЫХ ЛОШАДЕЙ ЗАБАЙКАЛЬЯ

✉ Хамируев Т.Н., Базарон Б.З., Дашинимаев С.М., Будажданаев Б.Ц.

Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири – филиал Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук

Забайкальский край, Чита, Россия

✉ e-mail: tnik0979@mail.ru

Представлены результаты изучения экстерьерно-конституциональных особенностей, фенотипической корреляции живой массы с промерами тела и индексами телосложения у табунных лошадей бурятской породы. Материалом исследований служили полновозрастные жеребцы ($n = 7$) и кобылы ($n = 20$), а также жеребчики ($n = 20$) и кобылки ($n = 20$) в возрасте 1,5 и 2,5 года. Установлено, что жеребцы-производители по живой массе превосходят стандарт породы на 25,8%, кобылы – на 23,8, жеребчики – на 28,0–28,5 и кобылки – на 12,3–25,7%. Обмер статей тела также свидетельствует об их преимуществе по всем основным промерам над стандартом. Расчет индексов телосложения показал, что особи характеризуются выраженными мясными формами. При этом самцы отличаются более сбитым, широкотелым и растянутым телосложением крепкой конституции. Анализ полученных данных свидетельствует, что лошади бурятской породы по живой массе и промерам статей тела относятся к массивному типу I экологической зоны. У взрослых особей и молодняка в возрасте 1,5 и 2,5 года выявлена положительная на достаточно высоком уровне корреляция между живой массой и всеми промерами. Более тесная связь живой массы у жеребцов и кобыл отмечена с обхватом пясти ($r = 0,586$ и $0,770$), у жеребчиков и кобылок в возрасте 1,5 года – с обхватом груди ($r = 0,903$) и высотой в холке ($r = 0,903$) соответственно. С возрастом у жеребчиков усиливается связь живой массы с длиной тела ($r = 0,902$), у кобылок – с обхватом груди ($r = 0,623$). Выявленные взаимосвязи живой массы с экстерьерно-конституциональными особенностями у табунных лошадей позволяют усилить давление на конкретный селекционный признак при отборе.

Ключевые слова: табунная лошадь, бурятская порода, живая масса, экстерьер, промер, индекс телосложения, корреляция

INTERRELATION OF THE BREEDING CHARACTERISTICS OF THE HERD HORSES OF TRANSBAIKAL

✉ Khamiruev T.N., Bazaron B.Z., Dashinimaev S.M., Budazhanaev B.Ts.

Research Institute of Veterinary Science of Eastern Siberia - Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of AgroBioTechnologies of the Russian Academy of Sciences

Chita, Trans-Baikal Territory, Russia

✉ e-mail: tnik0979@mail.ru

The results of the study of exterior and constitutional features, the phenotypic correlation of live weight with body measurements and body built indexes in herd horses of the Buryat breed are presented. The research material was full-grown stallions ($n = 7$) and mares ($n = 20$), as well as horse colts ($n = 20$) and fillies ($n = 20$) aged 1.5 and 2.5 years. It has been established that stud stallions in live weight exceed the breed standard by 25.8%, mares - by 23.8%, colts - by 28.0-28.5% and fillies - by 12.3-25.7%. The measurement of the articles of the body also indicates their superiority

in all basic measurements over the standard. The calculation of the body built indexes indicates that individuals are characterized by pronounced meaty forms. At the same time, males are characterized by a more solid build, broad and stretched body of a strong constitution. Analysis of the obtained data shows that the horses of the Buryat breed in terms of live weight and body parts measurements belong to the massive type I of the ecological zone. In adults and young animals at the age of 1.5 and 2.5 years, a positive, at a fairly high level, correlation between live weight and all measurements was revealed. A closer relationship of the live weight in stallions and mares was noted with the cannon bone girth ($r = 0.586$; $r = 0.770$), in colts and fillies at the age of 1.5 years - with chest girth ($r = 0.903$) and height at the withers ($r = 0.903$), respectively. With age, in colts, the relationship between the live weight and the body length increases ($r = 0.902$), in fillies - with chest girth ($r = 0.623$). The revealed relationships of the live weight with exterior and constitutional features in herd horses will allow to increase the pressure on a specific breeding trait during selection.

Keywords: herd horse, Buryat breed, live weight, conformation, measurement, body index, correlation

Для цитирования: Хаамируев Т.Н., Базарон Б.З., Дашинимаев С.М., Будажанаев Б.Ц. Взаимосвязь селекционных признаков табунных лошадей Забайкалья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 86–96. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-10>

For citation: Khamiruev T.N., Bazaron B.Z., Dashinimaev S.M., Budazhanaev B.Ts. Interrelation of the breeding characteristics of the herd horses of Transbaikalia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 86–96. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-10>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Коневодство развивается по многим направлениям и обеспечивает сельское хозяйство, перерабатывающую промышленность и население рабочими, племенными, продуктивными и спортивными лошадьми, сырьем и продуктами питания [1, 2].

Российская Федерация обладает значительным разнообразием пород лошадей, в Государственный племенной регистр селекционных достижений, допущенных к использованию, включено 49 пород и внутрипородных типов лошадей, из них 23 относятся к местным породам. За последние 20 лет в табунном коневодстве созданы три породы и четыре типа лошадей разных пород¹.

Основное поголовье табунных лошадей (97,3%) сосредоточено в десяти субъектах Российской Федерации: республиках Саха (Якутия), Калмыкия, Башкортостан, Горный Алтай, Бурятия, Тыва, Хакасия, Алтайском и Забайкальском краях, Астраханской облас-

ти. При этом наибольшая доля приходится на якутскую породу лошадей [3], о происхождении которой существует несколько гипотез. По одной из них лошадь якутской породы является прямым потомком лошади, привезенной предками якутов из Прибайкалья [4]. Результатом 45-летней селекционно-племенной работы по совершенствованию хозяйственно полезных качеств якутских лошадей стало создание двух новых пород – мегежекской и приленской. Кроме того, выведены колымский и янский типы якутской породы лошадей, отличающиеся высокими мясными качествами и обладающие отличной приспособленностью к суровым условиям Якутии [5].

Местные породы лошадей обладают уникальными адаптивными качествами, способны использовать скудные пастбища, тебеневать в зимний период и выживать в суровых условиях при минимальной заботе человека [6].

¹ Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 2 «Породы животных» (официальное издание). М.: Росинформагротех, 2020. 229 с.

В настоящее время особое значение приобретает селекция сельскохозяйственных животных по экстерьерно-конституциональным особенностям, среди которых важная роль принадлежит промерам статей тела и индексам телосложения [7–9].

Знание коррелятивной зависимости между отдельными признаками и ее количественное определение позволяют проводить отбор по одному или нескольким признакам, предусмотреть изменение одних признаков при отборе по другим, что имеет важное значение для успешной селекционной работы.

Изучению корреляционной взаимосвязи фенотипических признаков в животноводстве посвящено немало трудов в овцеводстве², кролиководстве³, скотоводстве^{4,5}[10].

Однако наряду с этим в научной литературе недостаточно данных по изучению взаимосвязи массы тела и показателей промеров экстерьера, характеризующих мясную продуктивность особей в табунном коневодстве.

Основным и наиболее доступным показателем для оценки мясной продуктивности является живая масса, а величина корреляции одних и тех же признаков может варьировать в зависимости от породы, пола, возраста, условий внешней среды и других признаков.

Цель исследования – изучить сопряженность селекционных признаков табунных лошадей бурятской породы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом исследований служили разновозрастные жеребцы ($n = 7$) и кобылы ($n = 20$), а также жеребчики ($n = 20$) и кобылки ($n = 20$) бурятской породы в возраст

те 1,5 и 2,5 года. Исследования проведены в племенном заводе СПК «Ульдурга» Еравнинского района Республики Бурятия.

Масса тела определена взвешиванием на электронных весах Элефант-2000-5 с точностью до 0,5 кг. Для оценки морфометрических особенностей экстерьера по общепринятой методике взяты основные промеры статей тела, см: высота в холке, косая длина туловища, обхват груди и пясти. На основании полученных результатов рассчитаны индексы телосложения, %: растянутости, или формата, широкотелости, или обхвата груди, сбитости, или компактности, и индекс костистости.

Для оценки роста и развития табунных лошадей бурятской породы в своей работе мы использовали показатели стандарта (1-й класс) бурятской породы.

Вычисление коэффициента корреляции проводили непосредственно по значениям сопряженных признаков с использованием программ Microsoft Excel и PAST version 3.25 (2001 г.) в пределах следующих уровней значимости: $*p < 0,05$; $**p < 0,01$; $***p < 0,001$.

Полученные экспериментальные данные обработаны методом вариационной статистики по Стьюденту⁶.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основная цель измерения животных по промерам заключается в более точной оценке каждой особи и избавлении, таким образом, от субъективизма, который может быть при глазомерной оценке⁷. Важными для оценки путем измерения считаются стати, которые дают представление о пропорциях тела животного в процессе его роста и развития.

²Хамируев Т.Н. Сопряженность селекционируемых признаков у полугрубошерстных овец агинской породы // Российская сельскохозяйственная наука. 2016. № 1. С. 48–50.

³Нигматуллин Р.М. Об относительном постоянстве и изменчивости корреляции живой массы с индексами телосложения у кроликов // Вестник ВОГиС. 2010. Т. 14. № 3. С. 408–424.

⁴Conroy S.B., Drennan M.J., Kenny D.A., McGee M. The relationship of various muscular and skeletal scores and ultrasound measurements in the live animal, and carcass classification scores with carcass composition and value of bulls // Livestock Science. 2010. Vol. 127. P. 11–21.

⁵Yokoo M.J., Werneck J.N., Pereira M.C. et al. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça em idasporultrassom em bovinos de corte // Pesq. Agropec. Bras. 2009. Vol. 44. P. 197–202.

⁶Яковенко А.М., Антоненко Т.И., Селюнова М.И. Биометрические методы анализа качественных и количественных признаков в зоотехнии. Ставрополь: АГРУС. 2013. С. 54–61.

⁷Герман Ю.И., Басс С.П. Оценка сельскохозяйственных животных путем измерения их усовершенствованными приборами // Вестник Ижевской ГСХА. 2017. № 2 (51). С. 3–8.

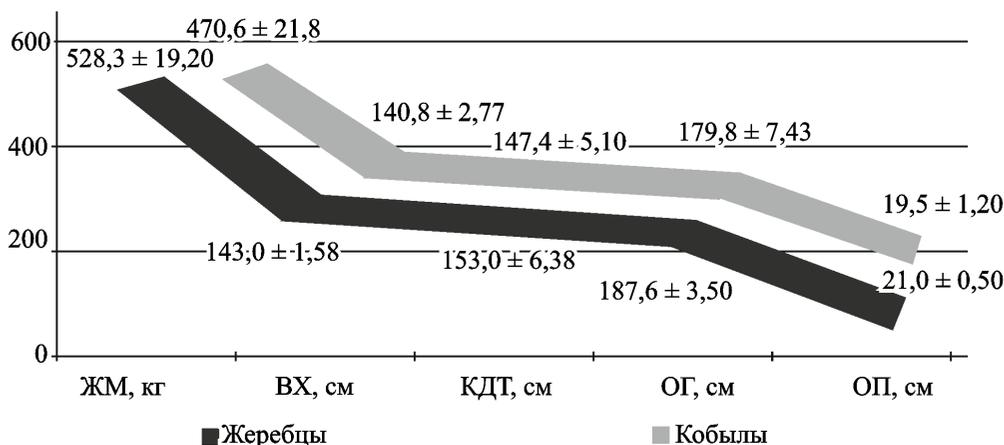


Рис. 1. Живая масса и промеры статей тела полновозрастных лошадей

Примечание. Здесь и в рис. 3, 4: ЖМ – живая масса, ВХ – высота в холке, КДТ – косая длина туловища, ОГ – обхват груди, ОП – обхват пясти

Fig. 1. Live weight and body measurements of mature horses

Note. Here and in Figs. 3, 4: LW - live weight, HW - height at the withers, OBL - oblique body length, CG - chest girth, CBG - cannon bone girth

На рис. 1 представлена средняя живая масса и промеры статей тела полновозрастных жеребцов-производителей и кобыл.

Анализ представленных данных свидетельствует, что по живой массе и промерам статей тела как жеребцы, так и кобылы имеют преимущество над стандартом породы (Инструкция по бонитировке лошадей местных пород. М.: Агропромиздат, 1988). По живой массе производители превосходят стандарт на 25,8%, кобылы – на 23,8, по высоте в холке – на 28,8 и 27,7, косой длине туловища – на 6,3 и 3,1, обхвату груди – на 11,0 и 7,7, обхвату пясти – на 13,5 и 8,3% соответственно.

И.А. Калашников, Е.Н. Назарова сообщают, что в бурятской породе лошадей имеются своеобразные отродья, обладающие специфическими хозяйственно полезными качествами, и на основе изучения продуктивных качеств лошадей в зависимости от экологической зоны разведения предлагают в каждой зоне выделить два типа: массивный и основной [11].

При оценке продуктивных качеств лошадей бурятской породы восточно-саянского экотипа установлено, что они отличаются

меньшими показателями промеров статей тела и живой массы по сравнению с другими отродьями. Так, средняя живая масса жеребцов составляет 358 кг, кобыл – 315 кг⁸.

Исходя из классификации, предложенной в исследовании [11], лошади бурятской породы племенного завода СПК «Ульдурга» по живой массе и промерам статей тела относятся к массивному типу I экологической зоны.

В табл. 1 представлены данные по живой массе и промерам статей тела жеребчиков и кобылок в различные возрастные периоды.

По всем изученным признакам продуктивности молодняк лошадей бурятской породы превосходит стандарт породы (Инструкция по бонитировке бурятских лошадей. Улан-Удэ, 2002). Так, жеребчики в возрасте 1,5 года по живой массе имеют преимущество на 28,5%, в возрасте 2,5 года – на 28,0%, кобылки – на 12,3 и 25,7% соответственно.

Обмер статей тела показал, что жеребчики в возрасте 1,5 года по высоте в холке в сравнении с показателем стандарта имеют лучший показатель на 5,7%, косой длине туловища – на 6,4, обхвату груди – на 6,6 и обхвату пясти – на 9,1%, в возрасте 2,5 лет –

⁸Анганов В.В., Цыбикова Р.Н. Особенности экстерьера лошадей восточно-саянского экотипа бурятской породы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 3 (250). С. 35–40.

Табл. 1. Живая масса и промеры статей тела молодняка лошадей

Table 1. Live weight and body measurements of young horses

Группа, возраст, лет	Живая масса, кг	Высота в холке	Косая длина туловища	Обхват груди	Обхват пясти
Жеребцы:					
1,5	347,0 ± 18,57	134,2 ± 2,28	137,2 ± 1,30	164,2 ± 6,38	18,0 ± 0,71
2,5	396,7 ± 17,41	138,3 ± 2,56	143,2 ± 4,26	169,6 ± 5,49	18,8 ± 0,41
Кобылы:					
1,5	280,8 ± 15,41 ²	131,0 ± 2,53	133,8 ± 2,61	158,9 ± 2,64	16,9 ± 0,87
2,5	377,2 ± 19,34	136,8 ± 3,48	141,8 ± 3,66	168,8 ± 6,48	17,4 ± 0,78

Примечание.² – $p < 0,01$.

на 1,7; 3,8; 3,4 и 7,4% соответственно. Аналогичные результаты получены и по группе кобылок. В возрасте 1,5 года кобылки превосходят стандарт породы по высоте в холке на 5,6%, косой длине туловища – на 5,4, обхвату груди – на 4,5, по обхвату пясти – на 2,4%, в возрасте 2,5 года – на 2,1; 5,8; 6,2 и 2,4% соответственно.

Жеребчики якутской породы в условиях табунно-тебеневочной технологии в возрасте 2,5 года достигают живой массы 401 кг, кобылки – 376 кг [12].

Абсолютные величины промеров позволяют сравнить развитие отдельных статей у животных, но не характеризуют пропорций их телосложения (габитуса).

Обоснованно вычисленные индексы телосложения, характеризующие соотношение анатомически связанных между собой промеров, дают возможность судить о степени развития организма, пропорциях его тела, общем конституциональном типе животного и степени выраженности особенностей желательного направления продуктивности (см. сноску 7).

К наиболее важным индексам телосложения в коневодстве относят индексы сбитости, растянутости и широкотелости, высокие показатели которых характерны для мясных животных. Кроме того, для характеристики развития скелета, определения крепости костяка используют индекс костистости. Индекс сбитости – показатель развития массы

тела, растянутости – характеризует развитие туловища в длину, широкотелости – служит показателем силы и работоспособности животного.

На рис. 2 и в табл. 2 представлены индексы телосложения полновозрастных лошадей и молодняка соответственно.

Индекс сбитости у взрослых лошадей верховых пород составляет 106–111%, тяжеловозных – 120%, индекс растянутости – 100–102 и 106–108, индекс широкотелости – 108–115 и 123–130, индекс костистости – около 12 и 14–16% соответственно. По данным исследования [13], индекс сбитости у взрослых лошадей верховых пород варьирует в пределах 113,01–116,66%, растянутости – 97,42–101,81, широкотелости – 111,42–117,49, костистости – 12,32–13,00%; у жеребцов русской тяжеловозной породы индексы составляют 120,1; 107,7; 129,2 и 14,3% соответственно [14].

Из представленных данных следует, что по индексам телосложения аборигенные жеребцы и кобылы бурятской породы характеризуются как животные с выраженными мясными формами и по показателям находятся ближе к тяжеловозным породам. При этом самцы обладают более сбитым (+0,8%), широкотелым (+4,6%) и растянутым (+3,1%) телом с крепким костяком (+1,0%). Схожие результаты получены в исследовании [12] на табунных лошадях якутской породы. У жеребцов при средней живой массе 482 кг ин-

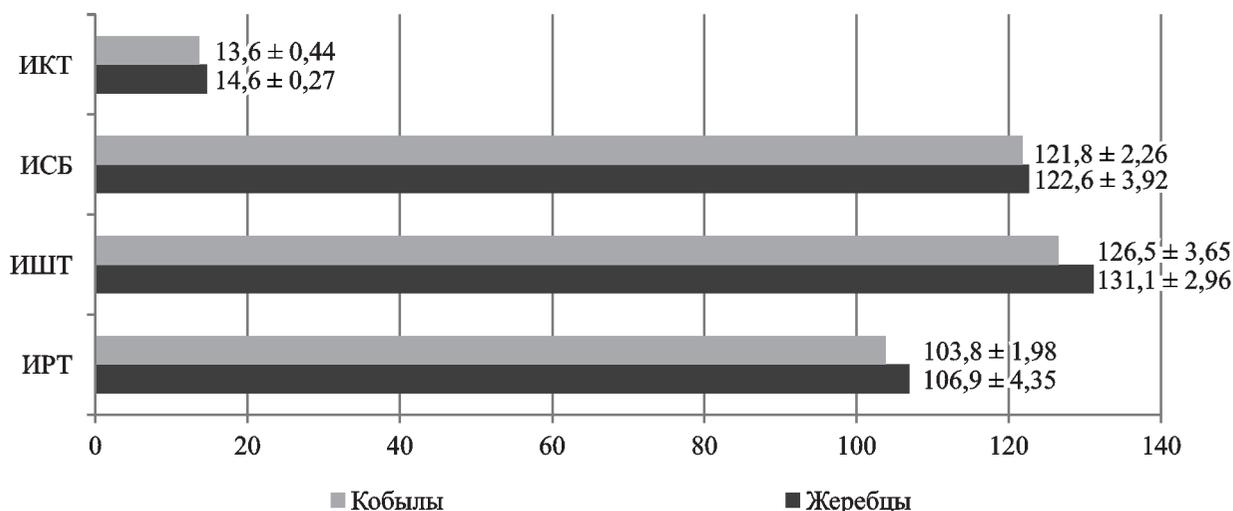


Рис. 2. Индексы телосложения полновозрастных лошадей, %.

Примечание. Здесь и в рис. 4: Индексы: ИКТ – костистости, ИСБ сбитости, ИШТ – широкотелости, ИРТ – растянутости

Fig. 2. Indexes of body build of mature horses, %

Note. Indexes: IB - index of boniness, IBL - index of blockiness, IBB - index of broad-body, IS - index of stretchiness

Табл. 2. Индексы телосложения молодняка лошадей, %

Table 2. Body indexes of young horses, %

Группа, возраст, лет	Индекс			
	растянутости	широкотелости	сбитости	костистости
Жеребцы:				
1,5	102,2 ± 1,41	122,3 ± 3,91	119,6 ± 4,75	13,4 ± 0,51
2,5	103,7 ± 4,44	123,3 ± 3,74	119,1 ± 4,65	13,7 ± 0,35
Кобылы:				
1,5	102,0 ± 1,35	121,2 ± 1,47	118,7 ± 1,93	12,1 ± 0,54
2,5	103,5 ± 2,69	122,5 ± 3,40	119,4 ± 5,05	12,5 ± 0,47

декс растянутости составил 109,4%, широкотелости – 136,6, сбитости – 127,4%, у кобыл при живой массе 442,0 кг – 108,3, 134,9 и 124,6% соответственно.

Аналогичная картина выявлена и у молодняка лошадей. При этом с возрастом отмечено увеличение индекса растянутости на 2,5 абс.% у кобылок и на 3,1 абс.% у жеребчиков, индекса массивности – на 1,7 и 3,1, индекса костистости – на 1,2 и 0,7 абс.% соответственно.

По данным работы [12], жеребчики якутской породы в возрасте 1,5 года характеризуются следующими показателями индексов телосложения: растянутости – 102,3%, широкотелости – 126,0, сбитости – 123,1,

костистости – 13,4%, в возрасте 2,5 года – 107,1; 129,0; 120,2 и 13,8% кобылки – 102,3; 126,0; 123,1 и 13,4% и 106,2; 127,7; 120,3 и 13,8% соответственно.

Следует отметить ярко выраженный половой диморфизм у табунных лошадей бурятской породы. Так, самцы в возрасте 1,5 года тяжелее самок на 23,6% ($p < 0,01$), в 2,5 года – на 5,2, взрослые лошади – на 12,3% ($p < 0,05$), выше в холке – на 1,6; 2,4 и 1,1%, длиннее – на 3,8; 2,5 и 1,0%, имеют больший обхват груди на 4,3; 3,3 и 0,5% соответственно.

Изучение корреляционных связей между массой и промерами статей тела лошадей показало, что между ними отмечена поло-

жительная на достаточно высоком уровне взаимосвязь (см. рис. 3, табл. 3).

У жеребцов-производителей отмечена средняя и ниже средней корреляция живой массы с обхватом пясти ($r = 0,586$), высотой в холке ($r = 0,514$), обхватом груди ($r = 0,396$) и косой длиной туловища ($r = 0,321$).

У кобыл выявлена достаточно сильная сопряженность между живой массой и обхватом пясти ($r = 0,770$), косой длиной туловища ($r = 0,760$) и обхватом груди ($r = 0,755$), несколько меньшая – с высотой в холке ($r = 0,610$). Аналогичные результаты представлены в работах⁹ [15]. Полученные

данные свидетельствуют, что самая высокая сопряженность у лошадей бурятской породы желательного типа и казахских кобыл типа жабе отмечается между живой массой и обхватом пясти ($r = 0,68$ и $0,351$), низкая – между высотой в холке и живой массой она наименьшая ($r = 0,18$ и $0,168$).

В исследованиях авторов¹⁰ получены несколько иные результаты. Установлено, что живая масса кобылиц бурятской породы восточно-саянского (высокогорного) экотипа в большей степени сопряжена с высотой в холке ($r = 0,64$), меньшая корреляция отмечена с обхватом пясти ($r = 0,49$). У табунных

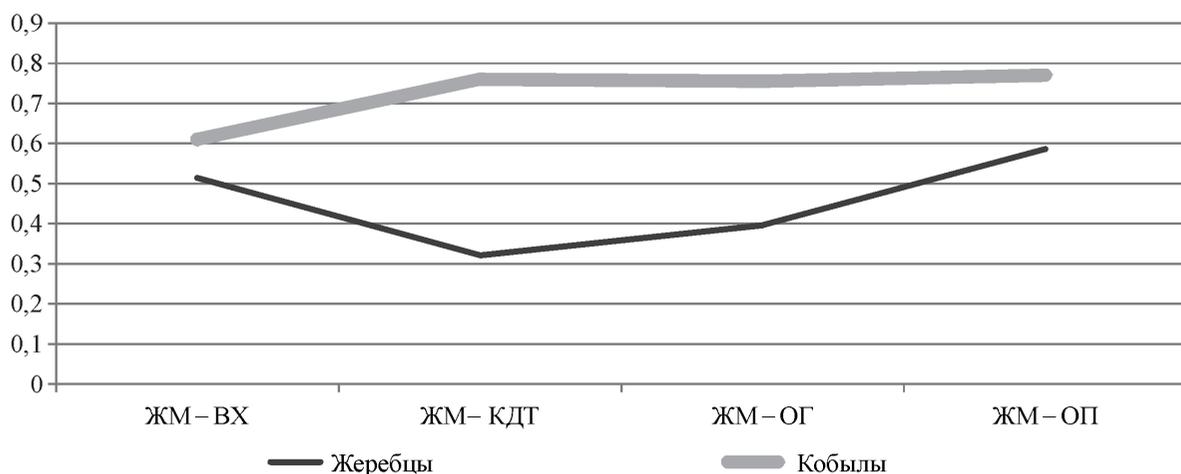


Рис. 3. Коэффициенты корреляции между живой массой и промерами статей тела полновозрастных лошадей

Fig. 3. Correlation coefficients between live weight and measurements of the body articles of mature horses

Табл. 3. Коэффициенты корреляции между живой массой и промерами статей тела молодняка лошадей

Table 3. Correlation coefficients between live weight and body measurements of young horses

Группа, возраст, лет	Живая масса – высота в холке	Живая масса – косая длина туловища	Живая масса – обхват груди	Живая масса – обхват пясти
Жеребцы:				
1,5	+0,696	+0,444	+0,903	+0,761
2,5	+0,331	+0,902	+0,484	+0,136
Кобылы:				
1,5	+0,903	+0,691	+0,623	+0,695
2,5	+0,740	+0,629	+0,714	+0,428

⁹Баймуханов Д.А., Акимбеков А.Р., Аубакиров Х.А., Кенжеходжаев М.Д., Алиханов О., Нурмаханбетов Д. Продуктивность казахских лошадей типа жабе разной популяции // Эффективное животноводство. 2017. № 6 (36). С. 48–51.

¹⁰Анганов В.В., Цыбикова Р.Н. Особенности экстерьера лошадей восточно-саянского экотипа бурятской породы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 3 (250). С. 35–40.

лошадей таджикской породы выявлена высокая величина связи живой массы с обхватом груди ($r = 0,809$) и косой длиной туловища ($r = 0,696$), средняя – с высотой в холке ($r = 0,463$) и обхватом пясти ($r = 0,327$) [16].

Анализ полученных данных указывает на то, что у молодняка лошадей бурятской породы выявлена положительная разной степени сопряженность между живой массой и всеми основными промерами статей тела как в возрасте 1,5 года, так в 2,5 года.

В возрасте 1,5 года у жеребчиков и кобылок отмечена средняя и сильная взаимосвязь исследуемых признаков ($r = 0,444-0,903$ и $0,623-0,903$). При этом у самцов живая масса более тесно связана с обхватом груди, менее – с косой длиной туловища, у самок – с высотой в холке и обхватом груди соответственно.

С возрастом у жеребчиков усиливается взаимосвязь живой массы с косой длиной туловища, у кобылок – с обхватом груди. При этом несколько ослабевает с другими промерами.

Такое разнообразие фенотипических корреляций признаков у табунных лошадей, на наш взгляд, обусловлено генотипическими факторами и факторами взаимодействия «генотип – среда».

Между живой массой и индексами телосложения не прослеживается относитель-

ного постоянства взаимосвязи в разрезе половозрастных групп животных (см. рис. 4, табл. 4).

Из представленных данных следует, что у кобыл установлена положительная корреляция живой массы со всеми индексами телосложения, при более тесной – с индексом костистости и менее – с индексом сбитости.

У жеребцов-производителей аналогично выявлена более близкая связь живой массы с индексом костистости, с индексом сбитости установлена отрицательная сопряженность.

Полученные данные по тесной корреляции живой массы с индексом костистости у самцов и самок подтверждают сопряженность у них живой массы с обхватом пясти ($r = 0,586$ и $0,770$ соответственно).

У молодняка лошадей в возрасте 1,5 и 2,5 года установлена положительная корреляция живой массы с индексом костистости. Следует отметить тесную связь живой массы с индексами широкотелости и сбитости у жеребчиков в возрасте 1,5 года и у кобылок в 2,5 года.

С возрастом жеребчики интенсивнее развиваются в длину и ширину, о чем свидетельствует установленная связь с индексами растянутости и широкотелости ($r = 0,762$ и $0,711$), тогда как кобылки больше растут в ширину ($r = 0,310$).

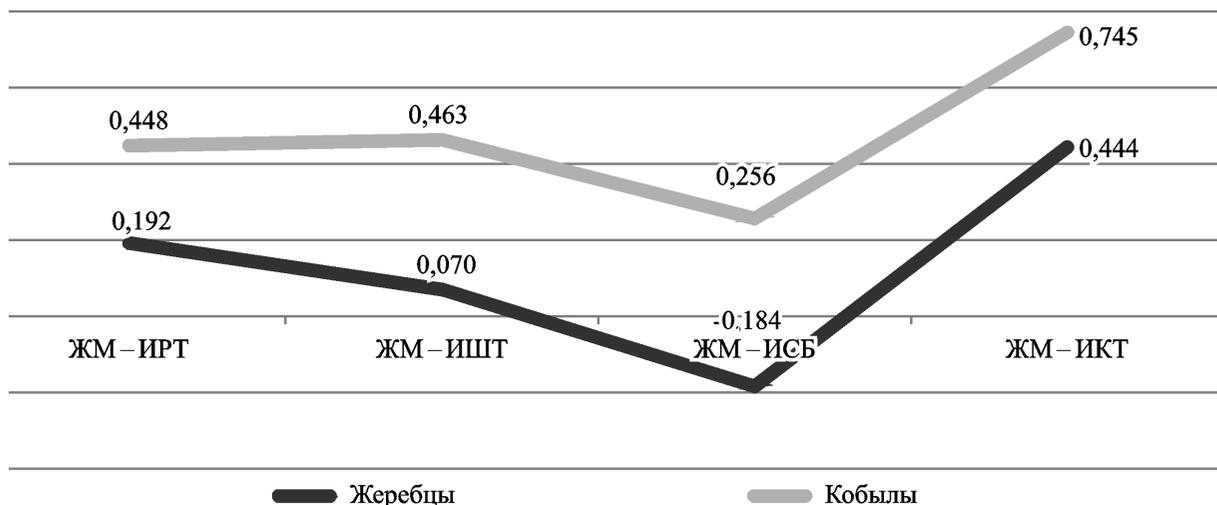


Рис. 4. Коэффициенты корреляции между живой массой и индексами телосложения полновозрастных лошадей

Fig. 4. Correlation coefficients between live weight and body built indexes of mature horses

Табл. 4. Коэффициенты корреляции между живой массой и индексами телосложения молодняка лошадей

Table 4. Correlation coefficients between live weight and body built indexes of young horses

Группа, возраст, лет	Живая масса – индекс растянутости	Живая масса – индекс широкотелости	Живая масса – индекс сбитости	Живая масса – индекс косой длины туловища
Жеребцы:				
1,5	-0,543	+0,710	+0,722	+0,439
2,5	+0,762	+0,711	-0,316	+0,130
Кобылы:				
1,5	-0,301	-0,569	-0,182	+0,456
2,5	-0,095	+0,310	+0,049	+0,021

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявленные взаимосвязи между исследуемыми признаками позволяют сделать вывод о том, что относительное постоянство положительной и достаточно высокой корреляционной взаимосвязи живой массы с промерами статей тела и индексами телосложения у табунных лошадей дадут возможность усилить давление на конкретный селекционный признак при отборе.

У взрослых особей живая масса в большей степени коррелировала с обхватом пясти. При отборе жеребчиков первостепенное значение следует придавать кривизне туловища, у кобылок – обхвату груди. Оценка морфометрических особенностей экстерьера на основании обмера особей и расчета индексов телосложения даст возможность прогнозировать эффективность селекции по живой массе, что необходимо учитывать в дальнейшей селекционно-племенной работе по совершенствованию продуктивных качеств табунных лошадей бурятской породы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Усова Т.П., Наумова К.В. Коневодство в сельском хозяйстве и за его пределами // Аграрная наука. 2019. № 2. С. 44–45.
2. Зубаирова Л.А., Герасимова С.А. Конина – ценное мясное сырье в Башкортостане // Вестник Таджикской академии сельскохозяйственных наук. 2021. № 3 (69). С. 82–85.
3. Пушкарева Д.А., Дикарев А.Г. Современное состояние и перспективы развития мясного табунного коневодства в России // Известия Дагестанского ГАУ. 2020. Вып. 3 (7). С. 90–93.

4. Алексеев Н.Д. Происхождение лошадей якутской породы // Коневодство и конный спорт. 2021. № 1. С. 28–30. DOI: 10.25727/HS.2021.1.62644.
5. Корякина Л.П. Влияние холодного периода года на морфофизиологический статус лошадей якутской породы // Вестник НГАУ. 2020. № 3 (56). С. 102–109. DOI: 10.31677/2072-6724-2020-56-3-102-109.
6. Khrabrova L.A., Blohina N.V., Bazaron B.Z., Khamiruev T.N. Variability of mitochondrial DNA D-loop sequences in Zabaikalskaya horse breed // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. N 25 (5). P. 486–491. DOI: 10.18699/VJ21.055.
7. Тарчоков Т.Т., Пежева М.Х., Авалишвили Е.Т. Экстерьерные особенности лошадей разного генотипа // Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 2 (30). С. 52–54.
8. Батанов С.Д., Баранова И.А., Старостина О.С. Селекционно-генетические параметры экстерьера и комплексная оценка типа телосложения молочного скота // Тенденции развития науки и образования. 2018. № 43–46. С. 13–19. DOI: 10.18411/lj-10-2018-127.
9. Юлдашбаев Ю.А., Хамируев Т.Н., Монгуш Б.М., Базарон Б.З. Оценка экстерьера и резвости лошадей тувинской и забайкальской пород // Аграрная Россия. 2022. № 4. С. 41–44. DOI: 10.30906/1999-5636-2022-4-41-44.
10. Иванова И.П., Троценко И.В. Оптимальные экстерьерные характеристики для отбора коров в селекционную группу // Известия Горского ГАУ. 2021. Т. 58–61. С. 72–77.
11. Калашиников И.А., Назарова Е.Н. Особенности племенной работы при сохранении и совершенствовании лошадей местных пород //

- Вестник Бурятской ГСХА им. В.Р. Филиппова. 2021. № 3 (64). С. 38–46.
12. Додохов В.В., Воронцова В.В. Зоотехническая характеристика лошадей якутской породы СХПК им. И.Я. Строда // Академический вестник Якутской ГСХА. 2021. № 6 (23). С. 26–31.
 13. Усова Т.П., Наумова К.В. Экстерьер разных пород лошадей и их рабочие качества // Вестник Мичуринского ГАУ. 2020. № 1 (60). С. 140–142.
 14. Басс С.П., Борисова А.В. Племенные ресурсы лошадей русской тяжеловозной породы в Удмуртской Республике // Вестник Ижевской ГСХА. 2020. № 4 (64). С. 38–45.
 15. Калашиников И.А., Назарова Е.Н. Зоотехническая оценка и методические основы подготовки к апробации линий бурятской породы лошадей // Вестник Бурятской ГСХА им. В.Р. Филиппова. 2021. № 2 (63). С. 44–50.
 16. Шамсиев А.Г., Мирзоева Г.Н., Беков И.С., Хайруллоева Х.И., Хукматов Д.З. Изменчивость основных хозяйственно полезных признаков таджикской породы лошадей // Кишоварз. 2018. № 3. С. 52–55.
 6. Khrabrova L.A., Blohina N.V., Bazaron B.Z., Khamiruev T.N. Variability of mitochondrial DNA D-loop sequences in Zabaikalskaya horse breed. *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2021, no. 25 (5), pp. 486–491. DOI: 10.18699/VJ21.055.
 7. Tarchokov T.T., Pezheva M.Kh., Avalishvili E.T. Exterior features of horses of different genotypes. *Vestnik Kurganskoj GSKHA = Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*, 2019, no. 2 (30), pp. 52–54. (In Russian).
 8. Batanov S.D., Baranova I.A., Starostina O.S. Breeding and genetic parameters of the exterior and a comprehensive assessment of the body type of dairy cattle. *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya = Trends in the development of science and education*, 2018, no. 43–46, pp. 13–19. (In Russian). DOI: 10.18411/lj-10-2018-127.
 9. Yuldashbaev Yu.A., Khamiruev T.N., Mongush B.M., Bazaron B.Z. Evaluation of the exterior and agility of horses of the Tuvan and Transbaikalian breeds. *Agrarnaya Rossiya = Agrarian Russia*, 2022, no. 4, pp. 41–44. (In Russian). DOI: 10.30906/1999-5636-2022-4-41-44.
 10. Ivanova I.P., Trotsenko I.V. Optimal exterior cows characteristics to select breeding group. *Izvestiya Gorskogo GAU = Journal of the Proceedings of the Gorsky SAU*, 2021, vol. 58–61, pp. 72–77. (In Russian).
 11. Kalashnikov I.A., Nazarova E.N. Features of breeding work at preservation and improvement of local breeds horses. *Vestnik Buryatskoj GSKHA im. V.R. Filippova = Vestnik of Buryat State Agricultural Academy named after V. Filippov*, 2021, no. 3 (64), pp. 38–46. (In Russian).
 12. Dodokhov V.V., Vorontsova V.V. Zootechnical characteristics of horses of the Yakut breed SHPK named after I. Ya. Strod. *Akademicheskij vestnik Yakutskoj GSKHA = Academic Bulletin of the Yakut State Agricultural Academy*, 2021, no. 6 (23), pp. 26–31. (In Russian).
 13. Usova T.P., Naumova K.V. The exterior of different breeds of horses and their working qualities. *Vestnik Michurinskogo GAU = Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, 2020, no. 1 (60), pp. 140–142. (In Russian).
 14. Bass S.P., Borisova A.V. Breeding resources of horses of the Russian heavy draft breed in the Udmurt Republic. *Vestnik Izhevskoj GSKHA = Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*, 2020, no. 4 (64), pp. 38–45. (In Russian).

REFERENCES

1. Usova T.P., Naumova K.V. Horse breeding in agriculture and beyond. *Agrarnaya nauka = Agrarian science*, 2019, no. 2, pp. 44–45. (In Russian).
2. Zubairova L.A., Gerasimova S.A. Horse meat is a valuable meat raw material in Bashkortostan. *Vestnik Tadzhikskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk = Bulletin of the Tajik Academy of Agricultural Sciences*, 2021, no. 3 (69), pp. 82–85. (In Russian).
3. Pushkareva D.A., Dikarev A.G. Current state and prospects of development of meat herd horse breeding in Russia. *Izvestiya Dagestanskogo GAU = Daghestan GAU Proceedings*, 2020, is. 3 (7), pp. 90–93. (In Russian).
4. Alekseev N.D. The origin of the horses of the Yakut horse. *Konevodstvo i konnyj sport = Konevodstvo i Konny Sport*, 2021, no 1, pp. 28–30. (In Russian). DOI: 10.25727/HS.2021.1.62644.
5. Koryakina L.P. Influence of the cold period on the morphophysiological status of horses of the Yakut breed. *Vestnik NGAU = Bulletin of NSAU*, 2020, no. 3 (56), pp. 102–109. (In Russian). DOI: 10.31677/2072-6724-2020-56-3-102-109.

15. Kalashnikov I.A., Nazarova E.N. Zootechnical assessment and methodological bases of preparation for testing the lines of the Buryat breed of horses. *Vestnik Buryatskoj GSKHA im. V.R. Filippova = Vestnik of Buryat State Agricultural Academy named after V. Filippov*, 2021, no. 2 (63), pp. 44–50. (In Russian).
16. Shamsiev A.G., Mirzoeva G.N., Bekov I.S., Khairulloeva Kh.I., Khukmatov D.Z. Variability of the main economically useful features of the Tajik horse breed. *Kishovarz = Kishovarz*, 2018, no. 3, pp. 52–55. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Хамируев Т.Н.**, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 672039, Забайкальский край, Чита, ул. Кирова, 49; e-mail: tnik0979@mail.ru

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

Дашинимаев С.М., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

Будажанаев Б.Ц., председатель СПК «Ульдурга»

AUTHOR INFORMATION

✉ **Timur N. Khamiruev**, Associate Professor, Candidate of Science in Agriculture, Lead Researcher; **address:** 49, Kirova St., Chita, Trans-Baikal Territory, 672039, Russia; e-mail: tnik0979@mail.ru

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

Solbon M. Dashinimaev, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Bulat Ts. Budazhanaev, President of the APC “Uldurga”

Дата поступления статьи / Received by the editors 10.01.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 16.03.2023
Дата публикации / Published 20.04.2023

ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ И ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИИ ГЕРЕФОРДСКОГО СКОТА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

✉ **Инербаев Б.О., Храмцова И.А., Инербаева А.Т.**

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

✉ e-mail: atinerbaeva@yandex.ru

Селекционно-племенная работа, направленная на повышение интенсивности роста молодняка и совершенствование стада, в конечном итоге заключается в накоплении высокопродуктивных животных, а в дальнейшем – родственных групп и линий. Ее проводят главным образом путем использования быков-улучшателей, прошедших двухэтапную оценку. Представлены результаты комплексной характеристики животных герефордской породы сибирской селекции из племенных хозяйств Новосибирской области. Установлено, что в ведущих племенных репродукторах в селекционной работе используются с учетом малочисленных прочих линий быки-производители линий Маер-Верна 88480, Болдуинс Лэда 10р, Баз Голд Сола 2v268279, Ярлыка 413 сибирской репродукции, а также Хелингтона 88910 финской селекции, Рэд Нота 28722279, Кингли 1 Хирроу 2976500345 и Уэтмор Хафлайта 377231 канадского происхождения. Лимит продуктивности по сроку хозяйственного использования в отелах колеблется от 2,5 до 9,4 лактаций, по живой массе – от 507 до 569 кг, молочности – от 189 до 204 кг, высоте в крестце – от 125 до 131 см и баллу за воспроизводство – от 8,2 до 9,3. В этих хозяйствах выращены на основе разнородно-улучшающего подбора родительских пар бычки-лидеры, которые включены в ремонтную группу быков-производителей. Живая масса в 15 мес составляет 458–616 кг и соответствует классу элита-рекорд. Среднесуточный прирост живой массы за период испытания с 8- до 15-месячного возраста в пределах 1052–1381 г.

Ключевые слова: порода, быки-производители, селекция, живая масса, молочность, изменчивость, поколение

GENOTYPIC AND PHENOTYPIC CHARACTERISTICS OF THE WESTERN SIBERIAN HEREFORD CATTLE POPULATION

✉ **Inerbaev B.O., Khramtsova I.A., Inerbaeva A.T.**

Siberian Federal Scientific Centre of Agro-Biotechnologies of the Russian Academy of Sciences

Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

✉ e-mail: atinerbaeva@yandex.ru

Breeding and pedigree work aimed at increasing the intensity of growth of young animals and improving herds, ultimately consists in the accumulation of highly productive animals, and in the future - related groups and lines. It is carried out mainly through the use of bulls-improvers, which have passed the two-stage evaluation. The results of the complex characterization of the animals of the Siberian selection of Hereford breed from the breeding farms of the Novosibirsk region are presented. It has been established that in the leading pedigree breeding units the stud bulls of the Maer-Vern 88480, Baldwins Leda 10r, Baz Gold Sol 2v268279, Yarlyk 413 of Siberian reproduction and imported Hellington 88 910 of Finnish selection, Red Note 28 722 279, Kingly 1 Hyrrow 2 976 500 345 and Highflight Wetmore 377 231 of Canadian origin are used in the breeding work with regard to small number of other lines. The productivity limit for the period of economic use in calves ranges from 2.5 to 9.4 lactations, live weight from 507 to 569 kg, milk yield from 189 to 204 kg, height at hips from 125 to 131 cm and the reproduction score from 8.2 to 9.3. On these farms, leader bulls were bred on the basis of heterogeneous and improving selection of parental pairs, which are included in the repair group of stud bulls. The live weight at 15 months is 458-616 kg and corresponds to the class of elite-record. The average daily gain of live weight during the test period from 8 - to 15 months of age is within 1052-1381 g.

Keywords: breed, stud bulls, breeding, live weight, milk yield, variability, generation

Для цитирования: *Инербаев Б.О., Храмова И.А., Инербаева А.Т.* Генотипическая и фенотипическая характеристика популяции герефордского скота Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 97–105. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-11>

For citation: *Inerbaev B.O., Khrantsova I.A., Inerbaeva A.T.* Genotypic and phenotypic characteristics of the Western Siberian Hereford cattle population. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 97–105. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-11>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

С 2010 по 2019 г. производство крупного рогатого скота на убой в живом весе уменьшилось от 3030,0 до 2827,1 тыс. т, или на 202,9 тыс. т (–6,7%), что стало следствием сокращения численности коров молочного направления продуктивности и сверхремонтного молодняка в доле откормочного поголовья [1]. Заменить их могут только животные мясных пород, поэтому создание новых генотипов крупного рогатого скота с высокой мясной продуктивностью является основной целью селекционно-племенной работы с крупными популяциями специализированных мясных стад.

Все породы животных, разводимые в мире путем искусственного отбора, нуждаются в постоянном совершенствовании племенных и продуктивных качеств на перспективу. В противном случае под воздействием как факторов естественного отбора, так и экологического давления любая порода вырождается. Многие исследователи Российской Федерации отмечают низкую результативность племенной работы, поэтому герефордов отечественной репродукции совершенствуют путем прилития крови животных канадской селекции как для улучшения племенных, так и мясных качеств^{1–3} [1–5]. Аналогичные исследования начаты и продолжаются в племенных хозяйствах Сибири.

Селекционно-племенная работа, направленная на повышение интенсивности роста молодняка и совершенствование стад, в конечном итоге заключается в накоплении высокопродуктивных животных, а в дальнейшем – родственных групп и линий. Ее проводят главным образом путем использования быков-улучшателей, прошедших двухэтапную оценку. При разведении по линиям и использовании их сочетаний отмечено превосходство молодняка кроссов по количеству и качеству мясной продукции, соотношению питательных веществ в туше, показателям экономической эффективности. Данный факт позволяет констатировать наличие возможности производства говядины высокого качества с ориентацией на внутренний рынок и обеспечивает приоритет отечественного производителя.

Различия роста и развития молодняка различных заводских линий необходимо учитывать при составлении селекционно-племенных программ, разработанных для совершенствования племенных и продуктивных качеств животных. Для направленного и результативного отбора необходимо определить современную генеалогическую структуру племенных стад и дать оценку созданных и имеющихся в них ведущих линий животных наиболее распространенных мясных пород в конкретном регионе. Ранее нами и другими авторами опубликованы данные по обсуждаемым проблемам [6–12].

¹Дунин И.М., Бутусов Д.В., Шичкин Г.И. и др. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации // Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2019 г.). ВНИИплем. М., 2020. 442 с.

²Хамидуев Т.Н., Токавкин А.А. Герефорды канадской селекции в Забайкалье // Мясное скотоводство на засушливых территориях юга Средней Сибири: современное состояние и перспективы развития: материалы межрегион. науч.-практ. конф. с международным участием. Чита, 2017. С. 76–80.

³Кузьмина Т.Н. Результаты исследований по улучшению генетического потенциала герефордской породы крупного рогатого скота отечественной селекции // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК: материалы XI междунар. науч.-практ. интернет-конф. Правдинский, 2019. С. 25–29.

Цель исследования – дать генотипическую и фенотипическую характеристику современной популяции крупного рогатого скота герефордской породы.

Задачи исследования:

– определить генеалогическую структуру стад герефордской породы в племенных репродукторах «Вознесенское» и «Альянс» Новосибирской области;

– дать оценку продуктивных качеств быков-производителей, а также коров разных линий и родственных групп.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

По общепринятой методике⁴ дана оценка по генотипу и фенотипу популяции герефордского скота племенных репродукторов «Вознесенское» и «Альянс» Новосибирской области. Исследования проведены по быкам-производителям и коровам. Взвешивание животных осуществляли утром до кормления, высоту в крестце измеряли мерной палкой. Молочность коров определяли по живой массе телят в 205 дней. Срок хозяйственного использования быков-производителей, а также коров по лактациям вычисляли по индивидуальным племенным карточкам и по базе данных программы ИАС «Селэкс» Мясной скот. Воспроизводительную способность коров (межотельный период) оценивали согласно приложению № 10 «Шкала оценки коров по комплексу признаков» в баллах: элита-рекорд – 280–365 дней (10 баллов); элита – 366–401 (8); I класс – 402–438 (7); II класс – 439–475 (6), вне класса – 476 дней и более (0 баллов). Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по методике Н.А. Плохинского (1969 г.) с использованием компьютерной программы Snedecor.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе развития животноводства исторически сложились различные методы разведения сельскохозяйственных животных. Один из таких методов, основываю-

щийся на использовании в племенной работе потомства ценных быков-родоначальников, – разведение по линиям. Применение этого метода позволило получить в Сибири восемь чемпионов герефордской породы и более 40 рекордистов.

В ведущем племенном репродукторе «Вознесенское» Новосибирской области используют линии 20 быков-производителей: Маер-Верна 88480, Болдуинс Лэда 10р, Ярлыка 413 (сибирская репродукция), а также Хелингтона 88910 (финская селекция), Рэд Нота 2872279 (канадское происхождение) (см. табл. 1).

По основным показателям быки-производители герефордской породы в стаде племенного репродуктора «Вознесенское»

Табл. 1. Ведущие линии племенных репродукторов Сибири

Table 1. Leading lines of the pedigree breeding units of Siberia

Линия	Половозрастная группа	
	быки-производители	коровы
<i>Племенной репродуктор «Вознесенское»</i>		
Маер-Верна 88480	4	65
Болдуинс Лэда 10р	3	54
Ярлыка 413	3	22
Хелингтона 88910 (финская селекция)	3	45
Рэд Нота 2872249 (канадская селекция)	3	40
Прочие	4	205
Всего	20	431
<i>Племенной репродуктор «Альянс»</i>		
Маер-Верна 88480	3	–
Клена 70272	–	17
Болдуинс Лэда 10р	–	33
Баз Голд Сола 2V	3	–
Кингли 2976500	3	–
Уэтмор Хафлайта 377231	3	–
Наглена 4300967 (канадская селекция)	–	56
Стандарта 23979 (канадская селекция)	–	60
Всего	12	166

⁴Амерханов Х.А., Дунин И.М., Шаркаев В.И. и др. Нормы оценки племенных качеств крупного рогатого скота мясного направления продуктивности. М.: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 2010.

характеризуются высокой консолидированностью (см. табл. 2).

Длительный срок использования в стаде по отношению к другим группам имеют быки линии Баз Голд Сола 2v268279 (сибирская селекция) и Рэд Нота 2872249 (канадская) с достижением возраста 7,0–7,3 года, что больше на 0,3–2,0 года (по отношению к другим группам). Лидером является рекордный бык-производитель Дозор 40190 (элита) линии Баз Голд Сола 2v268279 со сроком использования в возрасте 8 лет, живой массой 960 кг и высотой в крестце 143 см, поэтому поголовье быков-производителей более разнородное по основным признакам. Племенной репродуктор «Альянс» является молодым хозяйством по разведению герфордской породы (см. табл. 3).

Установлено, что по сроку использования возраст быков колеблется от 2,3 до 6,3 года. Живая масса быков линий Кингли 345 и Уэтмора 377231 оценена классом элита-рекорд, у остальных линий – классом элита. Следует обратить внимание, что как в репродукторе «Вознесенское», так и в репродукторе «Альянс» у быков линии Маер-Верна 88480 низкая живая масса и примерно одинаковая, что указывает на их высокую однородность.

По всем показателям лидирует рекордный бык-производитель Кай 8205 (элита) линии Баз Голд Сола 2v268279 со сроком использования 7 лет, живой массой 956 кг и высотой в крестце 141 см. Быки обоих хозяйств желательного высокорослого экстерьерно-конституционального типа (см. рис. 1).

Табл. 2. Продуктивность быков-производителей племенного репродуктора «Вознесенское» ($M \pm m$)
Table 2. Stud bulls productivity of the pedigree breeding unit “Voznesenskoye” ($M \pm m$)

Показатель	Линия					Среднее по линиям
	Маер-Верна 88480	Баз Голд Сола 2v268279	Хелингтона 9042 (финская селекция)	Рэд Нота 2872249 (канадская селекция)	Другие линии	
	Группа					
	1-я (n = 4)	2-я (n = 3)	3-я (n = 3)	4-я (n = 3)	5-я (n = 3)	16
Средний возраст, лет	5,8 ± 0,75	7,3 ± 0,67 ^{*3,4}	5,3 ± 0,33	7,0 ± 0,58 ^{*3}	6,3 ± 0,33 ^{*3}	6,6 ± 0,32 ^{*3}
Живая масса, кг	867,8 ± 26,6	919,3 ± 0,34	910,3 ± 1,55	915,7 ± 12,99	927,0 ± 14,57	900,0 ± 10,76
Высота в крестце, см	139,3 ± 0,48	141,0 ± 1,53	139,7 ± 0,88	139,7 ± 1,45	140,7 ± 0,33	140,2 ± 0,39

Примечание. Здесь и далее: ^{*3} или ^{*3,4} указывает на достоверность превосходства среднего значения этой группы животных по отношению к другой группе с соответствующим номером.

Табл. 3. Продуктивность быков-производителей племенного репродуктора «Альянс» ($M \pm m$)
Table 3. Stud bulls productivity of the pedigree breeding unit “Alliance” ($M \pm m$)

Показатель	Линия					
	Маер-Верна 88480	Баз Голд Сола 2v268279	Кингли 1 Хирроу 2976500345	Уэтмор Хафлайта 377231 (канадская селекция)	Другие линии	Среднее по линиям
	Группа					
	1-я (n = 3)	2-я (n = 3)	3-я (n = 3)	4-я (n = 3)	5-я (n = 3)	6-я (n = 15)
Средний возраст, лет	4,7 ± 0,67	6,3 ± 0,33 ^{***3,4,6}	2,3 ± 0,33	3,3 ± 0,33	5,7 ± 0,33 ^{***3,4,6}	4,5 ± 0,44 ^{***3,4}
Живая масса, кг	866,3 ± 72,5 ^{*3}	927,0 ± 14,57 ^{***3,4,6}	610,0 ± 12,7	769,3 ± 43,44 ^{***3,5}	924,7 ± 26,43 ^{***3,6}	819,5 ± 33,9 ^{***3}
Высота в крестце, см	139,7 ± 1,53	140,7 ± 0,33 ^{***4,6}	139,3 ± 0,67	138,3 ± 0,33	139,3 ± 0,88	139,5 ^{*4} ± 0,32

В племенное ядро коров племрепродуктора «Вознесенское» включены особи пяти линий отечественной, финской и канадской репродукций (см. табл. 4).

В результате анализа данных установлено, что по всем показателям превосходят особи, полученные от быков линий импортной селекции. Срок использования в лактациях коров составил 7,7–9,7 отела. По живой массе полновозрастных коров лидируют линии Хелингтона и Рэд Нота (достоверность разницы указана в табл. 4).

Самая низкая живая масса (ниже стандарта породы) у маток 2-й группы линии Болдуинс Лэда 10 р – 507,8 кг, что ниже, чем у аналогов, на 32,8–47,3 кг (6,5–9,3%) при высокой достоверности ($p > 0,999$). Большой размах по признаку свидетельствует о возможной результативной селекции животных племенного ядра. По молочности лидирующее положение занимают коровы линии Хелингтона (4-я группа) и достигают в возрасте 205 дней 197,0 кг. Животные линий импортного происхождения 4-й и 5-й групп характеризуются лучшей выраженностью типа герефордского скота. Племенное ядро коров племрепродуктора «Альянс» представлено четырьмя линиями (см. табл. 5).

Маточное поголовье в основном представлено коровами линий Наглена и Стандарта ($n = 56–60$). Практически по всем данным продуктивности высокие показатели имели коровы этих линий.

Одним из важных показателей в мясном скотоводстве является воспроизводительная способность коров (см. табл. 4, 5). От нее зависит, будет получен теленок или нет в желательные сроки туровости отела. Межотельный период у них равен 366–365 дням. В племрепродукторе «Вознесенское» этот показатель практически одинаков без достоверной разницы и составляет 8,2–8,8 балла, в хозяйстве «Альянс» – 8,2–9,3 балла. Лучшими показателями обладают коровы от Клена и Стандарта. В обоих племенных хозяйствах воспроизводительная способность коров на высоком требуемом уровне.

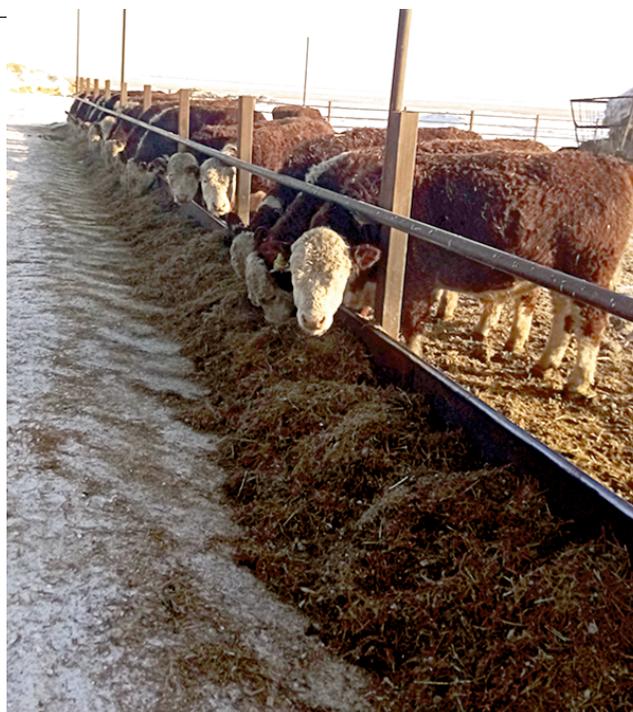


Рис. 1. Быки-производители племенного репродуктора «Вознесенское»

Fig. 1. Stud bulls of the pedigree breeding unit “Voznesenskoye”

Таким образом, генеалогическая структура по герефордской породе сформирована животными как отечественных линий, так и импортными финской и канадской репродукций. Коровы с телятами представлены на рис. 2.

На основе разнородно-улучшающего подбора родительских пар выращены бычки-лидеры, которые включены в ремонтную группу быков-производителей (см. табл. 6, рис. 3).

Бычки с высокой выраженностью типа и гармоничным телосложением по результатам использования на маточном поголовье будут оценены по качеству потомства «Б» и включены в группу быков-производителей с закреплением к конкретной группе коров (см. рис. 3).

Табл. 4. Продуктивность коров разных линий племрепродуктора «Вознесенское» ($M \pm m$)
Table 4. Productivity of cows of different lines of the pedigree breeding unit “Voznesenskoye” ($M \pm m$)

Показатель	Линия						Среднее по линиям
	Маер-Верна 88480	Болдуинс Лэда 10р	Ярлыкка 413	Хелингтона 88 910 (финская селекция)	Рэд Нога 2872249 (канадская селекция)		
	1-я (n = 65)	2-я (n = 54)	3-я (n = 22)	4-я (n = 45)	5-я (n = 40)	6-я (n = 226)	
Срок хозяйственного использования в лактациях	5,4 ± 0,33	4,9 ± 0,29	6,0 ± 0,66	9,4 ± 0,44***1-3,5	7,7 ± 0,44	6,5 ± 0,2***1,3-5	
Живая масса, кг	540,6 ± 4,64***2	507,8 ± 7,20	547,9 ± 7,24***2	549,8 ± 5,89***2	555,1 ± 5,45***2	537,9 ± 2,96***2,5	
Молочность в 205 дней, кг	189,4 ± 1,61	190,7 ± 1,99	194,4 ± 2,69	197,0 ± 1,99**1,2	193,3 ± 1,71	192,4**4 ± 0,88	
Высота в крестце, см	125,3 ± 0,22	127,2 ± 0,42***1,3	125,9 ± 0,30	131,0 ± 0,57*1-3,5	129,4 ± 0,68***1-3	127,7***1,3,4,5 ± 0,25	
Балл за воспроизводство	8,2 ± 0,24	8,2 ± 0,23	8,5 ± 0,33	8,8 ± 0,37	8,8 ± 0,26	8,5 ± 0,13	

Табл. 5. Продуктивность коров разных линий племрепродуктора «Альянс» ($M \pm m$)
Table 5. Productivity of cows of different lines of the pedigree breeding unit «Alliance» ($M \pm m$)

Показатель	Линия				Среднее по линиям	
	Клена 70272	Болдуинс Лэда 10р	Наглена 4300967 (канадская селекция)	Стандарга 23979 (канадская селекция)		
	1-я (n = 17)	2-я (n = 33)	3-я (n = 56)	4-я (n = 60)	5-я (n = 166)	
Срок хозяйственного использования в отелах	2,5 ± 0,24	3,2 ± 0,17**1	3,0 ± 0,06**1	3,2 ± 0,06**4,3,5	3,0 ± 0,05*1	
Живая масса, кг	523,2 ± 7,71***2	556,9 ± 4,16***1	564,9 ± 5,53***1	569,8 ± 2,01***1,2,5	560,9 ± 2,52	
Молочность в 205 дней, кг	202,7 ± 2,49**2	194,3 ± 1,37	204,2 ± 2,1***2	204,8 ± 1,09***2	202,3 ± 0,94***2	
Высота в крестце, см	127,4 ± 0,35**2	126,5 ± 0,17***1,3	129,1 ± 0,29***1,2	131,6 ± 0,28***1-3	129,3 ± 0,21***1,2	
Балл за воспроизводство	9,3 ± 0,37**3	8,6 ± 0,25	8,2 ± 0,19	9,3 ± 0,12*2,3,5	8,8 ± 0,11***3	



Рис. 2. Коровы с телятами племенных репродукторов:

а – «Вознесенское»; *б* – «Альянс»

Fig. 2. Cows with calves of the pedigree breeding unit

a – «Voznesenskoye»; *b* – «Aliance»

Табл. 6. Характеристика бычков-лидеров

Table 6. Characteristics of leader bulls

Кличка и номер	Дата рождения	Живая масса в 15 мес	Среднесуточный прирост живой массы, г	Кличка быка-производителя / линия
<i>Племенной репродуктор «Вознесенское»</i>				
Дон 7021	02.01.2021	474	1138	Дебют 5397 / Хелингтона
Айрон 9401	23.10.2020	458	1052	Аракс 40 295 / Рэд Нота
<i>Племенной репродуктор «Альянс»</i>				
Боец 1118	15.11.2020	616	1381	Байкал 8215 / Маер-Верна
Босс 21119	27.05.2020	525	1253	Байкал 8215 / Маер-Верна
Восток 21233	21.12.2020	588	1238	Валдай 90215 / Уэтмор Хафлайта



Рис. 3. Бычок Боец 1118 линии Маер-Верна 88480. Живая масса в 15 мес 616 кг, среднесуточный прирост – 1381 г, элита-рекорд

Fig. 3. Goby Fighter 1118 of the Maer-Vern 88480 line. Live weight at 15 months 616 kg. Average daily gain - 1381, elite record

ВЫВОДЫ

1. В ведущих племенных репродукторах Сибири «Вознесенское» и «Альянс» в селекционной работе используют быков-производителей линий Маер-Верна 88480, Болдуинс Лэда 10р, Баз Голд Сола 2v268279, Ярлыка 413 (сибирская репродукция), а также Хелингтона 88910 (финская селекция), Рэд Нота 28722279, Кингли 1 Хирроу 2976500345 и Уэтмор Хафлайта 377231 (канадское происхождение).

2. Линии разнородные по продуктивности, лимит продуктивности по сроку хозяйственного использования в отелах колеблется от 2,5 до 9,4 лактаций. Живая масса составляет от 507 до 569 кг, молочность – от 189 до 204 кг, высота в крестце – от 125 до 131 см, балл за воспроизводство – от 8,2 до 9,3.

3. На основе разнородно-улучшающего подбора родительских пар получены бычки-лидеры, которые включены в ремонтную группу быков-производителей. Живая масса в 15 мес составляет 458–616 кг, что выше стандарта породы на 88–246 кг и соответствует классу элита-рекорд. Среднесуточный прирост живой массы за период испытания от 8- до 15-месячного возраста в пределах 1138–1381 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Хакимов И.Н., Мударисов Р.М., Акимов А.Л.* Балльная оценка упитанности мясных коров и ее взаимосвязь с промерами тела // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2. С. 40–46.
2. *Дунина В.А., Гостева Е.Р., Козлова Н.Н.* Повышение генетического потенциала основных пород сельскохозяйственных животных Поволжья // Вестник Курганской ГСХА. 2018. № 1 (25). С. 24–26.
3. *Иванова И.П., Косенчук О.В.* Экстерьерные особенности молодняка мясного направления продуктивности в зависимости от генотипа // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2019. № 2 (34). С. 102–108.
4. *Айтжанова И.Н., Джуламанов Е.Б., Джуламанов К.М., Хайнацкий В.Ю., Никулин В.Н.* Воспроизводительная способность телок разных генотипов // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2019. № 4 (57). С. 6–12. DOI: 10.34655/bgsha.2019.57.4.001.

5. *Дубовскова М.П.* Герефордская порода в России: современное состояние и перспективы развития // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 3. С. 23–27. DOI: 10.33943/MMS.2019.3.31704.
6. *Сермягин А.А., Игнатъева Л.П., Шеметюк С.А., Харитонов С.Н., Селкнер И., Зиновьева Н.А.* Генетическая ценность симментальских быков-производителей зарубежной селекции при переоценке на базе племенных ресурсов России // Молочное и мясное скотоводство. 2019. № 7. С. 13–18.
7. *Колтаков В.И.* Влияние некоторых полиморфных генов на мясную продуктивность и качество мяса у крупного рогатого скота // Животноводство и кормопроизводство. 2020. № 4. С. 47–64. DOI: 10.33284/2658-3135-103-4-47.
8. *Рагимов Г.И., Телешев В.М.* Влияние разного уровня концентратов на конверсию кормов, откормочные и мясные качества бычков-кастратов герефордской породы // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2018. № 2. С. 23–30.
9. *Прожерин В.П., Ялуга В.Л., Селькова И.В., Кувакина И.В., Хуснутдинова Е.Д.* Проблемы в селекции быков-производителей генотипных пород России // Зоотехния. 2020. № 4. С. 2–5. DOI: 10.25708/ZT.2022.28.95.001.
10. *Инербаев Б.О., Храмова И.А., Инербаева А.Т.* Промышленное скрещивание коров молочного скота с быками мясных пород в Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. № 3 (51). С. 75–81. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-3-8.
11. *Джуламанов К.М., Сафронова А.А., Платонов С.А., Кизаев М.А.* Оценка генотипа герефордского скота по племенным и продуктивным качествам // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2022. № 4 (69). С. 63–69. DOI: 10.34655/bgsha.2022.69.4.008.
12. *Инербаев Б.О., Храмова И.А., Инербаева А.Т.* Создание селекционной группы герефордских коров, улучшенных быками канадской репродукции // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. № 1 (52). С. 48–55. DOI: 10.26898/0370-8799-2022-1-5.

REFERENCES

1. *Khakimov I.N., Mudarisov R.M., Akimov A.L.* Beef cows body condition scoring and its measurements relationship. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* =

- Bulletin Samara State Agricultural Academy*, 2020, no. 2, pp. 40–46. (In Russian).
- Dunina V.A., Gosteva E.R., Kozlova N.N., Lakota E.A., Anisimova E.I. Increasing of the main agricultural animal genetic potential of Povolzhye region. *Vestnik Kurganskoi GSKhA = Vestnik Kurganskoi GSKhA*, 2018, no. 1 (25), pp. 24–26. (In Russian).
 - Ivanova I.P., Kosenchuk O.V. Exterior features of youngsters for meat production depending on their genotype. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Omsk SAU*, 2019, no. 2 (34), pp. 102–108. (In Russian).
 - Aitzhanova I.N., Dzhulamanov E.B., Dzhulamanov K.M., Khainatskii V.Yu., Nikulin V.N. Reproductive capacity of heifers of different genotypes. *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii im. V.R. Filippova = Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov*, 2019, no. 4 (57), pp. 6–12. (In Russian). DOI: 10.34655/bgsha.2019.57.4.001.
 - Dubovskova M.P. The Hereford breed in Russia: current state and development prospects. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2019, no. 3, pp. 23–27. (In Russian). DOI: 10.33943/MMS.2019.3.31704.
 - Sermyagin A.A., Ignat'eva L.P., Shemetyuk S.A., Kharitonov S.N., Selkner I., Zinov'eva N.A. Genetic value for Simmental sires of foreign origin in the case of re-estimation procedure using cattle breeding resources in Russia. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and Beef Cattle Farming*, 2019, no. 7, pp. 13–18. (In Russian). DOI: 10.34655/bgsha.2019.57.4.001.
 - Kolpakov V.I. Influence of some polymorphic genes on meat productivity and meat quality of cattle (review). *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo = Animal Husbandry and Fodder Production*, 2020, no. 4, pp. 47–64. (In Russian). DOI: 10.33284/2658-3135-103-4-47.
 - Ragimov G.I., Teleshev V.M. Effect of different levels of concentrates on feed conversion, fattening and meat qualities of Hereford breed steers. *Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo = Feeding of Agricultural Animals and Feed Production*, 2018, no. 2, pp. 23–30. (In Russian).
 - Prozherin V.P., Yaluga V.L., Selkova I.V., Kuvakina I.V., Khusnutdinova E.D. Problems in the breeding of bulls-producers of gene pool breeds in Russia. *Zootekhnika = Zootechnika*, 2020, no. 4, pp. 2–5. DOI: 10.25708/ZT.2022.28.95.001.
 - Inerbaev B.O., Khramtsova I.A., Inerbaeva A.T. Commercial cross breeding of dairy cattle with beef bulls in Western Siberia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, no. 3 (51), pp. 75–81. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2021-3-8.
 - Dzhulamanov K.M., Safronova A.A., Platonov S.A., Kizaev M.A. Assessment of the genotype of Hereford cattle by breeding and productive qualities. *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii im. V.R. Filippova = Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov*, 2022, no. 4 (69), pp. 63–69. (In Russian). DOI: 10.34655/bgsha.2022.69.4.008.
 - Inerbaev B.O., Khramtsova I.A., Inerbaeva A.T. Creation of a breeding group of Hereford cows improved by bulls of Canadian reproduction. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, no. 1 (52), pp. 48–55. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2022-1-5.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Инербаев Б.О., доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник

Храмова И.А., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

✉ **Инербаева А.Т.**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск; а/я 463; e-mail: atinerbaeva@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

Bazarbai O. Inerbaev, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher

Irina A. Khramtsova, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

✉ **Aigul T. Inerbaeva**, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher; **address:** PO Box 463, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: atinerbaeva@yandex.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 13.01.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 27.02.2023
Дата публикации / Published 20.04.2023



ПРИМЕНЕНИЕ МЕХАНИЗМА ЧЕБЫШЕВА В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ МЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЧЕСКИ ПУХА КОЗ

✉ Ротова В.А., Шахов В.А., Козловцев А.П., Ушаков Ю.А.

Оренбургский государственный аграрный университет

Оренбург, Россия

✉ e-mail: rotova_va@mail.ru

Процесс вычесывания пуха коз до сих пор остается практически не механизированным, а потому очень тяжелым для операторов чески пуха. Для успешного развития отрасли требуется в том числе решить вопрос создания механических устройств, которые существенно облегчат работу операторов и позволят увеличить их производительность труда. Не менее важно обеспечить бережное вычесывание, которое не нанесет травмы животному и повысит качество пуха. В этой связи при проектировании механического устройства следует как можно точнее повторить процесс ручного вычесывания. Для этого была изучена траектория движения кончика зуба гребня при ручном вычесывании. По результатам анализа предложена схема вычесывающего устройства на основе шарнирно-рычажного механизма Чебышева. В рамках аналитического метода кинематического исследования механизмов выведены аналитические уравнения, связывающие известные параметры входного (ведущего) звена с неизвестными параметрами ведомых звеньев. Используя эти уравнения, можно с наперед заданной точностью рассчитать необходимые кинематические параметры (перемещения, скорости, ускорения, как линейные, так и угловые) выходного звена и ведомых звеньев. По итогам натурного моделирования и теоретических расчетов были установлены оптимальные габаритные размеры основных звеньев устройства. Применение предложенного механизма позволит снизить физические усилия и утомляемость оператора, повысить производительность благодаря уходу от ручного труда и усовершенствованию устройства.

Ключевые слова: механическое устройство, ческа пуха коз, механизм Чебышева

APPLICATION OF THE CHEBYSHEV MECHANISM IN THE DESIGN OF THE ELEMENTS OF MECHANICAL DEVICES FOR COMBING OUT THE DOWN OF GOATS

✉ Rotova V.A., Shakhov V.A., Kozlovtssev A.P., Ushakov Yu.A.

Orenburg State Agrarian University

Orenburg, Russia

✉ e-mail: rotova_va@mail.ru

The process of combing out down in goats still remains practically non-mechanized, and therefore very difficult for operators. For the successful development of the down goat breeding industry, it is necessary to conduct research in the development of mechanical devices that will significantly facilitate the work of operators and will increase their productivity. It is equally important to ensure careful combing of down, which will not cause injury to the animal and will improve the quality of the combed down. When developing a mechanical device for combing down in goats, it is necessary to repeat the process of manual combing of down as accurately as possible. To do this, an analysis of the trajectory of movement of the tip of the comb tooth during manual combing was carried out. Based on the results of the analysis, the scheme of a combing device based on the Chebyshev hinge-

lever mechanism was proposed. Analytical equations linking the known parameters of the input (leading) link with the unknown parameters of the driving links are derived within the framework of the analytical method of the kinematic study of mechanisms. Using these equations, it is possible to calculate with a predetermined accuracy the necessary kinematic parameters (displacements, velocities, accelerations, both linear and angular) of the output link and driving links. Based on the results of full-scale modeling and theoretical calculations, the optimal dimensions of the main parts of the device were established. The use of the proposed mechanism will reduce physical effort and operator fatigue, increase productivity due to the abandonment of manual labor and improvement of the device.

Keywords: mechanical device, combing out the goat down, Chebyshev mechanism

Для цитирования: Ротова В.А., Шахов В.А., Козловцев А.П., Ушаков Ю.А. Применение механизма Чебышева в проектировании элементов механических устройств для чески пуха коз // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 106–113. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-12>

For citation: Rotova V.A., Shakhov V.A., Kozlovcev A.P., Ushakov Yu.A. Application of the Chebyshev mechanism in the design of the elements of mechanical devices for combing out the down of goats. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 106–113. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-12>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Пуховое козоводство – одна из отраслей сельского хозяйства, в которой до сегодняшнего дня остается не решенным вопрос полной механизации труда. В большинстве хозяйств пух чешут вручную с помощью специальных гребней, которые просты в изготовлении и требуют незначительных материальных затрат. Однако ческа пуха ручным гребнем – трудоемкая, требующая значительных физических усилий работа. В настоящее время принимаются меры по усовершенствованию средств для ручной чески пуха и механизации этого процесса. Причем за основу необходимо брать процесс ручного вычесывания пуха, который сформировался естественным путем, многократно отработан и является наиболее оптимальным. К имеющимся на данный момент средствам для ручного расчесывания и вычесывания пуха относятся: 2-сторонний гребень, гребень с заземляющими пластинами, гребень-пухоческа и универсальный гребень-гребенка. Существуют и механические устройства: вибрационная машинка АВП-1, установка барабанного типа, ленточное устройство МЛУ-1 [1]. Главный недостаток ручных гребней – большая физическая нагрузка на оператора. Основным недостатком

механических устройств является то, что они не в полной мере повторяют процесс ручного вычесывания, что влечет за собой неравномерность обработки шерстно-пухового покрова и потерю качества получаемого пухового волокна.

Чтобы дать толчок развитию данной сферы, требуется продолжать исследования по усовершенствованию устройства для вычесывания пуха, оптимизации процесса чески и технологии вычесывания, снижению затрат труда оператора. Для обеспечения наиболее качественного вычесывания пуха необходима разработка устройства, которое бы максимально повторяло механизм ручной чески, позволяло сократить физические усилия и, как следствие, утомляемость оператора, увеличивало производительность труда.

Цели исследования:

- 1) построение математической модели работы вычесывающего устройства, созданного на основе шарнирно-рычажного механизма Чебышева;
- 2) анализ движения вычесывающих зубьев;
- 3) определение оптимальных габаритных размеров основных звеньев устройства.

Приоритетная задача – максимальное воспроизведение механическим вычесывающим устройством траектории движения кончика зуба при ручной ческе пуха.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

При исследовании работы сложных механизмов и машин полагают, что движение входных звеньев задано, а движение выходных звеньев изучается в зависимости от заданного движения входных. Важно понимать, что нужно учитывать не только структуру механизмов и геометрическое соотношение между размерами их звеньев, но и силы, действующие на звенья механизмов, а также возникающие при их движении. При проведении силового анализа механизмов необходимо учитывать влияние внешних сил, сил веса звеньев, сил трения и сил инерции на звенья механизмов, элементы звеньев, кинематические пары и неподвижные опоры; установить метод снижения динамических нагрузок, возникающих в процессе движения механизма. Анализ динамики механизмов предполагает определение режима их движения под действием перечисленных сил и поиск способов, обеспечивающих заданные режимы движения устройств. Вопрос об определении сил имеет большое практическое значение для установления прочности отдельных деталей, расчета мощности, необходимой для работы механизмов, силы трения в кинематических парах, износа трущихся деталей и др. Зная величину сил, действующих на отдельные звенья устройства, можно выбрать наиболее рациональные размеры для всех звеньев, подобрать конструктивные формы, обеспечивающие достаточную прочность деталей, и т.д.

Силы движущие и силы производственных сопротивлений в зависимости от их физических и технологических характеристик могут быть функциями различных кинематических параметров: перемещений, скоростей, ускорений и времени. Обычно эти силы известны либо известны диаграммы сил работ или мощностей.

Сейчас в процессе кинематического исследования механизмов все чаще используется аналитический метод, который заключается в выводе аналитических уравнений, связывающих известные параметры входного (ведущего) звена с неизвестными параметрами ведомых звеньев. С помощью этих уравнений можно рассчитать с наперед заданной точностью интересующие кинематические параметры (перемещения, скорости, ускорения, как линейные, так и угловые) выходного звена и ведомых звеньев¹ [1, 2].

Так как аналитические расчеты бывают очень громоздкими, вычисления по ним представляют известную трудность даже при наличии соответствующего программного обеспечения. В настоящее время в программе ТММ Constructor имеется возможность расчета перемещений, скоростей, ускорений (не только линейных, но и угловых) рассматриваемого механизма Чебышева.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обратимся к уравнениям кинематических параметров группы в общем виде. Данная группа вместе с ведущим звеном и стойкой образует 4-звенный шарнирный рычаг (см. рис. 1).

Положения звеньев определяются угловыми параметрами (1) – (4). Угловая координата ведущего звена (φ_1 , °) известна^{2,3} [1–4].

$$\varphi_3' = \operatorname{arctg} \frac{\sin \varphi_1}{\lambda_{01} + \cos \varphi_1}; \quad (1)$$

$$\varphi_3'' = \arccos \frac{\sin \varphi_1}{(\lambda_{21} + \lambda_{31}) \sin \varphi_3'}; \quad (2)$$

$$\varphi_3 = \varphi_3' + \varphi_3''; \quad (3)$$

$$\varphi_2 = \arcsin \frac{\lambda_{31} \cdot \sin \varphi_3 - \sin \varphi_1}{\lambda_{21}}, \quad (4)$$

$$\text{где } \lambda_{01} = \frac{O_1 O_2}{AO_1}; \lambda_{21} = \frac{AB}{AO_1}; \lambda_{31} = \frac{BO_2}{AO_1}.$$

¹Минасян А.Г., Водолазская Н.В. Теоретические основы подтверждения качества: учеб. пособие. Майский, 2021. С. 20–150.

²Мирзоянц Ю.А. Машинная стрижка и купание овец: монография. Великие Луки, 2001. 164 с.

³Мирзоянц Ю.А., Фириченков В.Е., Зудин С.Ю., Фириченкова С.В. Технология и технические средства машинной стрижки овец: монография. Кострома: Издательство Костромской государственной сельскохозяйственной академии, 2010. 238 с.

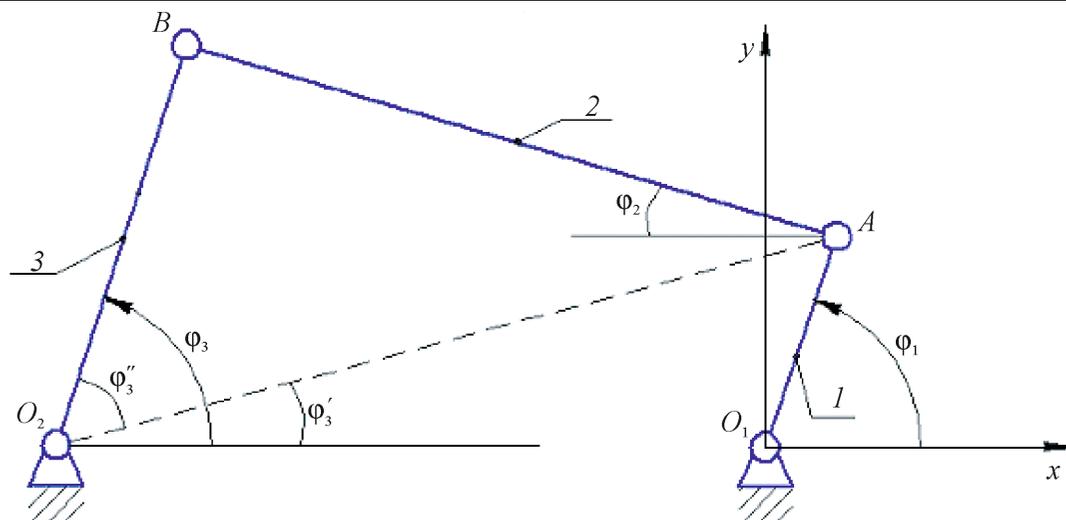


Рис. 1. Схема шарнирно-рычажного четырехзвенника:

1 – ведущее звено; 2 – шатун; 3 – коромысло; O_1O_2 – расстояние между опорами (длина стойки)

Fig. 1. The scheme of the hinge-lever four-bar linkage:

1 - driving link; 2 - connecting rod; 3 - rocker arm; O_1O_2 - distance between the supports (strut length)

Скорости звеньев определяются параметрами (5) – (8). Угловая скорость ведущего звена ($\omega_1, 1/c$) известна.

$$\omega_2 = \omega_1 \cdot \frac{\sin(\varphi_1 - \varphi_3)}{\lambda_{31} \cdot \sin(\varphi_2 - \varphi_3)}; \quad (5)$$

$$\omega_3 = \omega_2 \cdot \frac{\sin(\varphi_2 - \varphi_1)}{\lambda_{31} \cdot \sin(\varphi_2 - \varphi_3)}; \quad (6)$$

$$V_{AO_1} = \omega_2 \cdot (AO_1); \quad (7)$$

$$V_{BO_2} = \omega_3 \cdot (BO_2). \quad (8)$$

Ускорения звеньев определяются параметрами (9) – (16). Угловое ускорение ведущего звена ($\varepsilon_1, 1/c^2$) известно.

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \frac{\omega_2}{\omega_1} + \frac{\omega_1^2 \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_3) - \omega_3^2 \cdot \lambda_{31} - \omega_2^2 \cdot \lambda_{21} \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_3)}{\lambda_{31} \cdot \sin(\varphi_2 - \varphi_1)}; \quad (9)$$

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_1 \frac{\omega_3}{\omega_1} + \frac{\omega_2^2 \cdot \lambda_{21} + \omega_3^2 \cdot \lambda_{31} \cdot \cos(\varphi_3 - \varphi_2) - \omega_1^2 \cdot \cos(\varphi_1 - \varphi_2)}{\lambda_{31} \cdot \sin(\varphi_2 - \varphi_3)}; \quad (10)$$

$$W_{AO_1}^t = \varepsilon_1 \cdot (AO_1); \quad (11)$$

$$W_{AO_1}^n = \omega_1^2 \cdot (AO_1); \quad (12)$$

$$W_{AO_1} = \sqrt{[\varepsilon_1 \cdot (AO_1)]^2 + [\omega_1^2 \cdot (AO_1)]^2}; \quad (13)$$

$$W_{BO_2}^t = \varepsilon_3 \cdot (BO_2); \quad (14)$$

$$W_{BO_2}^n = \omega_3^2 \cdot (BO_2); \quad (15)$$

$$W_{BO_2} = \sqrt{[\varepsilon_3 \cdot (BO_2)]^2 + [\omega_3^2 \cdot (BO_2)]^2}. \quad (16)$$

Для нахождения соответствующих соотношений длин звеньев, задающих траекторию движения выходного звена, необходимо построить планы положений механизма.

Планы положений позволяют судить о характере движения звеньев, о максимальных габаритных размерах и, в первом приближении, о работоспособности механизма.

Так как в нашем случае интересна в первую очередь наглядная траектория движения выходного звена (точки C) с позиции правильности выполнения технологического процесса, следует провести серию построений траекторий путем комбинации соответствующих соотношений длин звеньев [1, 2, 5–7] (см. рис. 2).

Если обозначить угловые координаты звеньев $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ соответственно, то траектория движения выходного звена (точки C) задается соотношением:

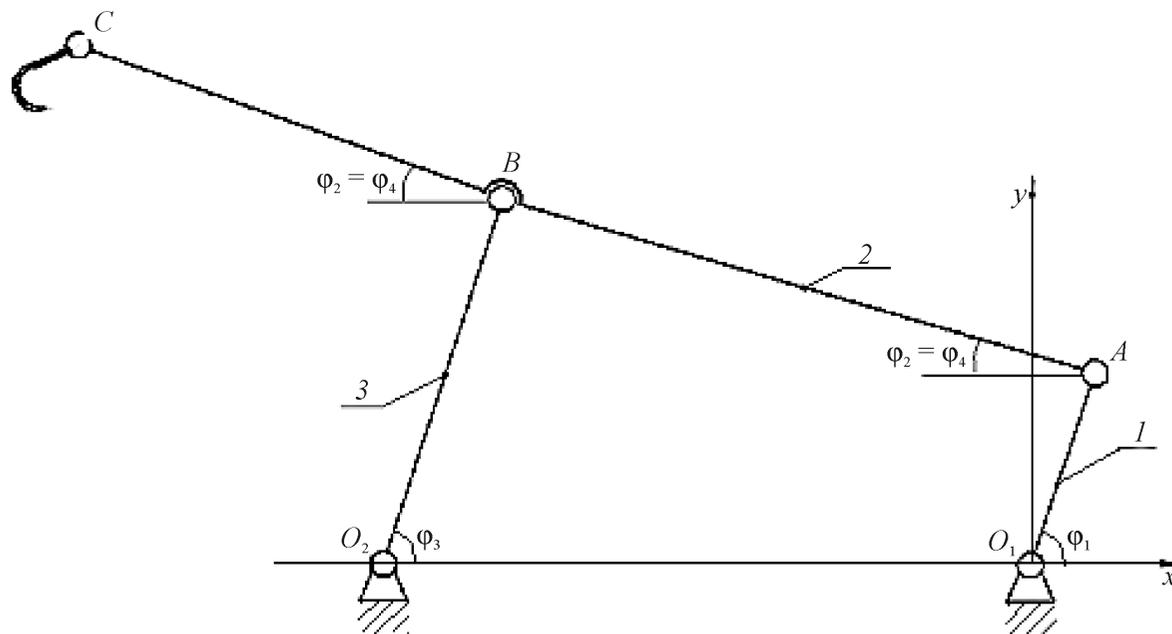


Рис. 2. Определение соответствующих соотношений длин звеньев

Fig. 2. Determination of the corresponding ratios of the links length

$$\begin{aligned} x_C &= O_1A \cos \varphi_1 - (AB + BC) \cos \varphi_2 \\ y_C &= O_1A \sin \varphi_1 - (AB + BC) \sin \varphi_2 \end{aligned} \quad (17)$$

В настоящее время большинство механических устройств для вычесывания пуха коз не соответствует требованиям технологии. Исходя из этого, следует определить траекторию выходного звена (точки C) путем построения планов положений механизма и установить, при каких размерах звеньев данная траектория будет наибольшим образом повторять траекторию руки оператора [8–12].

Формально траекторию движения зуба при ручной ческе можно разделить на три фазы: внедрение зубьев в шерстно-пуховый покров, перемещение в зоне вычесывания, выход зубьев из шерстно-пухового покрова животного. При вхождении зубья движутся вертикально и продольно. В зоне вычесывания гребень перемещается только в продольном направлении. На этом этапе идет тербление пучка волокон для его отделения от кожного покрова. Установлено, что активное вычесывание пуха происходит на горизонтальном участке длиной 400–600 мм, после чего следует вывести гребень из рабочей зоны. Последняя фаза определяет момент

выхода зубьев из рабочей зоны. По продолжительности она существенно меньше первых двух этапов.

Натурное моделирование процесса и проведенные теоретические расчеты позволили подобрать наиболее оптимальные размеры звеньев механизма Чебышева, которые дадут возможность максимально приблизить траекторию движения рабочего звена вычесывающего устройства к траектории движения гребня при ручном вычесывании пуха. При помощи полученных зависимостей (1) – (17) были просчитаны все возможные траектории движения вычесывающего элемента в зависимости от исходных размеров и первоначальных положений звеньев. Границы изменения угловой координаты ведущего звена и расчетные значения координат движения кончика вычесывающего элемента приведены в таблице.

В результате проведенных расчетов определены наиболее оптимальные размеры предлагаемой вычесывающей конструкции, которые позволяют добиться траектории движения выходного звена (точки C), максимально повторяющей траекторию движения кончика зуба гребня при ручном вычесывании пуха. В предлагаемом варианте

Расчеты размеров четырехзвенника Чебышева
Calculations of the dimensions of the Chebyshev four-bar linkage

Угловые параметры, град.					Координаты движения выходного звена, м	
φ_1	φ_3'	φ_3''	φ_3	φ_2	x_C	y_C
15	2,98	5,99	8,98	1,02	-0,50	0,04
30	5,87	11,95	17,82	2,14	-0,51	0,07
45	8,54	17,83	26,37	3,46	-0,53	0,11
60	10,89	23,58	34,47	5,09	-0,55	0,14
90	14,04	34,45	48,49	9,55	-0,59	0,20
120	13,90	43,85	57,75	15,97	-0,63	0,25
135	12,12	47,66	59,77	19,90	-0,63	0,27
150	9,06	50,60	59,67	24,12	-0,63	0,30
175	1,66	53,06	54,72	31,01	-0,61	0,32
195	-4,88	52,48	47,61	35,35	-0,59	0,32
210	-9,06	50,60	41,54	37,50	-0,56	0,32
225	-12,12	47,66	35,54	38,55	-0,54	0,30
240	-13,90	43,85	29,96	38,43	-0,52	0,29
271	-13,98	34,11	20,13	34,24	-0,49	0,24
300	-10,89	23,58	12,68	25,79	-0,49	0,17
315	-8,54	17,83	9,28	20,08	-0,49	0,14
330	-5,87	11,95	6,08	13,73	-0,50	0,09
359	-0,20	0,40	0,20	0,47	-0,50	0,00

Примечание. Значение коэффициентов: $\lambda_{01} = 4$; $\lambda_{21} = 3$; $\lambda_{31} = 2$.

размеры устройства следующие: ведущее звено $OA_1 = 0,1$ м, шатун $AB = 0,3$ м, коромысло $BO_2 = 0,2$ м, расстояние между опорами стойки $O_1O_2 = 0,4$ м, длина выходного звена $CB = 0,3$ м (является длиной вычесывающего гребня с закрепленными на конце зубьями).

На основе данных таблицы при изменении угловой координаты ведущего звена φ_1 от 15 до 359° построена кривая, проходящая через точки с координатами $(x_C; y_C)$. Проверка теоретических расчетов показала совпадение полученных результатов с же-

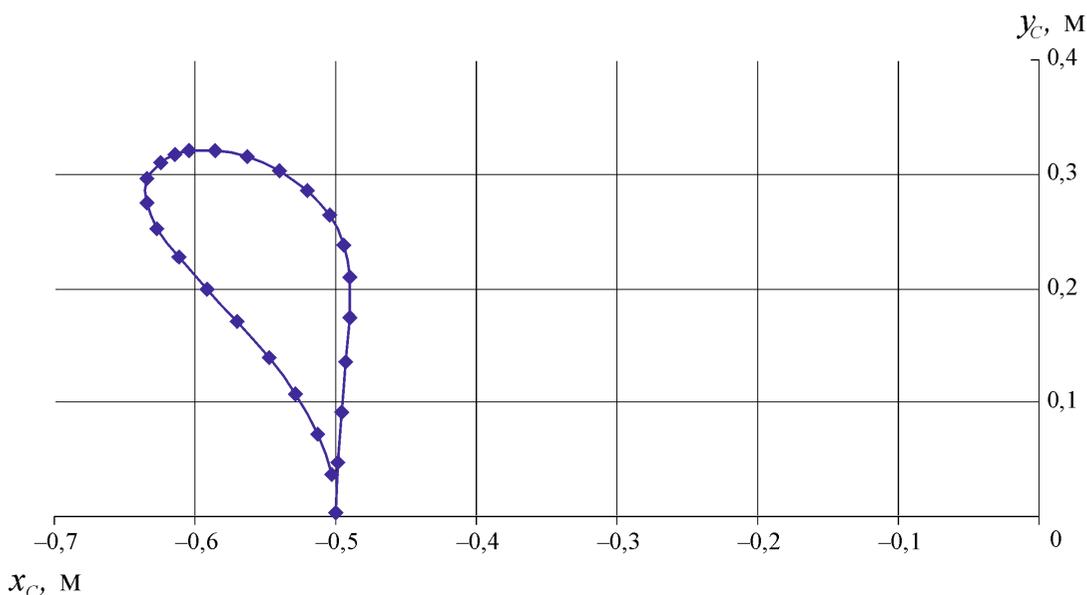


Рис. 3. Траектория движения выходного звена
Fig. 3. The trajectory of the output link

лаемой траекторией движения зуба гребня (см. рис. 3). Такое движение рабочего звена позволяет оптимизировать зону вычесывания. Кроме того, траектория движения зуба в пуховом покрове животного проходит практически по прямой. По представленным в таблице значениям и графику можно увидеть, что зона вычесывания пуха составит примерно 0,4 м, что также соответствует размеру зоны вычесывания при ручном способе чески.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Построенная математическая модель работы вычесывающего устройства на основе шарнирно-рычажного механизма Чебышева и анализ движения зубьев позволили определить базовый принцип конструкции механического устройства для вычесывания пуха коз. В результате исследований установлены оптимальные габаритные размеры основных звеньев устройства. Внедрение предложенного механизма даст возможность сократить физические усилия и утомляемость оператора, увеличить производительность за счет ухода от ручного труда и усовершенствования устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ротова В.А., Ушаков Ю.А.* Механизированное вычесывание пуха у коз: совершенствование технологии и технического средства: монография. Saarbrucken (Deutschland): Palmarium academic publishing, 2014. 215 с.
2. *Мирзоянц Ю.А., Фириченков В.Е., Швецова И.Ю.* Перспективные технологии и инновационные технические средства производства продукции в пастбищный период содержания // Вестник Всероссийского научно-исследовательского и проектно-технологического института механизации животноводства. 2015. № 2 (18). С. 162–168.
3. *Фириченков В.Е.* Направление механизации и автоматизации овцеводства России на период до 2030 г. // Техника и технологии в животноводстве. 2020. № 1. С. 57–62.
4. *Мирзоянц Ю.А.* Инновационные технологии производства продукции овцеводства // Вестник Всероссийского научно-исследовательского и проектно-технологического ин-

ститута механизации животноводства. 2016. № 3 (23). С. 51–56.

5. *Мирзоянц Ю.А., Фириченков В.Е., Середа Н.А.* Технология пастбищного периода содержания овец в личном подворье и крестьянских (фермерских) хозяйствах // Овцы, козы, шерстяное дело. 2018. № 1. С. 32–34.
6. *Кравченко Н.И.* Создание нового типа многоплодных овец на основе скрещивания мериносов с романовскими баранами // Овцы, козы, шерстяное дело. 2017. № 3. С. 16–18.
7. *Кравченко Н.И.* Как вывести отрасль из затянувшегося кризиса // Овцы, козы, шерстяное дело. 2014. № 1. С. 4–6.
8. *Костылев М.Н., Барышева М.С.* Оценка кожно-волосяного покрова молодняка овец романовской породы разных генеалогических групп // Овцы, козы, шерстяное дело. 2018. № 4. С. 56–58.
9. *Чикалев А.И., Юлдашбаев Ю.А.* Зоотехнические и технологические аспекты повышения качества козьего пуха: монография. М., 2014. 229 с.
10. *Мусалаев Х.Х., Абдуллабеков Р.А.* Аминокислотный состав шерстяных волокон коз // Овцы, козы, шерстяное дело. 2017. № 2. С. 31–33.
11. *Ерохин А.И., Карасев Е.А., Ерохин С.А.* Состояние и динамика поголовья коз и производства козлятины в мире и России // Овцы, козы, шерстяное дело. 2018. № 1. С. 29–31.
12. *Каргачакова Т.Б., Чикалев А.И.* Алтайские белые пуховые козы // Овцы, козы, шерстяное дело. 2016. № 2. С. 9–11.

REFERENCES

1. Rotova V.A., Ushakov Yu.A. *Mechanized combing of down in goats: Improvement of technology and technical means.* Saarbrucken (Deutschland): Palmarium academic publishing, 2014, 215 p. (In Russian).
2. Mirzoyants Yu.A., Firichenkov V.E., Shvetsova I.Yu. Promising technologies and innovative technical means of production in the pasture period of maintenance. *Vestnik VNIIMZh = Journal of VNIIMZH*, 2015, no. 2 (18), pp. 162–168. (In Russian).
3. Firichenkov V.E. The direction of mechanization and automation of sheep breeding in Russia for the period up to 2030. *Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve = Machinery and technologies in livestock*, 2020, no. 1, pp. 57–62. (In Russian).

4. Mirzoyants Yu.A. Innovative technologies of sheep production. *Vestnik VNIIMZh = Journal of VNIIMZH*, 2016, no. 3 (23), pp. 51–56. (In Russian).
5. Mirzoyants Yu.A., Firichenkov V.E., Sereda N.A. Technology of the pasture period of keeping sheep in a personal farmstead and peasant (farm) farms. *Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo = Sheep, goats, wool business*, 2018, no. 1, pp. 32–34. (In Russian).
6. Kravchenko N.I. Creation of a new type of multiple-breeding sheep based on crossing merinos with Romanov rams. *Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo = Sheep, goats, wool business*, 2017, no. 3, pp. 16–18. (In Russian).
7. Kravchenko N.I. How to bring the industry out of the protracted crisis. *Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo = Sheep, goats, wool business*, 2014, no. 1, pp. 4–6. (In Russian).
8. Kostylev M.N., Barysheva M.S. Assessment of the skin and hair cover of young sheep of the Romanov breed of different genealogical groups. *Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo = Sheep, goats, wool business*, 2018, no. 4, pp. 56–58. (In Russian).
9. Chikalev A.I., Yuldashbayev Yu.A. *Zootechnical and technological aspects of improving the quality of goat down*. Moscow, 2014, 229 p. (In Russian).
10. Musalaev H.H., Abdullabekov R.A. Amino acid composition of wool fibers of goats. *Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo = Sheep, goats, wool business*, 2017, no. 2, pp. 31–33. (In Russian).
11. Erokhin A.I., Karasev E.A., Erokhin S.A. The state and dynamics of goat livestock and goat meat production in the world and Russia. *Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo = Sheep, goats, wool business*, 2018, no. 1, pp. 29–31. (In Russian).
12. Kargachakova T.B., Chikalev A.I. Altai white downy goats. *Ovtsy, kozy, sherstyanoe delo = Sheep, goats, wool business*, 2016, no. 2, pp. 9–11. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Ротова В.А.**, кандидат технических наук, доцент; **адрес для переписки:** Россия, 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18; e-mail: rotova_va@mail.ru

Шахов В.А., доктор технических наук, профессор

Козловцев А.П., доктор технических наук, профессор

Ушаков Ю.А., доктор технических наук, профессор

AUTHOR INFORMATION

✉ **Victoria A. Rotova**, Candidate of Science in Engineering, Associate Professor; **address:** 18, Chelyuskintsev St., Orenburg, 460014, Russia; e-mail: rotova_va@mail.ru

Vladimir A. Shakhov, Doctor of Science in Engineering, Professor

Andrey P. Kozlovtssev, Doctor of Science in Engineering, Professor

Yuriy A. Ushakov, Doctor of Science in Engineering, Professor

Дата поступления статьи / Received by the editors 28.06.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 15.08.2022
Дата публикации / Published 20.04.2023



<https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-13>
УДК: 636.619

Тип статьи: оригинальная
Type of article: original

БАКТЕРИОНОСИТЕЛЬСТВО КЛЕЩЕЙ-ИКСОДИД НА ТЕРРИТОРИИ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

✉ Третьяков А.М.¹, Бурдуковский С.С.¹, Митрофанова М.А.²

¹Научно-исследовательский институт ветеринарии Восточной Сибири – филиал Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук Забайкальский край, Чита, Россия

²Забайкальский аграрный институт – филиал Иркутского государственного аграрного университета им.А.А. Ежовского Забайкальский край, Чита, Россия

✉ e-mail: tretyakoff752015@yandex.ru

Представлены результаты микробиологического исследования половозрелых клещей-иксодид рода *Dermacentor*, собранных на территории сельских районов Забайкальского края. Проведено микробиологическое исследование 152 иксодовых клещей. Выявлены четыре микробные культуры разных видов: *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Clostridium botulinum*. Отмечено наличие ассоциаций бактерий разных видовых групп в организме клеща: у 32 особей – *L. monocytogenes*, *E. coli*, *S. typhi*, у 56 – *C. botulinum*, *E. coli*, *S. typhi*, у 6 – *L. monocytogenes*, *E. coli*, у 15 – *C. botulinum*, *E. coli*. Из всех выделенных штаммов микроорганизмов наибольшее количество составляла кишечная палочка: данный микроорганизм высевался из всех клещей. Меньше всего выделено *L. monocytogenes*: из 152 клещей 38 являлись ее переносчиками. Установлена циркуляция возбудителя сальмонеллеза у 123 клещей из 152 обследованных особей. Биологические свойства всех выделенных микробных культур соответствовали их классическим характеристикам. Выделенные из клещей микроорганизмы рода *Clostridium* на питательной среде Китта – Тароцци вызывали равномерное ее помутнение, что свидетельствует о принадлежности данного штамма бактерий к сероварам С, D, E, В. Полученные данные указывают на необходимость ежегодного ветеринарного контроля мест выпаса животных на наличие природных очагов, резервуарами возбудителей которых являются пастбищные клещи. В период массового нападения клещей-иксодид необходимо проведение акарицидных обработок животных репеллентными и акарицидными препаратами, что будет способствовать не только повышению их продуктивности, но и позволит профилактировать инфекционные болезни.

Ключевые слова: иксодовые клещи, бактерионосительство, Забайкальский край

BACTERIOCARRIAGE OF IXODID MITES ON THE TRANS-BAIKAL TERRITORY

✉ Tretyakov A.M.¹, Burdukovsky S.S.¹, Mitrofanova M.A.²

¹Scientific Research Institute of Veterinary Medicine of Eastern Siberia – Branch of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences Trans-Baikal Territory, Chita, Russia

²Trans Baikal Agrarian Institute – Branch of the Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Yezhevsky

Trans-Baikal Territory, Chita, Russia

✉ e-mail: tretyakoff752015@yandex.ru

The results of a microbiological study of sexually mature ixodid mites of the genus *Dermacentor* collected in the rural areas of the Trans-Baikal Territory are presented. Microbiological examination

of 152 ixodid mites was carried out. Four microbial cultures of different species were identified: *Listeria monocytogenes*, *E. coli*, *Salmonella typhi*, *Clostridium botulinum*. The presence of bacteria associations of different species groups in the mite body was noted: in 32 individuals - *L. monocytogenes*, *E. coli*, *S. typhi*, in 56 - *C. botulinum*, *E. coli*, *S. typhi*, in 6 - *L. monocytogenes*, *E. coli*, in 15 - *C. botulinum*, *E. coli*. Of all the isolated microbial strains, *Escherichia coli* made up the largest number: this microorganism was isolated from all mites. *L. monocytogenes* appeared to be the least isolated: 38 of 152 mites were its carriers. Salmonellosis pathogen circulation was detected in 123 mites out of 152 examined specimens. The biological properties of all the isolated microbial cultures corresponded to their classical characteristics. Microorganisms of the genus *Clostridium* isolated from the mites on the Kitt-Tarozzi nutrient medium caused uniform turbidity of the nutrient medium, which indicates that this bacterial strain belongs to serovars C, D, E and B. The data obtained indicate the need for annual veterinary control of the grazing areas for the presence of natural foci, the reservoirs of pathogens which are pasture mites. During the period of ixodid mites mass attack it is necessary to carry out acaricide treatments of animals with repellent and acaricide preparations that will not only increase their productivity, but will also allow preventing infectious diseases.

Keywords: ixodid mites, bacteriocarriage, Trans-Baikal Territory

Для цитирования: Третьяков А.М., Бурдуковский С.С., Митрофанова М.А. Бактерионосительство клещей-иксодид на территории Забайкальского края // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 3. С. 114–119. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-13>

For citation: Tretyakov A.M., Burdukovsky S.S., Mitrofanova M.A. Bacteriocarriage of ixodid mites on the Trans-Baikal Territory. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 3, pp. 114–119. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-3-13>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Ареал иксодовых клещей затрагивает большую часть Российской Федерации, в том числе и Забайкальский край. В крае площадь пахотных земель со времен СССР уменьшилась в 4 раза – от 1,2 млн га до 300 тыс. га¹, что обусловило увеличение количества биотопов, благоприятных для выплода клещей, и стало причиной ухудшения эпизоотической обстановки по пироплазмидозам у домашних сельскохозяйственных животных и трансмиссивным болезням человека [1–5]. Известно, что иксодовые клещи учувствуют в переносе возбудителей и поддержании природно-очаговых инфекций различной этиологии (вирусной, бактериальной и протозойной) [2, 6–9]. Клещи являются наружными паразитами-кровососами. Они активно участвуют в переносе возбудителей и хранят их. Бруцеллез, ящур, лептоспироз, клещевой энцефалит, пироплазмоз, нутталиоз, анаплазмоз, риккет-

сиоз, болезнь Лайма (боррелиоз), возвратный тиф, гемморагическая лихорадка, туляремия, чума, эрлихиоз – далеко не полный список болезней, в передаче которых участвуют иксодовые клещи [10]. Возникновение данных болезней может нанести значительный экономический ущерб сельскому хозяйству и стать причиной эпидемий. Исследования и мониторинг бактерионосительства иксодовых клещей – актуальное медико-ветеринарное направление, имеющее теоретическое и практическое значение [1, 5, 6, 10].

Микробиологический мониторинг клещей на носительство возбудителей инфекционных болезней разной этиологии позволит прогнозировать и предотвращать возникновение болезней у сельскохозяйственных животных, вследствие этого снизить экономический ущерб. Благодаря данным исследованиям появится возможность разработки научно обоснованных рекомендаций и планов по профилактике болезни [11].

¹Лоскутников В.Г. Минсельхоз: Площадь пашни в Забайкалье со времен СССР сократилась в 4 раза – до 300 тыс. га: URL: <https://www.chita.ru>.

Подобных работ на территории края до настоящего времени не проводили. В подразделениях Роспотребнадзора по Забайкальскому краю имела место лишь практическая работа по обеспечению безопасности населения, что послужило причиной выполнения научной работы на данную тему.

Цель исследования – провести лабораторные исследования иксодовых клещей для установления носительства ими возбудителей бактериальных инфекций.

Задачи исследования:

- провести микробиологические исследования клещей-иксодид;
- изучить биологические свойства полученных культур бактерий;
- определить родовую принадлежность полученных штаммов бактерий.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования служили клещи рода *Dermacentor*, собранные вручную с животных и в биотопах методом флажкилометра в трех районах Забайкальского края: Читинском ($n = 60$), Красно-Чикойском ($n = 71$), Приаргунском ($n = 21$). Сбор и учет клещей осуществляли согласно общепринятым методическим указаниям.

Для культивирования, идентификации и изучения биологических свойств бактерий использовали следующие питательные среды: забуферную пептонную воду, МПА, МПБ, АГВ, среды Эндо и ПАЛ.

Изучение биохимических свойств выделенных штаммов бактерий проводили при помощи системы индикаторных бумажек. Определяли их реакцию с каталазой и оксидазой. Проверяли способность ферментирования сахаров – глюкозы, мальтозы и рамнозы. Для идентификации микробных культур по биохимическим показателям использовали определитель Берджи².

Антибиотикочувствительность полученных бактерий определяли дискодиффузным методом с использованием бумажных дисков, пропитанных антибиотиками: левоми-

цетином, цефалоспорином, эритромицином и ампицилином. Работу проводили согласно МУК 4.2.1890-04.

Для постановки биологической пробы использовали нелинейных белых мышей массой 15–20 г. Лабораторных животных содержали согласно рекомендациям РД-АПК 3.10.07.02-09. При приготовлении суспензии число клеток в ней доводили на 10^8 МЕ с использованием стандарта мутности по Мак-Фарланду.

Заражение лабораторных животных осуществляли внутрибрюшинно, наблюдения вели в течение трех дней. После гибели животных проводили вскрытие. Органы с патологоанатомическими изменениями отбирали для приготовления суспензии методом предельного разведения до 10^{-8} , после этого производили посев на чашки Петри с селективной питательной средой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе проведенных лабораторных микробиологических исследований установлена циркуляция возбудителя листериоза у 38 клещей. Из собранных на территории Читинского района клещей листерии обнаружены у 10, из Приаргунского – у 15, из Красно-Чикойского – у 13.

Биологические свойства полученных из клещей возбудителей листериоза не отличались от классических вариантов культуры. Грамположительные мелкие коковидные палочки, иногда в мазках, располагались в виде буквы V. Колонии листерий на питательной среде ПАЛ были мелкими (до 1,5 мм), серо-желтого цвета, круглыми, с ровными краями.

При биохимическом исследовании выделенные штаммы листерий дали положительный результат на каталазу, отрицательный – на оксидазу. Ферментировали с образованием кислоты сахара (глюкозу, мальтозу, рамнозу).

Для постановки биологической пробы использовали пять мышей, заражение производили внутрибрюшинным методом. Ги-

²Определитель бактерий Берджи. Пер. с англ./ под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уилльямса. М.: Мир. 1997. Т. 2: 368 с.

бель наступала на 2–3-и сутки. При патологоанатомическом исследовании отмечены некротические участки на сердце, почках и печени. Далее производили отбор патологического материала, помещали в стерильную пробирку, хранили в течение 4 дней для накопления листерий в патологическом материале. Затем производили посев на селективную питательную среду ПАЛ для выделения и идентификации листерий по признаку гидролиза эскулина до эскулетина. В состав ПАЛ входят ионы железа, которые в присутствии эскулетина окисляются и вызывают потемнение среды вокруг колонии листерий.

При исследовании листерий на антибиотикочувствительность использовали диски с антибиотиками в концентрации 2 мкг (ампициллин) и 10 мкг (гентамицин). На чашках Петри с агаровой средой Гивенталья – Ведыминой (АГВ) отмечена зона задержки роста микроорганизмов от 10 до 12 мм.

Таким образом, из 152 исследованных клещей в 38 особях зафиксирована персистенция бактерий рода *Listeria*, вида *Monocytogenes*, что указывает на роль клещей-иксодид как источника заражения животных и человека лептоспирозом.

Из всех 152 обследованных клещей выделена кишечная палочка *E. coli*. Следует отметить, что превалировала видовая ассоциация лактозоположительной и лактозоотрицательной *E. coli*, у 10 клещей видовой ассоциации *E. coli* не обнаружено. Выявлены три лактозоположительные пробы, семь – лактозоотрицательные. Согласно данным, отсутствие способности ферментировать лактозу не является маркером повышенного патогенного потенциала [11].

Культурально-морфологические особенности *E. coli*: мелкие грамположительные подвижные палочки с закругленными концами. Спор и капсул не образовывали. В мазках располагались одиночно, беспорядочно.

При культивации *E. coli* отмечен хороший рост на МПА, МПБ, средах Эндо. На МПА образовывались мелкие, круглые, серовато-белые гладкие колонии. Отмечено умеренное помутнение МПБ с последующим вы-

падением слизистого осадка. На среде Эндо получено два штамма *E. coli* – лактозоотрицательный и лактозоположительный.

Биохимические показатели *E. coli*: с образованием кислоты ферментировала глюкозу, мальтозу, маннозу, рамнозу, арнитин, сахарозу, адонит, сорбит, арабинозу. Пробы на каталазу были положительными, на уреазу – отрицательными.

Исследования на антибиотикочувствительность показали высокую чувствительность *E. coli* ко всем антибиотикам, отражалось это в виде большой зоны задержки роста бактерий (более 20 мм).

В ходе проведенного исследования установлена циркуляция возбудителя сальмонеллеза у 123 клещей. Из Читинского района зараженными оказались 48 клещей, Красно-Чикойского – 57 и из Приаргунского – 18.

Выделенные культуры бактерий представляли собой мелкие грамотрицательные подвижные палочки с закругленными концами. Расположение их одиночное, беспорядочное. По ряду биохимических показателей с образованием кислоты штаммы сальмонелл ферментировали глюкозу, мальтозу, маннозу, рамнозу, арнитин. Сахарозу, адонит, сорбит, арабинозу, лактозу не разлагали. Бактерии выделяли сероводород, проба на каталазу была положительной, на уреазу – отрицательной. Возбудитель идентифицирован как *Salmonella typhi*.

При исследовании сальмонелл на антибиотикочувствительность выявлена слабая чувствительность к трем антибактериальным препаратам: левомецитину, цефалоспоринолу и ампициллину. Средняя зона задержки роста микробных культур составила 3 мм. Наиболее чувствительными микробные клетки оказались к эритромицину: зона задержки роста составила 16 мм.

При исследовании клещей также выделены микроорганизмы рода *Clostridium* от 71 клеща: в Читинском районе из 18, Красно-Чикойском – из 40, из Приаргунского района – из 13. При посеве биологического материала от клещей в жидкую питательную среду Китта – Тароцци наблюдали равномерное помутнение питательной среды.

Кусочки печени не были расплавлены, что может свидетельствовать о принадлежности данного штамма бактерий к сероварам С, D, E. В мазках отмечена грамположительная палочка с субтерминальным расположением споры. При окраске по Пешкову спора окрашивалась в зеленый цвет. В мазке клетки располагались хаотично. При изучении биохимических свойств установлено, что реакция микроорганизмов рода *Clostridium* с сахарами протекала слабо или отсутствовала вообще, что свидетельствует о низких сахаролитических свойствах данного штамма.

При исследовании на антибиотикочувствительность отмечена средняя зона задержки роста на тетрациклин – 12 мм.

ВЫВОДЫ

1. В результате микробиологического исследования 152 иксодовых клещей рода *Dermacentor*, собранных на территории Забайкальского края, получено четыре микробные культуры разных видов: *L. monocytogenes*, *E. coli*, *S. typhi*, *C. botulinum*. Отмечено наличие ассоциаций бактерий разных видовых групп в организме клеща: у 32 особей – *L. monocytogenes*, *E. coli*, *S. typhi*, у 56 – *C. botulinum*, *E. coli*, *S. typhi*, у 6 – *L. monocytogenes*, *E. coli*, у 15 – *C. botulinum*, *E. coli*.

2. Из всех выделенных штаммов микроорганизмов наибольшее количество составляла кишечная палочка: данный микроорганизм высевался из всех клещей. Меньше всего выделено *L. monocytogenes*: из 152 клещей 38 являлись ее переносчиками.

3. Полученные данные указывают на необходимость ежегодного ветеринарного контроля мест выпаса животных на наличие природных очагов, резервуарами возбудителей которых являются пастбищные клещи. В период массового нападения клещей-иксодид необходимо проведение акарицидных обработок животных репеллентными и акарицидными препаратами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атаев А.М., Зубаирова М.М., Карсаков Н.Т., Джамбулатов З.М. Фауна иксодовых клещей и динамика их сезонной активно-

сти в разрезе высотной поясности Дагестана // Российский паразитологический журнал. 2019. Т. 13. № 3. С. 32–38. DOI: 10.31016/1998-8435-2019-13-3-32-38.

2. Кошкина Н.А., Колесников В.И. Видовой состав иксодовых клещей зоны достаточного увлажнения Ставропольского края // Сельскохозяйственный журнал. 2020. № 1 (13). С. 59–72. DOI: 10.25930/0372-3054/010.1.13.2020.
3. Лубова В.А., Леонова Г.Н., Шутикова А.Л. Роль иксодовых клещей в циркуляции возбудителей клещевых инфекций на юге Дальнего Востока // Экология человека. 2020. № 2. С. 58–64. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-2-58-64.
4. Наймушина Е.Э. Роль мелких млекопитающих заказника «Предуралье» в прокормлении иксодовых клещей // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 9 (123). DOI: 10.23670/IRJ.2022.123.14.
5. Тупота Н.Л., Терновой В.А., Карташов М.Ю. Детекция *Borrelia miyamotoi* в иксодовых клещах, собранных на юге Западной Сибири // Проблемы особо опасных инфекций. 2021. № 3. С. 129–133. DOI: 10.21055/0370-1069-2021-3-129-133.
6. Шабдарбаева Г.С., Балгимбаева А.И., Ибажанова А.С. Исследование иксодовых клещей на наличие тейлерий // Вестник научных конференций. 2019. № 2-3 (42). С. 108–116.
7. Кормилицына М.И., Коренберг Э.И., Михайлова Т.В. Оценка возможной роли иксодовых клещей в природных очагах туляремии лесостепной зоны европейской части России // Паразитология. 2020. Т. 54. № 4. С. 285–297. DOI: 10.31857/S1234567806040021.
8. Мельникова О.В., Трушина Ю.Н., Адельшин Р.В. Распространенность боррелий в иксодовых клещах Байкальского региона // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. 2021. № 3. С. 12–20. DOI: 10.33092/0025-8326mp2021.3.12-20.
9. Elmurat A.J., Bekbolsun K.A., Dulat S.K., Nurzina A. Distribution of ixodid mites in the Chuy valley // Vestnik of the Kyrgyz National Agrarian University K.I. Scriabin. 2021. N 5 (59). P. 131–140.
10. Василевич Ф.И., Никанорова А.М. Фауно-экологические особенности паразитирования иксодовых клещей Центральной части Восточно-Европейской равнины // Российский паразитологический журнал. 2020. Т. 14. № 3. С. 11–17. DOI: 10.31016/1998-8435-2020-14-3-11-17.

11. Тохов Ю.М., Шапошникова Л.И., Дьяченко Ю.В. Исследование иксодовых клещей на естественную зараженность вирусами природно-очаговых инфекций // Сельскохозяйственный журнал. 2018. № 3 (11). С. 81–86. DOI: 10.25930/s3yv-fx84.

REFERENCES

1. Ataev A.M., Zubairova M.M., Karsakov N.T., Dzhambulatov Z.M. Fauna of exodic ticks and dynamics of their seasonal activity in the context of altitudinal zonation of Dagestan. *Rossiiskii parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*, 2019, vol. 13, no. 3, pp. 32–38. (In Russian). DOI: 10.31016/1998-8435-2019-13-3-32-38.
2. Koshkina N.A., Kolesnikov V.I. The species composition of gulf coast ticks in the zone of sufficient moisture in the Stavropol Territory. *Sel'skokhozyaistvennyi zhurnal = Agricultural Journal*, 2020, no. 1 (13), pp. 59–72. (In Russian). DOI: 10.25930/0372-3054/010.1.13.2020.
3. Lubova V.A., Leonova G.N., Shutikova A.L. Role of exodic ticks in circulation of tick-borne infections in the south of the Far East. *Ekologiya Cheloveka = Human Ecology*, 2020, no. 2, pp. 58–64. (In Russian). DOI: 10.33396/1728-0869-2020-2-58-64.
4. Naimushina E.E. The role of small mammals of “Cis-Ural” nature reserve in feeding exodic ticks. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal = International Research Journal*, 2022, no. 9 (123). (In Russian). DOI: 10.23670/IRJ.2022.123.14.
5. Tupota N.L., Ternovoi V.A., Kartashov M.Yu. Detection of *Borrelia miyamotoi* in ixodidae ticks collected in the south of Western Siberia. *Problemy osobo opasnykh infektsii = Problems of Particularly Dangerous Infections*,

- 2021, no. 3, pp. 129–133. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2021-3-129-133.
6. Shabdarbaeva G.S., Balgimbaeva A.I., Ibazhanova A.S. Examination of ixodid ticks for the presence of *Theileria*. *Vestnik nauchnykh konferentsii = Bulletin of Scientific Conferences*, 2019, no. 2-3 (42), pp. 108–116. (In Russian).
7. Kormilitsyna M.I., Korenberg E.I., Mikhailova T.V. Evaluation of the possible role of ixodid ticks in natural tularemia foci in the forest-steppe zone of the European Russia. *Parazitologiya = Parasitology*, 2020, vol. 54, no. 4, pp. 285–297. (In Russian). DOI: 10.31857/S1234567806040021.
8. Mel'nikova O.V., Trushina Yu.N., Adel'shin R.V. The abundance of *Borellia inixodid* ticks of Baikal region. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni = Medical parasitology and parasitic diseases*, 2021, no. 3, pp. 12–20. (In Russian). DOI: 10.33092/0025-8326mp2021.3.12-20.
9. Elmurat A.J., Bekbolsun K.A., Dulat S.K., Nurzina A. Distribution of ixodic mites in the Chuy valley. *Vestnik of the Kyrgyz National Agrarian University K.I. Scriabin*, 2021, no. 5 (59), pp. 131–140.
10. Vasilevich F.I., Nikanorova A.M. Features of fauna and ecology of ixodid ticks parasitizing in the central part of the East European Plain. *Rossiiskii parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*, 2020, vol. 14, no. 3, pp. 11–17. (In Russian). DOI: 10.31016/1998-8435-2020-14-3-11-17.
11. Tokhov Yu.M., Shaposhnikova L.I., D'yachenko Yu.V. Investigation of Gulf Coast ticks on natural infection with viruses of natural local infections. *Sel'skokhozyaistvennyi zhurnal = Agricultural Journal*, 2018, no. 3 (11), pp. 81–86. (In Russian). DOI: 10.25930/s3yv-fx84.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ Третьяков А.М., доктор ветеринарных наук, директор; адрес для переписки: Россия, 672039, Забайкальский край, Чита, ул. Кирова, 49; e-mail: tretyakoff752015@yandex.ru

Бурдуковский С.С., научный сотрудник

Митрофанова М.А., старший преподаватель

AUTHOR INFORMATION

✉ Alexei M. Tretyakov, Doctor of Science in Veterinary Medicine, Director; address: 49, Kirova St., Chita, Trans-Baikal Territory, 672039, Russia; e-mail: tretyakoff752015@yandex.ru

Sergey S. Burdukovsky, Researcher

Maria A. Mitrofanova, Senior Lecturer

Дата поступления статьи / Received by the editors 16.01.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 06.03.2023
Дата публикации / Published 20.04.2023

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Правила для авторов составлены на основе этических принципов, общих для членов научного сообщества, и правил публикации в международных и отечественных научных периодических изданиях, а также в соответствии с требованиями ВАК для периодических изданий, включенных в Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

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

- общее земледелие и растениеводство;
- селекция, семеноводство и биотехнология растений;
- агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений;
- кормопроизводство;
- инфекционные болезни и иммунология животных;
- частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства;
- разведение, селекция, генетика и биотехнология животных;
- технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса;
- пищевые системы.

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

Наименование рубрики	Шифр и наименование научной специальности в соответствии с Номенклатурой научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени
Земледелие и химизация	4.1.1. Общее земледелие и растениеводство 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
Растениеводство и селекция	4.1.1. Общее земледелие и растениеводство 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений
Защита растений	4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
Кормопроизводство	4.1.1. Общее земледелие и растениеводство 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
Зоотехния и ветеринария	4.2.3. Инфекционные болезни и иммунология животных 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных
Механизация, автоматизация, моделирование и информационное обеспечение	4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса
Переработка сельскохозяйственной продукции	4.3.3. Пищевые системы
Проблемы. Суждения Научные связи Из истории сельскохозяйственной науки Краткие сообщения Из диссертационных работ	4.1.1. Общее земледелие и растениеводство 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений 4.2.3. Инфекционные болезни и иммунология животных 4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов и производства продукции животноводства 4.2.5. Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса 4.3.3. Пищевые системы

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

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

К рассмотрению принимаются материалы от различных категорий исследователей, аспирантов, докторантов, специалистов и экспертов в соответствующих областях знаний.

Все статьи рецензируются и имеют зарегистрированный в системе CrossRef индекс DOI.

Публикации для авторов **бесплатны**.

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

РЕКОМЕНДАЦИИ АВТОРУ ДО ПОДАЧИ СТАТЬИ

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

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

Перед отправкой статьи на рассмотрение необходимо убедиться, что в файле (файлах) содержится вся необходимая информация на русском и английском языках, указаны источники информации, размещенной на рисунках и в таблицах, все ссылки оформлены корректно.

ПОРЯДОК НАПРАВЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ СТАТЕЙ

1. Отправка статьи осуществляется через электронную редакцию на сайте журнала <https://sibvest.elpub.ru/jour/index>. После предварительной регистрации автора, в правом верхнем углу страницы выбрать опцию «Отправить рукопись». Затем загрузить рукопись статьи (в формате *.doc или *.docx) и сопроводительные документы к ней. После завершения загрузки материалов обязательно выбрать опцию «Отправить письмо», в этом случае редакция автоматически будет уведомлена о получении новой рукописи.

Сопроводительные документы к рукописи статьи:

- скан-копия письма от организации с подтверждением авторства и разрешением на публикацию (образец на <http://sibvest.elpub.ru/>);
- скан-копия авторской справки по представленной форме (образец на <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;
- скан-копия рукописи с подписями авторов. Автор, подписывая рукопись и направляя ее в редакцию, тем самым передает авторские права на издание этой статьи СФНЦА РАН;
- анкеты авторов на русском и английском языках (образец на <http://sibvest.elpub.ru/>);
- скан-копия справки из аспирантуры (для очных аспирантов).

2. Все поступающие в редакцию рукописи статей регистрируются через систему электронной редакции. В личном кабинете автора отражается текущий статус рукописи.

3. Нерецензируемые материалы (материалы научной хроники, рецензии, книжные обозрения, материалы по истории сельскохозяйственной науки и деятельности учреждений и ученых) направляются на e-mail: sibvestnik@sfcsa.ru и регистрируются ответственным секретарем.

ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

Текст рукописи оформляется шрифтом Times New Roman, кеглем 14 с интервалом 1,5, все поля 2,0 см, нумерация страниц внизу. Объем статьи не более 15 страниц (включая таблицы, иллюстрации и библиографию); статей, размещаемых в рубриках «Из диссертационных работ» и «Краткие сообщения», – не более 7 страниц.

Структура оформления статьи:

1. **УДК**
2. **Заголовок статьи на русском и английском языках (не более 70 знаков).**
3. **Фамилии и инициалы авторов, полное официальное название научного учреждения, в котором проведены исследования на русском и английском языках.**

Если в подготовке статьи принимали участие авторы из разных учреждений, необходимо указать принадлежность каждого автора к конкретному учреждению с помощью надстрочного индекса.

4. **Реферат на русском и английском языках.** Объем реферата не менее 200–250 слов. 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. Не следует включать впервые введенные термины, аббревиатуры (за исключением общеизвестных), ссылки на литературу. В реферате не следует подчеркивать новизну, актуальность и личный вклад автора; место исследования необходимо указывать до области (края), не упоминать конкретные организации.

5. **Ключевые слова на русском и английском языках.** 5–7 слов по теме статьи. Желательно, чтобы ключевые слова дополняли реферат и название статьи.

6. **Информация о конфликте интересов либо его отсутствии.** Автор обязан уведомить редактора о реальном или потенциальном конфликте интересов, включив информацию о конфликте интересов в соответствующий раздел статьи. Если конфликта интересов нет, автор должен также сообщить об этом.

Пример формулировки: «Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов».

7. **Благодарности на русском и английском языках.** В этом разделе указываются все источники финансирования исследования, а также благодарности людям, которые участвовали в работе над статьей, но не являются ее авторами.

8. **Основной текст статьи.** При изложении оригинальных экспериментальных данных рекомендуется использовать подзаголовки:

ВВЕДЕНИЕ (постановка проблемы, цели, задачи исследования)

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ (условия, методы (методика) исследований, описание объекта, место и время проведения)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ или **ВЫВОДЫ**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ. Количество источников не менее 15. В список литературы включаются только рецензируемые источники: статьи из научных журналов и монографии. Самоцитирование не более 10% от общего количества. Библиографический список должен быть оформлен в виде общего списка в порядке упоминания в тексте, желательны ссылки на источники 2–3-летнего срока давности. Правила оформления списка литературы – в соответствии с ГОСТ Р 7.05–2008 (требования и правила составления библиографической ссылки). В тексте ссылка на источник отмечается порядковой цифрой в квадратных скобках, например [1]. Литература в списке дается на тех языках, на которых она издана. В библиографическое описание публикации необходимо вносить всех авторов, не сокращая их одним, тремя и т.п. Недопустимо сокращение названий статей, журналов, издательства.

Если необходимо сослаться на авторефераты, диссертации, сборники статей, учебники, рекомендации, учебные пособия, ГОСТы, информацию с сайтов, статистические отчеты, статьи в общественно-политических газетах и прочее, то такую информацию следует оформить в *сноске* в конце страницы. Сноски нумеруются арабскими цифрами, размещаются постранично сквозной нумерацией.

Внимание! Теоретические, обзорные и проблемные статьи могут иметь произвольную структуру, но обязательно должны содержать реферат, ключевые слова, список литературы.

ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ, REFERENCES И СНОСК

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

Монография

Климова Э.В. Полевые культуры Забайкалья: монография. Чита: Поиск, 2001. 392 с.

Часть книги

Холмов В.Г. Минимальная обработка кулисного пара под яровую пшеницу при интенсификации земледелия в южной лесостепи Западной Сибири // Ресурсосберегающие системы обработки почвы. М.: Агропромиздат, 1990. С. 230–235.

Периодическое издание

Пакуль А.Л., Лапишинов Н.А., Божанова Г.В., Пакуль В.Н. Технологические качества зерна мягкой яровой пшеницы в зависимости от системы обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 4. С. 27–35. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-4-4.

REFERENCES:

Составляется в том же порядке, что и русскоязычный вариант, по следующим правилам:

Фамилии И.О. авторов в устоявшемся способе транслитерации, англоязычное название статьи, *транслитерация названия русскоязычного источника (например через сайт: <https://antrophob.ru/translit-bsi>) = англоязычное название источника*. Далее оформление для монографии: город, англоязычное название издательства, год, количество страниц; для журнала: год, номер, страницы). (In Russian).

Пример: Avtor A.A., Avtor B.B., Avtor C.C. Title of article.

Транслитерация авторов. Англоязычное название статьи
Zaglavie jurnala = Title of Journal, 2012, vol. 10, no. 2, pp. 49–54.

Транслитерация источника = Англоязычное название источника

Монография

Klimova E.V. *Field crops of Zabaikalya*. Chita, Poisk Publ., 2001, 392 p. (In Russian).

Часть книги

Kholmov V.G. Minimum tillage of coulisse-strip fallow for spring wheat with intensification of arable agriculture in southern forest-steppe of Western Siberia. *Resource-saving tillage systems*, Moscow, Agropromizdat Publ., 1990, pp. 230–235. (In Russian).

Периодическое издание

Pakul A.L., Lapshinov N.A., Bozhanova G.V., Pakul V.N. Technological grain qualities of spring common wheat depending on the system of soil tillage. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2018, vol. 48, no. 4, pp. 27–35. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2018-4-4.

СНОСКИ:

Цитируемый текст¹.

¹Климова Э.В., Андреева О.Т., Темникова Г.П. Пути стабилизации кормопроизводства Забайкалья // Проблемы и перспективы совершенствования зональных систем земледелия в современных условиях: материалы науч.-практ. конф. (Чита, 16–17 октября 2008 г.). Чита, 2009. С. 36–39.

Цифровой идентификатор Digital Object Identifier – DOI (когда он есть у цитируемого материала) необходимо указывать в конце библиографической ссылки.

Пример:

Chu T., Starek M.J., Brewer M.J., Murray S.C., Pruter L.S. Assessing lodging severity over an experimental maize (*Zea mays* L.) field using UAS images // *Remote Sensing*. 2017. Vol. 9. P. 923. DOI: 10.3390/rs9090923.

Наличие DOI статьи следует проверять на сайте <http://search.crossref.org/> или <https://www.citethisforme.com>. Для этого нужно ввести в поисковую строку название статьи на английском языке.

РИСУНКИ, ТАБЛИЦЫ, СКРИНШОТЫ И ФОТОГРАФИИ

Рисунки должны быть хорошего качества, пригодные для печати. Все рисунки должны иметь подрисуночные подписи. Подрисуночную подпись необходимо перевести на английский язык. Рисунки нумеруются арабскими цифрами по порядку следования в тексте. Если рисунок в тексте один, то он не нумеруется. Отсылки на рисунки оформляются следующим образом: «На рис. 3 указано, что ...» или «Указано, что ... (см. рис. 3)». Подрисуночная

подпись включает порядковый номер рисунка и его название. «Рис. 2. Описание жизненно важных процессов». Перевод подрисуночной подписи следует располагать после подрисуночной подписи на русском языке.

Таблицы должны быть хорошего качества, пригодные для печати. Предпочтительны таблицы, пригодные для редактирования, а не отсканированные или в виде рисунков. Все таблицы должны иметь заголовки. Название таблицы должно быть переведено на английский язык. Таблицы нумеруются арабскими цифрами по порядку следования в тексте. Если таблица в тексте одна, то она не нумеруется. Отсылки на таблицы оформляются следующим образом: «В табл. 3 указано, что ...» или «Указано, что ... (см. табл. 3)». Заголовок таблицы включает порядковый номер таблицы и ее название: «Табл. 2. Описание жизненно важных процессов». Перевод заголовка таблицы следует располагать после заголовка таблицы на русском языке.

Фотографии, скриншоты и другие нерисованные иллюстрации необходимо загружать отдельно в виде файлов формата *.jpeg (*.doc и *.docx – в случае, если на изображение нанесены дополнительные пометки). Разрешение изображения должно быть >300 dpi. Файлам изображений необходимо присвоить название, соответствующее номеру рисунка в тексте. В описании файла следует отдельно привести подрисуночную подпись, которая должна соответствовать названию фотографии, помещаемой в текст.

Следует обратить внимание на написание формул в статье. Во избежание путаницы необходимо греческие (α , β , π и др.), русские (А, а, Б, б и др.) буквы и цифры писать прямым шрифтом, латинские – курсивным (*W*, *Z*, *m*, *n* и др.). Математические знаки и символы нужно писать также прямым шрифтом. Необходимо четко указывать верхние и нижние надстрочные символы (W^1 , F_1 и др.).

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ЖУРНАЛОМ И АВТОРОМ

Редакция просит авторов при подготовке статей руководствоваться изложенными выше правилами.

Все поступающие в журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» статьи проходят предварительную проверку на соответствие формальным требованиям. На этом этапе редакция оставляет за собой право:

- принять статью к рассмотрению;
 - вернуть статью автору (авторам) на доработку с просьбой устранить ошибки или добавить недостающие данные;
 - вернуть статью автору (авторам) без рассмотрения, оформленную не по требованиям журнала;
 - отклонить статью из-за несоответствия ее целям журнала, отсутствия оригинальности, малой научной ценности.
- Переписка с авторами рукописи ведется через контактное лицо, указанное в рукописи.

Все научные статьи, поступившие в редакцию журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки», проходят обязательное двухстороннее «слепое» рецензирование (double-blind – автор и рецензент не знают друг о друге). Рукописи направляются по профилю научного исследования на рецензию членам редакционной коллегии.

В спорных случаях редактор может привлечь к процессу рецензирования нескольких специалистов, а также главного редактора. При положительном заключении рецензента статья передается редактору для подготовки к печати.

При принятии решения о доработке статьи замечания и комментарии рецензента передаются автору. Автору дается 2 месяца на устранения замечаний. Если в течение этого срока автор не уведомил редакцию о планируемых действиях, статья снимается с очереди публикации.

При принятии решения об отказе в публикации статьи автору отправляется соответствующее решение редакции.

Ответственному (контактному) автору принятой к публикации статьи направляется финальная версия верстки, которую он обязан проверить.

ПОРЯДОК ПЕРЕСМОТРА РЕШЕНИЙ РЕДАКТОРА/РЕЦЕНЗЕНТА

Если автор не согласен с заключением рецензента и/или редактора или отдельными замечаниями, он может оспорить принятое решение. Для этого автору необходимо:

- исправить рукопись статьи согласно обоснованным комментариям рецензентов и редакторов;
- ясно изложить свою позицию по рассматриваемому вопросу.

Редакторы содействуют повторной подаче рукописей, которые потенциально могли бы быть приняты, однако были отклонены из-за необходимости внесения существенных изменений или сбора дополнительных данных, и готовы подробно объяснить, что требуется исправить в рукописи для того, чтобы она была принята к публикации.

ДЕЙСТВИЯ РЕДАКЦИИ В СЛУЧАЕ ОБНАРУЖЕНИЯ ПЛАГИАТА, ФАБРИКАЦИИ ИЛИ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ДАННЫХ

Редакция научного журнала «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки» в своей работе руководствуется традиционными этическими принципами научной периодики и сводом принципов «Кодекса этики научных публикаций», разработанным и утвержденным Комитетом по этике научных публикаций, требуя соблюдения этих правил от всех участников издательского процесса.

ИСПРАВЛЕНИЕ ОШИБОК И ОТЗЫВ СТАТЬИ

В случае обнаружения в тексте статьи ошибок, влияющих на ее восприятие, но не искажающих изложенные результаты исследования, они могут быть исправлены путем замены pdf-файла статьи. В случае обнаружения в тексте статьи ошибок, искажающих результаты исследования, либо в случае плагиата, обнаружения недобросовестного поведения автора (авторов), связанного с фальсификацией и/или фабрикацией данных, статья может быть отозвана. Инициатором отзыва статьи может быть редакция, автор, организация, частное лицо. Отзывная статья помечается знаком «Статья отозвана», на странице статьи размещается информация о причине отзыва статьи. Информация об отзыве статьи направляется в базы данных, в которых индексируется журнал.

УВАЖАЕМЫЕ ПОДПИСЧИКИ!

Подписку на журнал «Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»

(как на годовой комплект, так и на отдельные номера)

можно оформить одним из следующих способов:

- в агентстве подписки ГК «Урал-Пресс» по индексу 014973. Ссылка на издание https://www.ural-press.ru/catalog/97210/8707659/?sphrase_id=392975. В разделе контакты зайти по ссылке <http://ural-press.ru/contact/>, где можно выбрать филиал по месту жительства;
- в редакции журнала (телефон 7-383-348-37-62; e-mail: sibvestnik@sfscs.ru).

Полнотекстовая версия журнала

«Сибирский вестник сельскохозяйственной науки»

размещена на сайте Научной электронной библиотеки:

<http://www.elibrary.ru>.

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

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

ESTABLISHED IN 1971

12 ISSUES PER YEAR

Volume 53, No 3 (292)

DOI: 10.26898



2023
March

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

Deputy Editor-in-Chief – Tatyana A. Lombanina, Head of the «Agronauka» Publishing House of the Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

Editorial board:

Vladimir V. Azarenko	Dr. Sci. in Engineering, Cor. Mem. of the Nat. Acad. Sci. of Belarus, Minsk, Belarus
Victor V. Alt	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Engineering, Novosibirsk, Russia
Olga S. Afanassenko	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Saint-Petersburg, Russia
B. Byambaa	Dr. Sci. in Veterinary Medicine, Acad. of Mongolian Acad. Sci., Ulaanbaatar, Mongolia
Anatoly N. Vlasenko	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Novosibirsk, Russia
Natalia G. Vlasenko	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia
Kirill S. Golokhvast	Cor. Mem. of Russ. Acad. Edu., Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia
Olga V. Golub	Dr. Sci. in Engineering, Novosibirsk, Russia
Nikolay P. Goncharov	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia
Mikhail I. Gulyukin	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Veterinary Medicine, Moscow, Russia
Valery N. Delyagin	Dr. Sci. in Engineering, Novosibirsk, Russia
Seyed Ali Johari	Associate Professor, PhD, Sanandaj, Iran
Irina M. Donnik	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Moscow, Russia
Nikolay A. Donchenko	Cor. Mem. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Veterinary Medicine, Novosibirsk, Russia
Nikolay M. Ivanov	Cor. Mem. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Engineering, Novosibirsk, Russia
Andrey Yu. Izmailov	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Engineering, Moscow, Russia
Nikolay I. Kashevarov	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Novosibirsk, Russia
Valery I. Kiryushin	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Moscow, Russia
Sergey N. Mager	Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia
Konstantin Ya. Motovilov	Cor. Mem. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia
Oleg K. Motovilov	Dr. Sci. in Engineering, Novosibirsk, Russia
Askar M. Nametov	Dr. Sci. in Veterinary Medicine, Cor. Mem. of the Nat. Acad. Sci. Rep. of Kazakhstan, Uralsk, Kazakhstan
Vasil S. Nikolov	Dr. Sci. in Veterinary Medicine, Sofia, Bulgaria
Sergey P. Ozornin	Dr. Sci. in Engineering, Chita, Russia
Valery L. Petukhov	Dr. Sci. in Biology, Novosibirsk, Russia
Revmira I. Polyudina	Dr. Sci. in Agriculture, Novosibirsk, Russia
Marina I. Selionova	Dr. Sci. in Biology, Moscow, Russia
Vladimir A. Soloshenko	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Novosibirsk, Russia
Nikolay A. Surin	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Krasnoyarsk, Russia
Ivan F. Khramtsov	Acad. of Russ. Acad. Sci., Dr. Sci. in Agriculture, Omsk, Russia
Sezai Ercisli	Professor, PhD, Erzurum, Turkey
Seung H. Yang	Professor, PhD, Gwangju, Korea



www.sibvest.elpub.ru

Editors *E.M. Isaevich, E.V. Mosunova, G.N. Yagupova*. Corrector *V.E. Selianina*.
Desktop Publisher *N.U. Borisko*. Translator *M.Sh. Gacenko*.

Certificate PI FS77-64832 issued by the Federal Service for Supervision of Media,
Communications and Information Technologies on February 2, 2016

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

Editorial and publisher's address: PO Box 463, office 456, SFSCA RAS Building, Krasnoobsk, Novosibirsk District, Novosibirsk Region, 630501, Russia.
Printing house address: room 156, SRI of Fodder Crops building, Krasnoobsk, Novosibirsk district, Novosibirsk region, 630501, Russia.

Tel/fax: +7-383-348-37-62; e-mail: sibvestnik@sfsca.ru, vestnik.nsk@ngs.ru; www.sibvest.elpub.ru

© Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, 2023

© Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2023

