

СКРИНИНГ МИРОВОЙ КОЛЛЕКЦИИ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ЛИСТОСТЕБЕЛЬНЫМ БОЛЕЗНЯМ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Э.А. Конькова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета растений к болезням, ORCID ID: 0000-0001-8607-2301;

С.В. Лящева, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. селекционным центром, ORCID ID: 0000-0002-6790-0770;

А.И. Сергеева, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-3697-7660
ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока»,
410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7

В статье представлены результаты изучения коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы. Цель исследований – скрининг мировой коллекции озимой мягкой пшеницы по устойчивости к болезням в Нижневолжском регионе. Исследования проводили на базе ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока» (г. Саратов). В 2017–2021 гг. в полевых условиях проведена оценка устойчивости 152 образцов озимой мягкой пшеницы к основным возбудителям заболеваний. Образцы высевали в оптимальные сроки сеялкой ССФК-8 на делянках площадью 3 м² в однократной повторности. Норма высева семян – 450 всхожих семян/м². Материалом исследований являлись сортообразцы мировой коллекции озимой мягкой пшеницы ВИР (селекционных центров США, Канады, Украины, Словакии, Латвии, Венгрии и др.), а также образцы отечественной селекции (ФАНЦ Юго-Востока, НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, Северо-Кавказский ФНАЦ и др.). Выявлены наиболее вредоносные листовые заболевания: бурая (*Puccinia triticina* Erikss.) и стеблевая (*Puccinia graminis* f. sp. *Triticum*) ржавчины, септориоз (*Septoria tritici* Rob. et Desm.) и желтая пятнистость листьев (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Drechsler). Охарактеризована устойчивость коллекции озимой мягкой пшеницы к комплексу листовых заболеваний. Выделено два образца с групповой устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчинам, септориозу и пиренофорозу; один образец, устойчивый к бурой и стеблевой ржавчинам; три образца, устойчивые к стеблевой ржавчине и септориозу; один образец, толерантный к бурой и стеблевой ржавчинам и септориозу; шесть образцов, устойчивых к септориозу и пиренофорозу.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, мировая коллекция, поражение, устойчивость к заболеваниям.

Для цитирования: Конькова Э.А., Лящева С.В., Сергеева А.И. Скрининг мировой коллекции озимой мягкой пшеницы по устойчивости к листовым заболеваниям в условиях Нижнего Поволжья // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14. № 2. С. 36–40. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-36-40.



SCREENING OF THE WORLD WINTER BREAD WHEAT COLLECTION FOR LEAF-STEM DISEASE RESISTANCE IN THE LOWER VOLGA REGION

E.A. Konkova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for plant disease immunity, ORCID ID: 0000-0001-8607-2301;

S.V. Lyashcheva, Candidate of Agricultural Sciences, head of the breeding center, ORCID ID: 0000-0002-6790-0770;

A.I. Sergeeva, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for winter wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-3697-7660
Federal Agricultural Research Center of South-East,
410010, Saratov, Tulaykov Str., 7

The current paper has presented the study results of collection winter bread wheat samples. The purpose of the study was to screen the world collection of winter bread wheat for disease resistance in the Nizhnevolzhsky region. The study was carried out on the basis of the FSBSI “Federal Agricultural Research Center of the South-East” (Saratov). In 2017–2021 there was conducted an estimation of the resistance of 152 winter bread wheat samples to the main pathogens. The samples were sown at the optimal time with the SSFC-8 seeder on plots of 3 m² in a single repetition. The seeding rate was 450 germinating seeds per m². There have been studied the world collection varietal samples of winter bread wheat VIR (from breeding centers of the USA, Canada, Ukraine, Slovakia, Latvia, Hungary, etc.), as well as the samples of domestic breeding (FANC of the South-East, NTsZ named after P.P. Lukyanenko, Severokavkazsky FNATS, etc.). There have been identified the most harmful leaf-stem diseases, such as brown rust (*Puccinia triticina* Erikss.) and stem rust (*Puccinia graminis* f. sp. *Triticum*), septoria (*Septoria tritici* Rob. et Desm.) and yellow leaf blotch (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Drechsler). There has been characterized the resistance of the winter bread wheat collection to the complex of leaf-stem diseases. There have been identified two samples with group resistance to brown and stem rusts, septoria and pyrenophorosis; one sample resistant to leaf rust and stem rust; three samples resistant to stem rust and septoria; one sample resistant to leaf and stem rust and septoria; six samples resistant to septoria and pyrenophorosis.

Keywords: winter bread wheat, world collection, damage, disease resistance.

Введение. Фитосанитарная обстановка в агробиоценозах Нижнего Поволжья все больше осложняется вследствие несоблюдения агротехники, насыщения севооборотов монокультурой, нестабильности климатических условий. Все это способствует распространению целого комплекса заболеваний злаковых культур.

Бурая ржавчина (возбудитель *Puccinia triticina Erikss.*) является серьезным заболеванием пшеницы во всех регионах России (Гультяева и Шайдаук, 2021). В последнее время часто фиксируются эпифитотии стеблевой ржавчины (*Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici Erik. et Henn*) в Северо-Кавказском регионе, в Западной Сибири, в Нижнем Поволжье, в Центральном регионе России (Лапочкина и др., 2018; Волкова и др., 2020; Сколотнева и др., 2020; Конькова, 2021).

Во многих зонах возделывания зерновых культур наблюдается широкое распространение желтой пятнистости листьев (возбудитель *Pyrenophora tritici-repentis* *Died. Drechs.*), а также септориозных пятнистостей (*Septoria tritici* *Rob. et Desm.*) (Кохметова и др., 2018; Зеленева и др., 2019).

В последнее десятилетие в Саратовской области наблюдается увеличение агрессивности грибных болезней зерновых культур. Поэтому приоритетным направлением селекции озимой пшеницы на иммунитет в Нижневолжском регионе был и остается непрерывный поиск и использование новых эффективных генетических источников.

В связи с этим целью данных исследований являлся скрининг мировой коллекции озимой мягкой пшеницы по устойчивости к болезням в Нижневолжском регионе.

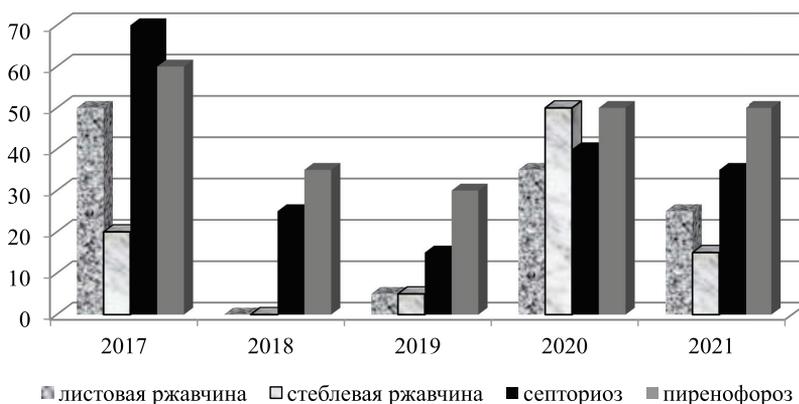
Материалы и методы исследований. Исследования проводили в базе ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока» (г. Саратов). Образцы высевали в оптимальные сроки сеялкой ССФК-8 на делянках площадью 3 м² в однократной повторности. Норма высева семян – 450 всхожих семян/м². Материалом исследований являлись сорто-

образцы мировой коллекции озимой мягкой пшеницы ВИР (селекционных центров США, Канады, Украины, Словакии, Латвии, Венгрии и др.), а также образцы отечественной селекции (ФАНЦ Юго-Востока, НЦЗ им. П.П. Лукьяненко, Северо-Кавказский ФНАЦ и др.).

Оценку на устойчивость к болезням проводили в условиях естественного инфекционного фона. Оценку устойчивости к ржавчинным заболеваниям проводили по модифицированной шкале Cobba и реакции хозяина на внедрение патогена (Roelfs et al., 1992): R = устойчивый – 1 балл; TR = единичные пустулы, некротичные пятна, устойчивый – 1 балл; MR = умеренно устойчивый – 2 балла; MS = умеренно восприимчивый – 2–3 балла; M = промежуточный между устойчивым и восприимчивым – 2–3 балла; MSS = от умеренно восприимчивого до восприимчивого – 4 балла; TS = единичные пустулы, восприимчивый тип – 3–4 балла; S = восприимчивый – 4 балла.

Интенсивность поражения сортообразцов и гибридов озимой мягкой пшеницы септориозом учитывали по модернизированной шкале Джеймса (ВНИИФ, 1989), предусматривая учет процента пораженной площади органов растений. По степени устойчивости/восприимчивости сортообразцы разделяли на следующие группы: RR – высокоустойчивые; R – устойчивые; M – слабовосприимчивые; S – восприимчивые; SS – высоковосприимчивые. Оценку устойчивости к возбудителю желтой пятнистости листьев учитывали по шкале Рис Р. Г. с соавторами (1987): HR – высокая устойчивость, R – устойчивость, MR – средняя устойчивость, MS – чувствительность, S – чувствительность, HS – высокая чувствительность.

Результаты и их обсуждение. В 2017–2021 гг. в полевых условиях проведена оценка устойчивости 152 образцов озимой мягкой пшеницы к основным возбудителям заболеваний. В результате исследований были выявлены наиболее вредоносные листостебельные заболевания: бурая и стеблевая ржавчины, септориоз и пиренофороз (см. рисунок).



Интенсивность поражения озимой мягкой пшеницы болезнями в Нижневолжском регионе, % (2017–2021 гг.)
The intensity of the disease damage of winter bread wheat in the Nizhnevolzhsky region, % (2017–2021)

Наблюдения за развитием бурой ржавчиной в 2017 г. позволили выявить поражение озимой пшеницы до 60%. Интенсивность поражения в 2018 и 2019 гг. была незначительной и не превышала 5%. Интенсивность поражения *P. triticina* в 2020 г. составила 35%, а в 2021 г. – 25%.

В 2017 и 2021 гг. исследований наблюдались слабые эпифитотии стеблевой ржавчины, где среднее поражение озимой пшеницы составило 20 и 15% соответственно. 2018 и 2019 гг. характеризовались неблагоприятными условиями для развития стеблевой ржавчины, так же как и для бурой ржавчины. В 2020 г. наблюдалась сильная эпифитотия *P. graminis* (до 80%).

В 2017 г. на посевах озимой пшеницы была зафиксирована сильная эпифитотия септориоза (поражение до 67%). В 2018–2019 гг. интен-

сивность поражения *S. tritici* не превысила 25%. Поражение септориозом, превысившее порог 40%, отмечалось в 2020 г. – 45% и в 2021 г. – 41%.

Поражение озимой пшеницы пиренофорозом отмечается ежегодно. В 2017, 2020 и 2021 гг. среднее поражение составило от 50 до 60%. Несмотря на неблагоприятные климатические условия 2018 и 2019 гг. поражение озимой пшеницы желтой пятнистостью листьев составило 35 и 30% соответственно.

По итогам иммунологических оценок образцов озимой мягкой пшеницы было выделено более 60 источников устойчивости. Выявлены образцы, устойчивые к конкретным заболеваниям, а также образцы с групповой устойчивостью к нескольким заболеваниям (см. таблицу).

Образцы озимой мягкой пшеницы с групповой устойчивостью к заболеваниям Winter bread wheat samples with group resistance to diseases

№ каталога	Образец (происхождение)	Пораженность болезнями			
		Бурая ржавчина	Стеблевая ржавчина	Септориоз	Пиренофороз
к. 65761	KS-18474 (Россия)	R	R	M	S
к. 65776	KS-18736 (Россия)	M	R	R	S
к. 66479	607-01 (Россия)	M	R	R	S
к. 66323	Bogatka (Польша)	M	R	R	S
к. 66327	Olivin (Германия)	M	R	R	S
к. 63009	Balatohmagyardi (Венгрия)	R	R	R	R
к. 63884	Sarka (Чехия)	R	R	R	S
к. 65926	IS Karpatia (Словакия)	M	S	R	R
к. 65936	Viador (Словакия)	M	M	R	R
к. 65173	Warwick (Канада)	M	M	R	R
к. 64070	Pacer (США)	M	M	R	R
к. 65159	KS 96 WGRC 34 (США)	M	S	R	R
к. 64671	FV-T 6 (Перу)	R	R	R	R
к. 65186	Dulsineya (Украина)	M	M	R	R

В результате проведенных исследований подтверждена устойчивость к бурой ржавчине у 41 образца, в их числе: Базис (филиал СамНЦ РАН – Самарский НИИСХ), Эритроспермум 3512/10 (ФИЦ «Немчиновка»), Капитан, Изюминка, Аксинья (АНЦ «Донской»); Краля, Сила, Трио (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко); Нива Ставрополя, Фируза 40, к. 65761 KS-18474 (Северокавказский ФНАЦ); к. 65186 Dulsineya, к. 65180 Khazarka (Украина); к. 65175 Wesdom (Канада); к. 65290 GK Forras, к. 63009 Balatohmagyardi (Венгрия); к. 64178 Patria (Хорватия); к. 65936 Viador (Словакия); к. 65159 KS 96 WGRC 34 (США); к. 65178 Melodya (Беларусь); к. 64671 FV-T 6 (Перу) и др.

К стеблевой ржавчине показали устойчивость 22 образца: к. 65761 KS-18474, к. 65776 KS-18736 (Северо-Кавказский ФНАЦ); к. 66479 607-01, к. 66486 733-07 (АНЦ «Донской»); к. 66321 Kobra (Польша); к. 66323 Bogatka (Польша); к. 66327 Olivin (Германия); к. 63009 Balatohmagyardi (Венгрия); к. 66328 Zaritsa, к. 66329 Jadvisja (Беларусь); к. 65898 Lasurna (Украина); к. 64671 FV-T 6 (Перу) и др.

К септориозу устойчивостью характеризовались 15 образцов мировой коллекции

озимой пшеницы: Аэлиты (филиал ФАНЦ Юго-Востока – Ершовская СОЗ), Аксинья, к. 66486 733-07 (АНЦ «Донской»), к. 65776 KS-18736 (Северо-Кавказский ФНАЦ), к. 66323 Bogatka (Польша), к. 66327 Olivin (Германия), к. 63009 Balatohmagyardi (Венгрия), к. 63884 Sarka (Чехия), к. 65926 IS Karpatia (Словакия), к. 65936 Viador (Словакия), к. 65173 Warwick (Канада), к. 64070 Pacer (США), к. 65159 KS 96 WGRC 34 (США), к. 64671 FV-T 6 (Перу), к. 65186 Dulsineya (Украина).

Устойчивость к пиренофорозу проявили 8 образцов озимой мягкой пшеницы: к. 65936 Viador (Словакия); к. 63009 Balatohmagyardi (Венгрия), к. 65926 IS Karpatia (Словакия), к. 65173 Warwick (Канада), к. 65159 KS 96 WGRC 34 (США), к. 64671 FV-T 6 (Перу), к. 65186 Dulsineya (Украина), к. 64070 Pacer (США).

Таким образом, в результате иммунологической оценки устойчивости озимой мягкой пшеницы к комплексу заболеваний в условиях Юго-Востока выявлены образцы с высокоэффективной групповой устойчивостью. Выделено два образца с групповой устойчивостью к бурой и стеблевой ржавчине, септориозу и пиренофорозу (к. 63009 Balatohmagyardi

(Венгрия) и к. 64671 FV-T 6 (Перу)); один образец, устойчивый к бурой и стеблевой ржавчинам (к. 65761 KS-18474 (Северо-Кавказский ФНАЦ)); четыре образца, устойчивые к стеблевой ржавчине и септориозу (к. 66486 733-07 (АНЦ «Донской»), к. 65776 KS-18736 (Северо-Кавказский ФНАЦ), к. 66323 Bogatka (Польша), к. 66327 Olivin (Германия)); один образец, толерантный к бурой и стеблевой ржавчинам и септориозу (к. 63884 Sarka (Чехия)); шесть образцов, устойчивых к септориозу и пиренофорозу (к. 65173 Warwick (Канада), к. 65936 Viador (Словакия), к. 65186 Dulsineya (Украина), к. 64070 Pacer (США), к. 65159 KS 96 WGRC 34 (США), к. 65926 IS Karpatia (Словакия)).

Выводы. В результате проведенных иммуно-логических исследований оценена устойчивость мировой коллекции озимой мягкой пшеницы к комплексу болезней в Нижневолжском регионе. Проведенный скрининг позволил выявить образцы озимой мягкой пшеницы, устойчивые к отдельным болезням и с групповой устойчивостью. Многолетнее изучение мировой коллекции озимой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья показало, что обнаруженных источников с групповой устойчивостью к болезням недостаточно. Для расширения разнообразия озимой пшеницы по устойчивости к нескольким патогенам в селекцию необходимо привлекать новые эффективные доноры устойчивости.

Библиографические ссылки

1. Волкова Г.В., Кудинова О.А., Мирошниченко О.О. Стеблевая ржавчина – особо опасное заболевание пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34, № 1. С. 20–25. DOI 10.24411/0235-2451-2020-10104.
2. Гультияева Е.И., Шайдаюк Е.Л. Идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине у новых российских сортов мягкой пшеницы // Биотехнология и селекция растений. 2021. Т. 4. № 2. С. 15–27. DOI: 10.30901/2658-6266-2021-2-02.
3. Зеленева Ю.В., Афанасенко О.С., Судникова В.П. Влияние возделываемых сортов пшеницы на частоту встречаемых видов возбудителей септориоза // Зерновое хозяйство России. 2019. № 5(65). С.71–76. DOI 10.31367/2079-8725-2019-65-5-71-76.
4. Конькова Э.А. Характеристика вирулентности возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы в условиях Саратовской области // Аграрный научный журнал. 2021. № 8. С. 23–27. DOI 10.28983/asj.y2021i8.
5. Кохметова А.М., Али С., Сапахова З., Атишова М.Н. Идентификация генотипов-носителей устойчивости к токсинам пиренофороза Ptr ToxA и Ptr ToxB *Pyrenophora tritici-repentis* в коллекции мягкой пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(8). С.978–986. DOI 10.18699/VJ18.440.
6. Лапочкина И.Ф., Баранова О.А., Гайнуллин Н.Р., Волкова Г.В., Гладкова Е.В., Ковалева Е.О., Осипова А.В. Создание линий озимой пшеницы с несколькими генами устойчивости к *Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici* для использования в селекционных программах России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. № 22(6). С. 676–684. DOI 10.18699/VJ18.410.
7. Методы оценки устойчивости селекционного материала и сортов пшеницы к септориозу (ВНИИФ). М., 1989. 52 с.
8. Сколотнева Е.С., Кельбин В.Н., Моргунов А.И., Бойко Н.И., Шаманин В.П., Салина Е.А. Расовый состав новосибирской популяции *Puccinia graminis f. sp. Tritici* // Микология и фитопатология. 2020. № 54(1). С. 49–58. DOI 10.18699/VJ21.084.
9. Rees R.G., Platz G.J., Mayer R.J. Susceptibility of Australian wheats to *Pyrenophora tritici-repentis* // Aust. J. Agric. Res. 1987. V. 39 S. 141–151.
10. Roelfs A.P., Singh R.P., Saari E.E. Rust Diseases of Wheat. Concepts and Methods of Disease Management. Mexico. 1992. DF: CIMMYT. 81 s.

References

1. Volkova G.V., Kudinova O.A., Miroshnichenko O.O. Steblevaya rzhavchina – osobo opasnoe zabolovanie pshenitsy [Stem rust is a particularly dangerous wheat disease] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2020. T. 34, № 1. S. 20–25. DOI 10.24411/0235-2451-2020-10104.
2. Gul'tyaeva E.I., Shaidayuk E.L. Identifikatsiya genov ustoichivosti k buroi rzhavchine u novykh rossiiskikh sortov myagkoi pshenitsy [Identification of leaf rust resistance genes in the new Russian bread wheat varieties] // Biotekhnologiya i selektsiya rastenii. 2021. T. 4. № 2. S. 15–27. DOI: 10.30901/2658-6266-2021-2-02.
3. Zeleneva Yu.V., Afanasenko O.S., Sudnikova V.P. Vliyanie vzdelyvaemykh sortov pshenitsy na chastotu vstrechaemykh vidov vozbuditelei septorioza [The effect of cultivated wheat varieties on the frequency of septoria pathogens species] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2019. № 5(65). S.71–76. DOI 10.31367/2079-8725-2019-65-5-71-76.
4. Kon'kova E.A. Kharakteristika virulentnosti vozbuditeleya steblevoi rzhavchiny pshenitsy v usloviyakh Saratovskoi oblasti [Characteristics of the virulence of the wheat stem rust causative agent in the Saratov region] // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2021. № 8. S. 23–27. DOI 10.28983/asj.y2021i8.
5. Kokhmetova A.M., Ali S., Sapakhova Z., Atishova M.N. Identifikatsiya genotipov-nositelei ustoichivosti k toksinam pirenoforoza Ptr ToxA i Ptr ToxB *Pyrenophora tritici-repentis* v kollektcii myagkoi pshenitsy [Identification of genotypes-carriers of resistance to pyrenophorosis toxins Ptr ToxA and Ptr ToxB *Pyrenophora tritici-repentis* in the bread wheat collection] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2018. № 22(8). S.978–986. DOI 10.18699/VJ18.440.
6. Lapochkina I.F., Baranova O.A., Gainullin N.R., Volkova G.V., Gladkova E.V., Kovaleva E.O., Osipova A.V. Sozdanie linii ozimoi pshenitsy s neskol'kimi genami ustoichivosti k *Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici* dlya ispol'zovaniya v selektsionnykh programmakh Rossii [Development of winter wheat lines with several

resistance genes to *Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* for use in Russian breeding programs] // Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii. 2018. № 22(6). S. 676–684. DOI 10.18699/VJ18.410.

7. Metody otsenki ustoychivosti selektsionnogo materiala i sortov pshenitsy k septoriozu (VNIIF) [Methods for estimating the septoria resistance of breeding material and wheat varieties (VNIIF)]. M., 1989. 52 s.

8. Skolotneva E.S., Kel'bin V.N., Morgunov A.I., Boiko N.I., Shamanin V.P., Salina E.A. Rasovyi sostav novosibirskoi populyatsii *Puccinia graminis* f. sp. *Tritici* [Racial composition of the Novosibirsk population of *Puccinia graminis* f. sp. *Tritici*] // Mikologiya i fitopatologiya. 2020. № 54(1). S. 49–58. DOI 10.18699/VJ21.084.

9. Rees R.G., Platz G.J., Mayer R.J. Susceptibility of Australian wheats to *Pyrenophora tritici-repentis* // Aust. J. Agric. Res. 1987. V. 39 S. 141–151.

10. Roelfs A.P., Singh R.P., Saari E.E. Rust Diseases of Wheat. Concepts and Methods of Disease Management. Mexico. 1992. DF: CIMMYT. 81 s.

Поступила: 02.03.22; доработана после рецензирования: 18.03.22; принята к публикации: 18.03.22.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Конькова Э.А. – концептуализация исследования, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Лящева С.В., Сергеева А.И. – подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.