

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.112.1:631.559(571.13)

DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-7-11

ОЦЕНКА УРОЖАЙНОСТИ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ПАРАМЕТРАМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

В.М. Трипутин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории селекции озимых культур, vtriputin@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3210-5507;

А.Н. Ковтуненко, заведующий лабораторией селекции озимых культур, agric@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7271-1205;

Ю.Н. Кашуба, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции озимых культур, kaschuba.jurij@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2842-3270

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»,
644012, г. Омск, проспект Королева, 26

Расширение посевных площадей озимой мягкой пшеницы в Западной Сибири сопровождается внедрением в производство новых сортов, адаптивные свойства которых требуют тщательной оценки. Цель нашей работы – охарактеризовать номера конкурсного сортоиспытания (КСИ) по параметрам экологической пластичности и стабильности. Объектом исследований в период 2016–2020 г. являлось 12 образцов озимой мягкой пшеницы из КСИ лаборатории селекции озимых культур ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». Наиболее высокие значения коэффициента линейной регрессии отмечены у линий 22/16, 24/16, сортов Юбилейная 180, Омская 4 ($b_1 = 1,15-1,19$). Слабее реагировали на изменение условий среды сорта Прииртышская, Прииртышская 2, линии 38/17, 47/16, 42/18 ($b_1 = 0,81-89$). Пластичность близкую к единице имели линии 25/16, 26/16 и 43/18 ($b_1 = 1,01-1,02$). Самой стабильной по урожайности оказалась линия 24/16 ($S_d^2 = 0,01$). Ближе всего к ней были сорт Прииртышская, линии 47/16, 43/18 ($S_d^2 = 0,05-0,10$). Среди менее стабильных – сорта Омская 4, Прииртышская 2, линии 22/16, 26/16, 38/17 ($S_d^2 = 0,30-0,48$). Относительно меньшую изменчивость урожайности имели сорт Прииртышская, линии 38/17, 43/18 ($V = 22,8-23,8\%$). Непосредственно по урожайности выделяется линия 43/18 (5,70 т/га). Достоверно превышение над стандартом Омская 4 (4,24 т/га) имели также сорта Прииртышская 2 (5,29 т/га), Юбилейная 180 (5,19 т/га), линии 38/17 (5,18 т/га), 47/16 (5,01 т/га), сорт Прииртышская (4,85 т/га). В целом оценка адаптивности урожайности показала, что лучшие по этому признаку номера характеризуются разной реакцией на условия выращивания. Самая урожайная линия 43/18 является пластичной. Сорт Юбилейная 180 – это сорт интенсивного типа. У сортов Прииртышская, Прииртышская 2, линий 38/17, 47/16 реакция на изменение условий среды оказалась слабой.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, изменчивость, пластичность, стабильность.

Для цитирования: Трипутин В.М., Ковтуненко А.Н., Кашуба Ю.Н. Оценка урожайности образцов озимой мягкой пшеницы по параметрам экологической пластичности в условиях южной лесостепи Омской области // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14. № 2. С. 7–11. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-7-11.



ESTIMATION OF THE WINTER BREAD WHEAT PRODUCTIVITY ACCORDING TO THE PARAMETERS OF ECOLOGICAL ADAPTABILITY IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF THE OMSK REGION

V.M. Triputin, Candidate of Agricultural Sciences, docent, senior researcher of the laboratory for winter grain crop breeding, vtriputin@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3210-5507;

A.N. Kovtunenکو, head of the laboratory for winter grain crop breeding, agric@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-7271-1205;

Yu.N. Kashuba, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for winter grain crop breeding, kaschuba.jurij@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-2842-3270

Federal State Budgetary Scientific Institution "Omsk Agricultural Research Center",
644012, Omsk, Korolev Av, 26

The extension of winter bread wheat areas in Western Siberia is accompanied by the introduction of new varieties, the adaptive properties of which require careful evaluation. The purpose of the current work was to characterize the numbers of the Competitive Variety Testing (CVT) according to the parameters of ecological adaptability and stability. The objects of research through the years of 2016–2020 were 12 winter bread wheat samples from the CVT laboratory for winter grain crop breeding of the FSBSI "Omsk Agricultural Research Center". The highest values of the linear regression coefficient were identified in the lines '22/16', '24/16', the varieties 'Yubileynaya 180', 'Omskaya 4' ($b_1 = 1.15-1.19$). The varieties 'Priirtyshskaya', 'Priirtyshskaya 2', the lines '38/17', '47/16', '42/18' ($b_1 = 0.81-89$) reacted weaker to environmental changes. The lines '25/16', '26/16' and '43/18' ($b_1 = 1.01-1.02$) had adaptability close to a unit. The most stable productivity was identified in the line '24/16' ($S_d^2 = 0.01$). The similar productivity was provided by the variety 'Priirtyshskaya' and the lines '47/16', '43/18' ($S_d^2 = 0.05-0.10$). Among the less stable varieties were 'Omskaya 4', 'Priirtyshskaya 2', the lines '22/16', '26/16', '38/17' ($S_d^2 = 0.30-0.48$). The variety 'Priirtyshskaya', the lines '38/17',

'43/18' ($V = 22.8\text{--}23.8\%$) had a relatively lower productivity variability. The line '43/18' (5.70 t/ha) was the best in productivity. The varieties 'Priirtyshskaya 2' (5.29 t/ha), 'Yubileynaya 180' (5.19 t/ha), the lines '38/17' (5.18 t/ha), '47/16' (5.01 t/ha), the variety 'Priirtyshskaya' (4.85 t/ha) also had a significant excess over the standard variety 'Omskaya 4' (4.24 t/ha). In general, the estimation of the productivity adaptability has shown that the best numbers according to this trait are characterized by different reactions to growing conditions. The most productive line '43/18' is adaptable. The variety 'Yubileynaya 180' is of intensive type. The response to environmental changes of the varieties 'Priirtyshskaya', 'Priirtyshskaya 2', the lines '38/17', '47/16' was weak.

Keywords: winter wheat, productivity, variability, adaptability, stability.

Введение. Одним из резервов повышения производства зерна в Сибирском регионе является использование озимых культур, в том числе озимой пшеницы (Кашуба и др., 2019). В последнее время благодаря изменениям климата в Западной Сибири отмечается увеличение посевных площадей именно озимой пшеницы (Leonova et al., 2017).

Озимые посевы зерновых культур считаются наиболее продуктивным компонентом агроценозов (Кархардин и др., 2021). Но для получения высоких урожаев необходимы сорта, приспособленные к условиям конкретного региона (Фадеева и др., 2019). Важен подбор именно адаптивных сортов, способных обеспечивать стабильную урожайность вне зависимости от погодных условий (Ионова и др., 2021). Адаптивность рассматривается в качестве важнейшего свойства, которое следует учитывать в селекционных программах (Рыбась, 2016). Поэтому оценка реакции генотипов на изменение условий выращивания должна проводиться как на этапе изучения исходного материала, так и на заключительных этапах селекции (Косенко, 2020).

Цель нашей работы – охарактеризовать номера конкурсного сортоиспытания (КСИ) по параметрам экологической пластичности и стабильности.

Материалы и методы исследований.

Объектом исследований являлись 12 образцов озимой мягкой пшеницы из КСИ лаборатории селекции озимых культур ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». В качестве стандарта использовали районированный в Омской области сорт Омская 4. Учетная площадь делянок 15 м², повторность трехкратная. Норма высева – 5 млн всхожих зерен/га. Посев номеров проводился в оптимальные для южной лесостепи сроки (3-я декада августа). Предшественник – чистый кулисный пар.

При расчете параметров экологической пластичности по значениям урожайности за период 2016–2020 гг. использован метод S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.А. Зыкина и соавторов (1984).

По метеорологическим условиям периода вегетации растений в годы опытов отмечено разнообразие. В 2016 и 2017 гг. при некоторых отличиях теплового режима по месяцам (рис. 1) сумма активных температур оказалась равной. Но при этом из-за большого количества осадков (рис. 2) 2016 г. был влажным (ГТК = 1,50), 2017 г. – засушливым (ГТК = 0,81). В 2016 г. образцы КСИ массово поразились стеблевой ржавчиной, что привело к значительному снижению их урожайности.

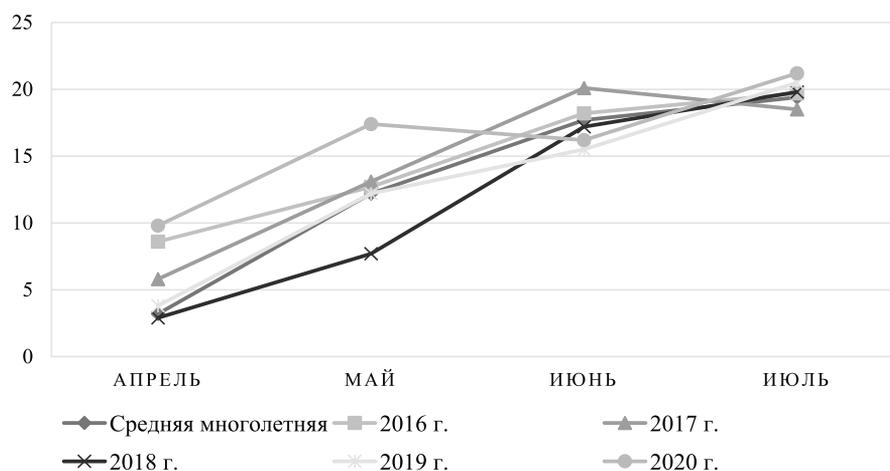


Рис. 1. Температура воздуха за вегетационный период
Fig. 1. Air temperature during the vegetation period

Холодным оказался 2018 г. (ГТК = 1,19). Вегетация озимой пшеницы в этом году началась позже обычного, поэтому сумма активных

температур к концу июля (обычные сроки созревания озимой пшеницы) была меньше среднелетней.

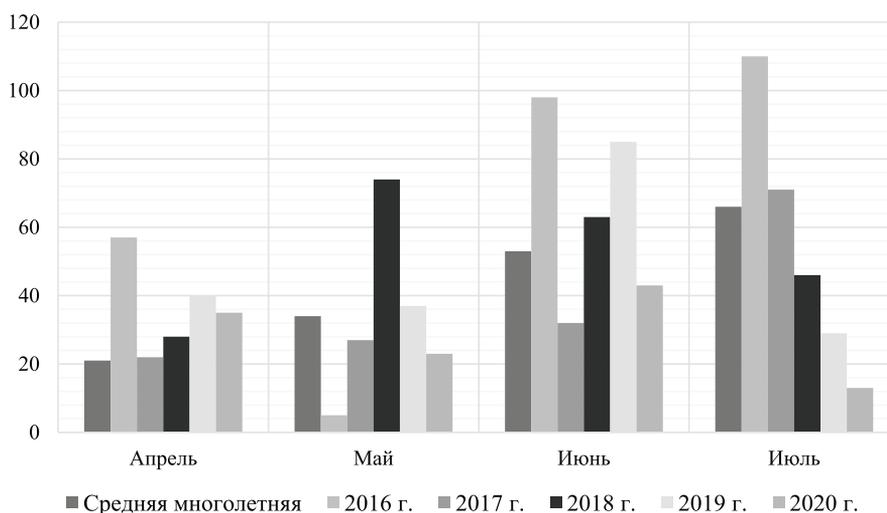


Рис. 2. Сумма осадков за вегетационный период
Fig. 2. The amount of precipitation during the vegetation period

Наиболее близким к климатическим значениям был 2019 год. ГТК этого года составил 1,09 при ГТК нормы, равном 1,01 (слабо засушливая зона). Очень засушливым из-за сильного недобора осадков и преобладания высоких температур воздуха оказался 2020 г. (ГТК = 0,59).

Результаты и их обсуждение. Общая характеристика условий выращивания проявляется при расчете индексов условий среды (I_j). Лучшие условия для роста и развития расте-

ний создаются при положительном значении индекса среды, худшие – при отрицательном (Артемова и др., 2016).

В наших опытах лучшие условия для формирования урожайности озимой пшеницы отмечены в 2017 г. ($I_j = 1,47$) и 2019 г. ($I_j = 1,08$), а самые неблагоприятные – в 2016 г. ($I_j = -1,85$) (табл. 1). Отрицательные индексы условий среды отмечены также в 2018 и 2020 гг. ($I_j = -0,32$ и $I_j = -0,38$, соответственно).

Таблица 1. Урожайность образцов озимой пшеницы, т/га
Table 2. Productivity of the winter wheat samples, t/ha

Сорт, линия	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Омская 4 (стандарт)	2,10	5,44	4,01	6,19	3,44	4,24
Прииртышская	3,36	5,82	4,66	6,01	4,39	4,85
Прииртышская 2	4,37	6,89	4,44	6,49	4,28	5,29
Юбилейная 180	2,67	6,51	4,96	6,67	5,14	5,19
Линия 22/16	2,29	6,78	4,18	5,31	4,81	4,67
Линия 24/16	2,51	6,24	4,28	6,01	4,23	4,65
Линия 25/16	2,51	6,29	4,01	5,03	4,41	4,45
Линия 26/16	2,03	5,95	4,90	5,06	4,56	4,50
Линия 47/16	3,28	6,39	4,50	5,83	5,07	5,01
Линия 38/17	4,12	6,46	4,83	6,46	4,04	5,18
Линия 42/18	2,92	6,24	4,58	5,07	4,09	4,58
Линия 43/18	3,93	6,96	5,08	7,17	5,35	5,70
Среднее	3,01	6,33	4,54	5,94	4,48	4,86
НСР ₀₅	0,35	0,40	0,44	0,68	0,79	0,59
Индекс условий среды, I_j	-1,85	1,47	-0,32	1,08	-0,38	–

Коэффициент линейной регрессии (b_i) отражает степень реакции генотипа на изменение условий среды, что соответствует понятию экологической пластичности. Чем выше значения коэффициента ($b_i > 1$), тем большей отзывчивостью обладает данный сорт (Зыкин и др., 1984).

В изучаемом наборе номеров КСИ наиболее высокие значение коэффициента линейной регрессии отмечены у линий 22/16 ($b_i = 1,19$), 24/16 ($b_i = 1,15$) сортов Юбилейная 180 ($b_i = 1,18$), Омская 4 ($b_i = 1,17$) (табл. 2).

Таблица 2. Параметры адаптивности образцов озимой пшеницы (2016–2020 гг.)
Table 2. Parameters of adaptability of the winter wheat samples (2016–2020)

Сорт, линия	Изменчивость (V), %	Пластичность (b_i)	Стабильность (S_a^2)
Омская 4 (стандарт)	38,1	1,17	0,30
Прииртышская	22,8	0,81	0,05

Сорт, линия	Изменчивость (V), %	Пластичность (b_i)	Стабильность (S_d^2)
Прииртышская 2	26,3	0,86	0,48
Юбилейная 180	31,0	1,18	0,17
Линия 22/16	35,3	1,19	0,31
Линия 24/16	32,9	1,15	0,01
Линия 25/16	30,8	1,01	0,17
Линия 26/16	32,7	1,02	0,45
Линия 47/16	24,3	0,89	0,08
Линия 38/17	23,8	0,82	0,36
Линия 42/18	26,7	0,89	0,15
Линия 43/18	23,8	1,01	0,10

При $b_i < 1$ сорт реагирует слабее на изменение условий среды и его лучше использовать на экстенсивном фоне, где он даст максимум отдачи при минимуме затрат. Согласно расчетам, такая особенность проявилась у сортов Прииртышская, Прииртышская 2, а также линий 38/17, 47/16, 42/18 ($b_i = 0,81-89$).

Изменения урожайности сорта полностью соответствуют изменению условий выращивания, когда $b_i = 1$. К данной группе можно отнести линии 25/16, 26/16 и 43/18, у которых пластичность оказалась близкой к единице ($b_i = 1,01-1,02$).

Дисперсия (S_d^2) характеризует экологическую стабильность сорта в различных условиях выращивания. Самой стабильной была линия 24/16 ($S_d^2 = 0,01$). Также выделяются сорт Прииртышская, линии 47/16, 43/18 ($S_d^2 = 0,05-0,10$). Среди менее стабильных – сорт Прииртышская 2 ($S_d^2 = 0,48$), линии 22/16, 26/16, 38/17 ($S_d^2 = 0,31-0,45$) и стандартный сорт Омская 4 ($S_d^2 = 0,30$).

Наиболее простым и доступным показателем, позволяющим судить о потенциале онтогенетической адаптации (норме реакции), и при этом обеспечивающим сравнимость результатов, является коэффициент вариации (Волкова и Щенникова, 2020). У всех образцов изменчивость урожайности была значительной. При этом самое высокое значение данного показателя отмечено у сорта Омская 4 ($V = 38,1\%$). Относительно менее изменчивыми по урожайности оказались сорт

Прииртышская ($V = 22,8\%$), линии 38/17, 43/18 (у обеих $V = 23,8\%$).

В среднем по урожайности лучшей была линия 43/18 (5,70 т/га), которая во все годы исследований достоверно превышала стандарт. Также стоит выделить сорта Прииртышская 2 (5,29 т/га), Юбилейная 180 (5,19 т/га), линии 38/17 (5,18 т/га), 47/16 (5,01 т/га), сорт Прииртышская (4,85 т/га).

Выводы. Оценка адаптивности урожайности образцов КСИ показала, что лучшие по этому признаку номера характеризуются разной реакцией на условия выращивания. Самая урожайная линия 43/18 (5,70 т/га) является пластичной ($b_i = 1,01$). Сорт Юбилейная 180 – это сорт интенсивного типа ($b_i = 1,18$). Слабее реагируют на изменение условий среды сорта Прииртышская, Прииртышская 2, линии 38/17, 47/16 ($b_i = 0,81-0,89$). Наиболее стабильной по урожайности была линия 24/16 ($S_d^2 = 0,01$). Ближе всего к ней оказались сорт Прииртышская, линии 47/16, 43/18 ($S_d^2 = 0,05-0,10$). Относительно меньшую изменчивость урожайности имели сорт Прииртышская ($V = 22,8\%$), линии 38/17, 43/18 (у обеих $V = 23,8\%$). Выделившиеся сорта и линии озимой пшеницы показали себя как наиболее адаптивные к условиям возделывания в Омской области, и могут использоваться в селекционном процессе в качестве генетических источников на повышение адаптивности в сочетании с высоким потенциалом урожайности.

Библиографические ссылки

1. Артемова Г.В., Степочкин П.И., Пономаренко В.И., Ермошкина Н.Н., Пономаренко Г.В. Оценка сортов озимой пшеницы сибирской селекции по параметрам экологической пластичности и стабильности // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2015. № 6. С. 5–10.
2. Волкова Л.В., Щенникова И.Н. Сравнительная оценка методов расчета адаптивных реакций зерновых культур // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 3. С. 140–146. DOI: 10.25750/1995-4301-2020-3-140-146.
3. Ионова Е.В., Лиховидова В.А., Газе В.Л. Изменение механизмов адаптивности и урожайности сортов озимой мягкой пшеницы в засушливых условиях по этапам сортосмены // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 3–7. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-3-7.
4. Кархардин И.В., Коновалов А.А., Гончаров Н.П. Изучение потенциальной зимостойкости сортообразцов и генотипов озимой мягкой пшеницы с помощью анализа автофлуоресценции тканей проростков // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. Т. 182, № 1. С. 33–40. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-133-4.
5. Кашуба Ю.Н., Ковтуненко А.Н., Трипутин В.М., Шварцкопф Т.В., Мазепа Н.Г. Результаты селекции озимой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Зерновое хозяйство России. 2019. № 1(61). С. 32–34. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-32-34.
6. Косенко С.В. Изучение адаптивной способности сортов озимой мягкой пшеницы по урожайности и качеству зерна в лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2020. № 10. С. 41–45. DOI: 10.28983/asj.y2020i10pp41-45.

7. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51, № 5. С. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
8. Фадеева И.Д., Тагиров М.Ш., Газизов И.Н., Никифорова И.Ю., Сайфутдинова Д.Д. Изучение сортов и линий озимой пшеницы по хозяйственно ценным признакам // Вестник Казанского ГАУ. 2019. № 3. С. 71–76. DOI: 10.12737/article_5db95d3a953f93.66947300.
9. Leonova I.N., Stasyuk A.I., Skolotneva E.S., Salina E.A. Enhancement of leaf rust resistance of siberian winter wheat varieties by marker-assisted selection // Cereal Research Communications. 2017. Vol. 45(4). P. 621–632. DOI: 10.1556/0806.45.2017.048.

References

1. Artemova G.V., Stepochkin P.I., Ponomarenko V.I., Ermoshkina N.N., Ponomarenko G.V. Otsenka sortov ozimoi pshenitsy sibirskoi seleksii po parametram ekologicheskoi plastichnosti i stabil'nosti [Estimation of the Siberian winter wheat varieties according to the parameters of ecological adaptability and stability] // Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2015. № 6. S. 5–10.
2. Volkova L.V., Shchennikova I.N. Sravnitel'naya otsenka metodov rascheta adaptivnykh reaktsii zernovykh kul'tur [Comparative estimation of methods for calculating adaptive responses of grain crops] // Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya. 2020. № 3. S. 140–146. DOI: 10.25750/1995-4301-2020-3-140-146.
3. Ionova E.V., Likhovidova V.A., Gaze V.L. Izmenenie mekhanizmov adaptivnosti i urozhainosti sortov ozimoi myagkoi pshenitsy v zasushliviyykh usloviyakh po etapam sortosmeny [Changes in the mechanisms of adaptability and productivity of winter bread wheat varieties in arid conditions according to the stages of variety change] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2021. № 1(73). S. 3-7. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-3-7.
4. Karkhardin I.V., Konovalov A.A., Goncharov N.P. Izuchenie potentsial'noi zimostoikosti sortoobraztsov i genotipov ozimoi myagkoi pshenitsy s pomoshch'yu analiza avtofluoresentsentsii tkanei prorstkov [The study of the potential winter resistance of the winter bread wheat varieties and genotypes using autofluorescence analysis of sprouts' tissues] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii. 2021. T. 182, № 1. S. 33–40. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-133-4.
5. Kashuba Yu.N., Kovtunen A.N., Triputin V.M., Shvartskopf T.V., Mazepa N.G. Rezul'taty seleksii ozimoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri [The results of winter bread wheat breeding in the southern forest-steppe of Western Siberia] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2019. № 1(61). S. 32–34. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-32-34.
6. Kosenko S.V. Izuchenie adaptivnoi sposobnosti sortov ozimoi myagkoi pshenitsy po urozhainosti i kachestvu zerna v lesostepi Srednego Povolzh'ya [The study of the adaptability of the winter bread wheat varieties according to grain productivity and quality in the forest-steppe of the Middle Volga region] // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2020. № 10. S. 41–45. DOI: 10.28983/asj.y2020i10pp41-45.
7. Rybas' I.A. Povyshenie adaptivnosti v seleksii zernovykh kul'tur (obzor) [Adaptability improvement in grain crop breeding (review)] // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya. 2016. T. 51. № 5. S. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
8. Fadeeva I.D., Tagirov M.Sh., Gazizov I.N., Nikiforova I.Yu., Saifutdinova D.D. Izuchenie sortov i linii ozimoi pshenitsy po khozyaistvenno tsennym priznakam [The study of winter wheat varieties and lines according to economically valuable traits] // Vestnik Kazanskogo GAU. 2019. № 3. S. 71–76. DOI: 10.12737/article_5db95d3a953f93.66947300.
9. Leonova I.N., Stasyuk A.I., Skolotneva E.S., Salina E.A. Enhancement of leaf rust resistance of siberian winter wheat varieties by marker-assisted selection // Cereal Research Communications. 2017. Vol. 45(4). P. 621–632. DOI: 10.1556/0806.45.2017.048.

Поступила: 27.03.21; доработана после рецензирования: 08.08.21; принята к публикации: 09.08.21.

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. Трипутин В.М., Ковтуненко А.Н. – концептуализация исследования; Кашуба Ю.Н. – подготовка опыта; Трипутин В.М., Ковтуненко А.Н., Кашуба Ю.Н. – выполнение полевых опытов и сбор данных; Трипутин В.М., Ковтуненко А.Н. – анализ данных и их интерпретация; Трипутин В.М. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.