



Оценка адаптивности и потенциальной продуктивности яровой мягкой пшеницы в условиях Рязанской области

© 2023. Т. А. Барковская ✉, О. В. Гладышева, В. Г. Кокорева

Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», с. Подвязье, Рязанская область, Российская Федерация

В статье дана комплексная оценка 5 сортам (Лада, Агата, РИМА, Арсея, Маэстро) и 5 селекционным линиям яровой мягкой пшеницы по урожайности и адаптивным свойствам. Исследования проводили в 2018–2022 гг. в условиях Рязанской области на темно-серой лесной почве. Потенциал продуктивности и адаптивности определяли по методике Л. А. Животкова с соавторами, степень варьирования урожайности (CV, %) – по Б. А. Доспехову, размах урожайности (d, %) – по В. А. Зыкину, индекс стабильности (L') – по А. А. Грязнову, показатель уровня стабильности урожайности сорта (ПУСС) – по Э. Д. Неттевичу с соавторами, экологическую пластичность (b_i), стабильность урожайности (σ^2_d) и индекс условий среды (I_j) – по С. А. Эберхарту и У. А. Расселу. Установлено, что в среднем за 2018–2022 гг. наибольшим потенциалом урожайности обладали сорта Арсея (5,19 т/га), Маэстро (5,69 т/га) и линия 268 (5,33 т/га). Выявлено, что продуктивность сорта Маэстро и линии 268 была выше среднесортовой как при благоприятных условиях 2022 года ($I_j = +6,2$) – на 16,3 и 9,7 %, так и при неблагоприятных засушливых 2019 года ($I_j = -5,4$) – на 22,0 и 24,5 % соответственно. Продуктивность сорта Арсея в условиях жесткой засухи составляла 99,1 % от среднесортовой, что свидетельствует о хороших адаптивных свойствах. В результате оценки по коэффициенту линейной регрессии выявлено, что сорта РИМА, Агата, Лада, Арсея активно реагируют на улучшение внешних факторов среды ($b_i = 1,23; 1,35; 1,43; 1,52$ соответственно). По результатам комплексной оценки адаптивных свойств выделились сорт Маэстро и линия 898, которые характеризовались относительно стабильной урожайностью (CV – 9,3 и 5,2 %; σ^2_d – 7,71 и 9,09; L' – 6,12 и 9,44; ПУСС – 209,6 и 176,5 % соответственно) и высокой адаптивностью к условиям среды (КА – 1,17 и 1,01 соответственно).

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., сорт, индекс условий среды, параметры адаптации, стабильность

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (тема № FGUN2022-0013).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку данной работы.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Барковская Т. А., Гладышева О. В., Кокорева В. Г. Оценка адаптивности и потенциальной продуктивности яровой мягкой пшеницы в условиях Рязанской области. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2023;24(1):58-65. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.1.58-65>

Поступила: 13.01.2023

Принята к публикации: 03.02.2023

Опубликована онлайн: 27.02.2023

Assessment of adaptability and potential productivity of spring soft wheat in the conditions of the Ryazan region

© 2023. Tatyana A. Barkovskaya ✉, Olga V. Gladysheva, Valeria G. Kokoreva

Institute of Seed Production and Agrotechnologies – branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Podvyazye village, Ryazan region, Russian Federation

The article gives a comprehensive assessment of 5 varieties (Lada, Agata, RIMA, Arcea, Maestro) and 5 breeding lines of spring soft wheat according to the yield and adaptive properties. The studies were carried out in 2018–2022 in the conditions of the Ryazan region on dark gray forest soil. The potential for productivity and adaptability was determined according to the method of L. A. Zhivotkov et al., the degree of yield variation (CV, %) – according to B. A. Dospikhov, the yield range (d, %) – according to V. A. Zykin, index of stability (L') – according to A. A. Gryaznov, the indicator of the level of stability of the yield of a variety (PUSS) – according to E. D. Nettevich et al., ecological plasticity (b_i), stability of yield (σ^2_d) and index of environment conditions (I_j) – according to S. A. Eberhart and W. A. Russell. It has been established that on average for 2018–2022 the highest yield potential was noted in the varieties Arcea (5.19 t/ha), Maestro (5.69 t/ha) and line 268 (5.33 t/ha). It was revealed that the productivity of the Maestro variety and line 268 was higher than the average varietal both under favorable conditions of 2022 ($I_j = +6.2$) – by 16.3 and 9.7 %, and under unfavorable dry conditions of 2019 ($I_j = -5.4$) – by 22.0 and 24.5 %, respectively. The productivity of the Arcea variety under conditions of severe drought was 99.1 % of the average varietal, which indicates good adaptive properties. As the result of the assessment by the linear regression coefficient (b_i), it has been established that the varieties RIMA, Agata, Lada, Arcea actively respond to the improvement of external environmental factors ($b_i = 1.23; 1.35; 1.43; 1.52$, respectively). According to the results of a comprehensive assessment of adaptive properties, the Maestro variety and line 898 were distinguished, which were characterized by a relatively stable yield (CV – 9.3 and 5.2%; σ^2_d – 7.71 and 9.09; L' – 6.12 and 9.44; PUSS – 209.6 and 176.5 %, respectively) and high adaptability to environmental conditions (CA – 1.17 and 1.01, respectively).

Keywords: *Triticum aestivum* L., variety, index of environmental conditions, adaptation parameters, stability

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of and Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM (theme No. FGUN2022-0013). The authors thanks the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of Interest: the authors declared no conflicts of interest.

For citation: Barkovskaya T. A., Gladysheva O. V., Kokoreva V. G. Evaluation of the adaptability and potential productivity of spring soft wheat in the conditions of the Ryazan region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(1):58-65. (In Russ.). <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.1.58-65>

Received: 13.01.2023

Accepted for publication: 03.02.2023

Published online: 27.02.2023

Устойчивое функционирование и дальнейшее развитие отечественного зернового производства имеет стратегическое значение, позволяет обеспечивать финансовую устойчивость предприятиям агропромышленного комплекса, даёт дополнительный импульс к его развитию и является основополагающим фактором гарантированной экономической и продовольственной безопасности страны [1].

Высокая вариабельность погодных условий и их аномальных явлений (засуха, град, переувлажнение в период уборки и т. д.) как в мире, так и во многих регионах России приводит к тенденции снижения темпа роста валовых сборов сельскохозяйственных культур [2, 3, 4].

В настоящее время одной из приоритетных задач селекции является повышение зерновой продуктивности будущих сортов, которые могут максимально реализовывать биологический потенциал в широком диапазоне условий среды [5, 6, 7]. При этом в различных условиях среды колебания урожайности генотипа должны быть незначительны.

Селекционная направленность работы в настоящее время ориентирована на адаптивность к контрастным погодным условиям [8] и, прежде всего к экстремальным, которые в наибольшей степени ограничивают потенциал возможной урожайности [9, 10, 11]. Показатели пластичности, стабильности и гомеостатичности являются неотъемлемыми компонентами акклиматизации [11, 12] и определяют уровень адаптации сорта к различным стрессорам [13].

Необходимо добиваться синергизма показателей высокой продуктивности и стабильности сорта, которые зачастую отрицательно зависимы [7].

Проявление реакции генотипа на факторы окружающей среды всегда объёмны и многогранны, в связи с этим необходимо комплексно подходить к оценке биологической сути его адаптивных свойств [14]. В частности, для результативности поставленных задач необходим системный подход к данной проблеме с применением различных методик и использо-

ванием накопленной информации для определения этих параметров. Широкий спектр показателей позволит более полно изучить сортообразцы и дать объективную характеристику их стабильности в различных условиях среды и отклика на улучшение условий возделывания.

При этом главным аспектом является выявление генотипов, сочетающих пластичность и стрессоустойчивость с экологической стабильностью, способных на полную отдачу от дополнительных вложений высокоинтенсивных и наукоемких агротехнологий.

Цель исследования – дать комплексную оценку сортам и новым селекционным линиям яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по урожайности и адаптивным свойствам в условиях Рязанской области (Центральный регион России).

Новизна исследований. Комплексным анализом с применением различных методик выявлена адаптивная способность сортов и новых селекционных линий яровой мягкой пшеницы на фоне различных лимитирующих факторов среды в условиях Рязанской области.

Материал и методы. Исследования проводили в питомнике конкурсного сортоиспытания в 2018-2022 гг. на полях Института семеноводства и агротехнологий (филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»).

Почва опытного участка темно-серая лесная тяжелосуглинистая с содержанием органического вещества – 3,05 %, азота нитратного – 21,6 мг/кг, азота аммонийного – 1,98 мг/кг, рН_{сол} – 5,05 ед., подвижного фосфора – 261,7 мг/кг, подвижного калия – 156,2 мг/кг, обменного магния – 1,73 ммоль/100 г почвы.

Объектом исследований являлись районированные по Центральному региону сорта яровой мягкой пшеницы (Лада, Агата, РИМА, Арсея, Маэстро), 5 линий селекции ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка» и ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Стандартом служил сорт Агата.

Предшественник – чистый пар. Учетная площадь делянки – 10 м², повторность – 4-кратная.

Норма высева – 6 млн всх. семян на 1 га. Агротехника – общепринятая для данной культуры.

Оценка продуктивного и адаптивного потенциала сортов и линий яровой мягкой пшеницы была проведена с применением различных методик: потенциальную продуктивность и адаптивность определяли по методике Л. А. Животкова с соавторами¹, коэффициент вариации урожайности (CV, %) по Б. А. Доспехову², размах урожайности (d, %) – по В. А. Зыкину с соавторами³, индекс стабильности (L') – по А. А. Грязнову⁴, показатель уровня стабильности урожайности сорта (ПУСС) – по Э. Д. Неттевичу и др.⁵, экологическую пластичность (коэффициент линейной регрессии b_i), стабильность урожайности (σ^2_d) и индекс условий среды – по методике С. А. Эберхарта и У. А. Рассела (S. A. Eberhart и W. A. Russell) в изложении В. А. Зыкина с соавторами⁶.

Результаты и их обсуждение. Погодные условия за период исследований различались как по температурному режиму, так и по степени увлажнения, что подтверждает расчет индекса среды (I_j), который варьировал по годам от -5,4 до +6,2 (табл. 1). В период вегетации 2018 года растения развивались при оптимальных значениях среднесуточных температур (сумма активных температур за вегетацию – 1944 °С), осадков выпало 109 мм (ГТК = 0,59). Вегетационный период 2019 года проходил в экстремально жарких условиях, превышающих среднемноголетние значения на 6,5-8,5 °С (сумма активных температур за вегетацию – 2187 °С) при ГТК = 0,58, что привело к формированию относительно низкой урожайности сортов образцов.

В 2020 году растения развивались в условиях обильных осадков (ГТК = 1,31) со штормовыми ветрами, что привело к раннему полеганию растений и снижению урожайности. В 2021 году отмечались резкие перепады среднесуточных температур воздуха в течение вегетации и неравномерная влагообеспеченность (ГТК = 0,96). В 2022 году период

закладки генеративных органов яровой мягкой пшеницы проходил в благоприятных условиях (ГТК = 1,12), что способствовало реализации потенциальных возможностей сортов образцов.

Средняя многолетняя урожайность в опыте за годы исследований составила 48,5 ц/га. Контрастность погодных условий 2018-2022 гг. способствовала формированию различного уровня урожайности у изучаемых сортов и линий яровой мягкой пшеницы. Так, урожайность сорта-стандарта Агата находилась в пределах от 39,4 ц/га в 2019 г. ($I_j = -5,4$) до 57,5 ц/га в 2022 г. ($I_j = +6,2$). Уровень максимальной среднесортной урожайности в 2022 году (54,7 ц/га) превысил на 27,8 % минимальные значения 2019 г. (42,8 ц/га). В неблагоприятный по погодным условиям 2019 год самую низкую урожайность сформировали сорт Лада (31,9 ц/га) и линия 509 (39,5 ц/га). В среднем за 2018-2022 гг. наибольшим потенциалом урожайности обладали сорта Арсея (51,9 ц/га), Маэстро (56,9 ц/га) и линия 268 (53,3 ц/га) (табл. 1).

Критерием адаптивной реакции сорта на конкретные условия вегетации являлось отношение его урожайности в данные годы к среднесортной⁷. По данным наших исследований, в благоприятных условиях 2022 г. у линии 268 и сортов Арсея, Маэстро и Агата урожайность составила 60,0, 60,2, 63,6 и 57,5 ц/га соответственно, что на 5,1...16,3 % выше среднесортной. Выделившиеся сорта отличались высоким потенциалом продуктивности в благоприятных условиях, что позволило их отнести к интенсивным.

Экстремальные засушливые погодные условия 2019 г. способствовали выявлению высокой адаптивности у сорта Маэстро и линии 268, их продуктивность была выше среднесортной на 22,0 и 24,5 % соответственно. В благоприятные и неблагоприятные годы у сортов Лада, Агата и линий 1036, 509 отмечена пониженная урожайность относительно среднесортной.

¹Животков Л. А., Морозова З. А., Секатуева Л. И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность». Селекция и семеноводство. 1994;(2):3-7. URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/2314139/>

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М., 2012. 352 с.

³Зыкин В. А., Белан И. А., Россеев В. М., Пашков С. В. Селекция яровой пшеницы на адаптивность: результаты и перспективы. Доклады Россельхозакадемии. 2000;(2):5-7.

⁴Грязнов А. А. Селекция ячменя в Северном Казахстане. Селекция и семеноводство. 2000;(4):2-8.

⁵Неттевич Э. Д., Моргунов А. И., Максименко М. И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качество зерна. Вестник сельскохозяйственной науки. 1985;(1):66-73.

⁶Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С., Корнева С. П. Методика экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Омск, 2008. 35 с.

⁷Животков Л. А., Морозова З. А., Секатуева Л. И. Указ. соч.

Таблица 1 – Урожайность сортов и линий яровой пшеницы и ее доля по отношению к среднесортной урожайности года /
Table 1 – Yield of varieties and lines of spring wheat and its share in relation to the average varietal yield of the year

Сортообразец / Variety sample	Урожайность, ц/га / Productivity, c/ha						Доля относительно среднесортной урожайности, % / Share relative to average varietal yield, %				
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее / average	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Лада / Lada	51,1*	31,9	32,3	45,0	46,4	41,3	100,2	74,5	68,6	95,7	84,8
Агата, ст. / Agatha, st.	47,2	39,4	46,4	47,2	57,5*	47,5	92,5	92,0	98,5	100,4	105,1
РИМА / RIMA	49,4	35,9	42,3	47,4	51,0*	45,2	96,9	83,9	89,8	100,9	93,2
Арсеа / Arcea	52,7*	42,4	47,5	52,3*	60,2*	51,9	112,2	99,1	100,8	111,3	110,1
Маэстро / Maestro	60,5*	52,2*	51,2*	57,0*	63,6*	56,9	118,6	122,0	108,7	121,3	116,3
Линия 268 / Line 268	57,5*	53,3*	51,0*	44,7	60,0*	53,3	112,7	124,5	108,3	95,1	109,7
Линия 898 / Line 898	47,9	46,7	53,2	47,2	48,7	48,7	93,9	109,1	112,9	100,4	89,0
Линия 1036 / Line 1036	47,3	42,3	52,1*	42,1	53,3*	47,4	92,7	98,8	110,6	89,6	97,4
Линия 509 / Line 509	45,2	39,5	54,1*	44,3	53,8*	47,4	88,6	92,3	114,9	94,2	98,4
Линия 534 / Line 534	46,2	44,5	40,8	42,8	52,6*	45,4	90,6	104,0	86,6	91,0	96,2
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	2,2	3,2	3,7	2,5	2,8	1,3	-	-	-	-	-
Среднесортная урожайность / Average varietal yield	51,0	42,8	47,1	47,0	54,7	48,4	100	100	100	100	100
Индекс условий среды (I _j) / Index of environmental conditions (I _j)	+2,4	-5,4	-1,4	-1,5	+6,2	-	-	-	-	-	-

* Достоверная прибавка относительно среднесортной урожайности /
* Reliable increase relative to the average varietal yield

Таблица 2 – Показатели адаптивности, пластичности и стабильности сортов и линий яровой пшеницы (2018–2022 гг.) /
Table 2 – Indicators of adaptability, plasticity and stability of varieties and lines of spring wheat (2018–2022)

Сортообразец / Variety sample	Коэффициент вариации (CV), % / Coefficient of variation (CV), %	Коэффициент адаптации (КА) / Adaptation factor (KA)	Размах урожайности (d), % / Yield range (d), %	Индекс стабильности (L') / Stability index (L')	Показатель уровня стабильности сорта (ПУСС), % / Variety stability indicator (VSS), %	Экологическая пластичность (коэффициент регрессии, b ₁) / Ecological plasticity (regression coefficient, b ₁)	Стабильность σ^2_d / Stability (σ^2_d)
Лада / Lada	21,1	0,85	37,6	1,95	51,2	1,43	47,10
Агата, ст. / Agatha, st.	13,6	0,98	31,4	3,49	100,0	1,35	5,95
РИМА / RIMA	13,6	0,93	29,6	3,32	90,4	1,23	9,02
Арсея / Arcea	14,6	1,07	29,6	3,55	110,8	1,52	5,67
Маэстро / Maestro	9,3	1,17	19,5	6,12	209,6	1,05	7,71
Линия 268 / Line 268	11,2	1,10	25,5	4,76	153,0	0,83	28,48
Линия 898 / Line 898	5,2	1,01	12,2	9,44	176,5	0,07	9,09
Линия 1036 / Line 1036	11,1	0,99	21,0	4,27	121,7	0,82	18,55
Линия 509 / Line 509	13,4	0,97	26,6	3,54	101,2	0,92	31,39
Линия 534 / Line 534	9,9	0,94	22,4	4,62	127,7	0,77	11,14

Следует отметить, что продуктивность сорта Арсея в жестких условиях относительно среднесортной была ниже всего на 0,9 %, что свидетельствует о хороших адаптивных свойствах, особенно в сравнении с сортами РИМА и Лада, у которых урожайность на 16,6 и 25,5 % ниже среднесортной. В этот год сорт Агата сформировал урожайность в сравнении с 2022 г. ниже в 1,1 раза и на 3,4 ц/га меньше среднесортной. Для реализации генетического потенциала сорту Агата необходимы более благоприятные условия вегетации.

В среднем за годы исследований высокий показатель коэффициента адаптации (КА) был у сортов Арсея, Маэстро и линий 268 и 898 – 1,01–1,17 (табл. 2).

Степень изменчивости урожайности у сортов и линий яровой пшеницы находилась на среднем уровне 9,3–14,6 %. Незначительная вариабельность урожайности выявлена у линии 898 – 5,2 %, самая высокая у сорта Лада – 21,1 %.

Минимальное значение показателя d (размах урожайности) показывает, насколько стабилен объект в изменяющихся условиях окружающей среды. В наших исследованиях наименьшие показатели данного параметра отмечены у сорта Маэстро и линии 898 – 19,5 и 12,2 % соответственно.

У сортообразцов яровой пшеницы прослеживалась сильная дифференциация по индексу стабильности (L') – 1,95–9,44. Установлено, что сорт Лада обладает наименьшим показателем индекса стабильности и является неустойчивым к экстремальным условиям среды. Самый высокий индекс стабильности – у сорта Маэстро, линий 268 и 898 – 6,12; 4,76; 9,44 соответственно. Анализ данных показывает, что выявлен четкий тренд увеличения данного параметра в сторону современных сортов и линий.

Комплексный показатель (ПУСС) характеризует изменение урожайности и стабильности сорта во временной динамике по сравнению со стандартом. За годы исследований все сортообразцы по этому показателю на 1,2–109,6 % превосходили значения стандартного сорта Агата, за исключением сортов РИМА и Лада, у которых величина ПУСС отмечена ниже стандарта на 48,8 и 9,6 % соответственно. Максимальное значение показателя ПУСС отмечено у сорта Маэстро – 209,6 %.

Экологическую пластичность рассчитывали по модели С. А. Эберхарта и У. А. Рассела (S. A. Eberhart и W. A. Russell)⁸, которая основана на двух параметрах (коэффициенте линейной регрессии (b_i) и дисперсии (σ^2_d). При этом первый показывает отклик генотипа на улучшение условий выращивания, второй характеризует стабильность сорта в различных условиях среды. В результате оценки по коэффициенту линейной регрессии выявлено, что сорта РИМА, Агата, Арсея обладали сильной отзывчивостью на изменение условий среды ($b_i = 1,23; 1,35; 1,52$ соответственно). Следовательно, такие сорта необходимо выращивать по высокоинтенсивным технологиям, в условиях которых они раскроют свой адаптивный потенциал.

У сорта Лада высокая отзывчивость на условия среды ($b_i = 1,43$) сочеталась с повышенной вариабельностью урожайности ($CV = 21,1\%$), низкими показателями адаптации ($KA = 0,85$) и стабильности ($\sigma^2_d = 47,1$), подобное сочетание показателей указывает на малоценность сорта в сложившихся условиях вегетации.

Коэффициент регрессии сорта Маэстро, равный 1,05, показывает на полное соответствие изменения урожайности сорта изменению условий выращивания (при $b_i = 1$).

Установлено, что селекционные линии слабо реагируют на изменение условий среды ($b_i < 1$), в связи с этим их можно отнести к группе полуинтенсивных, для которых будут эффективны базовые технологии возделывания. Линия 898, средняя урожайность которой

за годы исследования составляла 48,7 ц/га, отмечена низкими показателями стабильности ($\sigma^2_d = 9,09$) и пластичности ($b_i = 0,07$), что характеризует ее как стабильную и не зависящую от внешних условий выращивания. Поэтому линию 898 можно рекомендовать для возделывания на экстенсивном фоне.

Сорта яровой пшеницы Арсея, Агата, Маэстро при высокой отзывчивости на изменение условий среды обладали достаточно высокими показателями стабильности ($\sigma^2_d = 5,67; 5,95; 7,71$ соответственно).

Заключение. Таким образом, в условиях Рязанской области в качестве наиболее урожайных за вегетационные периоды 2018-2022 гг. отмечены сорта яровой мягкой пшеницы Арсея (5,19 т/га), Маэстро (5,69 т/га) и линия 268 (5,33 т/га). В результате оценки параметров адаптивности определены различные уровни экологической пластичности изучаемых сортов и линий. По результатам комплексной оценки адаптивных свойств выделились сорт Маэстро и линия 898, которые характеризовались относительно стабильной урожайностью ($CV = 9,3$ и $5,2\%$; $\sigma^2_d = 7,71$ и $9,09$; $L' = 6,12$ и $9,44$; ПУСС – 209,6 и 176,5 % соответственно) и высокой адаптивностью к условиям среды ($KA = 1,17$ и $1,01$ соответственно).

Полученную в результате анализа информацию можно использовать в практических целях при планировании сортовых технологий возделывания яровой мягкой пшеницы в условиях Рязанской области.

Список литературы

1. Федорова В. И., Кузьменко С. С. Позиции Российской Федерации на мировом рынке зерна. Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 1. Экономика и управление. 2018;(3(26)):16-21. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36310187> EDN: YLREJF
2. Langridge P., Reynolds M. Breeding for drought and heat tolerance in wheat. Theoretical and Applied Genetics. 2021;134(6):1753-1769. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00122-021-03795-1>
3. ИONOBA E. B., Лиховидова В. А., Лобунская И. А. Засуха и гидротермический коэффициент увлажнения как один из критериев оценки степени ее интенсивности (обзор литературы). Зерновое хозяйство России. 2019;(6):18-22. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22> EDN: JLXVGY
4. Зайцев Н. И., Равенко В. Ю., Устарханова Э. Г. Результаты мониторинга поврежденных градом посевов сои. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(1):67-75. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.67-75> EDN: KAAGGS
5. Singh M., Kumar S. Broadening the Genetic Base of Grain Cereals. New Delhi: Springer, 2016. 275 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-81-322-3613-9_1
6. Барковская Т. А., Гладышева О. В., Кокорева В. Г. Высокопродуктивный сорт яровой мягкой пшеницы Маэстро для Центрального Нечерноземья. Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2022;(2):21-24. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/2/21-24> EDN: JLNMRZ

⁸Зыкин В. А., Белан И. А., Юсов В. С., Корнева С. П. Методика экологической пластичности сельскохозяйственных растений. Омск, 2008. 35 с.

7. Иванова И. Ю., Волкова Л. В. Изменчивость хозяйственных признаков яровой пшеницы и их вклад в стабилизацию урожайности. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2019;20(6):567-574. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.567-574> EDN: KCRSKR
8. Гончаренко А. А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции. *Зерновое хозяйство России*. 2016;(3):31-37. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26642951> EDN: WLASMV
9. Алабушев А. В., Макарова Т. С., Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Дубинина О. А. Параметры пластичности и стабильности сортов озимой твердой пшеницы по различным предшественникам в условиях Ростовской области. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2019;20(6):557-566. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.557-566> EDN: ODXKMJ
10. Филипов Е. Г., Донцова А. А., Брагин Р. Н. Оценка показателей адаптивности сортов озимого ячменя в условиях юга России. *Зерновое хозяйство России*. 2019;(4(64)):14-18. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-64-4-14-18> EDN: XDRMPH
11. Новохатин В. В., Шеломенцева Т. В., Драгавцев В. А. Новый комплексный подход к изучению динамики повышения адаптивности и гомеостатичности у сортов мягкой яровой пшеницы (на примере длительной истории селекции в Северном Зауралье). *Сельскохозяйственная биология*. 2022;57(1):81-97. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.1.81rus> EDN: DAYGED
12. Айдарбекова Т. Ж., Сыздыкова Г. Т., Малицкая Н. В., Нургазиев Р. Е., Хусаинов А. Т., Жабасева М. У., Маханова С. К., Шойкин О. Д. Сравнительная оценка линий яровой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в степной зоне Северо-Казахстанской области. *Сельскохозяйственная биология*. 2022;57(1):66-80. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.1.66rus> EDN: JXIZVO
13. Ерошенко Л. М., Ромахин М. М., Ерошенко Н. А., Дедушев И. А., Ромахина В. В., Болдырев М. А. Урожайность, пластичность, стабильность и гомеостатичность сортов ярового ячменя в условиях Нечерноземной зоны. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(1):38-47. DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-1-38-47> EDN: FBPVLW
14. Давыдова Н. В., Казаченко А. О., Широколава А. В., Нардид В. А., Резепкин А. М., Шарошкина Е. Е., Грачева А. В., Романова Е. С. Экологическая оценка стабильности и пластичности сортов яровой мягкой пшеницы различных периодов сортосмены. *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2020;(3):142-148. DOI: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2020-3-142-149> EDN: VTQXNN

References

1. Fedorova V. I., Kuzmenko S. S. Role of the Russian Federation on the world grain market. *Vestnik Moskovskogo universiteta imeni S. Yu. Vitte. Seriya 1. Ekonomika i upravlenie* = Moscow Witte University Bulletin. Series 1: Economics and Management. 2018;(3(26)):16-21. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36310187>
2. Langridge P., Reynolds M. Breeding for drought and heat tolerance in wheat. *Theoretical and Applied Genetics*. 2021;134(6):1753-1769. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00122-021-03795-1>
3. Ionova E. V., Likhovidova V. A., Lobunskaya I. A. Drought and hydrothermal humidity factor as one of the criteria to estimate its intensity degree (literature review). *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2019;(6):18-22. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22>
4. Zaitsev N. I., Revenko V. Yu., Ustarkhanova E. G. Results of monitoring hail-damaged soybean crops. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(1):67-75. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.1.67-75>
5. Singh M., Kumar S. Broadening the Genetic Base of Grain Cereals. New Delhi: Springer, 2016. 275 p. DOI: https://doi.org/10.1007/978-81-322-3613-9_1
6. Barkovskaya T. A., Gladysheva O. V., Kokoreva V. G. The maestro is the high productivity spring variety soft wheat for the central non-chernozem region. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki* = Vestnik of the Russian agricultural science. 2022;(2):21-24. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2022/2/21-24>
7. Ivanova I. Yu., Volkova L. V. Variability of economically valuable traits of spring wheat and their contribution to productivity stabilization. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(6):567-574. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.567-574>
8. Goncharenko A. A. Ecological stability of grain crop varieties and tasks of breeding. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2016;(3):31-37. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26642951>
9. Alabushev A. V., Makarova T. S., Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Dubinina O. A. Parameters of adaptability and stability of winter durum wheat varieties according to various forecrops in the Rostov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2019;20(6):557-566. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.6.557-566>
10. Filipov E. G., Dontsova A. A., Bragin R. N. Otsenka pokazateley adaptivnosti sortov ozimogo yachmenya v usloviyakh yuga Rossii. *Zernovoe khozyaystvo Rossii* = Grain Economy of Russia. 2019;(4(64)):14-18. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-64-4-14-18>

11. Novokhatin V. V., Shelomentseva T. V., Dragavtsev V. A. A novel integrative approach to study the dynamics of an increase in common spring wheat adaptivity and homeostaticity (on the example of breeding programs in the Northern Trans-Ural). *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2022;57(1):81-97. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiologiya.2022.1.81rus>

12. Aydarbekova T. Zh., Syzdykova G. T., Malitskaya N. V., Nurgaziyev R. E., Husainov A. T., Zhabayeva M. U., Makhanova S. K., Shoykin O. D. Comparative assessment of spring soft wheat lines (*Triticum aestivum* L.) in the steppe zone of the north Kazakhstan region. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2022;57(1):66-80. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiologiya.2022.1.66rus>

13. Eroshenko L. M., Romakhin M. M., Eroshenko N. A., Dedushev I. A., Romakhina V. V., Boldyrev M. A. Yield, plasticity, stability and homeostasis of spring barley cultivars in the Non-Black Earth Region. *Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii* = Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 2022;183(1):38-47. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-1-38-47>

14. Davydova N. V., Kazachenko A. O., Shirokolava A. V., Nardid V. A., Rezepkin A. M., Sharoshkina E. E., Gracheva A. V., Romanova E. S. Ecological evaluation of stability and plasticity of spring soft wheat varieties of different variety changing periods. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2020;(3):142-148. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2020-3-142-149>

Сведения об авторах

✉ **Барковская Татьяна Анатольевна**, старший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», ул. Парковая, 1, с. Подвьязь, Рязанский район, Рязанская область, Российская Федерация, 390502, e-mail: podvyaze@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4453-0367>, e-mail: barkovskaya-1960@mail.ru

Гладышева Ольга Викторовна, директор, Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», ул. Парковая, 1, с. Подвьязь, Рязанский район, Рязанская область, Российская Федерация, 390502, e-mail: podvyaze@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9030-0055>

Кокорева Валерия Геннадьевна, младший научный сотрудник отдела селекции и семеноводства, Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», ул. Парковая, 1, с. Подвьязь, Рязанский район, Рязанская область, Российская Федерация, 390502, e-mail: podvyaze@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6584-4747>

Information about the authors

✉ **Tatyana A. Barkovskaya**, senior researcher, the Department of Breeding and Seed Production, Institute of Seed Production and Agrotechnologies – branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, st. Parkovaya, d. 1, s. Podvyazye, Ryazan district, Ryazan Region, Russian Federation, 390502, e-mail: podvyaze@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4453-0367>, e-mail: barkovskaya-1960@mail.ru

Olga V. Gladysheva, director, Institute of Seed Production and Agrotechnologies – a branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, st. Parkovaya, d. 1, s. Podvyazye, Ryazan district, Ryazan region, Russian Federation, 390502, e-mail: podvyaze@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9030-0055>

Valeria G. Kokoreva, junior researcher, the Department of Breeding and Seed Production, Institute of Seed Production and Agrotechnologies – branch of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM, st. Parkovaya, d. 1, s. Podvyazye, Ryazan district, Ryazan region, Russian Federation, 390502, e-mail: podvyaze@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6584-4747>

✉ – Для контактов / Corresponding author