

Оценка адаптивности сортов яровой мягкой пшеницы в лесостепных условиях Среднего Поволжья

Е. А. Демина¹✉, А. И. Кинчаров¹, Т. Ю. Таранова¹, К. Ю. Чекмасова¹

¹ Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П. Н. Константинова, Усть-Кинельский, Россия

✉ E-mail: elena_pniiss@mail.ru

Аннотация. Цель исследований – провести оценку параметров адаптивности районированных и перспективных сортов яровой мягкой пшеницы и выявить образцы, сочетающие высокую урожайность зерна и адаптивные свойства для лесостепных условий Среднего Поволжья. Работу выполняли в 2017–2020 гг. в центральной зоне Самарской области. **Методы.** Объектом исследований являлись 12 сортов конкурсного испытания, относящихся к разным этапам селекции. Наблюдения и учеты проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур, оценку адаптивности сортов – по методикам А. А. Гончаренко и Л. А. Животкова. Погодные условия в 2017–2020 гг. отличались разнообразием и варьировали от среднесезонных значений. **Результаты.** Среднесортная урожайность варьировала от 2,10 т/га (2019 г.) до 3,72 т/га (2017 г.), коэффициент вариации $C_v = 23,8 \%$. Выделены сорта с высокой средней урожайностью зерна (3,15–3,26 т/га) и меньшей ее вариацией (19,9–22,5 %) – Эритроспермум 6310/10-63, Лютесценс 6102/1-32, Эритроспермум 6517/24-1. Наибольшую устойчивость к стрессам имели сорта Эритроспермум 6310/10-63 (–1,39), Эритроспермум 6381 (–1,50), и Кинельская 59 (–1,50). Сорта Лютесценс 6045, Кинельская юбилейная, Лютесценс 6102/1-32 отличались специфической адаптацией и сформировали наиболее высокую среднюю урожайность зерна (3,16–3,20 т/га) в контрастных условиях. Средний коэффициент адаптивности сортов составлял от 0,85 до 1,08. У большинства сортов (58,3 %) получен высокий коэффициент адаптивности (больше 1), наибольшие значения (1,08) имели перспективные сорта Лютесценс 6102/1-32 и Эритроспермум 6310/10-63. **Научная новизна.** Выделен новый адаптивный материал яровой мягкой пшеницы для использования в селекционных программах лесостепной зоны Среднего Поволжья.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.), селекция, адаптивность, сорт, урожайность, погодные условия.

Для цитирования: Демина Е. А., Кинчаров А. И., Таранова Т. Ю., Чекмасова К. Ю. Оценка адаптивности сортов яровой мягкой пшеницы в лесостепных условиях Среднего Поволжья // Аграрный вестник Урала. 2021. № 11 (214). С. 8–19. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-214-11-8-19.

Дата поступления статьи: 22.09.2021, **дата рецензирования:** 27.09.2021, **дата принятия:** 08.10.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Производство качественного зерна пшеницы составляет основу зернового комплекса Российской Федерации и играет приоритетную роль в обеспечении ее продовольственной безопасности. Увеличение валовых сборов определяется степенью реализации биологического потенциала урожайности и качества зерна новых сортов [1, с. 30]. В Средневолжском регионе, включающем три области (Самарская, Пензенская, Ульяновская) и две республики (Татарстан и Мордовия) яровая пшеница возделывается на производственных площадях 1,0–1,2 млн га ежегодно и является распространенной зерновой культурой [2, с. 29]. Недостаточная приспособленность современных сортов к стрессам приводит к тому,

что их генетически заложенная потенциальная урожайность реализуется только на 25–40 % [3, с. 623] даже в благоприятные по погодным условиям годы [4, с. 118]. Поэтому актуальным направлением селекции остается работа на повышение адаптивности. В современных условиях важно создавать хорошо адаптированные как к различным вариациям местных климатических факторов, так и к применяемым технологиям возделывания сорта пшеницы [5, с. 39]. Помимо этого, экологически устойчивые сорта должны отвечать стабильно высоким параметрам по продуктивности и качеству зерна [6, с. 654], [7, с. 121], [8, с. 32]. Ускоренное внедрение их в производство будет служить одним из главных факторов увеличения валовых сборов зерна в регионе.

Лесостепные условия Среднего Поволжья характеризуются достаточной контрастностью: неравномерный характер распределения осадков и температур по месяцам вегетации, частое проявление различных типов засух (особенно в начальный период развития), ливневые осадки и сильные шквалистые ветра в период колошения, зачастую вызывающие полегание растений. Разнообразие и своего рода неустойчивость метеорологических факторов способствуют более точной и полной оценке способности сортов формировать урожайность зерна в сложившихся условиях [9, с. 49]. Сорта с узким адаптационным потенциалом хорошо приспособлены к местным условиям, то есть, по сути, являются сортами для конкретной «экологической ниши». Напротив, сорта с широкими адаптационными свойствами показывают достаточно высокую продуктивность в агроклиматических условиях различных экологических точек [10, с. 11]. В регионах с частым проявлением засух в селекции на адаптивность ценность имеют засухоустойчивые генотипы [11, с. 520]. Особый интерес представляет изучение вопроса повышения наследственной засухоустойчивости новых сортов [12, с. 487].

Селекция на продуктивность и качественные характеристики зерна до сих пор ведется классическими методами [13, с. 363]. Эффективна оценка адаптивных свойств и отбор по данному критерию перспективного материала в конкурсном испытании [14, с. 65]. Критерием адаптивности сорта служит его урожайность в различных условиях среды. Важно совмещение в генотипе высокой урожайности и ее стабильности [15, с. 571]. При одинаковой технологии можно наблюдать увеличение (до 20–30 %) средней урожайности зерна сортов пшеницы нового поколения в сравнении с уже районированными сортами в регионе [16, с. 19]. Ряд исследователей отмечают зависимость продуктивности новых сортов от складывающихся метеорологических факторов в период вегетации [17, с. 66], [18, с. 26]. Адаптивный сорт и правильно подобранная технология позволяют нивелировать влияние погодных стрессов [19, с. 41], [20, с. 10]. В итоге расширение площадей возделывания сортов с высоким потенциалом адаптивности будет способствовать повышению продуктивности агробиоценоза в целом. Поэтому значение имеет правильный подбор сортов, адаптированных к условиям региона возделывания и имеющих допуск к использованию в производстве.

Цель исследований – провести оценку параметров адаптивности районированных и перспективных сортов яровой мягкой пшеницы конкурсного испытания и выявить образцы, сочетающие высокую урожайность зерна и адаптивные свойства для лесостепных условий Среднего Поволжья.

Методология и методы исследования (Methods)

Работу выполняли в 2017–2020 гг. в лесостепной зоне Самарской области. Исследования проводили с использованием материально-технической базы

Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П. Н. Константинова. Экспериментальные делянки закладывали на полях селекционного севооборота института согласно существующей ротационной схеме. Предшественник – чистый пар. Агротехника и технология возделывания традиционные для яровой мягкой пшеницы в регионе. Почва опытного участка – чернозем типичный среднесиловый легкоглинистый. Агрохимические характеристики почвы в пахотном слое 0–15 см: содержание гумуса (по Тюрину) – 5–6%, легкогидролизуемого азота – 28–49 мг/кг почвы (по Корнфилду), подвижного фосфора – 61–77 мг/кг (по Чирикову), обменного калия – 374–423 мг/кг (по Масловой), рН солевой вытяжки – 5,4 ед. (по методу ЦИНАО).

Материалом для исследований и анализа служили 12 сортов яровой мягкой пшеницы конкурсного испытания селекции Поволжского НИИСС: пять сортов, включенных в Государственный реестр селекционных достижений по Средневолжскому региону (Кинельская 59, Кинельская нива, Кинельская отрада, Кинельская 2010, Кинельская юбилейная); два сорта, проходящих Государственное испытание (Кинельская заря, Кинельская 2020); и пять перспективных сортов. Урожайные данные по сортам были взяты за четыре последних года испытания (2017–2020 гг.), отличающихся как по уровню полученной урожайности, так и по агрометеорологическим условиям, что послужило хорошим фоном для изучения данного вопроса. Учетная площадь опытных делянок – 25 м², повторность четырехкратная, размещение вариантов систематическое (без смещения), норма высева – 5,0 млн всхожих семян на 1 га. Посев делянок проводили селекционной сеялкой СКС-10М, уборку – малогабаритным комбайном САМПО-130. Все полевые работы осуществляли в оптимальные для культуры и года агротехнические сроки.

Полевые опыты, наблюдения, оценки, учет урожая проводили согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [21]. Коэффициенты адаптивности сортов (КА) рассчитывали по методике Л. А. Животкова, З. А. Морозовой, Л. И. Секатуевой [22]. Коэффициенты рассчитывали исходя из долевого участия урожайности сортов к среднесортной урожайности изучаемого набора сортов, взятой за 1. Уровень устойчивости к стрессам $(Y_2 - Y_1)$, урожайность сортов в контрастные годы $(Y_1 + Y_2) / 2$ определяли по А. А. Гончаренко [23]. Математическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову [24] методами дисперсионного и корреляционного анализа с применением компьютерной программы Microsoft Office Excel.

Метеорологические условия в 2017–2020 гг. отличались друг от друга и от многолетней нормы в регионе как по выпавшим осадкам за вегетацию (май – август), так и по сложившемуся температурному режиму. Гидротермический коэффициент (по

Селянинову) имел следующие значения: 2017 г. – 1,04, 2018 г. – 0,51, 2019 г. – 0,48, 2020 г. – 0,52, многолетнее значение коэффициента в регионе – 0,73. Годы исследований отличались достаточно благоприятным температурным режимом. Среднесуточная температура воздуха за вегетацию составляла: 2017 г. – 18,1 °С, 2018 г. – 19,8 °С, 2019 г. – 19,1 °С, 2020 г. – 19,3 °С, норма – 18,1 °С. Количество осадков,

выпавших за вегетацию, имело следующие величины: 2017 г. – 223,9 мм, 2018 г. – 124,7 мм, 2019 г. – 110,6 мм, в 2020 г. – 130,5 мм, норма – 163,0 мм.

Наиболее благоприятные по погодным факторам условия для роста и развития растений яровой пшеницы и формирования высокой урожайности сортов сложились в 2017 и 2020 гг. Вегетация пшеницы в 2017 г. проходила в контрастных по увлажнению

Таблица 1
Происхождение сортов яровой мягкой пшеницы разных этапов селекции

Сорт	Происхождение	Год включения в реестр / начало испытания
Кинельская 59	Саратовская 35 / Лее // Мироновская 808	1995
Кинельская нива	Л-503 / Тулайковская 1	2007
Кинельская отрада	Тулайковская 1 / к-56395 линия, устойчивая к бурой ржавчине	2009
Кинельская 2010	Эритроспермум 3485 / Sunnan // Л-503 / Тулайковская 1	2015
Кинельская юбилейная	Кинельская 59 / Целинная 24 /3/ Л-1109 / Иргина // Л-503	2016
Кинельская заря	Кинельская нива / к-34376 сложный гибрид	В Госиспытании с 2020 г.
Кинельская 2020	Кинельская нива / к-34376 сложный гибрид	В Госиспытании с 2021 г.
Лютесценс 6045	Лютесценс 3834 / Прохоровка	Перспективный сорт
Лютесценс 6102/ ₁₋₃₂	Лютесценс 3795 / Прохоровка	Перспективный сорт
Эритроспермум 6310/ ₁₀₋₆₃	Эритроспермум 3721 / Прохоровка	Перспективный сорт
Эритроспермум 6381	Кинельская отрада / Кинельская 61	Перспективный сорт
Эритроспермум 6517/ ₂₄₋₁	Кинельская нива / Прохоровка	Перспективный сорт

Table 1
Origin of spring soft wheat varieties of different stages of breeding

Variety	Origin	Year of inclusion in the register / start of the test
<i>Kinel'skaya 59</i>	<i>Saratovskaya 35 / Lee // Mironovskaya 808</i>	<i>1995</i>
<i>Kinel'skaya niva</i>	<i>L-503 / Tulaykovskaya 1</i>	<i>2007</i>
<i>Kinel'skaya otrada</i>	<i>Tulaykovskaya 1 / k-56395 leaf rust resistant line</i>	<i>2009</i>
<i>Kinel'skaya 2010</i>	<i>Eritrospermum 3485 / Sunnan // L-503 / Tulaykovskaya 1</i>	<i>2015</i>
<i>Kinel'skaya yubileynaya</i>	<i>Kinel'skaya 59 / Tselinnaya 24 /3/ L-1109 / Irgina // L-503</i>	<i>2016</i>
<i>Kinel'skaya zarya</i>	<i>Kinel'skaya niva / k-34376 complex hybrid</i>	<i>In State testing since 2020</i>
<i>Kinel'skaya 2020</i>	<i>Kinelskaya niva / k-34376 complex hybrid</i>	<i>In State testing since 2021</i>
<i>Lyutestsens 6045</i>	<i>Lyutestsens 3834 / Prokhorovka</i>	<i>A promising variety</i>
<i>Lyutestsens 6102/₁₋₃₂</i>	<i>Lyutestsens 3795 / Prokhorovka</i>	<i>A promising variety</i>
<i>Eritrospermum 6310/₁₀₋₆₃</i>	<i>Eritrospermum 3721 / Prokhorovka</i>	<i>A promising variety</i>
<i>Eritrospermum 6381</i>	<i>Kinelskaya otrada / Kinel'skaya 61</i>	<i>A promising variety</i>
<i>Eritrospermum 6517/₂₄₋₁</i>	<i>Kinel'skaya niva / Prokhorovka</i>	<i>A promising variety</i>

условиях, не характерных для региона. Начальный период вплоть до фазы колошения (май – июнь) сопровождался аномально избыточным увлажнением и недостатком температур, суммарно за эти месяцы выпало 200,2 мм осадков, или 278 % к многолетней норме. Созревание и налив зерна проходили при засушливых условиях. В 2020 г. наблюдались достаточно жесткие условия для вегетации сортов. Однако теплая погода, а также своевременно выпавшие осадки после посева и месячная норма в первую декаду июня (суммарно – 60 мм) положительно по-

вливали на развитие растений (в частности на продуктивную кустистость) и урожайность в целом. Засушливые условия в дальнейшем поправили осадки третьей декады июля (15,9 мм), оказавшие благоприятное влияние на налив зерна и его качество. Таким образом, в 2017 и 2020 гг. основные фазы роста и развития растений пшеницы проходили при благоприятном температурном режиме и достаточном увлажнении, что способствовало получению высокой урожайности зерна.

Таблица 2
Урожайность зерна сортов яровой мягкой пшеницы (2017–2020 гг.), т/га

Сорт	2017	2018	2019	2020	Средняя	C _p , %
Кинельская 59	3,03	2,27	1,78	3,28	2,59	26,6
Кинельская нива	3,65	2,80	2,01	3,33	2,95	24,3
Кинельская отрада	3,13	2,48	1,82	3,39	2,71	26,0
Кинельская 2010	3,65	2,95	1,93	3,56	3,02	26,2
Кинельская юбилейная	4,10	2,83	2,24	3,57	3,19	25,7
Кинельская заря	3,75	2,95	2,04	3,61	3,09	25,3
Кинельская 2020	4,01	2,91	2,05	3,51	3,12	27,0
Лютесценс 6045	4,07	3,10	2,25	3,40	3,21	23,5
Лютесценс 6102/ ₁₋₃₂	4,08	3,22	2,31	3,43	3,26	22,4
Эритроспермум 6310/ ₁₀₋₆₃	3,78	3,15	2,39	3,73	3,26	19,9
Эритроспермум 6381	3,60	2,84	2,10	3,33	2,97	22,2
Эритроспермум 6517/ ₂₄₋₁	3,82	2,96	2,24	3,59	3,15	22,5
НСР ₀₅	0,175	0,118	0,093	0,108	–	–
Среднесортная урожайность, т/га	3,72	2,87	2,10	3,48	3,04	–
Индекс условий среды (Ij)	0,68	–0,17	–0,94	0,44	–	–

Table 2
Grain yield of spring soft wheat varieties (2017–2020), t/ha

Variety	2017	2018	2019	2020	Average	C _p , %
<i>Kinel'skaya 59</i>	3.03	2.27	1.78	3.28	2.59	26.6
<i>Kinel'skaya niva</i>	3.65	2.80	2.01	3.33	2.95	24.3
<i>Kinel'skaya otrada</i>	3.13	2.48	1.82	3.39	2.71	26.0
<i>Kinel'skaya 2010</i>	3.65	2.95	1.93	3.56	3.02	26.2
<i>Kinel'skaya yubileynaya</i>	4.10	2.83	2.24	3.57	3.19	25.7
<i>Kinel'skaya zarya</i>	3.75	2.95	2.04	3.61	3.09	25.3
<i>Kinel'skaya 2020</i>	4.01	2.91	2.05	3.51	3.12	27.0
<i>Lyutestsens 6045</i>	4.07	3.10	2.25	3.40	3.21	23.5
<i>Lyutestsens 6102/₁₋₃₂</i>	4.08	3.22	2.31	3.43	3.26	22.4
<i>Eritrospermum 6310/₁₀₋₆₃</i>	3.78	3.15	2.39	3.73	3.26	19.9
<i>Eritrospermum 6381</i>	3.60	2.84	2.10	3.33	2.97	22.2
<i>Eritrospermum 6517/₂₄₋₁</i>	3.82	2.96	2.24	3.59	3.15	22.5
<i>LSD₀₅</i>	0.175	0.118	0.093	0.108	–	–
<i>Average yield among the varieties, t/ha</i>	3.72	2.87	2.10	3.48	3.04	–
<i>Index of environment conditions (Ij)</i>	0.68	–0.17	–0.94	0.44	–	–

Несмотря на хорошую влагозарядку почвы перед посевом, особенно неблагоприятные засушливые условия для вегетации сложились в 2018 и 2019 гг. Начальный период роста и развития растений пшеницы (третья декада мая и июнь) в 2018 г. сопровождался прохладной погодой, осадков выпало 63 % от нормы. В этот же период в 2019 г. наблюдались большой дефицит осадков (23 % от нормы) и повышенные температуры воздуха (выше многолетней на 2–3 °С). Наиболее сильная (жесткая) засуха в эти годы наблюдалась в июне при закладке элементов продуктивности, ГТК – 0,34 (2018 г.) и 0,17 (2019 г.) при многолетнем значении 0,70. Осадки июля и первой декады августа немного выправили положение и положительно повлияли на налив зерна пшеницы, а в 2018 г. и на продуктивность сортов.

Результаты (Results)

В селекционной работе имеет значение правильный подбор сортов, адаптированных к местным ус-

ловиям региона возделывания и имеющих допуск к использованию в производстве. В Государственном реестре на 2021 г. находятся 274 сорта яровой мягкой пшеницы, 48 сортов рекомендовано для Средневолжского региона, в том числе 7 сортов селекции Поволжского НИИСС. Два сорта (Кинельская заря и Кинельская 2020) находятся на государственном испытании, линейка новых перспективных сортов готовится для передачи. В 2017–2020 гг. проводилась оценка адаптивных свойств сортов конкурсного испытания по различным методикам. Изучалась ответная реакция сортов на изменяющиеся погодные факторы в период вегетации. По спелости все районированные и перспективные сорта относятся к одной среднеспелой группе. В то же время сорта имеют различный генотип, созданы в разные годы и относятся к разным этапам селекции яровой мягкой пшеницы в институте (таблица 1).

Таблица 3

Параметры адаптивности и экологической устойчивости сортов яровой мягкой пшеницы (2017–2020 гг.)

Сорт	Уровень устойчивости к стрессам, т/га (Y2 – Y1)	Средняя урожайность в контрастных условиях, т/га (Y1 + Y2) / 2	Размах урожайности, % (d)
Кинельская 59	-1,50	2,53	45,7
Кинельская нива	-1,64	2,83	44,9
Кинельская отрада	-1,57	2,61	46,3
Кинельская 2010	-1,72	2,79	47,1
Кинельская юбилейная	-1,86	3,17	45,4
Кинельская заря	-1,71	2,90	45,6
Кинельская 2020	-1,96	3,03	48,9
Лютесценс 6045	-1,82	3,16	44,7
Лютесценс 6102/ ₁₋₃₂	-1,77	3,20	43,4
Эритроспермум 6310/ ₁₀₋₆₃	-1,39	3,09	36,8
Эритроспермум 6381	-1,50	2,85	41,7
Эритроспермум 6517/ ₂₄₋₁	-1,58	3,03	41,4

Table 3

Adaptability and environmental sustainability parameters of spring soft wheat varieties (2017–2020)

Variety	The level of the resistance to stress, t/ha (Y2 – Y1)	Average yield in contrast conditions, t/ha (Y1 + Y2) / 2	The scope of yield, % (d)
<i>Kinel'skaya 59</i>	-1.50	2.53	45.7
<i>Kinel'skaya niva</i>	-1.64	2.83	44.9
<i>Kinel'skaya otrada</i>	-1.57	2.61	46.3
<i>Kinel'skaya 2010</i>	-1.72	2.79	47.1
<i>Kinel'skaya yubileinaya</i>	-1.86	3.17	45.4
<i>Kinel'skaya zarya</i>	-1.71	2.90	45.6
<i>Kinel'skaya 2020</i>	-1.96	3.03	48.9
<i>Lyutestsens 6045</i>	-1.82	3.16	44.7
<i>Lyutestsens 6102/₁₋₃₂</i>	-1.77	3.20	43.4
<i>Eritrospermum 6310/₁₀₋₆₃</i>	-1.39	3.09	36.8
<i>Eritrospermum 6381</i>	-1.50	2.85	41.7
<i>Eritrospermum 6517/₂₄₋₁</i>	-1.58	3.03	41.4

В селекции на улучшение адаптивных свойств отдельное внимание уделяется вопросам увеличения густоты продуктивного стеблестоя к уборке, озерненности и массы зерна с колоса, длительности работы листового аппарата. Но главным показателем адаптивности сорта является уровень урожайности зерна в выраженных контрастных погодных условиях. В исследованиях 2017–2020 гг. урожайность зерна имела достоверно значимые различия (на уровне 5 %) как по годам, так и среди изучаемого сортимента (таблица 2). По результатам дисперсионного анализа влияние фактора «сорт» составляло 2,7 %, фактора «год» – 91,8 %, взаимодействие факторов – 4,4 %.

Полученная средняя урожайность сортов (среднесортная урожайность) варьировала по годам от 2,10 т/га (2019 г.) до 3,72 т/га (2017 г.), коэффициент вариации (C_v) – 23,8 %. Многолетняя среднесортная урожайность зерна за период 2017–2020 гг. составила 3,04 т/га и являлась своего рода отправным критерием для определения благоприятных и неблагоприятных лет. Индексы условий среды агробиоценоза отличались значительной вариабельностью. Наиболее благоприятные условия для вегетации сортов и формирования их продуктивности наблюдались в 2017 г. (индекс условий среды 0,68) и 2020 г. (0,44). Напротив, неблагоприятные для роста и развития условия сложились в 2018–2019 гг., причем наиболее жесткими по величине индекса условия (–0,94) были отмечены в острозасушливом 2019 г.

В 2017 г. урожайность по сортам варьировала от 3,03 т/га (Кинельская 59) до 4,10 т/га (Кинельская юбилейная), коэффициент вариации – 9,4 %. В 2020 г. минимальная урожайность 3,28 т/га также была получена у сорта Кинельская 59, максимальная урожайность 3,73 т/га – у линии Эритроспермум 6310/10-63. Коэффициент вариации урожайности по сортам в 2020 г. был наименьшим за период исследований (4,0 %), что свидетельствует о сравнительно невысокой количественной изменчивости признака в этот год. В засушливом 2018 г. урожайность зерна колебалась от 2,27 т/га (Кинельская 59) до 3,22 т/га (Лютесценс 6102/1-32), коэффициент вариации – 9,4 %. Самый низкий уровень урожайности по всем изучаемым сортам (1,78–2,39 т/га, коэффициент вариации – 9,2 %) наблюдался в 2019 г., острозасушливом и наименее благоприятном для развития растений пшеницы. Полученная среднесортная урожайность зерна в 2017 и 2020 гг. была выше на 22 и 14 % по сравнению с многолетней средней урожайностью зерна и на 77 и 66 % соответственно по отношению к 2019 г., когда был зафиксирован минимальный урожай зерна.

У большинства изучаемых сортов был отмечен высокий потенциал продуктивности. Максимальная средняя урожайность зерна была получена у новых сортов Эритроспермум 6310/10-63 (3,26 т/га), Лютесценс 6102/1-32 (3,26 т/га), Лютесценс 6045 (3,21 т/га), Эритроспермум 6517/24-1 (3,15 т/га) и районирован-

ного в Средневолжском регионе сорта Кинельская юбилейная (3,19 т/га). Наименьшая средняя урожайность наблюдалась у сортов более ранних этапов селекции – Кинельская 59 (2,59 т/га), Кинельская отрада (2,71 т/га) и Кинельская нива (2,95 т/га). Величина коэффициентов вариации урожайности сортов $C_v = 19,9–27,0$ %. Сложность совмещения в одном сорте (генотипе) высокой продуктивности и ее стабильности заключается в том, что чаще всего эти показатели отрицательно взаимосвязаны. Наибольшее практическое для селекционной работы значение представляют сорта, способные сочетать высокую среднюю урожайность зерна и ее наименьшую вариабельность по годам: Эритроспермум 6310/10-63 ($C_v = 19,9$ %), Лютесценс 6102/1-32 ($C_v = 22,4$ %), Эритроспермум 6517/24-1 ($C_v = 22,5$ %). Особо выделяется новый сорт Эритроспермум 6310/10-63, имеющий в исследованиях максимальную среднюю урожайность и наименьшие ее колебания по годам в различных условиях возделывания, что указывает на его экологическую устойчивость и стабильность.

В контрастных погодных условиях важным параметром адаптивности сортов является их устойчивость к стрессам, а именно – разность между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_2 - Y_1$). Причем чем меньше данная величина, тем выше стрессоустойчивость сорта и шире его адаптационные возможности. Наибольшую устойчивость к стрессам в исследованиях показали сорта Эритроспермум 6310/10-63 (–1,39), Эритроспермум 6381 (–1,50), и Кинельская 59 (–1,50). Самую низкую стрессоустойчивость имел сорт Кинельская 2020 (–1,96) – высокопродуктивный, но требовательный к условиям выращивания и уровню используемой агротехники (таблица 3).

Средняя урожайность зерна в контрастных условиях среды $(Y_1 + Y_2) / 2$ характеризует генетическую устойчивость сортов к различным факторам (благоприятным и стрессовым). В исследованиях величина этого показателя составляла 2,53–3,20 т/га. Интерес представляют сорта Лютесценс 6045, Кинельская юбилейная и Лютесценс 6102/1-32, которые при достаточно невысоком уровне стрессоустойчивости (от –1,77 до –1,86) имели высокие значения показателя средней урожайности – 3,16, 3,17, 3,20 т/га соответственно, что указывает на их специфическую адаптацию. Размах урожайности (d) свидетельствует о стабильности сорта в конкретных агроклиматических условиях региона возделывания. Наименьший размах урожайности в исследованиях имели новые сорта Эритроспермум 6310/10-63 (36,8 %), Эритроспермум 6517/24-1 (41,4 %), Эритроспермум 6381 (41,7 %).

Коэффициенты адаптивности у сортов рассчитывались исходя из уровня сформированной урожайности зерна в разные по метеоусловиям годы как в благоприятные для вегетации пшеницы, так и в условиях стресса – засухи. Среднесортная урожайность изучаемого набора сортов бралась за 1. Для более объективной оценки адаптивности ис-

пользовался анализ урожайных данных за четыре года с контрастным уровнем урожайности в условиях одной экологической точки. За период исследований большинство сортов отличались высокими продуктивными возможностями, из 12 сортов 7 (58,3 %) имели средний коэффициент адаптивности больше 1 (таблица 4). В целом по изучаемым сортам средний коэффициент адаптивности варьировал от 0,85 до 1,08. Наибольшие значения показателя адаптивности отмечены у перспективных сортов Лютеценс 6102/₁₋₃₂ (1,08), Эритроспермум 6310/₁₀₋₆₃ (1,08), Лютеценс 6045 (1,06), Эритроспермум 6517/₂₄₋₁ (1,04) и районированного сорта Кинельская юбилейная (1,05).

В наиболее благоприятных условиях увлажнения 2017 г. лучшие показатели адаптивности (1,08–1,10) имели сорта Кинельская 2020, Лютеценс 6045, Кинельская юбилейная, Лютеценс 6102/₁₋₃₂, что свидетельствует об их отзывчивости на улучшенные условия выращивания. Сорт Эритроспермум 6310/₁₀₋₆₃ наибольшую адаптивность (1,10–1,14) показал в условиях жесткой засухи 2018–2019 гг., что характеризует его как сорт степного экотипа. Сорт Эритроспермум 6517/₂₄₋₁ высокие показатели коэффициентов адаптивности (1,03–1,07) имел в различные по влагообеспеченности годы, что говорит о его пластичности. Наименьшие средние коэффициенты адаптивности (менее 1) отмечены у сортов ранней селекции Кинельская 59 (0,85) и Кинельская отрада (0,89).

Таблица 4
Коэффициенты адаптивности сортов яровой мягкой пшеницы (2017–2020 гг.)

Сорт	2017	2018	2019	2020	Средний КА
Кинельская 59	0,81	0,79	0,85	0,94	0,85
Кинельская нива	0,98	0,98	0,96	0,96	0,97
Кинельская отрада	0,84	0,86	0,87	0,97	0,89
Кинельская 2010	0,98	1,03	0,92	1,02	0,99
Кинельская юбилейная	1,10	0,99	1,07	1,03	1,05
Кинельская заря	1,01	1,03	0,97	1,04	1,01
Кинельская 2020	1,08	1,01	0,98	1,01	1,02
Лютеценс 6045	1,09	1,08	1,07	0,98	1,06
Лютеценс 6102/ ₁₋₃₂	1,10	1,12	1,10	0,99	1,08
Эритроспермум 6310/ ₁₀₋₆₃	1,02	1,10	1,14	1,07	1,08
Эритроспермум 6381	0,97	0,99	1,00	0,96	0,98
Эритроспермум 6517/ ₂₄₋₁	1,03	1,03	1,07	1,03	1,04
Среднесортная урожайность	1	1	1	1	

Table 4
Coefficients of adaptability of spring soft wheat varieties (2017–2020)

Variety	2017	2018	2019	2020	Average CA
<i>Kinel'skaya 59</i>	0.81	0.79	0.85	0.94	0.85
<i>Kinel'skaya niva</i>	0.98	0.98	0.96	0.96	0.97
<i>Kinel'skaya otrada</i>	0.84	0.86	0.87	0.97	0.89
<i>Kinel'skaya 2010</i>	0.98	1.03	0.92	1.02	0.99
<i>Kinel'skaya yubileinaya</i>	1.10	0.99	1.07	1.03	1.05
<i>Kinel'skaya zarya</i>	1.01	1.03	0.97	1.04	1.01
<i>Kinel'skaya 2020</i>	1.08	1.01	0.98	1.01	1.02
<i>Lyutestsens 6045</i>	1.09	1.08	1.07	0.98	1.06
<i>Lyutestsens 6102/₁₋₃₂</i>	1.10	1.12	1.10	0.99	1.08
<i>Eritrosperrum 6310/₁₀₋₆₃</i>	1.02	1.10	1.14	1.07	1.08
<i>Eritrosperrum 6381</i>	0.97	0.99	1.00	0.96	0.98
<i>Eritrosperrum 6517/₂₄₋₁</i>	1.03	1.03	1.07	1.03	1.04
<i>Average yield among the varieties</i>	1	1	1	1	

Изучена ответная реакция сортов на складывающиеся погодные условия вегетации. Корреляционная зависимость среднесортной урожайности от средней температуры воздуха за вегетацию в исследованиях была отрицательной и составила $r = -0,40$, от суммы осадков за вегетацию $r = 0,72$ и от гидротермического коэффициента (ГТК) за вегетацию $r = 0,65$ (критические значения коэффициентов корреляции $r_{005} = 0,576$, $r_{001} = 0,708$). Наиболее высокая достоверная связь среднесортной урожайности наблюдалась с температурой воздуха ($r = -0,93$), выпавшими осадками ($r = 0,78$) и ГТК ($r = 0,76$) июня. Увеличение июльских осадков имеет слабую отрицательную корреляцию с урожайностью ($r = -0,27$) по большей части из-за их меньшего вклада по сравнению с осадками июня и мая, и они (за редким исключением) не оказывают сильного влияния даже на созревание и налив зерна. Полученные результаты показывают, что формирование урожайности в лесостепных условиях региона происходит благодаря элементам продуктивности, потенциал которых складывается до колошения (в месте проведения исследований – до середины третьей декады июня). А получение стабильно высоких урожаев зерна обеспечивается главным образом гидротермическим режимом июня, в это время сорта пшеницы проходят наиболее важные фазы развития – выход в трубку, колошение и цветение.

Рассматривая реакцию каждого отдельного сорта, можем отметить существенные различия зависимости их урожайности от средних значений погодных факторов за вегетацию. Корреляционная зависимость урожайности отдельного сорта от температуры воздуха составила $-0,29 \dots -0,62$, от суммы осадков $-0,54 \dots -0,86$, от ГТК – от $0,46$ до $0,80$. Данные факты свидетельствуют о том, что сорта существенно отличаются по морфологии развития и реакции на складывающиеся погодные условия. Отмечены сорта, отличающиеся наибольшей отзывчивостью прибавкой урожая зерна на выпавшие осадки за вегетацию: Кинельская 2020 ($r = 0,81$), Кинельская юбилейная ($r = 0,84$), Лютесценс 6102/1-32 ($r = 0,84$), Лютесценс 6045 ($r = 0,86$). Ряд высокопродуктивных сортов степного экотипа в этих же условиях показал более низкую связь урожайности с осадками за вегетацию: Эритроспермум 6310/10-63 ($r = 0,61$), Кинель-

ская заря ($r = 0,69$), Эритроспермум 6517/24-1 ($r = 0,74$). По всем сортам наблюдалась сильная или средняя положительная зависимость продуктивности зерна от суммы осадков за июнь от $r = 0,65$ до $r = 0,90$. В то же время необходимо отметить, что некоторые сорта ранней селекции (Кинельская 59, Кинельская отряда) имеют более низкий коэффициент корреляции, что свидетельствует о меньшей их отзывчивости прибавкой урожая на улучшение условий выращивания.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Анализируя полученные за 2017–2020 гг. урожайные данные, можно отметить существенный рост (на 15–26 %) средней продуктивности зерна современных сортов в сравнении с сортом Кинельская 59, включенным в Государственный реестр более 20 лет назад (1995 г.). Практическое значение для селекционных программ имеют сорта, сочетающие высокую среднюю урожайность зерна (3,15–3,26 т/га) и наименьшую ее вариабельность по годам (19,9–22,5 %): Эритроспермум 6310/10-63, Лютесценс 6102/1-32, Эритроспермум 6517/24-1. Наибольшую устойчивость к стрессам в исследованиях показали сорта Эритроспермум 6310/10-63 ($-1,39$), Эритроспермум 6381 ($-1,50$), и Кинельская 59 ($-1,50$). Максимальная средняя урожайность в контрастных условиях (3,16–3,20 т/га) отмечена у сортов со специфической адаптацией Лютесценс 6045, Кинельская юбилейная и Лютесценс 6102/1-32. Большинство сортов (7 из 12, или 58,3 %) имели средний коэффициент адаптивности больше 1, наибольшие значения (1,08) отмечены у перспективных сортов Лютесценс 6102/1-32 и Эритроспермум 6310/10-63.

Селекционная работа на повышение продуктивности и адаптивности обеспечила увеличение урожайности зерна сортов нового поколения в сравнении с сортами ранних этапов селекции. Новые сорта имеют высокие параметры адаптивности и способны противостоять самым экстремальным стрессам в период вегетации, что свидетельствует о правильном направлении селекционной работы. В то же время выраженная контрастность погодных факторов в регионе указывает на необходимость создания специализированных для каждой агроэкологической зоны сортов яровой мягкой пшеницы с различными морфобиотипами.

Библиографический список

1. Милащенко Н. З., Трушкин С. В. Резервы производства высококачественного зерна пшеницы в российском земледелии // Земледелие. 2018. № 7. С. 30–33. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10708.
2. Демина Е. А., Кинчаров А. И., Таранова Т. Ю., Муллаянова О. С., Чекмасова К. Ю. Перспективный сорт пшеницы мягкой яровой Кинельская 2020 // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 7. С. 29–34. DOI: 10.53859/02352451_2021_35_7_29.
3. 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.
4. Сапега В. А., Турсумбекова Г. Ш. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в южной лесостепи Тюменской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 2. С. 114–123. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123.

5. Новохатин В. В., Драгавцев В. А. Научное обоснование эколого-генетической селекции мягкой яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 12. С. 39–46. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11206.
6. Демина И. Ф. Результаты изучения коллекционных образцов пшеницы мягкой яровой в условиях Среднего Поволжья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 6. С. 653–659. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.6.653-659.
7. Поползухина Н. А., Поползухин П. В., Гайдар А. А., Паршуткин Ю. Ю., Якунина Н. А. Омская Юбилейная – адаптивный сорт яровой мягкой пшеницы для Сибирского региона // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181. № 4. С. 120–126. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-120-126.
8. Малокостова Е. И. Хозяйственно-биологическая характеристика сортов яровой мягкой пшеницы селекции НИИСХ ЦЧП им. В. В. Докучаева // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1 (73). С. 31–38. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-31-38.
9. Байкалова Л. П., Серебренников Ю. И. Оценка адаптивного потенциала сортов твердой яровой пшеницы по урожайности // Вестник КрасГАУ. 2021. № 2. С. 46–55. DOI: 1036718/1819-4036-2021-2-46-55.
10. Сидоров А. В., Нешумаева Н. А., Плеханова Л. В. Адаптивный сорт яровой мягкой пшеницы Красноярская 12 // Вестник КрасГАУ. 2020. № 4. С. 10–15. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-4-10-15.
11. Евдокимов М. Г., Юсов В. С., Моргунов А. И., Зеленский Ю. И. Засухоустойчивый генофонд твердой яровой пшеницы, идентифицированный в многолетних испытаниях питомников казахстанско-сибирской селекции пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21. № 5. С. 515–522. DOI: 10.18699/VJ17.23-о.
12. Драгавцев В. А., Михайленко И. М., Проскураков М. А. Неканонический подход к решению задачи наследственного повышения засухоустойчивости растений (на примере хлебных злаков) // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 3. С. 487–500. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.487rus.
13. Гончаров Н. П., Косолапов В. М. Селекция растений – основа продовольственной безопасности России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25. № 4. С. 361–366. DOI: 10.18699/VJ21.039.
14. Зезин Н. Н., Воробьев В. А., Воробьев А. В., Безгодов А. В., Николаева З. Р. Яровая мягкая пшеница Экстра // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6 (72). С. 64–70. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-64-70.
15. Иванова И. Ю., Волкова Л. В. Изменчивость хозяйственно ценных признаков яровой пшеницы и их вклад в стабилизацию урожайности // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20. № 6. С. 567–574. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.6.567-574.
16. Гладышева О. В., Барковская Т. А. Оценка селекционного материала пшеницы яровой на продуктивность при различных стрессовых условиях внешней среды // Аграрная наука. 2017. № 11–12. С. 18–19.
17. Кинчаров А. И., Таранова Т. Ю., Демина Е. А. Специфическая реакция сортов яровой мягкой пшеницы на погодные условия // Вестник КрасГАУ. 2020. № 9. С. 61–68. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-61-68.
18. Мальцева Л. Т., Филиппова Е. А., Банникова Н. Ю. Адаптивный потенциал исходного материала в селекции мягкой яровой пшеницы // Вестник Казанского ГАУ. 2020. № 1 (57). С. 26–31. DOI: 10.12737/2073-1462-2020-26-31.
19. Грабовец А. И., Бирюков К. Н. Роль сорта в стабилизации производства зерна в широком диапазоне агроклиматических факторов // Земледелие. 2021. № 5. С. 41–45. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-5-41-45.
20. Евдокимов М. Г., Белан И. А., Юсов В. С., Ковтуненко А. Н., Россеева Л. П. Адаптивный потенциал сортов пшеницы (озимой, яровой мягкой и яровой твердой) селекции Омского аграрного научного центра // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 10. С. 9–15. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11001.
21. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть. Москва, 2019. 329 с.
22. Животков 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. С. 3–6.
23. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2005. № 6. С. 49–53.
24. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Об авторах:

Елена Анатольевна Демина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией селекции и семеноводства яровой пшеницы, ORCID 0000-0002-4470-8022, AuthorID 876120; +7 927 712-10-47, elena_pniiss@mail.ru

Александр Иванович Кинчаров¹, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы, директор, ORCID 0000-0001-5492-8582, AuthorID 644773; +7 927 705-81-71, kincharov_ai@mail.ru

Татьяна Юрьевна Таранова¹, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы, ORCID 0000-0003-3090-8549, AuthorID 967796; +7 927 774-65-25, tatyana_0710.88@mail.ru

Кристина Юрьевна Чекмасова¹, младший научный сотрудник лаборатории инновационных технологий, ORCID 0000-0002-2156-2075, AuthorID 896981; +7 927 706-64-28, kristina.chekmasova@yandex.ru

¹ Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства им. П. Н. Константинова, Усть-Кинельский, Россия

Assessment of adaptability of spring soft wheat varieties in forest-steppe conditions of the Middle Volga region

E. A. Demina¹✉, A. I. Kincharov¹, T. Yu. Taranova¹, K.Yu. Chekmasova¹

¹ Samara Federal Research Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P. N. Konstantinov, Ust'-Kinel'skiy, Russia

✉E-mail: elena_pniiss@mail.ru

Abstract. The purpose of the research is to evaluate the adaptability parameters of zoned and promising varieties of spring soft wheat and to identify samples that combine high grain yield and adaptive properties for forest-steppe conditions of the Middle Volga region. The work was carried out in 2017–2020 in the central zone of the Samara region. **Methods.** The object of research was 12 varieties of competitive testing related to different stages of breeding. Observations and records were carried out according to the Methodology of the state variety testing of agricultural crops, assessment of the adaptability of varieties according to the methods of A. A. Goncharenko and L. A. Zhitovkov. Weather conditions in 2017–2020 were diverse and varied from the average annual values. **Results.** The average crop yield varied from 2.10 t/ha (2019) to 3.72 t/ha (2017), the coefficient of variation $C_v = 23.8\%$. Varieties with a high average grain yield (3.15–3.26 t/ha) and a smaller variation (19.9–22.5%) were identified – Eritrospermum 6310/₁₀₋₆₃, Lutestsens 6102/₁₋₃₂, Eritrospermum 6517/₂₄₋₁. The varieties Eritrospermum 6310/₁₀₋₆₃ (–1.39), Eritrospermum 6381 (–1.50), and Kinel'skaya 59 (–1.50) had the greatest resistance to stress. Varieties Lutestsens 6045, Kinel'skaya yubileyayaya, Lutestsens 6102/₁₋₃₂ – differed in specific adaptation and formed the highest average grain yield (3.16–3.20 t/ha) under contrasting conditions. The average coefficient of adaptability of varieties ranged from 0.85 to 1.08. The majority of varieties (58.3%) had a high coefficient of adaptability (greater than 1), the highest values (1.08) were the promising varieties Lutescens 6102/₁₋₃₂ and Erythrospermum 6310/₁₀₋₆₃. **Scientific novelty.** A new adaptive material of spring soft wheat has been isolated for use in breeding programs of the forest-steppe zone of the Middle Volga region.

Keywords: spring soft wheat (*Triticum aestivum* L.), breeding, adaptability, variety, yield, weather conditions.

For citation: Demina E. A., Kincharov A. I., Taranova T. Yu., Chekmasova K. Yu. Otsenka adaptivnosti sortov yarovoi myagkoi pshenitsy v lesostepnykh usloviyakh Srednego Povolzh'ya [Assessment of adaptability of spring soft wheat varieties in forest-steppe conditions of the Middle Volga region] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2021. No. 11 (214). Pp. 8–19. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-214-11-8-19. (In Russian.)

Date of paper submission: 22.09.2021, **date of review:** 27.09.2021, **date of acceptance:** 08.10.2021.

References

1. Milashchenko N. Z., Trushkin S. V. Rezervy proizvodstva vysokokachestvennogo zerna pshenitsy v rossiiskom zemledelii [Reserves of production of high-quality wheat grain in Russian agriculture] // Zemledelie. 2018. No. 7. Pp. 30–33. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-10708. (In Russian.)
2. Demina E. A., Kincharov A. I., Taranova T. Yu., Mullayanova O. S., Chekmasova K. Yu. Perspektivnyy sort pshenitsy myagkoy yarovoy Kinel'skaya 2020 [Promising spring common wheat variety Kinel'skaya 2020] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2021. Vol. 35. No. 7. Pp. 29–34. DOI: 10.53859/02352451_2021_35_7_29. (In Russian.)
3. Rybas' I. A. Povyshenie adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur (obzor) [Breeding grain crops to increase adaptability (review)] // Agricultural Biology. 2016. Vol. 51. No. 5. Pp. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus. (In Russian.)
4. Sapega V. A., Tursumbekova G. Sh. Urozhaynost', ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' sortov yarovoy myagkoy i tverdoy pshenitsy v yuzhnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti [Yield, ecological plasticity and stability of spring soft and durum wheat varieties in the southern forest steppe of Tyumen region] // Agricultural Science Euro-North-East. 2020. Vol. 21. No. 2. Pp. 114–123. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123. (In Russian.)

5. Novokhatin V. V., Dragavtsev V. A. Nauchnoe obosnovanie ekologo-geneticheskoy selektsii myagkoy yarovoy pshenitsy [Scientific substantiation of the ecological and genetic breeding of common spring wheat] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2020. Vol. 34. No. 12. Pp. 39–46. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11206. (In Russian.)
6. Demina I. F. Rezul'taty izucheniya kollektсионnykh obraztsov pshenitsy myagkoi yarovoi v usloviyakh Srednego Povolzh'ya [The results of study of collection samples of spring soft wheat in the Middle Volga Region] // Agricultural Science Euro-North-East. 2020. Vol. 21. No. 6. Pp. 653–659. DOI: 10.30766/2072-9081.2020.21.6.653-659. (In Russian.)
7. Popolzukhina N. A., Popolzukhin P. V., Gaydar A. A., Parshutkin Yu. Yu., Yakunina N. A. Omskaya Yubiley-naya – adaptivnyy sort yarovoy myagkoy pshenitsy dlya Sibirskogo regiona [Development of the adaptive spring bread wheat cultivar Omskaya Yubileynaya under the conditions of the Siberian region] // Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2020. Vol. 181. No. 4. Pp. 120–126. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-120-126. (In Russian.)
8. Malokostova E. I. Khozyaystvenno-biologicheskaya kharakteristika sortov yarovoy myagkoy pshenitsy selektsii NIISKH TSCHP im. V. V. Dokuchaeva [Economic and biological characteristics of the spring bread wheat varieties developed in the Voronezh FASC named after V.V. Dokuchaev] // Grain Economy of Russia. 2021. No. 1 (73). Pp. 31–38. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-31-38. (In Russian.)
9. Baykalova L. P., Serebrennikov Yu. I. Otsenka adaptivnogo potentsiala sortov tverдой yarovoy pshenitsy po urozhainosti [Assessment of the adaptive potential of during spring wheat varieties yield] // The Bulletin of KrasGAU. 2021. No. 2. Pp. 46–55. DOI: 1036718/1819-4036-2021-2-46-55. (In Russian.)
10. Sidorov A. V., Neshumaeva N. A., Plekhanova L. V. Adaptivnyy sort yarovoy myagkoy pshenitsy Krasnoyarskaya 12 [Adaptive variety of spring soft wheat Krasnoyarskaya 12] // The Bulletin of KrasGAU. 2020. No. 4. Pp. 10–15. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-4-10-15. (In Russian.)
11. Evdokimov M. G., Yusov V. S., Morgunov A. I., Zelenskiy Yu. I. Zasukhoustoichivyy genofond tverдой yarovoy pshenitsy, identifirovanny v mnogoletnikh ispytaniyakh pitomnikov kazakhstansko-sibirskoy selektsii pshenitsy [Drought tolerance gene pool in developing adaptive varieties of durum wheat identified in study nurseries under the Kazakhstan-Siberian program] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017. Vol. 21. No. 5. Pp. 515–522. DOI: 10.18699/VJ17.23-o. (In Russian.)
12. Dragavtsev V. A., Mikhaylenko I. M., Proskuryakov M. A. Nekanonicheskiy podkhod k resheniyu zadachi nasledstvennogo povysheniya zasukhoustoichivosti rasteniy (na primere khlebnnykh zlakov) [On how we can non-canonically increase hereditary drought resistance in plants (by an example of cereals)] // Agricultural Biology. 2017. Vol. 52. No. 3. Pp. 487–500. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.487rus. (In Russian.)
13. Goncharov N. P., Kosolapov V. M. Seleksiya rasteniy – osnova prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossii [Plant breeding is the food security basis in the Russian Federation] // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021. Vol. 25. No. 4. Pp. 361–366. DOI: 10.18699/VJ21.039. (In Russian.)
14. Zezin N. N., Vorob'ev V. A., Vorob'ev A. V., Bezgodov A. V., Nikolaeva Z. R. Yarovaya myagkaya pshenitsa Ekstra [The spring bread wheat Extra] // Grain Economy of Russia. 2020. No. 6 (72). Pp. 64–70. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-64-70. (In Russian.)
15. Ivanova I. Yu., Volkova L. V. Izmenchivost' khozyaystvenno tsennykh priznakov yarovoy pshenitsy i ikh vklad v stabilizatsiyu urozhainosti [Variability of economically valuable traits of spring wheat and their contribution to productivity stabilization] // Agricultural Science Euro-North-East. 2019. Vol. 20. No. 6. Pp. 567–574. DOI: 10.30766/2072-9081.2019.20.6.567-574. (In Russian.)
16. Gladysheva O. V., Barkovskaya T. A. Otsenka selektsionnogo materiala pshenitsy yarovoi na produktivnost' pri razlichnykh stressovykh usloviyakh vneshney sredy [Assessment of productivity of breeding material of spring wheat under stress condition of the environment] // Agrarian science. 2017. No. 11–12. Pp. 18–19. (In Russian.)
17. Kincharov A. I., Taranova T. Yu., Demina E. A. Spetsificheskaya reaktsiya sortov yarovoy myagkoy pshenitsy na pogodnye usloviya [Specific reaction of spring soft wheat varieties to weather conditions] // The Bulletin of KrasGAU. 2020. No. 9. Pp. 61–68. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-61-68. (In Russian.)
18. Mal'tseva L. T., Filippova E. A., Bannikova N. Yu. Adaptivnyy potentsial iskhodnogo materiala v selektsii myagkoy yarovoy pshenitsy [Adaptive potential of the initial material in the selection of soft spring wheat] // Vestnik of the Kazan State Agrarian University. 2020. No. 1 (57). Pp. 26–31. DOI: 10.12737/2073-1462-2020-26-31. (In Russian.)
19. Grabovets A. I., Biryukov K. N. Rol' sorta v stabilizatsii proizvodstva zerna v shirokom diapazone agroklimaticheskikh faktorov [Role of the variety in the stabilization of grain production in a wide range of agroclimatic factors] // Zemledelie. 2021. No. 5. Pp. 41–45. DOI: 10.24412/0044-3913-2021-5-41-45. (In Russian.)
20. Evdokimov M. G., Belan I. A., Yusov V. S., Kovtunenkov A. N., Rosseeva L. P. Adaptivnyy potentsial sortov pshenitsy (ozimoy, yarovoy myagkoy i yarovoy tverдой) selektsii Omskogo agrarnogo nauchnogo tsentra [Adaptive potential of wheat varieties (winter, common and durum spring wheat) selected in the Omsk Agricultural Scientific Centre] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2020. Vol. 34. No. 10. Pp. 9–15. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11001. (In Russian.)

21. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur [Methodology for state variety testing of crops]. Iss. 1. Common part. Moscow, 2019. 329 p. (In Russian.)
22. Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatueva L. I. Metodika vyyavleniya potentsial'noy produktivnosti i adaptivnosti sortov i selektsionnykh form ozimoy pshenitsy po pokazatelyu "urozhainost'" [Methodology for identifying potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat by the indicator "yield"] // Seleksiya i semenovodstvo. 1994. No. 2. Pp. 3–6. (In Russian.)
23. Goncharenko A. A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustoychivosti sortov zernovykh kul'tur [About adaptive ability and ecologic stability of grain crop varieties] // Vestnik of the Russian agricultural science. 2005. No. 6. Pp. 49–53. (In Russian.)
24. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of field experience]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russian.)

Authors' information:

Elena A. Demina¹, candidate of agricultural sciences, senior researcher, head of the laboratory of breeding and seed production of spring wheat, ORCID 0000-0002-4470-8022, AuthorID 876120; +7 927 712-10-47, elena_pniiss@mail.ru

Aleksandr I. Kincharov¹, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of breeding and seed production of spring wheat, director, ORCID 0000-0001-5492-8582, AuthorID 644773; +7 927 705-81-71, kincharov_ai@mail.ru

Tatyana Yu. Taranova¹, junior researcher of the laboratory of breeding and seed production of spring wheat, ORCID 0000-0003-3090-8549, AuthorID 967796; +7 927 774-65-25, tatyana_0710.88@mail.ru

Kristina Yu. Chekmasova¹, junior researcher of the laboratory of innovative technologies, ORCID 0000-0002-2156-2075, AuthorID 896981; +7 927 706-64-28, kristina.chekmasova@yandex.ru

¹ Samara Federal Research Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Volga Scientific Research Institute of Selection and Seed-Growing named after P. N. Konstantinov, Ust'-Kinel'skiy, Russia