

Научная статья
УДК 633.112.9:631.572:631.524.85
doi: 10.28983/asj.y2023i9pp52-58

Адаптивный потенциал сортов озимой тритикале в аридных условиях Северного Прикаспия

Валентина Александровна Федорова

ФГБНУ «Прикаспийский аридный федеральный научный центр Российской академии наук», Астраханская обл., Черноярский р-н, с. Соленое Займище, Россия, e-mail: fedorova.barik@yandex.ru

Аннотация. В полупустынной зоне северо-запада Астраханской области на богарном поле ФГБНУ «Прикаспийский аридный федеральный научный центр РАН» в 2020–2022 гг. были проведены исследования агроэкологического сортоиспытания перспективных сортов озимой тритикале. В ходе исследований определяли параметры адаптивности высокопродуктивных сортов озимой тритикале для возделывания в аридных условиях Северного Прикаспия. В работе находилось пять сортов отечественной селекции (Завет, Зимогор, ПРАГ-152, Сергей и Форте). Учеты, наблюдения и анализы проводились согласно методике Госсортоиспытания, для статистической обработки использовалась методика Б.А. Доспехова, для расчета параметров адаптивности – методика S.A. Eberhart и W.A. Russell в изложении В.А. Зыкина и др. В статье представлены параметры адаптивности исследуемых сортов в годы с различной степенью увлажнения: коэффициент регрессии (b_i), дисперсия (HCP_{05}), стрессоустойчивость ($Y_{min} - Y_{max}$), генетическая гибкость ($(Y_{max} + Y_{min})/2$), стабильность (S^2_i). В зависимости от поведения сортов в различных метеорологических условиях выращивания был выделен перспективный высокоурожайный (2,64 т/га) сорт озимой тритикале Форте с высокими показателями генетической гибкости (2,57). Выделенный сорт Форте обладает хорошей пластичностью (коэффициент линейной регрессии выше единицы – 1,13) и генетической стабильностью ($S^2_i = 0,006$), поэтому может быть рекомендован к промышленному возделыванию в сложных аридных условиях полупустыни Северного Прикаспия.

Ключевые слова: озимая тритикале; продуктивность; пластичность; стрессоустойчивость; генетическая гибкость; стабильность.

Для цитирования: Федорова В. А. Адаптивный потенциал сортов озимой тритикале в аридных условиях Северного Прикаспия // Аграрный научный журнал. 2023. № 9. С. 52–58. [http: 10.28983/asj.y2023i9pp52-58](http://10.28983/asj.y2023i9pp52-58).

AGRONOMY

Original article

Adaptive potential of winter triticale varieties in arid conditions of the Northern Caspian

Valentina A. Fedorova

FSBSI «Pre-Caspian Arid Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences», Astrakhan region, Chernoyarsky district, Solenoe Zaymishche, Russia, e-mail: fedorova.barik@yandex.ru

Abstract. In the semi-desert zone of the north-west of the Astrakhan region in 2020–2022, studies on agroecological variety testing of promising winter triticale varieties were conducted on the rainfed field of the Pre-Caspian Arid Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. The purpose of the research is to determine the parameters of adaptability of highly productive varieties of winter triticale for cultivation in arid conditions of the Northern Caspian Sea. There were five varieties of domestic selection in the work (Testament, Zimogor, PRAG-152, Sergius and Forte). Records, observations and analyses were carried out according to the methodology of the State Audit, the methodology of B.A. Dospekhov was used for statistical processing; the methodology of S.A. Eberhart and W.A. Russell was used to calculate the parameters of adaptability, as presented by V.A. Zykin and others. The article presents the parameters of adaptability of the studied varieties in years with varying degrees of moisture: regression coefficient (b_i), variance (HCP_{05}), stress resistance ($Y_{min} - Y_{max}$), genetic flexibility ($(Y_{max} + Y_{min})/2$), stability (S^2_i). Depending on the behavior of varieties in various meteorological growing conditions, a promising high-yielding (2.64 t/ha) winter triticale Forte variety with high genetic flexibility (2.57) was identified. The selected Forte variety has good plasticity (the linear regression coefficient is above one – 1.13) and genetic stability ($S^2_i = 0.006$), therefore it can be recommended for industrial cultivation in difficult arid conditions of the semi-desert of the Northern Caspian.

Keywords: winter triticale; productivity; plasticity; stress resistance; genetic flexibility; stability.

For citation: Fedorova V. A. Adaptive potential of winter triticale varieties in arid conditions of the Northern Caspian. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(9):52–58. (In Russ.). [http: 10.28983/asj.y2023i9pp52-58](http://10.28983/asj.y2023i9pp52-58).





Введение. Сегодня в связи с введением различных санкционных мер перед аграрным сектором как никогда остро встал вопрос обеспечения полной продовольственной безопасности нашего государства. Одна из главных задач при решении этой проблемы – стабильное и устойчивое развитие сельскохозяйственного производства, в том числе всех видов зерновых культур. К таким культурам по праву можно отнести пшенично-ржаной амфидиплоид озимую тритикале. Приобретенные от пшеницы и ржи ценные качества (высокая урожайность, зимостойкость, устойчивость к болезням и вредителям, хорошая приспособляемость к экстремальным почвенным и климатическим условиям) говорят о высоком значении данной культуры [11]. Главное преимущество озимой тритикале перед яровыми зерновыми культурами состоит в том, что она гораздо лучше использует почвенные запасы влаги осенне-зимнего периода и менее подвержена влиянию весенне-летней засухи. Эта перспективная культура характеризуется высоким коэффициентом использования почвенно-климатических ресурсов и обеспечивает хороший урожай зерна даже в засушливые годы.

Внедрение тритикале в растениеводство нашей страны происходит очень медленно. Наиболее значительные площади посевов озимой тритикале расположены на юге страны (Ростовская область, Краснодарский и Ставропольский края) и в Центрально-Черноземном районе (Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Белгородская, Курская области). Главная проблема в сдерживании распространения посевов этой ценной зернофуражной культуры в нашем регионе – отсутствие районированных высокоурожайных сортов [15].

За последние десятилетия отечественными селекционерами создано большое количество новых сортов. Современные сорта озимой тритикале обладают высокой урожайностью, но из-за повышенной чувствительности к неблагоприятным факторам среды этот показатель может значительно снижаться [11]. Поэтому при внедрении новых сортов этой культуры особое внимание нужно уделять оценке параметров экологической пластичности и стабильности сорта. При этом под экологической пластичностью понимают среднюю реакцию сорта на изменение условий среды, а под стабильностью – отклонение эмпирических данных в каждом условии среды от этой средней реакции [13].

Агроэкологическое сортоиспытание позволяет выделить образцы, которые способны в конкретных условиях наиболее полно раскрыть заложенные в этом сорте потенциальные возможности его продуктивности. Использование такого нового сорта может увеличить урожайность культуры на 50–70 % лишь в случае хорошего уровня адаптивности его к нерегулируемым условиям среды конкретного почвенно-климатического района возделывания [6]. Таким образом, распространение адаптивных сортов, максимальное использование их генетических ресурсов является в современных условиях главным и наиболее доступным ресурсом для интенсивного наращивания производства зерна в современной России [7].

Целью исследований являлось определение потенциальных возможностей высокопродуктивных сортов озимой тритикале для использования их в промышленном растениеводстве полупустынной зоны Северного Прикаспия.

Методика исследований. Научные исследования выполняли на опытном поле Прикаспийского аграрного научного центра (ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»). В физико-географическом отношении опытный участок расположен в западной части Прикаспийской низменности, которая представляет сухую полынно-солончаковую полупустыню. Почвы – преимущественно светло-каштановые солонцеватые, гумусовый горизонт слабый, с содержанием гумуса 0,9–1,0 %, содержание подвижного фосфора от 2 до 4 мг, калия – от 50 до 55 мг на 100 г. Реакция почвенного раствора нейтральная – $pH = 7,2–7,6$. Метеорологические показатели представлены согласно данным близлежащей метеостанции, находящейся в 16 км от опытного поля в селе Черный Яр.

Полевые опыты были заложены по общепринятой методике Б.А. Доспехова [2] на делянках с учетной площадью 50 м² в трехкратной повторности при соблюдении принятой в Астраханской области технологии возделывания озимых зерновых культур. Посев – во второй половине сентября; уборка – первые числа июля. Норма высева – 2,5 млн шт./га при глубине заделки семян 4–5 см; размещение делянок в опыте – рендомизированное. Опыт двухфакторный: фактор А – сорт, фактор В – условия вегетации (годы исследований).

Предшественник – ранний пар. Материалом для исследований служили пять перспективных сортов озимой тритикале: Завет, Зимогор, ПРАГ-152, Сергей и Форте. В качестве стандарта использовали районированный сорт Нелли. Учеты и наблюдения проводили по методике [9], расчет параметров адаптивности сортов – по методике S.A. Eberhart, W.A. Russell в изложении В.А. Зыкина [17]. Стрессоустойчивость сортов определяли по методу A.A. Rossielle, J. Hamblin [16].

Отбор сортов на продуктивность при агроэкологической оценке проводится на жестком агротехническом фоне. Поэтому сорта изучали на естественном фоне без внесения удобрений и без применения химических препаратов для защиты посевов от болезней и вредителей.

По климатическим условиям опытный участок ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» находится в наиболее континентальной и засушливой части европейской территории Российской Федерации, для которой характерны недостаток (лимитированность) увлажнения, высокая вероятность засушливых лет и высокая температура воздуха [1].

Метеорологические условия за время проведения исследований носили разнообразный характер, что помогло более объективно оценить изучаемые сорта в зависимости от складывающихся гидротермических условий окружающей среды. Посев сортов озимой тритикале ежегодно проводился во второй половине сентября, прекращение осенней вегетации приходилось на начало ноября, возобновление вегетации – на начало апреля. Период покоя во все годы исследований характеризовался умеренными температурами, что положительно влияло на перезимовку растений и способствовало их хорошей сохранности (90,8 %) к началу возобновления вегетации весной.

Среднесуточные температуры воздуха в полупустынной зоне Северного Прикаспия относительно устойчивы, особенно их суммы в месяцы с положительной температурой воздуха. Показатели среднегодовой температуры воздуха в период проведения исследований ежегодно превышали среднемноголетние значения на 3,1–3,4 °С (рис. 1).

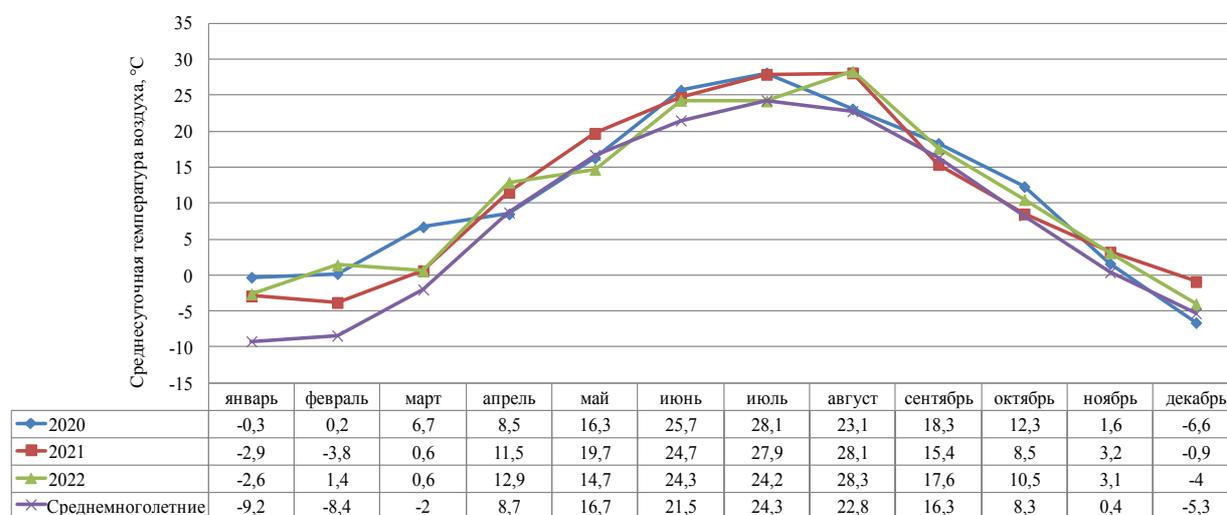


Рис. 1. Среднесуточная температура воздуха в годы исследований, °С

В жестких условиях полупустыни сумма осадков за весенне-летний период вегетации, как правило, определяет не только величину, но и саму вероятность получения урожая большинства зерновых культур. Среднемноголетний показатель количества осадков весенне-летнего периода активной вегетации составляет 75,0 мм. Самым влагообеспеченным по данному показателю был 2021 г. – 85,6 мм, самым засушливым – 2020 г. (65,1 мм), а 2022 г. отличался достаточно хорошим увлажнением с небольшим уменьшением от среднемноголетней нормы осадков (73,7 мм), рис. 2.

Результаты исследований. Неустойчивость погоды по годам приводила к значительной изменчивости урожайности изучаемых сортов: самая высокая продуктивность отмечена в 2021 г. (1,70–3,14 т/га), самая низкая – в 2020 г. (0,87–1,98 т/га), табл. 1.

В среднем за три года наилучший результат по данному показателю получен у сортов ПРАГ-152 и Форте (2,45 и 2,64 т/га соответственно). Показатели остальных сортов варьировали от 1,22



до 2,08 т/га. Проведенный двухфакторный дисперсионный анализ показал, что основной вклад в изменчивость урожайности внес генотип (сорт) – 51,31 % (табл. 2).

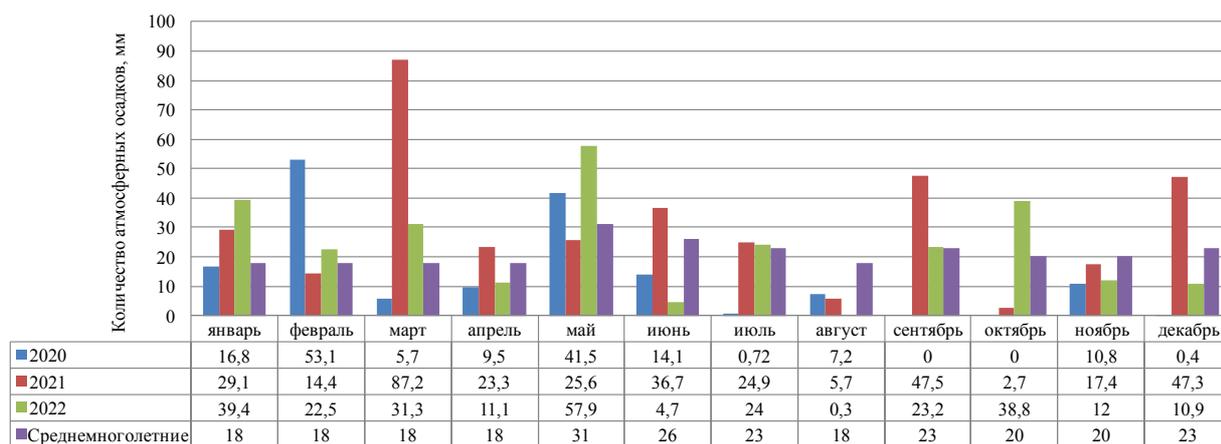


Рис. 2. Сумма атмосферных осадков в годы исследований, мм

Таблица 1

Урожайность зерна сортов озимой тритикале (2020–2022 гг.)

Сорт – фактор А	Урожайность – фактор В, т/га			ΣY_i	Y_i
	2020 г.	2021 г.	2022 г.		
Нелли – St	0,87	1,70	1,08	3,65	1,22
Завет	1,24	2,37	1,97	5,58	1,86
Зимогор	1,36	2,36	1,99	5,71	1,90
ПРАГ-152	1,98	2,88	2,48	7,34	2,45
Сергий	1,45	2,58	2,20	6,23	2,08
Форте	2,00	3,14	2,77	7,91	2,64
ΣY_j	8,90	15,03	12,49		
Y_j	1,48	2,50	2,08		
НСР _{0,5} , т/га	0,37	0,27	0,23		
Индекс среды, Ij	-0,54	0,48	0,06		

Таблица 2

Двухфакторный дисперсионный анализ по урожайности зерна сортов озимой тритикале (2020–2022 гг.)

Источник варьирования	Сумма квадратов (SS)	Степени свободы (df)	Средний квадрат (mS)	F_ϕ	F_{05}	Доля влияния фактора, %
Общее	21,75	53	–	–	–	–
Повторности	0,02	2	–	–	–	–
Фактор А (сорт)	11,16	5	2,23	2,23	2,50	51,31
Фактор В (условия)	9,38	2	4,69	198,14	3,28	43,13
Взаимодействие (А × В)	0,38	10	0,04	1,61	2,10	1,75
Остаток (ошибки)	0,80	34	0,03	–	–	3,68

Метеорологические условия периодов вегетации также существенно влияли на формирование показателей урожайности сортов, хотя доля их влияния несколько ниже (43,13 %). Разность между вариантами была не значима, доля влияния взаимодействия факторов на показатель продуктивности составила всего 1,75 %.



Для определения потенциала продуктивности сорта в различных метеорологических условиях использовали показатель коэффициента адаптивности, рассчитанный по «Методике выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «Урожайность», разработанной Л.А. Животковым [3] (рис. 3).

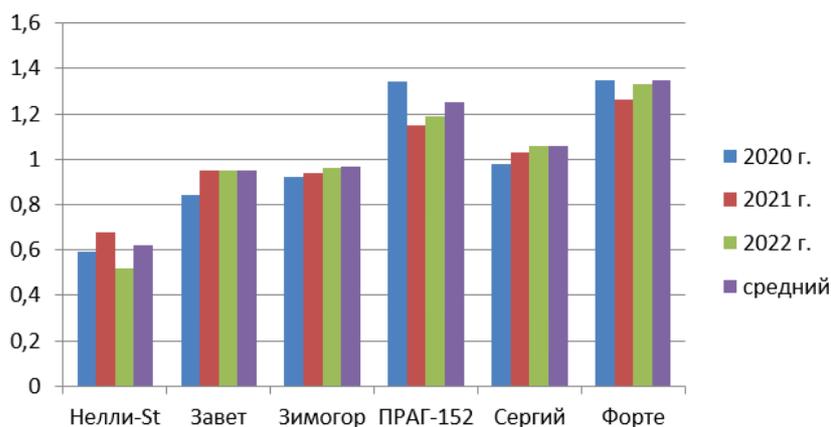


Рис. 3. Коэффициент адаптивности сортов озимой тритикале

Рассчитанный средний за годы исследований коэффициент показал степень адаптивности изучаемых сортов, в опыте она варьировала от 0,62 до 1,35. Выделены три сорта (ПРАГ-152, Сергей и Форте), которые показывали свое преимущество по реализации продуктивного потенциала, как в благоприятных, так и в неблагоприятных условиях вегетации; во все годы исследований коэффициент адаптивности у этих сортов был выше единицы.

Любой сорт, являясь генетической системой, по-разному ведет себя при изменении среды выращивания [5]. Для более полной характеристики адаптивной способности того или иного сорта необходим расчет таких статистических показателей, как экологическая пластичность, стрессоустойчивость, компенсаторная способность и стабильность [6].

Для каждого сорта были определены коэффициенты регрессии (b_i), которые показывают реакцию сорта на изменение условий среды (табл. 3). На основании этих расчетов установлено, что практически все сорта, находящиеся в испытании, показали высокую экологическую пластичность, имели показатели коэффициента регрессии около или больше единицы, что говорит об их высокой степени отзывчивости на улучшение условий среды и позволяет отнести их к группе интенсивных сортов. Наиболее отзывчивыми на улучшение условий возделывания были сорта Завет, Сергей и Форте, их показатели пластичности составили 1,11; 1,12 и 1,13 соответственно. У сортов Зимогор и ПРАГ-152 этот показатель близок к единице. Самый низкий коэффициент регрессии у стандарта Нелли (0,78).

Таблица 3

Параметры адаптивности сортов озимой тритикале

Сорт	Показатель пластичности			Стабильность среднеквадратичное отклонение (S^2_i)
	коэффициент линейной регрессии (b_i)	стрессоустойчивость ($Y_{min} - Y_{max}$)	генетическая гибкость ($(Y_{max} + Y_{min})/2$)	
Нелли – St	0,78	-0,83	1,28	0,053
Завет	1,11	-1,13	1,80	0,002
Зимогор	0,98	-1,00	1,86	0,001
ПРАГ-152	0,88	-0,90	2,43	0,001
Сергий	1,12	-1,13	2,02	0,005
Форте	1,13	-1,14	2,57	0,006

Такой показатель, как стрессоустойчивость сорта особенно актуален на территориях регионов, где наблюдается значительный дефицит атмосферной влаги [8]. Этот параметр





адаптивности свидетельствует о степени реакции сорта на стрессовые изменения условий его возделывания. Стрессоустойчивость сорта к неблагоприятным условиям возделывания тем выше, чем меньше разница между его минимальной и максимальной урожайностью [14]. Самый низкий показатель стрессоустойчивости отмечали у сортов Завет (–1,13), Сергей (–1,13) и Форте (–1,14). Самую высокую устойчивость к стрессу показали стандарт Нелли и ПРАГ-152 (–0,83 и –0,90 соответственно).

Наибольшую урожайность в контрастных условиях сформировали сорта Форте и ПРАГ-152 (генетическая гибкость 2,57 и 2,23 соответственно). Высокие значения этого показателя говорят о хорошем соответствии потенциальных способностей этих сортов с факторами среды.

Под экологической стабильностью сорта понимают отклонение эмпирических данных в каждом условии среды от этой средней реакции [10]. При расчете экологической стабильности все изученные сорта показали хорошую стабильность, квадратичное отклонение значений фактической урожайности от теоретической было ниже единицы. Самые высокие показатели стабильности отмечали у ПРАГ-152 и Зимогор ($S^2_i = 0,001$). Самым нестабильным из находившихся в изучении сортов оказался стандарт Нелли ($S^2_i = 0,053$).

Заключение. Расчет параметров экологической пластичности и стабильности урожайности показал, что в засушливых условиях полупустынной зоны Северного Прикаспия наиболее продуктивным является сорт озимой тритикале Форте. Наряду с высокой урожайностью (2,64 т/га) он обладает хорошей пластичностью (коэффициент линейной регрессии 1,13), высокими показателями генетической гибкости (2,57) и стабильности (0,006).

Полученные данные позволяют рекомендовать сорт озимой тритикале Форте к возделыванию в полупустынной зоне Северного Прикаспия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грабовец А. И., Фоменко М. А. Изменения климата и методология создания новых сортов пшеницы и тритикале с широкой экологической пластичностью // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 15. С. 15–16.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2011. 352 с.
3. 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.
4. Комаров Н. М. Некоторые аспекты проблемы взаимодействия «генотип-среда» // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 7. С. 39–41.
5. Макаров М. Р. Актуальность получения новых сортов озимой тритикале, адаптированных к условиям конкретного региона // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. № 4. С. 206–210.
6. Мамаев В. В., Никифоров В. М. Оценка урожайности, адаптивности, экологической стабильности и пластичности сортов озимой пшеницы в условиях Брянской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 7. С. 125–128.
7. Манукян И. Р., Басиева М. А., Мирошникова Е. С., Абиев В. Б. Оценка экологической пластичности сортов озимой пшеницы в условиях предгорной зоны Центрального Кавказа // Аграрный вестник Урала. 2019. № 4 (183). С. 20–26. DOI: 10.32417/article_5cf94f63b4d0f7.46300158.
8. Мелехина Т. С. Экологическая пластичность и стабильность сортов яровой и озимой мягкой пшеницы, озимой ржи по урожайности и качеству зерна в условиях Юго-Востока Западной Сибири: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. Кемерово, 2015. 149 с.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М., 1989. Вып. 2. 200 с.
10. Неттевич Э. Д., Моргунов А. И., Максименко М. И. Повышение продуктивности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качество зерна // Вестник сельскохозяйственной науки. 1985. № 1. С. 66–73.
11. Перспективы использования озимого тритикале как продовольственной культуры / Н. Г. Пома [и др.] // Хлебопродукты. 2016. № 5. С. 65–67.
12. Потанин В. Г., Алейников А. Ф., Степочкин П. И. Оценка экологической пластичности сортов растений // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18. № 3. С. 548–552.
13. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 5. С. 617–626.



14. Федорова В. А. Экологическая пластичность сортов озимой тритикале в условиях северо-западного Прикаспия // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2020. № 1(43). С. 21–24. DOI: 10.32935 /2221-7312-2020-43-1-21-24.

15. Якушев В. П., Михайленко И. М., Драгавцева В. А. Агротехнологические и селекционные резервы повышения урожая зерновых культур в России // Сельскохозяйственная биология. 2015. № 5(50). С. 550–560. DOI: 10.15389/agrobiology.2015.5.550rus.

16. Rossielle A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and nonstress environments // Crop Sci. 1981. Vol. 21. No. 6. P. 27–29.

17. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop sci. 1966. Vol. 6. No. 1. P. 36–40.

REFERENCES

1. Grabovets A. I., Fomenko M. A. Climate change and methodology of creation of new varieties of wheat and triticale with wide ecological plasticity. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2015;29(15):15–16. (In Russ.).

2. Dospikhov B. A. Methodology of field experience. Moscow: Alliance; 2011. 352 p. (In Russ.).

3. Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatueva L. I. Methodology for identifying the potential productivity and adaptability of varieties and breeding forms of winter wheat according to the indicator “Yield”. *Breeding and seed production*. 1994;(2):3–6. (In Russ.).

4. Komarov N. M. Some aspects of the problem of interaction “genotype-environment”. *Achievements of science and technology of the agroindustrial complex*. 2012;(7): 39–41. (In Russ.).

5. Makarov M. R. The relevance of obtaining new varieties of winter triticale adapted to the conditions of a particular region. *Bulletin of Science and practice*. 2019;5(4): 206–210. (In Russ.).

6. Mamaev V. V., Nikiforov V. M. Evaluation of yield, adaptability, environmental stability and plasticity of winter wheat varieties in the Bryansk region. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2015;(7):125–128. (In Russ.).

7. Manukyan I. R., Basieva M. A., Miroshnikova E. S., Abiev V. B. Assessment of ecological plasticity of winter wheat varieties in the conditions of the foothill zone of the Central Caucasus. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019;4(183): 20–26. DOI: 10.32417/article_5cf94f63b4d0f7.46300158. (In Russ.).

8. Melekhina T. S. Ecological plasticity and stability of varieties of spring and winter soft wheat, winter rye by yield and grain quality in the conditions of the South-East of Western Siberia: dis. candidate of Agricultural Sciences: 06.01.05. Kemerovo; 2015. 149 p. (In Russ.).

9. Methodology of state variety testing of agricultural crops. Cereals, legumes, corn and fodder crops. Moscow; 1989. Is. 2. 200 p. (In Russ.).

10. Nettevich E. D., Morgunov A. I., Maksimenko M. I. Increasing the productivity of spring wheat selection for yield stability and grain quality. *Bulletin of Agricultural Science*. 1985;(1): 66–73. (In Russ.).

11. Prospects for the use of winter triticale as a food crop / N. G. Poma et al. *Bread products*. 2016;(5):65–67. (In Russ.).

12. Potanin V. G., Aleynikov A. F., Stepochkin P. I. Assessment of ecological plasticity of plant varieties. *Vavilovsky Journal of Genetics and Breeding*. 2014;18(3):548–552. (In Russ.).

13. Rybas I. A. Increasing adaptability in the selection of grain crops. *Agricultural biology*. 2016;51(5):617–626. (In Russ.).

14. Fedorova V. A. Ecological plasticity of winter triticale varieties in the conditions of the north-western Caspian Sea. *Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex*. 2020;1(43):21–24. DOI: 10.32935 /2221-7312-2020-43-1-21-24. (In Russ.).

15. Yakushev V. P., Mikhailenko I. M., Dragavtseva V. A. Agrotechnological and breeding reserves for increasing grain yields in Russia. *Agricultural Biology*. 2015;5(50):550–560. DOI: 10.15389/Agrobiology.2015.5.550rus. (In Russ.).

16. Rossel A. A., Hamblin J. Theoretical aspects of breeding for yield in stressful and non-stressful conditions. *Science of crop production*. 1981;21(6):27–29.

17. Eberhart S. A., Russell U. A. Stability parameters for comparing varieties. *Science of plant growing*. 1966; 6(1): 36–40.

Статья поступила в редакцию 16.02.2023; одобрена после рецензирования 21.02.2023; принята к публикации 14.03.2023.

The article was 16.02.2023; approved after reviewing 21.02.2023; accepted for publication 14.03.2023.