

doi:10.18286/1816-4501-2024-3-43-48
УДК 631.527: 633.11 «324»

Адаптивность сортов озимой пшеницы по урожайности зерна

В. М. Трипутин, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Ю. Н. Кашуба, кандидат сельскохозяйственных наук

А. Н. Ковтуненко, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»

644012, г. Омск. проспект Королева, 26

✉ vttriputin@mail.ru

Резюме. Для расширения посевных площадей сортов озимой пшеницы важна роль сорта. Подбор сортов необходимо проводить с учётом их приспособленности к местным условиям. Целью исследований являлась оценка адаптивности несколькими методами у сортов озимой мягкой пшеницы по показателю «урожайность зерна». Опыты проводили в 2021–2023 гг. Сорта озимой пшеницы разного происхождения изучали в конкурсном сортоиспытании (КСИ). Наиболее урожайными в засушливых условиях, характерных для периода исследований, оказались сорта Прииртышская 2 (4,12 т/га) и Прииртышская 3 (4,20 т/га). По пластичности выделяется сорт Скипетр ($b_i=1,01$). Стабильностью отличались сорта Прииртышская 2 и Новосибирская 32 (у обоих $b^2_d = 0,00$). Сорта Прииртышская 2 и Прииртышская 3 были лучшими по таким показателям адаптивности, как изменчивость ($V = 14,0\%$ и $V = 16,6\%$), генетическая гибкость ($Y_{\min} + Y_{\max} / 2 = 4,22$ и $Y_{\min} + Y_{\max} / 2 = 4,19$), фактор стабильности ($SF = 1,30$ и $SF = 1,39$), гомеостатичность ($Hom = 26,74$ и $Hom = 18,64$) и селекционная ценность ($Sc = 3,17$ и $Sc = 3,03$). Сумма рангов у этих сортов наименьшая (13 и 18), что позволяет определить их как наиболее адаптивные для наших условий. Сорта Прииртышская 2 и Прииртышская 3 рекомендуются для использования в производстве и привлечения в скрещивания при селекции озимой мягкой пшеницы в регионе.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, урожайность, адаптивность.

Для цитирования: Трипутин В. М., Кашуба Ю. Н., Ковтуненко А. Н. Адаптивность сортов озимой пшеницы по урожайности зерна // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. №3 (67). С. 43–48. doi:10.18286/1816-4501-2024-3-43-48

Adaptability of winter wheat varieties by grain yield

V. M. Triputin, Yu. N. Kashuba, A. N. Kovtunenکو

Federal State Budgetary Scientific Institution "Omsk Agrarian Scientific Center"

644012, Omsk. Korolev Avenue, 26

✉ vttriputin@mail.ru

Abstract. The role of the variety is important for expanding the area for winter wheat varieties. The selection of varieties should be carried out taking into account their adaptability to local conditions. The aim of the research was to assess the adaptability of winter soft wheat varieties by several methods in terms of "grain yield". The experiments were carried out in 2021–2023. Winter wheat varieties of different origins were studied in competitive variety testing (CVT). The most productive varieties in the dry conditions typical for the study period were Priirtyshskaya 2 (4.12 t/ha) and Priirtyshskaya 3 (4.20 t/ha). Skipetr variety stands out for its plasticity ($b_i = 1.01$). Priirtyshskaya 2 and Novosibirskaya 32 varieties were distinguished by their stability (both had $b^2_d = 0.00$). Priirtyshskaya 2 and Priirtyshskaya 3 varieties were the best in terms of such adaptability parameters as variability ($V = 14.0\%$ and $V = 16.6\%$), genetic flexibility ($Y_{\min} + Y_{\max} / 2 = 4.22$ and $Y_{\min} + Y_{\max} / 2 = 4.19$), stability factor ($SF = 1.30$ and $SF = 1.39$), homeostaticity ($Hom = 26.74$ and $Hom = 18.64$) and breeding value ($Sc = 3.17$ and $Sc = 3.03$). The sum of the ranks for these varieties is the lowest (13 and 18), which allows to determine them as the most adaptive for our conditions. Priirtyshskaya 2 and Priirtyshskaya 3 varieties are recommended for usage in production and for inclusion in crossing when breeding winter soft wheat in the region.

Keywords: winter wheat, variety, yield, adaptability.

For citation: Triputin V. M., Kashuba Yu. N., Kovtunenکو A. N. Adaptability of winter wheat varieties by grain yield // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;3(67): 43–48 doi:10.18286/1816-4501-2024-3-43-48

Введение

Одним из резервов повышения производства зерна в Западной Сибири, и непосредственно в Омской области, считается расширение посевных площадей озимых культур, в том числе озимой пшеницы [1, 2]. В успешном освоении культуры озимой пшеницы важная роль отводится сорту [3].

«Озимая пшеница – одна из наиболее урожайных зерновых культур. В решении задач по увеличению урожайности и качества зерна основную роль играет приспособленность сорта к условиям возделывания» [4].

Недостаточно высокий адаптивный потенциал создаваемых сортов зачастую лимитирует

реализацию их возможностей [5]. Адаптивная селекция направлена на выведение сортов, приспособленных к неблагоприятным факторам внешней среды в конкретном регионе возделывания [6]. «Среди требований адаптивной селекции, предъявляемых к сортам, выделяют способность с наибольшей эффективностью использовать благоприятные факторы внешней среды; устойчивость к воздействию экологических стрессов; снижение затрат невосполнимой энергии на каждую дополнительную единицу урожая» [7].

«В условиях современного изменения климата особое место занимает проблема изменений адаптационных ресурсов сельскохозяйственных культур. Для дальнейших поисковых работ по селекции пшеницы, направленных на рост потенциала продуктивности и адаптивности к стресс-факторам среды, необходимы данные о реакции создаваемых генотипов на динамику параметров внешней среды» [8].

Цель исследований – оценка адаптивности несколькими методами у сортов озимой мягкой пшеницы по показателю «урожайность зерна» для выделения наиболее перспективных образцов.

Материалы и методы

Данные по урожайности получены в опытах, проведённых в лаборатории селекции озимых культур Омского аграрного научного центра (АНЦ) в 2021–2023 гг. Сорта озимой пшеницы разного происхождения изучались в конкурсном сортоиспытании (КСИ). Площадь делянки в КСИ – 15 м², повторность – трёхкратная. Норма высева 5 млн. всхожих зёрен/га. Предшественник – чистый пар. Посев номеров проводился в оптимальные для южной лесостепи сроки (3-я декада августа). Стандарт – сорт Омская 4. В опытах руководствовались действующими методическими рекомендациями (Методика государственного сортоиспытания

сельскохозяйственных культур. Выпуск второй. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М., 1989. 194 с.).

Расчёт коэффициента вариации (V) проведён по Б.А. Доспехову (Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 2014. 351 с.). Пластичность (b_i) и стабильность (b^2_d) определены по S.A. Eberhart, W.A. Russell (Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop science. 1966. Vol. 6. P. 36-40). Генетическая гибкость ($(Y_{\min} + Y_{\max}) / 2$) рассчитана по А.А. Гончаренко (Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. 2005. № 6. С. 49-53), фактор стабильности (SF) – по D. Lewis (Lewis D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance, heterosis, phenotypic stability and variability // Heredity. 1954. Vol. 8. P. 333-356), гомеостатичность (Hom) и селекционная ценность (Sc) – по В.В. Хангильдину и Н.А. Литвиненко (Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционного-генетического института. Одесса, 1981. Вып. 1. С. 8-14).

Погодные условия в годы опытов оценивали по данным гидротермического коэффициента (ГТК), согласно которому очень засушливыми оказались 2021 г. (ГТК = 0,55) и 2022 г. (ГТК = 0,52), а 2023 г. определён как засушливый (ГТК = 0,78).

Результаты

По отношению к стандарту Омская 4 все изучаемые в опыте сорта имели более высокую среднюю урожайность (табл. 1). При этом стабильное достоверное превышение над стандартом по урожайности в годы исследований отмечено у сортов Прииртышская 3, Прииртышская 2 и Скипастр.

Таблица 1. Урожайность зерна, пластичность и стабильность

Сорт	Урожайность зерна (т/га)				Пластичность (b_i)	Стабильность (b^2_d)
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее		
Омская 4 (стандарт)	3,73	2,75	2,51	3,00	0,89	0,01
Омская озимая	4,17	3,04	2,29	3,17	1,30	0,03
Прииртышская	4,00	2,73	3,16	3,30	0,72	0,29
Прииртышская 2	4,77	3,92	3,67	4,12	0,80	0,00
Прииртышская 3	4,87	4,23	3,51	4,20	0,91	0,07
Новосибирская 3	4,28	3,13	2,17	3,19	1,44	0,08
Новосибирская 9	4,10	3,22	2,13	3,15	1,30	0,17
Новосибирская 32	3,97	3,11	2,84	3,31	0,82	0,00
Жатва Алтая	4,15	3,12	3,07	3,45	0,82	0,04
Скипастр	4,66	3,48	3,30	3,81	1,01	0,03
Среднее	4,27	3,27	2,87	3,47	-	-
HCP ₀₅	0,54	0,31	0,37	0,46	-	-
Индекс условий среды, I_j	0,80	-0,20	-0,60	-	-	-

Расчёт индекса условий среды (I_j) выявил несовпадение данного показателя со значениями ГТК. Самое низкое значение индекса среды ($I_j = -0,60$), соответствующее наименьшей средней урожайности в опытах (2,87 т/га), было в 2023 г., когда ГТК оказался несколько выше, чем в предыдущие годы.

Охватывая весь вегетационный период в целом, ГТК не всегда может учесть влияние внешних факторов в отдельные периоды. По всей видимости воздействие высоких температур воздуха и дефицита осадков в важные для растений фазы указанного года

было настолько сильным, что привело к снижению общей продуктивности озимой пшеницы.

В методе, предложенном S.A. Eberhart, W.A. Russell, к наиболее пластичным относят сорта со значением показателя пластичности (b_i), близким к единице [6, 9-13]. В нашем опыте по данному показателю выделяется сорт Скипетр ($b_i = 1,01$). Стабильность урожайности оказалась присущей сортам Прииртышская 2 и Новосибирская 32 (у обоих $b^2_d = 0,00$).

«Наиболее простым и доступным показателем, позволяющим судить о потенциале онтогенетической адаптации (норме реакции), и при этом обеспечивающим сравнимость результатов у разных видов растений, является коэффициент вариации. Коэффициенты вариации урожайности (V),

вычисленные для каждого сорта по данным за три года, указывают на фенотипическую изменчивость признака, обусловленную экологическими факторами. Как один из методов оценки адаптивных реакций коэффициент вариации обладает как положительными (независимая оценка каждого генотипа), так и отрицательными (не обеспечивает информацией о характере ответа на среду) сторонами» [14].

В наших опытах наименьшая изменчивость урожайности была у сортов Прииртышская 2 ($V = 14,0\%$) и Прииртышская 3 ($V = 16,6\%$) (табл. 2). Средний уровень изменчивости отмечен у сортов Жатва Алтая ($V = 17,2\%$), Прииртышская ($V = 19,2\%$) и Скипетр ($V = 19,7\%$). Остальные сорта имели значительную изменчивость урожайности ($V > 20\%$).

Таблица 2. Показатели адаптивности сортов озимой пшеницы

Сорт	Изменчивость (V), %	$Y_{\min} + Y_{\max} / 2$	SF	Hom	Sc
Омская 4 (стандарт)	26,9	3,12	1,49	9,13	2,02
Омская озимая	29,6	3,23	1,82	5,70	1,74
Прииртышская	19,2	3,36	1,46	13,55	2,25
Прииртышская 2	14,0	4,22	1,30	26,74	3,17
Прииртышская 3	16,6	4,19	1,39	18,64	3,03
Новосибирская 3	33,4	3,22	1,97	4,53	1,62
Новосибирская 9	31,3	3,12	1,92	5,10	1,64
Новосибирская 32	30,1	3,40	1,40	9,72	2,37
Жатва Алтая	17,2	3,86	1,52	12,58	2,27
Скипетр	19,7	3,57	1,49	13,79	2,56

Сорта Прииртышская 2 и Прииртышская 3 имели лучшие значения генетической гибкости ($Y_{\min} + Y_{\max} / 2 = 4,22$ и $Y_{\min} + Y_{\max} / 2 = 4,19$), фактора стабильности ($SF = 1,30$ и $SF = 1,39$), гомеостатичности ($Hom = 26,74$ и $Hom = 18,64$) и селекционной ценности ($Sc = 3,17$ и $Sc = 3,03$).

При использовании различных методов адаптивности с учётом их достоинств и недостатков целесообразно применение суммы рангов [15]. Система рангов по исследуемым показателям позволяет всесторонне оценить сорта и выявить среди них максимально адаптивные [16]. Урожайность как показатель тоже включается в ранжирование [17, 18].

Ранжирование сортов по пластичности (b_i) проводится с учётом близости данного показателя к 1,00 [18]. В системе рангов (ранжирование) каждый образец в соответствии со значениями показателей адаптивности занимает своё место (ранг). Сорта с меньшей суммой рангов считаются наиболее адаптивными.

Присвоение рангов и последующее их суммирование позволило установить, что в изучаемом наборе сортов озимой пшеницы лучшими по адаптивности являются сорта Прииртышская 2 и Прииртышская 3 с наименьшими суммами рангов (13 и 18) (табл. 3).

Таблица 3. Ранжирование по показателям адаптивности

Сорт	Урожайность	b_i	b^2_d	V	$Y_{\min} + Y_{\max} / 2$	SF	Hom	Sc	Сумма рангов
Омская 4 (стандарт)	10	3	2	6	9	5	7	7	49
Омская озимая	8	7	3	7	7	7	8	8	55
Прииртышская	6	6	8	4	6	4	4	6	44
Прииртышская 2	2	5	1	1	1	1	1	1	13
Прииртышская 3	1	2	5	2	2	2	2	2	18
Новосибирская 3	7	8	6	10	8	9	10	10	68
Новосибирская 9	9	7	7	9	9	8	9	9	67
Новосибирская 32	5	4	1	8	5	3	6	4	36
Жатва Алтая	4	4	4	3	3	6	5	5	34
Скипетр	3	1	3	5	4	5	3	3	27

Обсуждение

«Из-за большого практического значения адаптивности количество публикаций на эту тему растёт,

возрастают и различия в толковании результатов. Поэтому особое значение имеет правильный выбор методик оценки адаптивных свойств и

экологической устойчивости в конкретных условиях возделывания, а также верное трактование результатов в соответствии с методикой» [16]. Так в частности иногда к пластичным относят сорта со значением коэффициента $b_i > 1$, хотя в соответствии с методом S.A. Eberhart, W.A. Russell такие сорта обладают большей отзывчивостью и требовательны к высокому уровню агротехники (*Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчёт и анализ/ СибНИИСХ; подгот.: В.А. Зыкин, В.В. Мешков, В.А. Сапега. Новосибирск, 1984. 24 с.*).

Также следует учитывать, что расчёт параметров адаптивности ограничивается набором изучаемых образцов и условиями проведения опытов. При их изменении результаты расчётов тоже могут меняться, поэтому несомненный интерес представляет оценка селекционных образцов в разных наборах и условиях.

В наших опытах изучение сортов озимой мягкой пшеницы разного происхождения показало, что на фоне преобладания засушливых условий в 2021-2023 гг. (ГТК = 0,52...0,78) наиболее урожайными были сорта селекции Омского АНЦ Прииртышская 2 (4,12 т/га) и Прииртышская 3 (4,20 т/га). В предыдущих исследованиях эти сорта ранее также отличались высоким уровнем продуктивности [19, 20].

Сорта Прииртышская 2 и Прииртышская 3 выделялись по большинству методов оценки адаптивности (изменчивость, генетическая гибкость, фактор стабильности, гомеостатичность, селекционная ценность). Ранжирование показало высокий уровень адаптивности данных сортов.

Заключение

Оценка адаптивности урожайности с использованием нескольких методов позволила выявить наиболее адаптивные сорта озимой пшеницы Прииртышская 2 и Прииртышская 3. У этих сортов – самая высокая урожайность в опыте (4,12 т/га у Прииртышской 2 и 4,20 т/га у Прииртышской 3). Для них оказалась характерной незначительная изменчивость урожайности ($V = 14,0\%$ у Прииртышской 2 и $V = 16,6\%$ у Прииртышской 3). Сорта Прииртышская 2 и Прииртышская 3 имели лучшие значения генетической гибкости (соответственно, $Y_{\min} + Y_{\max} / 2 = 4,22$ и $Y_{\min} + Y_{\max} / 2 = 4,19$), фактора стабильности ($SF=1,30$ и $SF = 1,39$), гомеостатичности ($Hom = 26,74$ и $Hom=18,64$) и селекционной ценности ($Sc=3,17$ и $Sc=3,03$). Эти сорта рекомендуются как для возделывания в производстве, так и для привлечения в качестве исходных форм при скрещиваниях.

Литература

1. Результаты селекции озимой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Ю. Н. Кашуба, А. Н. Ковтуненко, В. М. Трипутин и др. // *Зерновое хозяйство России*. 2019. № 1. С. 32-34. doi: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-32-34
2. Храмцов И. Ф. Система адаптивного земледелия Омской области // ФГБНУ «Омский аграрный научный центр». Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е.А., 2020. 522 с.
3. Селекция озимой пшеницы в Омской области / Ю. Н. Кашуба, А. Н. Ковтуненко, В. М. Трипутин и др. // *Вестник Омского государственного аграрного университета*. 2016. № 3. С. 5-8.
4. Фадеева И. Д., Тагиров М. Н., Газизов И. Н. Оценка адаптивных свойств сортов озимой мягкой пшеницы Татарского НИИСХ // *Достижения науки и техники*. 2018. № 6. С. 46-48. doi: 10.24411 / 0235-2451-2018-10611
5. Захарова Н. Н., Исайчев В. А., Захаров Н. Г. Оценка урожайности адаптивности селекционных линий озимой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 2. С. 75-79. doi: 10.18286/1816-4501-2022-2-75-79
6. Новый сорт озимой ржи Зилант с широкой адаптацией / М. Л. Пономарёва, С. Н. Пономарёв, Г. С. Маннапова и др. // *Зерновое хозяйство России*. 2021. № 1. С. 8-13. doi: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-8-13
7. Результаты селекции озимого тритикале на продуктивность и адаптивность на Дону / А. В. Крохмаль, А. И. Грабовец, Е. А. Гординская и др. // *Известия Оренбургского ГАУ*. 2019. № 2. С. 67-69.
8. Параметры адаптивности и гомеостатичности сортов озимой мягкой пшеницы в степной зоне Ростовской области / М. А. Фоменко, А. И. Грабовец, Т. А. Олейникова и др. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2019. № 4. С. 105-111. doi: 10.24411/2309-348X-2019-11140
9. Кривобочек В. Г., Косенко С. В., Дёмина И. Ф. Экологическое варьирование и фенотипическая стабильность урожайности сортов озимой и яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // *Нива Поволжья*. 2019. № 3. С. 16-21.
10. Шляхтина Е. А., Рылова О. Н., Лыскова И. В. Адаптивность сортов озимой ржи по технологическим свойствам зерна // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018. № 2. С. 57-61. doi: 10.24411/2309-348X-2018-10017
11. Соколенко Н. И., Комаров Н. М. Адаптивные признаки сортообразцов озимой пшеницы мировой коллекции // *Таврический вестник аграрной науки*. 2019. № 4. С. 111-116. doi: 10.33952/ 2542-0720-2019-4-20-111-116
12. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов ярового ячменя / Е. Г. Филиппов, Р. Н. Брагин, А. А. Донцова и др. // *Таврический вестник аграрной науки*. 2021. № 3. С. 172-179. doi: 10.33952/2542-0720-2021-3-27-172-179

13. Адаптивный потенциал качества зерна сортов озимой пшеницы в условиях Ростовской области / О. В. Бирюкова, М.А. Фоменко, К. Н. Бирюков и др. // Известия Оренбургского ГАУ. 2023. № 4. С. 15-20. doi: 10.37670/2073-0853-2023-101-3-15-20
14. Волкова Л. В., Щенникова И. Н. Сравнительная оценка методов расчёта адаптивных реакций зерновых культур // Теоретическая и прикладная экология. 2020. № 3. С. 140-146. doi: 10.25750/1995-4301-2020-3-140-146
15. Тулякова М. В., Баталова Г. А., Пермякова С. В. Адаптивный потенциал генофонда овса пленчатого по массе 1000 зерен // Зерновое хозяйство России. - 2021. № 5. С. 3-8. doi: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-3-8
16. Сравнительная оценка сортов озимой ржи по экологической устойчивости в условиях Кировской области / Н. А. Набатова, Е. И. Уткина, Е. С. Парфенова и др. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. 23(5). С. 655-665. doi: 10.30766/2072-9081.2022.23.5.655-665
17. Тимина М. А., Количенко А. А. Урожайность сортов озимой ржи в различных агроэкологических условиях Красноярского края // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2021. № 10. С. 26-32. doi: 10.36718/1819-4036-2021-10-26-32
18. A comparison of statistical methods for assessing winter wheat grain yield stability / A. F. Cheshkova, P. I. Stepochkin, A. F. Aleynikov, et al. // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. Vol. 24. No. 3. P. 267-275. doi: 10.18699/VJ20.619
19. Кашуба Ю. Н., Ковтуненко А. Н., Трипутин В. М. Сорт озимой мягкой пшеницы Прииртышская 2 // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 2. С. 32-37.
20. Трипутин В. М., Кашуба Ю. Н., Ковтуненко А. Н. Адаптивность нового сорта озимой пшеницы Прииртышская 3 // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2023. № 7. С. 54-58. doi: 10.36718/1819-4036-2023-7-54-58

References

1. Results of winter soft wheat breeding in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia / Yu. N. Kashuba, A. N. Kovtunencko, V. M. Triputin et al. // Grain economy of Russia. 2019. No. 1. Pp. 32-34. doi: 10.31367/2079-8725-2019-61-1-32-34
2. Adaptive farming system of Omsk region / I. F. Khramtsov [et al.] // Federal State Budgetary Scientific Institution "Omsk Agrarian Scientific Center". Omsk: Publishing house of Maksheeva E. A., 2020. 522 p.
3. Kashuba Yu. N. Breeding of winter wheat in Omsk region / Yu. N. Kashuba, A. N. Kovtunencko, V. M. Triputin, et al. // Vestnik of Omsk State Agrarian University. 2016. No. 3. P. 5-8.
4. Fadeeva I. D., Tagirov M. N., Gazizov I. N. Evaluation of adaptive properties of winter soft wheat varieties of the Tatar Research Institute of Agriculture // Achievements of Science and Technology. 2018. No. 6. P. 46-48. doi: 10.24411/0235-2451-2018-10611
5. Zakharova N. N., Isaichev V. A., Zakharov N. G. Evaluation of the yield and adaptability of breeding lines of winter soft wheat in the forest-steppe of the Middle Volga region // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2022. No. 2. P. 75-79. doi: 10.18286/1816-4501-2022-2-75-79
6. New winter rye variety Zilant with wide adaptation / M. L. Ponomarev, S. N. Ponomarev, G. S. Mannapova et al. // Grain economy of Russia. 2021. No. 1. P. 8-13. doi: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-8-13
7. Results of winter triticale breeding for productivity and adaptability in the Don region / A. V. Krokhmal, A. I. Grabovets, E. A. Gordinskaya et al. // Vestnik of Orenburg State Agrarian University. 2019. No. 2. P. 67-69.
8. Parameters of adaptability and homeostasis of winter soft wheat varieties in the steppe zone of Rostov region / M. A. Fomenko, A. I. Grabovets, T. A. Oleynikova et al. // Grain legumes and cereal crops. 2019. No. 4. P. 105-111. doi: 10.24411/2309-348X-2019-11140
9. Krivobochek V. G., Kosenko S. V., Demina I. F. Ecological variation and phenotypic stability of yield of winter and spring wheat varieties in the forest-steppe of the Middle Volga region // Niva Povolzhya. 2019. No. 3. P. 16-21.
10. Shlyakhtina E. A., Rylova O. N., Lyskova I. V. Adaptability of winter rye varieties by technological properties of grain // Grain legumes and cereal crops. 2018. No. 2. P. 57-61. doi: 10.24411/2309-348X-2018-10017
11. Sokolenko N. I., Komarov N. M. Adaptive traits of winter wheat varieties from the world collection // Tavrichesky Vestnik of Agricultural Science. 2019. No. 4. P. 111-116. doi: 10.33952/2542-0720-2019-4-20-111-116
12. Assessment of ecological plasticity and stability of spring barley varieties / E. G. Filippov, R. N. Bragin, A. A. Dontsova et al. // Tavrichesky Vestnik of Agricultural Science. 2021. No. 3. P. 172-179. doi: 10.33952/2542-0720-2021-3-27-172-179
13. Adaptive potential of grain quality of winter wheat varieties in Rostov region / O. V. Biryukova, M. A. Fomenko, K. N. Biryukov, et al. // Vestnik of Orenburg State Agrarian University. 2023. No. 4. P. 15-20. doi: 10.37670/2073-0853-2023-101-3-15-20
14. Volkova L. V., Shchennikova I. N. Comparative assessment of methods for calculating adaptive responses of grain crops // Theoretical and Applied Ecology. 2020. No. 3. P. 140-146. doi: 10.25750/1995-4301-2020-3-140-146
15. Tulyakova M. V., Batalova G. A., Permyakova S. V. Adaptive potential of the gene pool of filmy oats by the weight of 1000 grains // Grain economy of Russia. - 2021. No. 5. P. 3-8. doi: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-3-8

16. Comparative assessment of winter rye varieties for environmental sustainability in Kirov region / N. A. Nabatova, E. I. Utkina, E. S. Parfenova, et al. // Agrarian Science of the Euro-North-East. 2022. 23(5). P. 655-665. doi: 10.30766/2072-9081.2022.23.5.655-665
17. Timina M. A., Kolichenko A. A. Yield of winter rye varieties in various agroecological conditions of the Krasnoyarsk Territory // Vestnik of Krasnoyarsk State Agrarian University. 2021. No. 10. P. 26-32. doi: 10.36718/1819-4036-2021-10-26-32
18. A comparison of statistical methods for assessing winter wheat grain yield stability / A. F. Cheshkova, P. I. Stepochkin, A. F. Aleynikov, et al. // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2020. Vol. 24. No. 3. P. 267-275. doi: 10.18699/VJ20.619
19. Kashuba Yu. N., Kovtunenکو A. N., Triputin V. M. Winter soft wheat variety Priirtyshskaya 2 // Vestnik of Altai State Agrarian University. 2020. No. 2. P. 32-37.
20. Triputin V. M., Kashuba Yu. N., Kovtunenکو A. N. Adaptability of the new winter wheat variety Priirtyshskaya 3 // Vestnik of Krasnoyarsk State Agrarian University. 2023. No. 7. P. 54-58. doi: 10.36718/1819-4036-2023-7-54-58