

Научная статья

УДК 633.112.9"324":631.526.32

DOI 10.48012/1817-5457\_2024\_4\_47-53

## ЭЛЕМЕНТЫ АДАПТИВНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ ПО ПРИЗНАКУ «МАССА 1000 ЗЕРЕН»

**Зобнина Нина Леонидовна**

УралНИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, Екатеринбург, Россия

zobnina\_1968@mail.ru

**Аннотация.** Приведены результаты пяти лет (2017, 2018, 2020, 2021, 2022 гг.) исследований по установлению адаптивной способности сортов озимой тритикале в Свердловской области. Цель работы – оценка адаптивного потенциала сортов озимой тритикале по массе 1000 зерен. Объекты исследований – 8 сортов озимой тритикале отечественной селекции в питомнике экологического испытания. Стандарт – сорт Башкирская короткостебельная. Годы исследований отличались сильным контрастом погодных условий. Индекс условий среды (I<sub>ж</sub>) по признаку «масса 1000 зерен» в 2017 г. был 26,6; в 2018 г. – 48,6; в 2020 г. – 26,3; в 2021 г. – 73,5; в 2022 г. – 25,1. Наиболее благоприятным для формирования крупного зерна был 2018 г. Влияние условий года оказалось больше (29,6 %), чем влияние генотипа (24,6 %), взаимодействие факторов 23,2 %. Колебания показателя массы 1000 зерен в среднем по опыту были довольно существенными – от 38,28 г (Сирс 57) до 49,17 г (Привада). Наименьший коэффициент вариации показали сорта Корнет (11,8 %) и Привада (13,1 %). Максимальная изменчивость признака наблюдалась у сорта Сирс 57 (17,2 %). Сорта Корнет и Привада продемонстрировали наибольшую гомеостатичность (4,1 и 3,7 соответственно). Сорт Торнадо отличался более высокой мультипликативностью по сравнению с другими (1,14). Сорта Корнет, Бард, Торнадо и Привада с коэффициентом адаптивности (КА) выше 100 % являются потенциально адаптивными. По результатам исследований сорт Торнадо обладает наибольшей устойчивостью к изменяющимся погодным условиям, низкой вариабельностью и высокими показателями коэффициента адаптивности, гомеостатичности и стабильности. Сорта Торнадо, Привада, Цекад 90, Башкирская короткостебельная, Сирс 57, выделенные по разным признакам, выбраны для дальнейшего использования в селекционном процессе.

**Ключевые слова:** масса 1000 зерен, стрессоустойчивость, пластичность, гомеостатичность, адаптивность, индекс условий.

**Для цитирования:** Зобнина Н. Л. Элементы адаптивности сортов озимой тритикале по признаку «масса 1000 зерен» // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 4(80). С. 47-53. [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2024\\_4\\_47-53](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_4_47-53).

**Актуальность.** Продуктивность сельскохозяйственных культур представляет собой комплексный показатель, включающий множество элементов структуры урожая, взаимосвязанных между собой. Эти элементы находятся в сложной корреляционной зависимости от общего урожая. Особенно значительна корреляция между такими параметрами, как общий урожай зерна и масса 1000 зерен [16]. Показатель является одним из ключевых элементов структуры урожая, и его значение определяется не только погодными-климатическими условиями региона выращивания, но и генетическими характеристиками сорта. При недостатке влаги в почве и высоких температурах воздуха в период налива зерна наблюдается снижение массы 1000 зерен [1]. Признаки, наименее подверженные влиянию абиотических факторов, играют важную роль в селек-

ции. Уровень урожайности служит главным показателем при отборе генотипов в селекционном процессе и напрямую зависит от обеспеченности влагой и теплом в критические периоды роста и развития растений, соблюдения агротехнологий и уровня минерального питания [11]. Адаптивность сорта определяется сбалансированным сочетанием различных признаков, среди которых отбираются наиболее ценные.

Уровень адаптивности обусловлен как особенностями сорта, так и специфическими погодными-климатическими условиями региона выращивания. Современная селекция направлена на поиск генетических источников для создания сортов с высоким адаптационным потенциалом [15]. Многие авторы отмечают, что «масса 1000 зерен ограничена сортовыми особенностями растения, продолжительно-

стью его развития, то есть сортовой спецификой в сочетании с условиями среды. Если недостаточное обеспечение влагой и высокие температуры воздуха наблюдаются в период налива зерна, то снижается масса 1000 зерен. Сорта с крупным зерном более устойчивы к лимитирующим факторам среды. Масса 1000 зерен соответствует поиску критерия адаптивности, так как является признаком, который характеризует конечный результат взаимодействия сорта и среды в процессе становления продуктивности» [2, 13].

В последние десятилетия в связи с глобальными изменениями климатических условий задача повышения адаптивных свойств сельскохозяйственных культур стала особенно актуальной. Это необходимо как для адаптации к климатическому градиенту, так и для обеспечения стабильной урожайности в годы с различными погодными условиями [23]. Существует множество методов статистического и математического анализа, позволяющих определить реакцию генотипов на неблагоприятные абиотические факторы [19, 20, 22, 24].

**Цель исследований:** оценка адаптивного потенциала сортов озимой тритикале по массе 1000 зерен.

**Задачи исследований:** оценить стрессоустойчивость, пластичность и гомеостатичность; выделить перспективный исходный материал для дальнейшей селекции.

**Материал и методы исследований.** Научные изыскания велись на опытном поле Уральского НИИСХ – филиала ФГБНУ УрФНИЦ УрО РАН. Для исследований по данной теме из питомника экологического испытания были выбраны 8 сортов озимой тритикале различного эколого-географического происхождения. В качестве стандарта определен сорт Башкирская короткостебельная. Площадь делянки составляла 15 м<sup>2</sup>, повторность трехкратная, размещение делянок систематическое. Наблюдения и оценки в опыте проводились согласно Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [14]. Для статистической обработки данных применяли метод дисперсионного анализа по методике Доспехова Б. А. [7], при помощи программ Microsoft Office Excel 2010 и надстройки к Excel для статистической оценки и анализа результатов полевых и лабораторных опытов AgCStat.

Коэффициент вариации ( $V$ ) по каждому сорту и стабильность определяли по методи-

ке А. В. Кильчевского и Л. В. Хотылевой [9, 10], индекс условий среды ( $I_j$ ) и коэффициент линейной регрессии ( $bi$ ) – по S. A. Eberhart, W. A. Russell [21], гомеостатичность ( $Hom$ ) – по методике В. В. Хангильдина и Н. А. Литвиненко [17], стрессоустойчивость ( $Y_{min} - Y_{max}$ ) и компенсаторную способность – по уравнениям А. А. Rosielle и J. Hamblin в изложении А. А. Гончаренко [4], коэффициент мультипликативности ( $KM$ ) – по В. А. Драгавцеву и соавт. [6], коэффициент адаптивности ( $KA$ ) – по Л. А. Животкову и соавт. [8].

Почва опытного участка серая лесная, оподзоленная, тяжелосуглинистая. Агрохимический состав варьировал за время исследований: рН 4,84...5,46; содержание гумуса 3,35...3,97 %; азота легкогидролизуемого – 87...88 мг, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 107–292 мг/кг почвы, K<sub>2</sub>O – 85...162 мг/кг почвы.

Свердловская область расположена на границе умеренно континентального и континентального климата, что характеризуется резкой изменчивостью погодных условий и ярко выраженными сезонами года. Для этого региона типичны резкие колебания температур и погодные аномалии: зимой температура может варьировать от морозов в -40 °С до оттепелей и дождей, а летом – от жары выше 35 °С до заморозков [12]. Согласно данным метеостанции Исток (г. Екатеринбург) [3], погодные условия в годы исследования были контрастными, что способствовало более полному выявлению генетического потенциала сортов по показателю массы 1000 зерен.

Зима 2017 г. выдалась теплой и многоснежной, что привело к сильному заражению растений снежной плесенью, негативно сказавшейся на их дальнейшем развитии. Теплая и дождливая летняя погода с количеством осадков и температурой воздуха, превышающими средние многолетние показатели, способствовала замедлению процессов развития растений и увеличению периода созревания зерна (рис. 1 и 2).

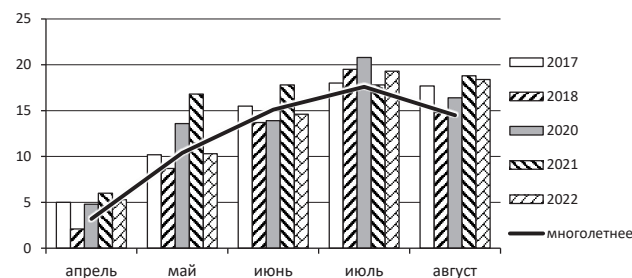


Рисунок 1 – Средняя за месяц температура воздуха, °С

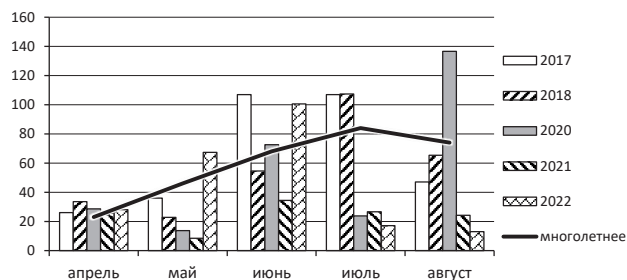


Рисунок 2 – Среднее за месяц количество осадков, мм

Вегетационный период 2020 г. характеризовался высокими температурами и недостатком влаги, что негативно сказалось на крупности зерна. В 2021 г. погодные условия в период вегетации были еще более жесткими, с дефицитом осадков почти на 50 % меньше нормы, что отрицательно сказалось на формировании зерна. Влажные и прохладные условия весной 2022 г. способствовали хорошему развитию растений, а сухие и теплые условия лета положительно повлияли на созревание зерна.

В опыте применялась стандартная агротехника для зоны Среднего Урала. Предшественник – чистый пар, идущий после гороха на зерно. Предпосевные работы включали в себя внесение сложных минеральных удобрений 100 кг/га в дозе действующего вещества NPK 16:16:16 с последующей культивацией. Весной проводили подкормку аммиачной селитрой (в дозе N<sub>30</sub>). Летний уход заключался в обработке гербицидами и культивации межъярусных пространств. Посев образцов производился селекционной сеялкой «Клен» в оптимальные для региона сроки (в третьей декаде августа). Норма высева – 5,0 млн всхожих семян на гектар. Уборка урожая с опытных делянок проводилась однофазным способом комбайном Sampro-130. Урожай учитывался отдельно с каждой делянки путем взвешивания зерна. Массу 1000 зерен определяли согласно ГОСТ 10842-89 [5].

**Результаты исследований.** За весь период изучения показателя массы 1000 зерен у сортов озимой тритикале, выращиваемых в условиях средней части Свердловской области, среднее значение признака составило 44,92 г. (табл. 1).

По погодным условиям (индекс условий среды – *Ij*) наиболее благоприятным для формирования зерна был 2018 г., а наименее благоприятным – 2021 г. Соответственно, среднее по сортам максимальное значение изучаемого признака наблюдалось в 2018 г., а минимальное – в 2021 г. Большинство сортов

достоверно превышало стандарт по среднему результату признака массы 1000 зерен (от 10,5 % до 20,5 %). Несмотря на то, что индекс условий среды в 2020 и 2022 гг. был ниже по сравнению с 2018 г., погодные условия оказались благоприятными для формирования крупного зерна.

Таблица 1 – Масса 1000 зерен сортов озимой тритикале, г

Сорт	Год исследований					Средняя по сорту, г
	2017	2018	2020	2021	2022	
Башкирская короткостебельная	34,80	43,29	43,28	33,25	48,82	40,69
Зимогор	38,32	41,10	48,00	36,64	50,52	42,92
Корнет	45,58	44,82	57,58	43,73	50,51	48,44
Бард	48,70	60,98	49,03	40,50	45,63	48,97
Торнадо	43,76	51,50	49,47	34,32	50,82	45,97
Привада	51,59	57,78	45,48	40,69	50,32	52,33
Сирс 57	33,05	49,03	40,03	33,89	35,41	38,28
НСР <sub>05</sub>	3,57	2,93	3,80	3,83	4,32	–
Среднее	42,26	49,79	47,55	37,57	47,43	44,92
Индекс условий среды ( <i>Ij</i> )	-26,6	48,6	26,3	-73,5	25,1	–

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа демонстрируют, что изменение величины показателя «масса 1000 зерен» достоверно зависит от всех изучаемых факторов и их взаимодействия. Это подтверждается тем, что при уровне значимости 95 % фактическое значение критерия Фишера ( $F_{факт.}$ ) превышает теоретическое значение ( $F_{теор.}$ ). Это указывает на индивидуальную реакцию каждого сорта на изменения гидротермических условий.

Важно отметить, что на величину показателя массы 1000 зерен при взаимодействии «генотип – среда» наибольшее влияние оказали условия года (фактор В). Влияние генотипа (фактор А) оказалось менее значительным (табл. 2). Совместное взаимодействие факторов («генотип – среда») также было достаточно сильным, составляя 23,2 %.

Для того, чтобы анализ величины адаптивности каждого сорта был наиболее полным, его проводили по различным показателям: вариабельность (*V*), гомеостатичность (*Hom*), экологическая пластичность (*bi*), экологическая стабильность ( $S^2i$ ).

Специфичность погодных условий в каждый год исследований позволила каждому генотипу в полной мере проявить степень изменения исследуемого признака. В сравнении со стандартом Башкирская короткостебельная вариабельность признака массы 1000 зерен у сортов Корнет и Привада была ниже (табл. 3). Отмечено, что наименьшие изменения по данному признаку претерпел сорт Корнет. Наибольшей изменчивостью выделился сорт Сирс 57.

Таблица 2 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа сортов озимой тритикале по показателю «масса 1000 зерен» (2017–2022 гг.)

Источник вариации	Сумма квадратов	Степень свободы	Дисперсия	Критерий F		Влияние, %
				F <sub>факт</sub>	F <sub>теор</sub>	
Фактор А (условия года)	6854,3	4	1713,6	100,6	2,4	29,6
Фактор В (сорт)	5698,3	6	949,7	55,7	2,1	24,6
Взаимодействие АВ	5372,5	24	223,9	13,1	1,6	23,2

Таблица 3 – Показатели адаптивности сортов озимой тритикале по признаку «масса 1000 зерен» (2017–2022 гг.)

Сорт	Коэффициент вариации (V), %	Гомеостатичность (Hom)	Коэффициент линейной регрессии (bi)	Экологическая стабильность (S <sup>2</sup> i)
Башкирская короткостебельная	16,00	2,54	0,11	17,65
Зимогор	14,15	3,03	0,08	34,88
Корнет	11,83	4,10	0,06	47,88
Бард	15,38	3,18	0,12	54,67
Торнадо	15,65	2,94	0,14	1,29
Привада	13,14	3,74	0,09	38,81
Сирс 57	17,20	2,23	0,10	35,30

По утверждению В. В. Хангильдина, Р. Р. Асфондияровой, «проявление высокой гомеостатичности (Hom) связано со способностью растений сводить к минимуму последствия воздействия неблагоприятных условий среды» [18]. В опыте наибольшую гомеостатичность проявил сорт Корнет. Сорт Привада также показал достаточно высокий результат. По коэффициенту линейной регрессии оценивается степень отзывчивости сорта на изменения условий выращивания, то есть пластичность.

Его значение может быть больше, меньше или равно 1. Анализ полученных данных показал, что у всех исследуемых сортов  $bi < 1,0$ . Это значит, что они не проявили себя как пластичные. Для оценки стабильности реакции образцов использовался коэффициент стабильности (S<sup>2</sup>i), рассчитанный по дисперсии отклонений фактической массы 1000 зерен от теоретически ожидаемой (чем меньше коэффициент, тем выше стабильность). По данному показателю наибольшей стабильностью величины «масса 1000 зерен» обладает сорт Торнадо (S<sup>2</sup>i = 1,29). Также высокая стабильность установлена у сорта Башкирская короткостебельная.

По утверждению А. А. Гончаренко, «устойчивость сортов к стрессу – это многозначный параметр адаптивности, который вычисляется по разнице между минимальной и максимальной массой 1000 зерен» [4]. По стрессоустойчивости выделились сорта Зимогор и Корнет (табл. 4).

Таблица 4 – Параметры адаптивности сортов озимой тритикале по признаку «масса 1000 зерен» (2017–2022 гг.)

Сорт	Масса 1000 зерен, г		Стрессоустойчивость, (min-max)	Компенсаторная способность, (Y <sub>min</sub> + Y <sub>max</sub> )/2	КА, %	КМ
	max	min				
Башкирская короткостебельная	48,82	33,25	-15,56	41,03	82,4	1,12
Зимогор	50,52	36,64	-13,88	43,58	90,7	1,09
Корнет	57,58	43,73	-13,85	47,12	107,9	1,05
Бард	60,98	40,50	-20,47	50,74	115,3	1,11
Торнадо	51,50	34,32	-17,18	42,91	103,6	1,14
Привада	57,78	40,69	-17,09	49,23	122,1	1,08
Сирс 57	49,03	33,05	-15,97	41,04	78,2	1,12

Примечание: КА – коэффициент адаптивности (по Л. А. Животкову); КМ – коэффициент мультипликативности (по В. А. Драгавцеву).

Коэффициент адаптивности рассчитывали по следующей формуле:

$$КА = Y_{ij} \times 100 / Y_j,$$

где Y<sub>ij</sub> – масса 1000 зерен i-го сорта в j-й год испытания;

Y<sub>j</sub> – среднесортная масса 1000 зерен года испытаний.

При КА > 100 % сорт считается потенциально адаптивным. Достаточно высокая потен-



циальная адаптивность сортов Корнет, Бард, Торнадо и Привада выражается в высокой изменчивости крупности зерна в контрастных условиях погоды всего периода исследований. С помощью коэффициента мультипликативности можно сравнивать вариативность признака. Повышение числового значения *КМ* подразумевает более сильное изменение крупности зерна.

Формула для расчета коэффициента мультипликативности:

$$KM = (Si + bi \times \text{средняя } Si) / Si,$$

где *Si* – среднее значение показателя,

*bi* – коэффициент регрессии.

Максимально высокое значение отмечалось у сорта Торнадо – 1,14, у сорта-стандарта Башкирская короткостебельная – 1,12. Данные сорта можно определить как отзывчивые на улучшение условий среды, что свойственно интенсивному типу. Максимальная компенсаторная способность обнаружена у сорта Бард, а самая низкая – у сортов Башкирская короткостебельная и Сирс 57.

#### Выводы:

1. Все изучаемые сорта отличались низкой экологической пластичностью по массе 1000 зерен (*bi* < 1).

2. Высокая потенциальная адаптивность отмечена у сортов Торнадо, Бард, Привада, Корнет (*КА* = 100,9÷121,1 %).

3. Коэффициент мультипликативности у всех сортов оказался на одном уровне.

4. Относительно высокая стрессоустойчивость отмечена у сортов Корнет и Зимогор (соответственно -13,85 и -13,88).

5. Высокой компенсаторная способность установлена у сортов Корнет, Привада и Бард ( $(Y_{min} + Y_{max})/2 = 47,12...50,74$ ).

6. Максимальная устойчивость к резко меняющимся погодным условиям обнаружена у сортов Торнадо и Привада.

#### Список источников

1. Анисков Н. И., Сафонова И. В. Сравнительная оценка показателей пластичности, стабильности и гомеостатичности сортов озимой ржи селекции ВИР по признаку «масса 1000 зерен» // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020; 181(3):56-63. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-3-56-63.

2. Анисков Н. И., Сафонова И. В. Оценка показателей стрессоустойчивости, стабильности и пластичности сортов озимой ржи по массе 1000 зерен // Вестник КрасГАУ. 2020. № 9. С. 27–35. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-27-35.

3. Архив погоды в Екатеринбурге [Электронный ресурс]. URL: [https://rp5.ru/Погода\\_в\\_Источке,\\_Свердловская\\_область](https://rp5.ru/Погода_в_Источке,_Свердловская_область). (дата обращения 23.10.2023).

4. Гончаренко А. А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2005. № 5. С. 49–53.

5. ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян [Электронный ресурс]. Москва: Стандартинформ, 2009. 3 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023854> (дата обращения 26.09.2023).

6. Драгавцев В. А., Цильке В. А., Рейтер Б. Г. Генетика признаков продуктивности яровой пшеницы в Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1984.

7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

8. 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.

9. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Методы оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды. Сообщение 1. Обоснование метода // Генетика. 1985. Т. 21, № 9. С. 1481–1490.

10. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Методы оценки адаптивной способности и стабильности генотипов дифференцирующей способности среды. Сообщение 2. Числовой пример и обсуждение // Генетика. 1985. Т. 21, № 9. С. 1491–1498.

11. Селекционная оценка признака масса 1000 зерен в засушливых условиях / А. И. Кинчаров, Т. Ю. Таранова, Е. А. Демина, К. Ю. Чекмасова // Успехи современного естествознания. 2020. № 5. С. 7–12. DOI: 10.17513/use.37384.

12. Климат Екатеринбурга [Электронный ресурс]. URL: <https://stilin.ru/stati/33256-klimat-ekaterinburga.html> (дата обращения 23.10.2023).

13. Кобылянский В. Д., Солодухина О. В., Тишина М. А. Новый сорт озимой ржи Красноярская универсальная // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33, № 7. С. 13–16. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10703.

14. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 1. Москва, 1985. 267 с.

15. Морозов Н. А., Самсонов И. В., Панкратова Н. А. Оценка адаптивности ярового ячменя по признаку «масса 1000 зерен» к засушливым условиям Ставропольского края // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 4. С. 16–21. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-16-21.

16. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур // Сельскохозяйственная

биология, 2016. Т. 51, № 5. С. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.

17. Хангильдин В. В., Литвиненко Н. А. Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Науч.-техн. бюл. Всесоюз. селекцион.-генет. ин-та. Одесса, 1981. Вып. 1 (39). С. 8–14.

18. Хангильдин В. В., Асфондиярова Р. Р. Проявление гомеостаза у гибридов гороха посевного. Биологические науки. 1977; 1:116-121.

19. Arseniuk E. Triticale abiotic stresses – an overview. In: Eudes F. (eds) Triticale. Springer, Cham. 2015. P. 69-81. DOI: 10.1007/978-3-319-22551-7\_4.

20. Banjac B., Mladenov V., Dimitrijević M., Petrović S., Boćanski J. Genotype x environment interaction and phenotypic stability for wheat grown in stressful conditions. Genetica. 2014; 46(3): 799-806. DOI: 10.2298/GENSR1403799B.

21. Eberhart S.A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 1966; 6(1): 36-40. DOI: 10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x.

22. Kaya Y., Özer E. Parametric stability analyses of multi-environment yield trials in triticale (x Triticosecale wittmack). Genetica. 2014; 46(3): 705-718. DOI: 10.2298/GENSR1403705K.

23. Macholdt J., Honermeier B. Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farmers and advisors in German cereal production. Agronomy. 2016; 6(3): 40. DOI: 10.3390/agronomy6030040.

24. Taner A., Öztekin Y. B., Tekgüler A., Sauk H., Duran H. Classification of varieties of grain species by artificial neural networks. Agronomy. 2018; 8(7): 123. DOI: 10.3390/agronomy8070123.

## References

1. Anis'kov N. I., Safonova I. V. Sravnitel'naya ocenka pokazatelej plastichnosti, stabil'nosti i gomeostatichnosti sortov ozimoy rzhi selekcii VIR po priznaku «massa 1000 zeren» // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii. 2020;181(3):56-63. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-3-56-63.

2. Anis'kov N. I., Safonova I. V. Ocenka pokazatelej stressoustojchivosti, stabil'nosti i plastichnosti sortov ozimoy rzhi po masse 1000 zeren // Vestnik KrasGAU. 2020. № 9. S. 27–35. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-27-35.

3. Arhiv pogody v Ekaterinburge [Elektronnyj resurs]. URL: [https://rp5.ru/Pogoda\\_v\\_Istoke,\\_Sverdlovskaya\\_oblast'](https://rp5.ru/Pogoda_v_Istoke,_Sverdlovskaya_oblast'). (data obrashcheniya 23.10.2023).

4. Goncharenko A. A. Ob adaptivnosti i ekologicheskoy ustojchivosti sortov zernovykh kul'tur // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennykh nauk. 2005. № 5. S. 49–53.

5. GOST 10842-89 Zerno zernovykh i bobovykh kul'tur i semena maslichnykh kul'tur. Metod opredeleniya massy 1000 zeren ili 1000 semyan [Elektronnyj resurs]. Moskva: Standartinform, 2009. 3 s. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023854> (data obrashcheniya 26.09.2023).

6. Dragavcev V. A., Cil'ke V. A., Rejter B. G. Genetika priznakov produktivnosti yarovoj pshenicy v Zapadnoj Sibiri. Novosibirsk: Nauka, 1984.

7. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta. Moskva: Agropromizdat, 1985. 351 s.

8. Zhihotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatueva L. I. Metodika vyyavleniya potencial'noj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selekcionnykh form ozimoy pshenicy po pokazatelyu «urozhajnost'» // Selekcija i semenovodstvo. 1994. № 2. S. 3–6.

9. Kil'chevskij A. V., Hotyleva L. V. Metody ocenki adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differenciruyushchej sposobnosti sredy. Soobshchenie 1. Obosnovanie metoda // Genetika. 1985. T. 21, № 9. S. 1481–1490.

10. Kil'chevskij A. V., Hotyleva L. V. Metody ocenki adaptivnoj sposobnosti i stabil'nosti genotipov differenciruyushchej sposobnosti sredy. Soobshchenie 2. Chislovoj primer i obsuzhdenie // Genetika. 1985. T. 21, № 9. S. 1491–1498.

11. Selekcionnaya ocenka priznaka massa 1000 zeren v zasushlivykh usloviyah / A. I. Kincharov, T. Yu. Taranova, E. A. Demina, K. Yu. Chekmasova // Uspekhi sovremennoego estestvoznaniya. 2020. № 5. S. 7–12. DOI: 10.17513/use.37384.

12. Klimat Ekaterinburga [Elektronnyj resurs]. URL: <https://stilin.ru/stati/33256-klimat-ekaterinburga.html> (data obrashcheniya 23.10.2023).

13. Kobylyanskij V. D., Soloduhina O. V., Timina M. A. Novyj sort ozimoy rzhi Krasnoyarskaya universal'naya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. T. 33, № 7. S. 13–16. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10703.

14. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennykh kul'tur. Vypusk 1. Moskva, 1985. 267 s.

15. Morozov N. A., Samsonov I. V., Pankratova N. A. Ocenka adaptivnosti yarovogo yachmenya po priznaku «massa 1000 zeren» k zasushlivym usloviyam Stavropol'skogo kraja // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2022. T. 14, № 4. S. 16–21. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-16-21.

16. Rybas' I. A. Povyshenie adaptivnosti v selekcii zernovykh kul'tur // Sel'skohozyajstvennaya biologiya, 2016. T. 51, № 5. S. 617–626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.

17. Hangil'din V. V., Litvinenko N. A. Gomeostatichnost' i adaptivnost' sortov ozimoy pshenicy // Nauch.-tekhn. byul. Vsesoyuz. selekcion.-genet. in-ta. Odessa, 1981. Vyp. 1 (39). S. 8–14.

18. Hangil'din V. V., Asfondiyarova R. R. Proyavlenie gomeostaза u gibridov goroha posevnogo. Biologicheskie nauki. 1977; 1:116-121.

19. Arseniuk E. Triticale abiotic stresses – an overview. In: Eudes F. (eds) Triticale. Springer, Cham. 2015. P. 69-81. DOI: 10.1007/978-3-319-22551-7\_4.

20. Banjac B., Mladenov V., Dimitrijević M., Petrović S., Boćanski J. Genotype x environment interaction and phenotypic stability for wheat grown in stressful conditions. Genetica. 2014; 46(3): 799-806. DOI: 10.2298/GENSR1403799B.

21. Eberhart S.A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 1966; 6(1): 36-40. DOI: 10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x.

22. Kaya Y., Özer E. Parametric stability analyses of multi-environment yield trials in triticale (x Triticosecale wittmack). *Genetica*. 2014; 46(3): 705-718. DOI: 10.2298/GENSR1403705K.

23. Macholdt J., Honermeier B. Impact of climate change on cultivar choice: adaptation strategies of farm-

ers and advisors in German cereal production. *Agronomy*. 2016; 6(3): 40. DOI: 10.3390/agronomy6030040.

24. Taner A., Öztekin Y. B., Tekgüler A., Sauk H., Duran H. Classification of varieties of grain species by artificial neural networks. *Agronomy*. 2018; 8(7): 123. DOI: 10.3390/agronomy8070123.

### Сведения об авторе:

**Н. Л. Зобнина**, старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0002-3177-4303>

УралНИИСХ – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, ул. Главная, 21, Екатеринбург, Россия, 620061  
zobnina\_1968@mail.ru

Original article

## ELEMENTS OF ADAPTABILITY OF WINTER TRITICALE VARIETIES ACCORDING TO THE 1000 GRAIN WEIGHT FACTOR

**Nina L. Zobnina**

Ural Research Institute of Agriculture – Branch of the Ural Federal Agrarian Research Centre of Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia  
zobnina\_1968@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results of five years of research (2017, 2018, 2020, 2021, 2022) on the adaptive capacity of winter triticale varieties in the Sverdlovsk region. The aim of the work is to assess the adaptive potential of winter triticale varieties based on the 1000 grain weight. The objects of the research were eight domestic winter triticale varieties in an ecological testing nursery. The standard variety was *Bashkirskaya Korotkostebel'naya*. The research years were characterized by significant contrasts in weather conditions. The environmental conditions index (*I<sub>j</sub>*) for the thousand grain weight factor was 26.6 in 2017, 48.6 in 2018, 26.3 in 2020, 73.5 in 2021, and 25.1 in 2022. The most favorable year for forming large grains was 2018. The influence of the year's conditions was greater (29.6 %) than the influence of the genotype (24.6 %), with factor interaction at 23.2 %. The fluctuations of the 1000 grain weight factor were quite substantial, ranging from 38.28 g (*Sirs 57*) to 49.17 g (*Privada*). The lowest coefficient of variation was observed in the varieties *Kornet* (11.8 %) and *Privada* (13.1 %). The highest variability in the factor was noted in the *Sirs 57* variety (17.2 %). The *Kornet* and *Privada* varieties demonstrated the highest homeostaticity (4.1 and 3.7, respectively). The *Tornado* variety showed higher multiplicativity compared to others (1.14). The *Kornet*, *Bard*, *Tornado*, and *Privada* varieties, with an adaptability coefficient (AC) above 100 %, are considered potentially adaptive. According to the research results, the *Tornado* variety has the highest resistance to changing weather conditions, with low variability and high indicators of adaptability, homeostaticity and stability. The *Tornado*, *Privada*, *Tsekad 90*, *Bashkirskaya Korotkostebel'naya*, and *Sirs 57* varieties, which stood out for different traits, were selected for further use in the breeding process.

**Key words:** 1000 grain weight, stress resistance, plasticity, homeostaticity, adaptability, environmental conditions index.

**For citation:** Zobnina N. L. Elements of adaptability of winter triticale varieties according to the 1000 grain weight factor. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2024; 4(80): 47-53. (In Russ.). [https://doi.org/10.48012/1817-5457\\_2024\\_4\\_47-53](https://doi.org/10.48012/1817-5457_2024_4_47-53).

### Author:

**N. L. Zobnina**, Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0002-3177-4303>

Ural Research Institute of Agriculture – Branch of the Ural Federal Agrarian Research Centre of Ural Branch of RAS, 21 Glavnaya St., Ekaterinburg, Russia, 620061  
zobnina\_1968@mail.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the author declares that there is no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 25.06.2024; одобрена после рецензирования 18.09.2024; принята к публикации 26.11.2024.

The article was submitted 25.06.2024; approved after reviewing 18.09.2024; accepted for publication 26.11.2024.