

Т. А. Бабайцева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Е.Н. Полторыдядько, аспирант;

Е.В. Кузнецова, студент магистратуры,

*ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»
(426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11., тел.: 8(904)317-84-28, e-mail:*

taan62@mail.ru)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ ПО ЗИМОСТОЙКОСТИ

Зимостойкость является основным лимитирующим фактором при возделывании озимых зерновых культур в Среднем Предуралье. Возделываемые в регионе сорта озимой тритикале характеризуются недостаточной зимостойкостью. Поэтому при ведении селекционной работы необходима оценка исходного материала на устойчивость к неблагоприятным условиям перезимовки.

Цель исследований – оценка экологической пластичности и стабильности исходного материала озимой тритикале по зимостойкости. Исследования проведены на опытном поле Ижевской ГСХА в течение 2014-2016 гг. В коллекционном питомнике изучали 21 образец селекции отечественных и зарубежных научно-исследовательских учреждений. В годы исследований складывались контрастные условия для перезимовки, что позволило лучше оценить исходный материал. Средняя зимостойкость в опыте составила по годам от 2,5 до 4,1 балла при межсортном варьировании признака 12,1-25,5 %. Доминирующее влияние на изменчивость зимостойкости коллекционных образцов озимой тритикале оказывали фактор «условие» (42 %) и взаимодействие факторов «условие – сорт» (46 %).

Установлены значительные различия между коллекционными образцами по степени изменчивости зимостойкости, коэффициент вариации колебался от 6,9 до 48,9 %. Выделились сорта со слабой изменчивостью зимостойкости – Немчиновский 56, Трибун и селекционная линия 76/00 ($V = 6,9-9,4$ %). Наиболее высокой зимостойкостью (3,7-3,8 балла) обладали сорта Алтайская 5, Антей, Житница, Ижевская 2, Каскад и Консул, но было отмечено сильное варьирование признака по годам ($V = 24,9-34,3$ %).

Лучшую и стабильную зимостойкость в неблагоприятных условиях проявили Алтайская 4, Антей, Бард, Валентин, Зимогор, Немчиновский 56, Трибун, 76/00, 423/12, которые можно рекомендовать для селекционной работы на стабильную зимостойкость.

Ключевые слова: озимая тритикале, коллекционные образцы, условия перезимовки, зимостойкость, экологическая пластичность.

T.A. Babaytseva, Candidate of Agricultural Sciences, docent;
E.N. Poltorydyadko, post-graduate student;
E.V. Kuznetsova, student of magistracy,
FSBEE HE "Izhevsk State Agricultural Academy"
(426069, Izhevsk, Studencheskaya Str., 11; tel.: 8(904)317-84-28; e-mail:
taan62@mail.ru)

ECOLOGICAL ADAPTABILITY OF THE COLLECTION SAMPLES OF WINTER TRITICALE IN FROST TOLERANCE

Winter tolerance is one of the limiting factors that hinders winter grain crop cultivation in the Middle Pre-Urals. The winter triticale varieties cultivated in the region are characterized with insufficient winter tolerance. That's why it's necessary to estimate the initial material for resistance to unfavourable winter conditions before the breeding work. The purpose of the study is to evaluate ecological adaptability and stability of the initial material of winter triticale in winter. The researches were conducted on the experimental plot of the Izhevsky SAA during 2014-2016. The twenty-one samples developed by the domestic and foreign research institutions have been studied in the experimental plot. During the years of the experiment there were contrast wintering conditions that allowed estimating the initial material better. The average winter tolerance ranged from 2.5 to 4.1 points through the years at the varietal range of the trait 12.1-25.5%. The factor 'conditions' (42%) and the interaction of the factors 'conditions-variety' had a dominating effect on the changing ability of the winter triticale samples. There have been determined significant differences in winter tolerance variability among the collection samples, the coefficient of the variability ranged from 6.9% to 48.9%. The samples 'Nemchinovsky 56', 'Tribun' and the line '76/00' have shown the best result in winter tolerance with the least index of variability ($V = 6.9...9.4 \%$). The strongest winter tolerance (3.7-3.8 points) have been demonstrated by the varieties 'Altayskaya 5', 'Antey', 'Zhitnitsa', 'Izhevskaya 2', 'Kaskad' and 'Konsul', but the index has varied greatly through the years ($V = 24.9-34.3 \%$). The varieties 'Altayskaya 4', 'Antey', 'Bard', 'Valentin', 'Zimogor', 'Nemchinovsky 56', 'Tribun', the lines '76/00' and '423/12' have revealed the best and the most stable winter tolerance in the unfavourable conditions. They can be recommended for the breeding work as an initial material for stable winter tolerance.

Keywords: *winter triticale, collection samples, conditions of wintering, winter tolerance, ecological adaptability.*

Введение. Зимостойкость является основным лимитирующим фактором при возделывании озимых зерновых культур в Среднем Предуралье [1-5]. Исследования показывают, что устойчивость растений к стрессовым условиям, складывающимся в период перезимовки, возможно регулировать агротехническими методами. Но наиболее

надежным и экономически выгодным способом является возделывание зимостойких сортов. Поэтому первостепенное значение в селекционной работе с озимыми зерновыми культурами имеет поиск источников и доноров повышенной зимостойкости.

Озимая тритикале, обладая большим биологическим потенциалом, имеет ограниченное распространение в регионе, в первую очередь по причине отсутствия высоко адаптированных сортов. Созданный в Ижевской ГСХА сорт Ижевская 2 характеризуется стабильно высокой зимостойкостью даже в неблагоприятных условиях перезимовки [6-8]. Однако имея ряд недостатков, среди которых мелкое зерно, слабая устойчивость к полеганию, он мало востребован со стороны сельхозпроизводителей товарного зерна. В связи с этим возникает необходимость вести дальнейшую селекционную работу, успех которой будет зависеть от качества исходного материала.

Целью наших исследований была оценка экологической пластичности и стабильности исходного материала озимой тритикале по зимостойкости. В задачу исследований входило провести анализ зимостойкости коллекционных образцов, определить степень варьирования данного показателя и рассчитать экологическую пластичность.

Материалы и методы. Исследования проводили на опытном поле ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА в 2014-2016 гг. В коллекционном питомнике изучали 21 образец селекции отечественных и зарубежных научно-исследовательских учреждений (таблица 1).

Происхождение коллекционных образцов

Коллекционный образец	Происхождение
Корнет, Бард, Вокализ, Зимогор, Каскад, Консул, Легион, Трибун	ГНУ Донской зональный НИИСХ
Yanko	Польша
Ижевская 2, 423/12, 76/00	ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
Алтайская 4, Алтайская 5	ФГБНУ Алтайский НИИСХ, ООО Научно-производственная фирма «Золотой дождь»
Александр, Валентин, Житница	ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева
Антей, Немчиновский 56, 5400, 6418-145	ГНУ Московский НИИСХ «Немчиновка»

Опыт микрополевой, однофакторный. Площадь делянки – 2,0 м². Повторность четырехкратная. Размещение делянок систематическое, в четыре яруса. Посев ручной, с нормой высева 5 млн шт./га. Стандарт – Корнет.

Почва опытного участка – дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая. Обеспеченность почвы гумусом очень низкая (1,8-2,0 %), подвижным фосфором – очень

высокая (285-362 мг/кг почвы), обменным калием – высокая и очень высокая (153-280 мг/кг почвы). По степени кислотности почва близка к нейтральной и нейтральная (pH_{KCl} 5,75-6,30). По основным параметрам почва соответствовала биологическим требованиям озимой тритикале.

Анализ агрохимических свойств почвы опытных участков провели по общепринятым методикам [9]: обменная кислотность (pH_{KCl}) – потенциометрическим методом; гидролитическая кислотность (Нг) – по методу Каппена; сумма обменных оснований – по методу Каппена-Гильковица; гумус – по Тюрину. Учет зимостойкости в опыте осуществляли по 5-балльной шкале в соответствии с методикой ВИР [10]. Экологическую пластичность коллекционных образцов оценивали по методике, предложенной S. A. Eberhart, W.A. Russel, изложенной Ю.С. Ларионовым [11]. Степень изменчивости зимостойкости коллекционных образцов рассчитали методом вариационного анализа, долю влияния факторов – методом дисперсионного анализа по алгоритмам, изложенным Б. А. Доспеховым [12] с использованием программы «Microsoft Office Excel 2010».

Результаты. В годы исследований сложились неодинаковые условия для роста и развития озимой тритикале. Относительно благоприятными для перезимовки оказались условия осенне-зимнего периода 2013-2014 гг., индекс условий (I_j) равен 0,75 (таблица 2). Осень была солнечной, с достаточным количеством осадков – 78 % от среднееголетних данных. За период осенней вегетации растения озимой тритикале успели хорошо раскуститься. Дата прекращения осенней вегетации отмечена 30 сентября. Переходный период к зиме был продолжительным (59 сут.), довольно сухим и солнечным, с заморозками в ночные часы, что способствовало закаливанию растений. Зимний период характеризовался относительной стабильностью, температура воздуха была выше среднееголетних значений на 1,3–3,6 °С. Возобновление вегетации было отмечено 24 апреля. Такие условия обеспечили лучшую за анализируемые годы среднюю зимостойкость коллекционных образцов (4,1 балла).

2. Условия перезимовки и зимостойкость коллекционных образцов озимой тритикале

Показатель	Годы		
	2014	2015	2016
Дата прекращения осенней вегетации	30.09	02.10	03.10
Дата установления снежного покрова	27.11	1.11	06.11
Продолжительность бесснежного периода после прекращения осенней вегетации, сут.	59	31	35
Дата схода снежного покрова с полей	24.04	17.04	13.04
Продолжительность периода залегания снежного покрова, сут.	149	168	160
Высота снежного покрова к концу зимы, см	83	54	56
Дата возобновления весенней вегетации	26.04	20.04	19.04

Продолжительность периода «конец осенней вегетации – начало возобновления весенней вегетации», сут.	208	200	201
Индекс условий (Ij)	0,75	0,11	-0,86
Средняя зимостойкость коллекционных образцов, балл	4,1	3,4	2,5
Коэффициент вариации (V) зимостойкости, %	17,8	12,1	25,5

Осенне-зимний период вегетации озимой тритикале 2014-2015 гг. был менее благоприятным, но условия перезимовки характеризовались немногим выше уровня средних многолетних значений для региона ($I_j = 0,11$). Период от посева до кущения растений осенью 2014 г. проходил при теплой погоде, однако при недостаточном количестве осадков ($ГТК = 0,2$). Конец вегетации отмечен 2 октября. В текущем году продолжительность бесснежного периода после прекращения осенней вегетации составила 31 сут. Период характеризовался низкими среднесуточными температурами воздуха (отклонение от средних многолетних значений составило $-3,9\text{ }^{\circ}\text{C}$) при обильном количестве осадков (148 % от нормы). В этих условиях растения озимой тритикале слабо подготовились к перезимовке. В зимний период среднесуточная температура воздуха была выше среднемноголетних значений на $2,4\text{--}5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, высота снежного покрова соответствовала среднемноголетним значениям. Такие условия вызвали частичное выпревание растений, зимостойкость коллекционных образцов оказалась низкой – в среднем 3,4 балла

Осень 2015 г. была относительно благоприятной для вегетации озимой тритикале, но после прекращения осенней вегетации (3 октября) хмурая погода с часто выпадающими осадками препятствовала хорошему закаливанию растений и подготовке их к зиме. Продолжительность бесснежного периода была на уровне предыдущего года – 35 сут. Зимний период характеризовался теплой погодой, температура воздуха была выше среднемноголетних значений на $2,1\text{--}8,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Промерзание почвы было незначительным. Такие условия оказались неблагоприятными для перезимовки растений ($I_j = -0,86$) и вызвали сильное выпревание озимой тритикале. Зимостойкость образцов была низкой (в среднем 2,5 балла).

Несмотря на различия условий для перезимовки озимой тритикале за годы исследований, варьирование зимостойкости коллекционных образцов в целом по опыту было на уровне 12,1-25,5 %. Доминирующее влияние на изменчивость данного показателя оказывали фактор «условие» (41 %) и взаимодействие факторов «условие – сорт» (23 %). Это подтверждают и отмеченные существенные межсортовые различия варьирования зимостойкости (таблица 3).

3. Зимостойкость и параметры экологической пластичности коллекционных образцов озимой тритикале по зимостойкости

Образец	Зимостойкость, балл				Коэффициент		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Средняя	вариации (V), %	экологической пластичности (b_i)	стабильности (S^2d)
Корнет, ст.	4,1	3,5	1,6	3,1	42,6	1,60	0,1
Алтайская 5	4,0	3,4	2,5	3,3	22,9	0,95	0,2
Алтайская 4	5,0	3,9	2,6	3,8	31,3	1,46	0
Александр	4,0	3,8	2,3	3,4	27,6	1,14	0,1
Антей	4,8	3,3	3,1	3,7	24,9	0,93	0,5
Бард	4,0	3,8	2,8	3,5	18,2	0,80	0
Валентин	4,4	3,0	3,3	3,6	20,7	0,64	0,3
Вокализ	4,6	3,3	2,6	3,5	29,0	1,22	0,1
Житница	5,0	2,5	3,5	3,7	34,3	0,73	3,1
Зимогор	4,0	3,3	2,9	3,4	16,4	0,70	0
Ижевская 2	5,0	4,4	3,3	4,2	18,6	1,10	0
Каскад	4,6	3,9	2,6	3,7	27,4	1,25	0
Консул	5,0	4,4	2,0	3,8	41,8	1,93	0,2
Легион	3,0	3,5	1,3	2,6	44,4	1,23	1,3
Немчиновский 56	3,5	3,3	2,9	3,2	9,4	0,39	0
Yanko	3,8	2,8	1,4	2,7	45,2	1,48	0
Трибун	3,0	3,3	2,8	3,0	8,3	0,21	0,2
76/00	3,5	3,5	3,1	3,4	6,9	0,27	0,1
423/12	2,5	3,4	3,1	3,0	15,3	-0,33	0,3
5400	5,0	3,0	2,5	3,5	37,8	1,49	0,4
6418-145	4,3	3,4	1,4	3,0	48,9	1,82	0
HCP ₀₅	0,6	1,0	1,0	0,6	-	-	-

Коэффициент вариации является одним из показателей нормы реакции генотипа и характеризует его стабильность по определенному показателю [13]. В среднем по опыту за годы исследований наиболее высокой зимостойкостью (4,2 балла) обладал сорт Ижевская 2, а также сорта Алтайская 5, Антей, Житница, Каскад и Консул (3,7-3,8 балла). Однако данный показатель последних сортов сильно варьировал по годам ($V = 24,9-34,3\%$). Слабой изменчивостью зимостойкости отличались сорта Немчиновский 56 ($V = 9,4\%$), Трибун ($V = 8,3\%$) и селекционная линия 76/00 ($V = 6,9\%$). Названные образцы оказались наиболее стабильными по данному показателю, но их зимостойкость была на уровне стандартного сорта Корнет – 3,0-3,4 балла. Они же были и менее отзывчивы на изменение условий выращивания ($b_i = 0,21...0,39$), а, следовательно, наиболее пластичными по зимостойкости. Слабой отзывчивостью на изменение условий среды по данному показателю характеризовались также образцы Алтайская 4, Антей, Бард, Валентин, Житница, Зимогор, коэффициент экологической пластичности (b_i) данных

образцов не превысил 1,0 (0,64–0,95). Остальные образцы оказались более отзывчивы на изменение условий среды, их зимостойкость была сильнее подвержена изменчивости. Отрицательный коэффициент экологической пластичности образца 423/12 свидетельствует о том, что представленный образец в неблагоприятных условиях зимует лучше, чем в благоприятных. Так, в относительно благоприятных условиях перезимовки 2014 г. зимостойкость этого образца составила 2,5 балла (у стандарта Корнет – 4,1 балла), а в неблагоприятных условиях 2016 г. – 3,1 балла (у стандарта – 1,6 балла).

Расчет коэффициента стабильности показал, что преобладающее количество коллекционных образцов в годы проведения исследований проявили стабильную зимостойкость. К нестабильным можно отнести лишь образцы Житница и Легион, у которых коэффициент стабильности ($S^2d > 1$). Образец Житница имел лучшую зимостойкость в неблагоприятных условиях ($b_i = 0,75$), а Легион – в благоприятных ($b_i = 1,20$).

На основе проведенных исследований изучаемые коллекционные образцы по зимостойкости выделены в следующие группы:

- в неблагоприятных условиях зимуют лучше, чем в благоприятных ($b_i = -0,33$), стабильный ($S^2d = 0,3$) – 423/12;

- менее отзывчивы на условия перезимовки, незначительно меняют уровень зимостойкости в неблагоприятных условиях по сравнению с благоприятными ($b_i = 0,21–0,95$), стабильные ($S^2d = 0,0–0,5$) – Алтайская 4, Антей, Бард, Валентин, Зимогор, Немчиновский 56, Трибун, 76/00;

- более отзывчивы на условия перезимовки, показывают высокую зимостойкость в благоприятных условиях и значительно снижают ее уровень с неблагоприятных ($b_i = 1,10–1,93$), стабильные ($S^2d = 0,0–0,4$) – Корнет, Алтайская 5, Александр, Вокализ, Ижевская 2, Каскад, Консул, Yanko, 5400, 6418-145.

Выводы. Доминирующее влияние на изменчивость зимостойкости коллекционных образцов озимой тритикале оказывали фактор «условие» (42 %) и взаимодействие факторов «условие – сорт» (46 %).

Наиболее высокой зимостойкостью (3,7-3,8 балла) обладали сорта Алтайская 5, Антей, Житница, Ижевская 2, Каскад и Консул, но было отмечено сильное варьирование признака по годам ($V = 24,9-34,3$ %).

Лучшую и стабильную зимостойкость в неблагоприятных условиях проявили Алтайская 4, Антей, Бард, Валентин, Зимогор, Немчиновский 56, Трибун, 76/00, 423/12, которые можно рекомендовать для селекционной работы на стабильную зимостойкость.

Литература

1. Бабайцева, Т.А. Озимые культуры / Т.А. Бабайцева, О.С. Тихонова // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2006. – № 2 (8). – С. 33–37.
2. Палкин, В.П. Зимовка озимых хлебов в Предуралье / В. П. Палкин. – Ижевск: Изд-во УдГУ, 2000. – 215 с.
3. Тихонова, О.С. Приемы посева озимых зерновых культур в Среднем Предуралье: монография / О.С. Тихонова, И.Ш. Фатыхов, Т.А. Бабайцева; под науч. Ред. И.Ш. Фатыхова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – 270 с.
4. Фатыхов, И. Ш. Озимая рожь в Предуралье / И. Ш. Фатыхов. – Ижевск: Шеп, 1999. – 209 с.
5. Фатыхов, И.Ш. Формирование урожайности сортов озимой пшеницы в Среднем Предуралье: монография / И.Ш. Фатыхов, Т. А. Бабайцева, И. В. Перемечева; под науч. ред. И. Ш. Фатыхова.– Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. 2009. – 197 с.
6. Бабайцева, Т. А. Селекция озимой тритикале: итоги и перспективы / Т. А. Бабайцева // Наука, инновации и образование в современном АПК: материалы Международной научн.-практ. конф. (Ижевск, 11-14 февраля 2014 г.) В 3-х т. Т. 1. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – С. 79-84.
7. Гамберова, Т. В. Экологическая оценка сортов озимой тритикале / Т. В. Гамберова, Т. А. Бабайцева, А. М. Ленточкин // Аграрный вестник Урала. – 2014. – №12(130). – С. 6-8.
8. Коконов, С. И. Адаптивные свойства и качество сухого вещества сортообразцов озимой тритикале в условиях Среднего Предуралья / С.И. Коконов, М.С. Чумарев // Вестник Ижевской ГСХА. – 2017. – №1 (50). – С. 31-36.
9. Практикум по агрохимии : учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / В. В. Кидин [и др.] – М.: КолосС, 2008. – 599 с.
10. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале: метод. указания / А. Ф. Мережко [и др.]. – СПб., 1999. – 81 с.
11. Оценка экологической пластичности сортов сельскохозяйственных культур: учеб. пособие для студ. высших учебных зав. / Ю. С. Ларионов [и др.]. – Курган, 1993. – 34 с.
12. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
13. Дубинина, О.А. Адаптивный потенциал сортов озимой твердой пшеницы по признаку «масса 1000 зерен» / О.А. Дубинина, Н. Е. Самофалова, Н.Н. Вожжова // Зерновое хозяйство России. – 2016. – №6. – С. 3-11.

Literature

1. Babaytseva, T. A. Winter grain crops / T.A. Babaytseva, O.S. Tikhonova // Newsletter of the Izhevsk state agricultural academy. – 2006. – № 2 (8). – PP. 33–37.

2. Palkin, V.P. Wintering of winter bread in the Pre-Urals / V.P. Palkin. – Izhevsk: Publ. of UdSU, 2000. – 215 p.
3. Tikhonova, O.S. Seeding methods of winter crops in the Middle Pre-Urals: monograph / O.S. Tikhonova, I.Sh. Fatykhov, T.A. Babaytseva; edited by I.Sh. Fatykhov. – Izhevsk: FSBEI HE SAA, 2017. – 270 p.
4. Fatykhov, I.Sh. Winter rye in the Pre-Urals / I.Sh. Fatykhov. – Izhevsk: Shep, 1999. – 209 p.
5. Fatykhov I.Sh. Formation of yields of winter wheat varieties in the Middle Pre-Urals: monograph / I.Sh. Fatykhov, T.A. Babaytseva, I.V. Peremecheva; edited by I.Sh. Fatykhov; Izhevsk: FSBEI HE SAA, 2009. – 197 p.
6. Babaytseva, T. A. Breeding of winter triticales: results and prospects/ T.A. Babaytseva // Science, innovation and education in modern agro-industrial complex: materials of All-Russian Science-Practical Conference (Izhevsk, 11-14 February, 2014). In 3 V., V.1. – Izhevsk: FSBEI HEI Izhevsk SAA, 2014. – PP. 79-84.
7. Gambetova, T. V. Ecological evaluation of winter triticales varieties / T. V. Gambetova, T.A. Babaytseva, A.M. Lentochkin // Agricultural Newsletter of the Urals. – 2014. – №12(130). – PP. 6-8.
8. Kokonov, S.I. Adaptive properties and quality of dry matter of variety samples of triticales in the Middle Pre-Urals / S.I. Kokonov, M. S. Chumarev // Newsletter of the Izhevsk state agricultural academy. – 2017. – №1 (50). – PP. 31-36.
9. Workshop on agrochemistry: textbook for students of higher educational institutions / V.V. Kidin, [et al] – M.: KolosS, 2008. – 599 p.
10. Replenishment, preservation in a living form and study of the world collection of wheat, egllops and triticales: methodical recommendations / A.F. Merezko [et al]. – St.P., 1999. – 81 p.
11. Estimation of ecological adaptability of varieties of agricultural crops: textbook for students of higher educational institutions / Yu.S. Larionov [et al]. – Kurgan, 1993. – 34 p.
12. Dospekhov, B.A. Methodology of a field trial (with the basis of statistic processing of study results) / B.A. Dospekhov. – Publ., 5-th, ad., appr. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 p.
13. Dubinina, O. A. Adaptive potential of winter durum wheat varieties of winter hard wheat on the basis of ‘1000-kernels weight’/ O. A. Dubinina, N. E. Samofalova, N. N. Vozhzhova // Grain Economy of Russia. – 2016. – №6. – PP. 3-11.