

Адаптивность озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании Удмуртского ФИЦ УрО РАН

И. В. Торбина¹✉

¹ Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения наук Российской академии наук, Ижевск, Россия

✉ E-mail: torbinaiv@udman.ru

Аннотация. Цель работы – оценить адаптивность, пластичность и стабильность новых сортов озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании, выделить лучшие для почвенно-климатических условий Удмуртской Республики. В конкурсном сортоиспытании в 2017–2020 гг. испытывали 7 сортов озимой пшеницы. Посев провели в последней пятнадцатидневке августа. Норма высева – 6 млн всхожих зерен. Предшественник – сидеральный пар (клевер 2 г. п.). **Методы.** Адаптивность сортов определяли по методике А. В. Кильчевского и Л. В. Хотылевой (1985), пластичность – по S. A. Eberhart, W. A. Russell (1966). **Результаты.** В среднем за 2017–2018, 2020 гг. наибольшую урожайность (4,69–4,88 т/га) и общую адаптивную способность (ОАС, 4,10 и 1,98 т/га) имели сорта Италмас и 2.05/3. Более стабильными были сорта Любава и ДаУР ($\sigma^2_{САГ}$, 25,72 и 26,08). Сорта Италмас, А-683, 2.05/3 и Любава характеризовались высокой пластичностью и отзывчивостью на благоприятные условия ($b_i > 1$). Селекционной ценностью обладали сорта Италмас, ДаУР и 2.05/3 (СЦГ, 26,84–27,38). Сорта Италмас, 2.05/3 и А-683 были наиболее зимостойкими. Сорт ДаУР проявил большую устойчивость к выпреванию в условиях 2019 г., обеспечив перезимовку 24 % и превысив другие сорта на 9–19 % (НСР₀₅ частных различий – 7 %). Высокую устойчивость к полеганию в провокационных условиях показал стандарт Московская 39, среднеустойчивыми были сорта Италмас и 2.05/3. Наиболее высокое содержание клейковины (30,7 %) в зерне формировали сорта Московская 39 и 3.05/21, однако ее качество удовлетворительное (II группа). Хорошую клейковину I группы качества получили у сортов ДаУР и 2.05/3. Высокоотекловидное зерно во все годы изучения отметили у стандарта Московская 39. **Научная новизна.** Впервые в условиях Удмуртской Республики проведена хозяйственно-биологическая оценка новых сортов селекции Удмуртского ФИЦ УрО РАН в конкурсном сортоиспытании.

Ключевые слова: селекция, озимая пшеница, конкурсное сортоиспытание, общая адаптивная способность, стабильность, пластичность, зимостойкость, устойчивость к полеганию, качество зерна.

Для цитирования: Торбина И. В. Адаптивность озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании Удмуртского ФИЦ УрО РАН // Аграрный вестник Урала. 2022. № 07 (222). С. 36–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-36-48.

Дата поступления статьи: 29.04.2022, **дата рецензирования:** 23.05.2022, **дата принятия:** 27.05.2022.

Постановка проблемы (Introduction)

Пшеница – одна из наиболее ценных и распространенных зерновых культур. Так, в структуре мирового потребления сельскохозяйственной продукции доля основных продуктов растениеводства, куда включают зерновые и масличные культуры, составляет в среднем 72 %, причем среди зерновых преобладают кукуруза (51 %) и пшеница (33 %). Производство зерновых и зернобобовых культур в России возрастает, в 2000 г. оно составило 65,4 млн тонн, в 2018 г. – 113,3 млн тонн. Урожайность зерновых в России на протяжении последних лет также показывала уверенный рост (среднегодовой темп прироста в 2014–2018 гг. был 1,3%) до 25,4 ц/га, однако все еще отстает от урожайности в лидирующих на мировом рынке странах [1, с. 15; 2, с. 6].

Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации, принятая правительством до 2035 г. [3], отводит ключевую роль в обеспечении повышения урожайности зерновых и зернобобовых культур и устойчивости их к негативным воздействиям внешних факторов селекции и семеноводству. Отмечен существенный (30–70 %) вклад селекции в повышение урожайности за последние десятилетия в стране и увеличение ее роли по мере усиления негативных тенденций климатических изменений.

Вопросами получения сортов и гибридов с максимальной и устойчивой продуктивностью в условиях предполагаемого региона возделывания занимается адаптивная селекция. Основная ее задача – создание высокопродуктивных сортов, устойчивых

к биотическим и абиотическим факторам среды [4, с. 10]. Исследованиями, проведенными Yan-Lei Du [5] на 18 сортах яровой пшеницы разных периодов селекции (от местных до современных сортов), выявлено, что в засушливых условиях Китая взаимосвязь урожайности со стабильностью отрицательная. В то же время селекционеры получают урожайные сорта с оптимальной стабильностью [6, с. 14; 7; 8, с. 34]. Сочетание величины и качества урожая с их экологической устойчивостью возможно, когда реализацию хозяйственно ценных признаков обеспечивают разные, независимо наследуемые механизмы и адаптивные реакции [9, с. 34]. Главная особенность адаптивной селекции – оценка пластичности, стабильности и адаптивности генотипов в процессе селекции [9, с. 357; 10, с. 618]. Селекция на стабильность урожая озимых культур в широком диапазоне сред возможна при создании запаса экологической надежности по основным лимитирующим урожай факторам [11, с. 4; 12, с. 18]. Целенаправленную работу по созданию адаптированных генотипов сдерживает недостаток экспериментальных данных по влиянию погодных условий на селекционно значимые признаки [13, с. 21].

Цель работы – оценить адаптивность, пластичность и стабильность новых сортов озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании, выделить лучшие по основным лимитирующим хозяйственно-биологическим свойствам и качеству зерна, выявить перспективные для почвенно-климатических условий Удмуртской Республики.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследование проводилось в 2017–2020 гг. в Удмуртском НИИСХ (структурное подразделение УдмФИЦ УрО РАН). Объектом исследований являлись семь сортов озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании. Сорта получены методом гибридизации выделенных по хозяйственно ценным признакам сортов культуры. Стандартом был сорт Московская 39. Площадь делянки – 20–33 м², повторность четырехкратная, размещение делянок систематическое, во втором ярусе со смещением. Почва размещались в экспериментальном севообороте института. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, хорошо окультуренная, с нейтральной реакцией среды, с очень высоким содержанием фосфора, высоким содержанием калия. По гранулометрическому составу почва опытных участков является типичной для Удмуртской Республики. Предшественник – сидеральный пар (клевер 2 г. п.).

Зимний период 2016/2017 гг. характеризовался более продолжительным периодом залегания снежного покрова – 176 дней (почти 6 месяцев). Снег лег на промерзшую землю. Влагообеспеченность в период возобновления весенней вегетации, весеннего кущения, выхода в трубку и колошения была

благоприятной. Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) в мае составил 2,6, в июне – 2,9 при среднемноголетних величинах 1,1 и 1,2 соответственно. Период налива выдался слабозасушливым (ГТК июля – 1,0).

Условия зимовки 2017/2018 гг. были благоприятными. Температура почвы на глубине узла кущения держалась на уровне –3...–4 °С. Сход снега с поля отмечали в среднемноголетние сроки. Увлажнение почвы в мае и июне находилось на уровне среднемноголетнего (ГТК 1,2–1,3 и 1,1 соответственно). Налив зерна проходил в засушливых условиях, что ускорило отток пластических веществ в зерновку и созревание пшеницы.

Осенне-зимние условия 2018/2019 гг. характеризовались комплексом неблагоприятных метеорологических факторов. Избыточное увлажнение в сентябре (ГТК 1,7) привели к более интенсивному прорастанию склеротий гриба *Sclerotinia sclerotiorum* и осеннему поражению посевов. Снижение температуры воздуха до –15,7 °С в бесснежный период ноября ослабило озимую пшеницу. Зимне-ранневесенний период был теплее среднемноголетнего, за этот период выпало много осадков. Посевы озимой пшеницы массово подверглись выпреванию. В связи с низкой перезимовкой (5–30 %) опыты по конкурсному сортоиспытанию были списаны по акту.

Зима 2019/2020 гг. была теплой и многоснежной. Но благодаря тому, что снег в ноябре лег на стылую почву, температура почвы на глубине узла кущения держалась на уровне –3...–4 °С. В критический период водопотребления (выход в трубку – колошение) условия были засушливыми и сухими (ГТК мая –0,9, июня – 0,6). Июль характеризовался условиями избыточного увлажнения (ГТК 1,5), что привело к полеганию менее устойчивых сортов.

Закладку полевых опытов, наблюдения и учеты проводили согласно методике государственного сортоиспытания. Для оценки существенности различий по урожайности и перезимовке, взаимодействию сортов с условиями года проводили обработку данных методом двухфакторного дисперсионного анализа. Адаптивность сортов конкурсного питомника определяли по А. В. Кильчевскому и Л. В. Хотылевой [14, с. 1491–1498; 15]. Реакцию генотипа на улучшение условий среды определяли по величине коэффициента регрессии сорта на среду b_i по S. A. Eberhart, W. A. Russell в изложении В. З. Пакудина, Л. М. Лопатиной [16]. Показатель гомеостатичности рассчитывали по методике В. В. Хангильдина [17, С. 115] по формуле: $Hom = x_{cp.}^2 / \sigma(x_{cp. opt} - x_{cp. lim})^2$, где $x_{cp.}$ – обобщенная средняя величина признака; σ – среднее квадратическое отклонение; $x_{cp. opt}$ – среднее значение признака на оптимальном фоне; $x_{cp. lim}$ – среднее значение признака на лимитированном фоне.

Результаты (Results)

Дисперсионный анализ урожайности озимой пшеницы выявил высокую достоверность различий между эффектами сортов (генотипов), сред и взаимодействия (таблица 1). Выявлено, что основную долю влияния в общей дисперсии признака имела среда (82,4 %), в меньшей степени – сорт и взаимодействие сорта с условиями года (8,4 и 7,2 % соответственно).

Урожайность озимой пшеницы по годам приведена в таблице 2. Наибольшую урожайность в 2017 г. сформировали сорта Италмас, 2.05/3, 3.05/21 и ДаУР (4,43–4,70 т/га, НСР₀₅ 0,34 т/га), в 2018 г. – Италмас, А-683 и 2.05/3 (5,56–5,95 т/га, НСР₀₅ 0,44 т/га), в 2020 г. – стандарт Московская 39, Италмас и 2.05/3 (5,28–5,54 т/га, НСР₀₅ 0,62 т/га). Таким образом, во все три года исследований лучшими были Италмас и 2.05/3. Максимальный урожай в среднем за все годы исследований обеспечил сорт Италмас, минимальный – Любава.

Таблица 1
Результаты дисперсионного анализа урожайности (2017–2018, 2020 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Вклад факторов, %	F_{ϕ}	F_{05}
Общая	4199,0	83				
Сорта (А)	417,2	6	69,5	8,4	4,23	2,29
Год (В)	1360,0	2	680,0	82,4	41,35	3,18
Взаимодействия АВ	709,2	12	59,1	7,2	3,59	1,95
Остаток (ошибки)	1036,0	63	16,4	2,0		

Table 1
Yield analysis of variance results (2017–2018, 2020)

Dispersion	Sum of squares	Degrees of freedom	Medium square	The contribution of factors, %	F_{fact}	F_{05}
General	4199.0	83				
Varieties (A)	417.2	6	69.5	8.4	4.23	2.29
Year (B)	1360.0	2	680.0	82.4	41.35	3.18
Interactions AB	709.2	12	59.1	7.2	3.59	1.95
Remainder (errors)	1036.0	63	16.4	2.0		

Таблица 2
Урожайность озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании (2017–2018, 2020 гг.)

Генотип	2017 г.	2018 г.	2020 г.	Средняя
Московская 39 (ст.)	4,29	4,77	5,54	4,86
А-683	4,34	5,58	4,72	4,88
Италмас	4,70	5,95	5,28	5,31
2.05/3	4,43	5,56	5,30	5,10
3.05/21	4,49	5,44	4,14	4,69
ДаУР	4,66	5,47	4,44	4,86
Любава	3,98	5,01	4,79	4,59
НСР ₀₅	0,34	0,44	0,62	

Table 2
Yield of winter wheat in competitive variety testing (2017–2018, 2020)

Genotype	2017	2018	2020	Medium
Moskovskaya 39 (st.)	4.29	4.77	5.54	4.86
A-683	4.34	5.58	4.72	4.88
Italmas	4.70	5.95	5.28	5.31
2.05/3	4.43	5.56	5.30	5.10
3.05/21	4.49	5.44	4.14	4.69
DaUR	4.66	5.47	4.44	4.86
Lyubava	3.98	5.01	4.79	4.59
LSD ₀₅	0.34	0.44	0.62	

Параметры адаптивности и стабильности генотипов (2017–2018, 2020 гг.)

Генотип	Общая адаптивная способность (v_i)	Варианса специфической адаптивной способности (σ^2_{CACi})	Относительная стабильность (s_{gi})	Селекционная ценность (СЦГ)	Коэффициент регрессии (b_i)
Московская 39 (ст.)	-0,33	35,92	12,32	23,78	0,46
A-683	-0,19	40,36	13,02	22,43	1,26
Италмас	4,10	39,02	11,77	27,16	1,27
2.05/3	1,98	33,79	11,41	26,84	1,14
3.05/21	-2,08	44,95	14,30	19,09	0,98
ДаУР	-0,41	26,08	10,52	27,38	0,84
Любава	-3,07	25,72	11,05	24,87	1,04

Table 3

Parameters of adaptability and stability of genotypes (2017–2018, 2020)

Genotype	General adaptive capacity (v_i)	Variant specific adaptive capacity (σ^2_{CACi})	Relative stability (s_{gi})	Breeding value (Bv_i)	Regression coefficient (b_i)
<i>Moskovskaya 39 (st.)</i>	-0.33	35.92	12.32	23.78	0.46
<i>A-683</i>	-0.19	40.36	13.02	22.43	1.26
<i>Italmas</i>	4.10	39.02	11.77	27.16	1.27
<i>2.05/3</i>	1.98	33.79	11.41	26.84	1.14
<i>3.05/21</i>	-2.08	44.95	14.30	19.09	0.98
<i>DaUR</i>	-0.41	26.08	10.52	27.38	0.84
<i>Lyubava</i>	-3.07	25.72	11.05	24.87	1.04

Существенное отличие между урожайностью сортов в годы исследования позволило определить параметры их адаптивности. Анализ адаптивной способности и стабильности, проведенный по методу А. В. Кильчевского и Л. В. Хотылевой, показал, что наибольшую общую адаптивную способность имели наиболее урожайные сорта Италмас и 2.05/3 (ОАС, v_i 4,10 и 1,98 т/га соответственно, таблица 3). За годы исследований более стабильными были сорта Любава и ДаУР, варианса специфической адаптивной способности (σ^2_{CACi}) у них составила 25,72 и 26,08 соответственно.

Оценка реакции сортов, проведенная по S. A. Eberhart, W. A. Russell, выявила более пластичные и отзывчивые на благоприятные условия сорта – Италмас, А-683, 2.05/3 и Любава ($b_i > 1$). Сорта Московская 39, 3.05/21 и ДаУР показали себя лучше в менее благоприятных условиях ($b_i < 1$). Селекционная ценность сорта является показателем, сочетающим продуктивность и стабильность урожая. Среди изучаемых сортов более высокой селекционной ценностью по урожайности обладали сорта Италмас, ДаУР и 2.05/3 (СЦГ 26,84–27,38).

Изучаемые в конкурсном сортоиспытании сорта озимой пшеницы различались между собой по хозяйственно-биологическим признакам. Зимостойкость – хозяйственно-биологический признак,

чаще всего определяющий урожайность культуры в Среднем Предуралье [18, с. 32; 19, с. 45]. В настоящем исследовании также выявлена сильная положительная корреляционная зависимость ($r = 0,90$) между урожайностью и перезимовкой, существенная при уровне значимости 0,05%. Дисперсионный анализ зимостойкости, проведенный по данным четырех лет (2017–2020), установил значимое различие между генотипами (фактор А), условиями года (фактор В) и взаимодействием АВ (таблица 4).

В среднем за годы исследований выявлены наиболее зимостойкие сорта – Италмас, 2.05/3 и А-683 (перезимовка 69–71 %, таблица 5). Они превысили по данному показателю стандарт Московская 39 на 4–6 % при НСР₀₅ по фактору А 4 %.

Наиболее благоприятными условиями перезимовки характеризовался 2018 г. Существенно ниже перезимовка получена в 2020 г. (88 %), в 2017 г. (74 %) и особенно в 2019 г. (10 %). В 2019 г. в результате выпревания после схода снега большинство растений или погибло, или имело 1–2 живых центральных листа, 4–5 баллов по шкале В. К. Неофитовой [20, с. 4; 21, с. 8]. Наиболее адаптированным к неблагоприятным условиям 2019 г. оказался сорт ДаУР, обеспечив перезимовку 24 % и превысив все сорта на 9–19 % (НСР₀₅ частных различий – 7 %).

Таблица 4
Результаты дисперсионного анализа перезимовки (2017–2020 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Вклад факторов, %	F_{ϕ}	F_{05}
Общая	138 335,7	111				
Сорта (А)	711,1	6	118,5	0,18	4,43	3,71
Год (В)	131 634,1	2	65 817,0	99,77	2 460,11	3,09
Взаимодействия АВ	3 405,1	12	283,8	0,43	10,61	2,35
Остаток (ошибки)	2 327,6	87	26,8	0,04		

Table 4
Results of analysis of variance overwintering (2017–2020)

Dispersion	Sum of squares	Degrees of freedom	Medium square	The contribution of factors, %	F_{fact}	F_{05}
General	138 335.7	111				
Varieties (A)	711.1	6	118.5	0.18	4.43	3.71
Year (B)	131 634.1	2	65 817.0	99.77	2 460.11	3.09
Interactions AB	3405.1	12	283.8	0.43	10.61	2.35
Remainder (errors)	2327.6	87	26.8	0.04		

Таблица 5
Перезимовка сортов озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании, % (2017–2020 гг.)

Генотип	2017	2018	2019	2020	Среднее по фактору А, НСР ₀₅ по фактору А – 4%
Московская 39 (ст.)	70	99	6	88	65
А-683	78	98	15	90	70
Италмас	80	96	6	93	69
2.05/3	80	100	6	98	71
3.05/21	79	96	5	73	63
ДаУР	68	98	24	78	66
Любава	68	98	7	96	67
Среднее по фактору В	74	94	10	88	
НСР ₀₅ по фактору В – 3 %					
НСР ₀₅ частных различий – 7 %					

Table 5
Overwintering of winter wheat varieties in competitive variety testing, % (2017–2020)

Genotype	2017	2018	2019	2020	Average by factor A, LSD ₀₅ by factor A – 4 %
Moskovskaya 39 (st.)	70	99	6	88	65
A-683	78	98	15	90	70
Italmas	80	96	6	93	69
2.05/3	80	100	6	98	71
3.05/21	79	96	5	73	63
DaUR	68	98	24	78	66
Lyubava	68	98	7	96	67
Average by factor B	74	94	10	88	
LSD ₀₅ by factor B – 3 %					
LSD ₀₅ of private differences – 7 %					

В Удмуртии в связи с продолжительным зимним периодом (до 6 месяцев) и мощным снежным покровом (в среднем 50–60 см) ежегодно происходит выпревание озимых. Весной ослабленные выпреванием растения озимой пшеницы сильнее поражаются снежной плесенью и склеротиниозом, в

результате чего резко ухудшается их перезимовка. Урожайность озимых культур, подвергшихся выпреванию, значительно снижается. По данным филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Удмуртской Республике, за 2009–2020 гг. распространенность снежной плесени на посевах озимых зерновых культур

тур выше экономического порога вредоносности (20,6–48,3 %) была в 7 из 12 лет, развитие болезни составило 2,1–7,9 % [22, с. 221]. То есть почти каждый год в регионе можно ожидать существенного поражения озимых культур. В Татарстане за период 2001–2017 гг. также было выявлено ежегодное проявление снежной плесени, а эпифитотия наблюдалась в 8 из 17 сезонов [23, с. 29]. Поражение сортов снежной плесенью в конкурсном сортоиспытании наблюдали во все годы исследований. В 2018 г. распространенность болезни была незначительной (до 10 %). Данные за 2017 и 2020 гг. представлены в таблице 6.

В среднем за 2 года более значительная распространенность болезни отмечена по сортам ДаУР и 3.05/21 (35,0–36,9 %, на 25–26,9 % больше стандарта Московская 39, НСР₀₅ по фактору А – 14,7 %). Корреляционный анализ перезимовки с поражением снежной плесенью выявил среднюю отрицательную корреляцию ($r = -0,62$, существенно при уровне значимости 0,05 %). На Среднем Урале по результатам изучения озимой ржи в 2014–2019 гг. [24, с. 30] корреляция между данными хозяйственными признаками была тесной, достоверной ($r = -0,909 \dots -0,941$).

Важным показателем пригодности к механизированной уборке зерновых является устойчивость к полеганию. В 2020 г. сложились условия, прово-

цирующие полегание менее устойчивых сортов – в фазе восковой спелости неоднократно наблюдались ливневые дожди. Устойчивость ниже средней (4,0–4,5 балла) была отмечена у сортов А-683, 3.05/21, ДаУР и Любава. Среднюю устойчивость имели сорта Италмас и 2.05/3. Высокоустойчивым оказался стандарт Московская 39. Одним из главных факторов повышения устойчивости к полеганию зерновых является снижение высоты растений. В среднем за 2 года (2018 и 2020 гг.) наименьшая высота растений была отмечена у стандарта Московская 39 и 3.05/21, она составила 95 см. Остальные сорта превысили стандарт на 8–12 см (таблица 7).

Качество зерна является важным критерием товарной ценности пшеницы. Наиболее высокое содержание клейковины формировали стандарт Московская 39 и сорт 3.05/21 (28,6–33,5 и 28,1–33,6 % соответственно, средняя – 30,7 %), варибельность данного показателя низкая ($V = 8 \dots 9$ %, таблица 8). В среднем за три года сорта А-683, Италмас, ДаУР и Любава показали массовую долю клейковины 27,1–27,8 % при средней степени варибельности ($V = 11 \dots 14$ %). Наиболее стабильным по показателю гомеостатичности по В. В. Хангильдину являлся сорт Московская 39, затем в порядке убывания следовали сорта 3.05/21, ДаУР, 2.05/3, А-683, Италмас и Любава.

Таблица 6
Распространенность снежной плесени на озимой пшенице в конкурсном сортоиспытании (2017, 2020 гг.)

Генотип (фактор А)	2017 г.	2020 г.	Среднее по фактору А, НСР ₀₅ по фактору А – 14,7 %
Московская 39 (ст.)	15,0	5,0	10,0
А-683	17,5	3,8	10,6
Италмас	20,0	8,8	14,4
2.05/3	30,0	7,5	18,8
3.05/21	13,8	60,0	36,9
ДаУР	22,5	47,5	35,0
Любава	7,5	3,8	5,6
НСР ₀₅ частных различий – 20,6 %			

Table 6
The prevalence of snow mold on winter wheat in competitive variety testing (2017, 2020)

Genotype (factor A)	2017	2020	Average by factor A, LSD ₀₅ by factor A – 14.7 %
Moskovskaya 39 (st.)	15.0	5.0	10.0
A-683	17.5	3.8	10.6
Italmas	20.0	8.8	14.4
2.05/3	30.0	7.5	18.8
3.05/21	13.8	60.0	36.9
DaUR	22.5	47.5	35.0
Lyubava	7.5	3.8	5.6
LSD ₀₅ of private differences – 20.6 %			

Таблица 7

Устойчивость к полеганию и высота растений озимой пшеницы в конкурсном сортоиспытании (2017–2018, 2020 гг.)

Агротехнологии

Генотип	Устойчивость к полеганию, балл				V, %	Высота растений, см			V, %
	2017 г.	2018 г.	2020 г.	Среднее		2018 г.	2020 г.	Среднее	
Московская 39 (ст.)	8,0	9,0	7,0	8,0	13	96	94	95	1
A-683	8,0	7,0	4,0	6,3	33	106	107	107	1
Италмас	7,0	8,0	6,0	7,0	14	100	108	104	5
2.05/3	7,0	8,0	5,3	6,8	20	102	107	105	3
3.05/21	8,0	8,0	4,0	6,7	35	97	92	95	4
ДаУР	8,0	9,0	4,5	7,2	33	102	104	103	1
Любава	6,0	5,0	4,5	5,2	15	112	98	105	9

Table 7
Lodging resistance and plant height of winter wheat in competitive variety testing (2017–2018, 2020)

Genotype	Lodging resistance, score				V, %	Plant height, cm			V, %
	2017	2018	2020	Average		2018	2020	Average	
Moskovskaya 39 (st.)	8.0	9.0	7.0	8.0	13	96	94	95	1
A-683	8.0	7.0	4.0	6.3	33	106	107	107	1
Italmas	7.0	8.0	6.0	7.0	14	100	108	104	5
2.05/3	7.0	8.0	5.3	6.8	20	102	107	105	3
3.05/21	8.0	8.0	4.0	6.7	35	97	92	95	4
DaUR	8.0	9.0	4.5	7.2	33	102	104	103	1
Lyubava	6.0	5.0	4.5	5.2	15	112	98	105	9

Таблица 8
Содержание клейковины в зерне и его стабильность у сортов конкурсного сортоиспытания (2017–2018, 2020 гг.)

Сорт	Содержание клейковины в зерне, %			Среднее, %	Коэффициент вариации (V), %	Показатель гомеостатичности (Hom)
	2017	2018	2020			
Московская 39 (ст.)	30,0	33,5	28,6	30,7	8	76
A-683	25,0	30,8	25,6	27,1	12	40
Италмас	29,0	31,0	23,8	27,9	13	29
2.05/3	22,5	27,0	27,8	25,8	11	44
3.05/21	30,4	33,6	28,1	30,7	9	62
ДаУР	24,4	29,8	29,3	27,8	11	48
Любава	25,8	32,3	25,2	27,8	14	28

Table 8
The content of gluten in the grain and its stability in varieties of competitive variety trials (2017–2018, 2020)

Variety	The content of gluten in the grain, %			Average, %	The coefficient of variation (V), %	Homeostatic index (Hom)
	2017	2018	2020			
Moskovskaya 39 (st.)	30,0	33,5	28,6	30,7	8	76
A-683	25,0	30,8	25,6	27,1	12	40
Italmas	29,0	31,0	23,8	27,9	13	29
2.05/3	22,5	27,0	27,8	25,8	11	44
3.05/21	30,4	33,6	28,1	30,7	9	62
DaUR	24,4	29,8	29,3	27,8	11	48
Lyubava	25,8	32,3	25,2	27,8	14	28

Таблица 9

Во все годы исследований хорошую клейковину I группы качества получили у сортов ДаУР и 2.05/3 (таблица 9). У сортов Московская 39 и 3.05/21 качество клейковины было II группы, удовлетворительное, но стабильное (V = 4 %).

Согласно ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия», во все годы исследований сорта конкурсного сортоиспытания формировали высоконаатурное зерно – 753,8–800,3 г/л. В среднем данный показатель был наибольшим у сорта 3.05/21 – 795,3 г/л.

Качество клейковины в зерне и его вариабельность у сортов конкурсного сортоиспытания
(2017–2018, 2020 гг.)

Сорт	Показание ИДК, ед.			Среднее, %	V, %	Группа клейковины		
	2017	2018	2020			2017	2018	2020
Московская 39 (ст.)	84,1	80	78,3	80,8	4	II	II	II
A-683	65,6	83	72,1	73,6	12	I	II	I
Италмас	100,6	90	78,7	89,8	12	II	II	II
2.05/3	74,7	70	75,0	73,2	4	I	I	I
3.05/21	86,9	82	81,5	83,5	4	II	II	II
ДаУР	55,4	74	74,0	67,8	16	I	I	I
Любава	96,3	87	72,3	85,2	14	II	II	I

Table 9
The quality of gluten in grain and its variability in varieties of competitive variety testing
(2017–2018, 2020)

Variety	Indication GSG, units			Average, %	V, %	Gluten group		
	2017	2018	2020			2017	2018	2020
Moskovskaya 39 (st.)	84.1	80	78.3	80.8	4	II	II	II
A-683	65.6	83	72.1	73.6	12	I	II	I
Italmas	100.6	90	78.7	89.8	12	II	II	II
2.05/3	74.7	70	75.0	73.2	4	I	I	I
3.05/21	86.9	82	81.5	83.5	4	II	II	II
DaUR	55.4	74	74.0	67.8	16	I	I	I
Lyubava	96.3	87	72.3	85.2	14	II	II	I

Таблица 10
Стекловидность зерна и его стабильность у сортов конкурсного сортоиспытания (2018, 2020 гг.)

Сорт	Стекловидность, %		Среднее, %	V, %
	2018	2020		
Московская39 (ст.)	82	71	77	10
A-683	72	24	48	71
Италмас	28	15	22	43
2.05/3	68	18	43	82
3.05/21	68	59	64	10
ДаУР	42	53	48	16
Любава	10	3	7	76

Table 10
Glassiness of grain and its stability in varieties of competitive variety testing (2018, 2020)

Variety	Glassiness, %		Average, %	V, %
	2018	2020		
Moskovskaya 39 (st.)	82	71	77	10
A-683	72	24	48	71
Italmas	28	15	22	43
2.05/3	68	18	43	82
3.05/21	68	59	64	10
DaUR	42	53	48	16
Lyubava	10	3	7	76

Стекловидность зерна служит косвенным показателем его мукомольных и хлебопекарных качеств. Снижение стекловидности ухудшает качество хлеба. Стекловидность зависит от сорта, характера складывающихся погодных условий [25]. Согласно ГОСТ 9353-2016, для краснозерной озимой пшеницы к первому, второму классу может быть от-

несено зерно со стекловидностью не менее 60 %, к третьему – не менее 40 %. В среднем за 2018 и 2020 гг. зерно с высокой стекловидностью (77 и 64 %) сформировали сорта Московская 39 и 3.05/21 (таблица 10). Стекловидность зерна сортов ДаУР, А-683, 2.05/3 составила 43–48 %, что соответствует третьему классу, а других сортов – четвертому

классу (ниже 40 %). Зависимость стекловидности зерна от условий возделывания была средней у сортов Московская 39, 3.05/21 и ДаУР, сильной – у остальных сортов.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

За годы изучения (2017–2020) условия перезимовки озимой пшеницы значительно колебались от 10 % в 2019 г. до 94 % в 2018 г. Гибель озимой пшеницы была обусловлена выпреванием культуры. Наиболее адаптированным к выпреванию оказался сорт ДаУР, обеспечив перезимовку 24 % и превысив все сорта на 9–19 % (НСР₀₅ частных различий – 7 %).

Наибольшую урожайность в среднем за 2017/2018 и 2020 гг. сформировали сорта Италмас (4,69 т/га) и 2.05/3 (4,88 т/га), они же обладали наибольшей адаптивной способностью (ОАС). Наилучшее сочетание продуктивности и стабильности (селекционную ценность по урожайности) имели сорт Италмас, внесенный в Госреестр селекционных достижений, сорт ДаУР, переданный на го-

сударственное сортоиспытание в 2020 г., и 2.05/3. Пластичностью и отзывчивостью на благоприятные условия обладали сорта Италмас, А-683, 2.05/3 и Любава ($b_i > 1$). Адаптивные свойства сортов Италмас и 2.05/3 были обусловлены повышенной зимостойкостью.

Согласно ГОСТ 9353-2016 «Пшеница. Технические условия», сорта озимой пшеницы формировали зерно третьего (Московская 39, 3.05/21, ДаУР, А-683, 2.05/3) и четвертого класса (Италмас, Любава).

Оценка полегаемости в провокационных условиях выявила высокоустойчивый сорт Московская 39. Среднеустойчивыми были сорта Италмас и 2.05/3.

Таким образом, в дальнейшей селекционной работе с озимой пшеницей большее внимание необходимо уделить качеству зерна (стекловидность, содержание клейковины и ее качество, стабильность данных свойств), методикам косвенной оценки устойчивости к полеганию.

Библиографический список

1. Исследование передовой российской и зарубежной практики в области повышения производительности труда в сфере производства зерновых культур. Декабрь 2019 [Электронный ресурс]. URL: https://производительность.рф/documents/151/%D0%98%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%83%D1%80%D1%8B_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2_%D0%A0_i7Z3NIN.PDF (дата обращения: 04.04.2022).
2. Петров Л. К. Оценка урожайности, экологической стабильности и пластичности сортов озимой пшеницы в условиях Нижегородской области // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 3. С. 6–9. DOI: 10.31857/S2500262720030023.
3. Долгосрочная стратегия развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/560974985#656010> (дата обращения: 04.04.2022).
4. Евдокимов М. Г., Белан И. А., Юсов В. С., Ковтуненко А. Н., Росеева Л. П. Адаптивный потенциал сортов пшеницы (озимой, яровой мягкой и яровой твердой) селекции Омского аграрного научного центра // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 10. С. 9–15.
5. Yan-Lei D., Yue X., Ting C., Anten N.P.R., Weiner J., Xinmao L., Turner N. C., Yi-Min Z., Feng-Min L. Yield components, reproductive allometry and the tradeoff between grain yield and yield stability in dryland spring wheat [e-resource] // Field Crops Research. 2020. Vol. 257. Article number 107930. DOI: 10.1016/j.fcr.2020.107930. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429020312144> (date of reference: 15.04.2022).
6. Owusu G. A., Nyadanu D., Owusu-Mensah P., Adu Amoah R., Amisah S., Danso F. C. Determining the effect of genotype × environment interactions on grain yield and stability of hybrid maize cultivars under multiple environments in Ghana [e-resource] // Ecological Genetics and Genomics. 2018. Vol. 9. Pp. 7–15. DOI: 10.1016/j.egg.2018.07.002. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405985418300028> (date of reference: 15.04.2022).
7. Ahakpaz F., Abdi H., Neyestani E., Hesami A., Mohammadi B., Mahmoudi K. N., Abedi-Asl G., Noshabadi M. R. J., Ahakpaz F., Alipour H. Genotype-by-environment interaction analysis for grain yield of barley genotypes under dryland conditions and the role of monthly rainfall [e-resource] // Agricultural Water Management. 2021. Vol. 245. Article number 106665. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106665. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377420322095> (date of reference: 15.04.2022).
8. Тороп А. А., Чайкин В. В., Тороп Е. А., Кузьменко С. А. Практическое использование в селекции озимой ржи способов, позволяющих сочетать в сорте высокую урожайность и адаптивность к условиям среды // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 3. С. 33–35.
9. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Экологическая селекция растений. Минск: Тэхналогія, 1997. 372 с.

10. Рыбась И. А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур [Электронный ресурс] // Сельскохозяйственная биология. 2016. № 5. С. 617–626. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-adaptivnosti-v-selektcii-zernovyh-kultur> (дата обращения: 06.04.2022).
11. Грабовец А. И., Фоменко М. А.. Стабильность урожаев в широком диапазоне сред – основной параметр при селекции озимой пшеницы // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 5. С. 3–7. DOI: 10.31857/S2500262720050014.
12. Васильев А. А., Дергилева Т. Т., Дергилев В. П. Оценка адаптивного потенциала белорусских сортов картофеля в условиях Челябинской области // Аграрный вестник Урала. 2021. № 4 (207). С. 17–23. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-207-04-17-23.
13. Рожмина Т. А., Жученко А. А. мл., Рожмина Н. Ю., Киселева Т. С., Герасимова Е. Г. Новые источники селекционно-значимых признаков льна, адаптированные к условиям Центрального Нечерноземья // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 8. С. 20–55. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10808.
14. Кильчевский А. В., Хотылева Л. В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды Сообщение 2. Числовой пример и обсуждение // Генетика. 1985. Т. XXI. № 9. С. 1491–1498.
15. Литвинова М. К., Мешков А. В., Пустовалова С. В. Методическое пособие для выполнения учебных занятий и самостоятельной работы по селекции овощных культур по теме «Адаптивный подход к семеноводству». Мичуринск: Издательство Мичуринского государственного аграрного университета, 2005. 19 с.
16. Пакудин В. З., Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 4. С. 109–113.
17. Хангильдин В. В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. Москва, 1978. С. 111–116.
18. Озимые зерновые культуры в Удмуртской Республике: монография / Н. Г. Туктарова, А. Г. Курылева, С. С. Жирных, И. В. Торбина. Ижевск: ООО ПКФ «Буква», 2017. 124 с.
19. Торбина И. В., Фардеева И. Р. Адаптивность коллекционных образцов озимой пшеницы к условиям Среднего // Вестник Казанского ГАУ. 2021. № 2 (62). С. 43–49.
20. Торбина И. В., Фардеева И. Р. Озимая пшеница селекции Удмуртского НИИСХ УдмФИЦ УрО РАН в конкурсном сортоиспытании // Известия ТСХА. 2020. № 3. С. 5–16. DOI: 10.26897/0021-342X-2020-3-5-16.
21. Шешегова Т. К. Создание исходного материала для селекции озимой ржи на устойчивость к выпреванию в Северо-Восточной части Нечерноземной зоны России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Санкт-Петербург, 1993. 19 с.
22. Курылева А. Г., Курылев М. В., Фатыхов И. Ш. Мониторинг распространения основных болезней озимых зерновых культур в Удмуртской Республике // Интеллектуальный вклад тюркоязычных ученых в современную науку: материалы Международной научной конференции, посвященной 30-летию Татарского общественного центра Удмуртии. Ижевск, 2021. С. 324–327.
23. Фитосанитарный мониторинг наиболее вредоносных болезней озимой ржи в Республике Татарстан / М. Л. Пономарева, С. Н. Пономарев, Г. С. Маннапова, Л. В. Илалова // Вестник КрасГАУ. 2019. № 9 (150). С. 27–34.
24. Потапова Г. Н., Галимов К. А., Зобнина Н. Л. Продуктивность и адаптивность сортов озимой ржи на Среднем Урале // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 10. С. 28–33. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11004.
25. Коваленко С. А., Кадушкина В. П., Бирюкова О. В. Стекловидность зерна яровой твердой пшеницы в условиях севера Ростовской области [Электронный ресурс] // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 1 (37). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/steklovidnost-zerna-yarovoy-tverdoy-pshenitsy-v-usloviyah-severa-rostovskoy-oblasti> (дата обращения: 25.03.2022).

Об авторе:

Ирина Валерьевна Торбина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0002-9314-0605, AuthorID 624199; +7 950 178-98-34, torbinaiv@udman.ru

¹ Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения наук Российской академии наук, Ижевск, Россия

Adaptability of winter wheat in the competitive variety testing of the Udmurt FRC of the UB RAS

I. V. Torbina¹✉

¹ Udmurt Federal Research Center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk, Russia

✉ E-mail: torbinaiv@udman.ru

Агротехнологии

Abstract. The work purpose is to evaluate the adaptability, plasticity and stability of new varieties of winter wheat in competitive variety testing, to identify the best ones for the soil and climatic conditions of the Udmurt Republic. In 2017–2020, seven varieties of winter wheat participated in competitive variety testing. Sowing was carried out in the last five days of August. The seeding rate is 6 million germinating grains. Predecessor was green manure fallow (clover 2 year of use). The adaptability of varieties was determined by the method of A. V. Kilchevsky and L. V. Khotyleva (1985), plasticity according to S. A. Eberhart, W. A. Russell (1966), analysis of variance and coefficient of variation according to B. A. Dospikhov (1985). On average for 2017–2018, 2020, the varieties Italmas and 2.05/3 had the highest yield (4.69–4.88 t/ha) and overall adaptive capacity (4.10 and 1.98 t/ha). The varieties Lyubava and DaUR were more stable (σ^2_{CAC} 25,72 and 26,08). Varieties Italmas, A-683, 2.05/3 and Lyubava were characterized by high plasticity and responsiveness to favorable conditions ($b_i > 1$). The varieties Italmas, DaUR and 2.05/3 had breeding value (breeding value of the genotype was 26.84–27.38). Varieties Italmas, 2.05/3 and A-683 were the most winter-hardy. Variety DaUR showed greater resistance to damping-off under the conditions of 2019, providing overwintering by 24 % and exceeding other varieties by 9–19 % (the least significant difference (95 %) of private differences is 7 %). Standard Moskovskaya 39 showed high resistance to lodging under provocative conditions, varieties Italmas and 2.05/3 were moderately resistant. Varieties Moskovskaya 39 and 3.05/21 formed the highest gluten content in grain (30.7 %), but its quality is satisfactory (Group II). Good gluten of the I quality group was obtained from varieties DaUR and 2.05/3. High-glassy grain in all years of study was noted in the Moskovskaya 39 standard.

Keywords: general adaptive capacity and plasticity of yield, resistance to snow mold.

For citation: Torbina I. V. Adaptivnost' ozimoy pshenitsy v konkursnom sortoispytanii Udmurtskogo FITs UrO RAN [Adaptability of winter wheat in the competitive variety testing of the Udmurt FRC of the UB RAS] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2022. No. 07 (222). Pp. 36–48. DOI: 10.32417/1997-4868-2022-222-07-36-48. (In Russian.)

Date of paper submission: 29.04.2022, **date of review:** 23.05.2022, **date of acceptance:** 27.05.2022.

References

1. Issledovaniye peredovoy rossyskoy i zarubezhnoy praktiki v oblasti povysheniya proizvoditel'nosti truda v sfere proizvodstva zernovykh kul'tur. Dekabr' 2019 [Study of the best Russian and foreign practices in the area of increasing labor productivity in the field of grain production. December 2019] [e-resource]. URL: https://производительность.pdf/documents/151/%D0%98%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%83%D1%80%D1%8B_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2_%D0%A0_i7Z3NIN.PDF (date of reference: 04.04.2022). (In Russian.)
2. Petrov L. K. Otsenka urozhaynosti, ekologicheskoy stabil'nosti i plastichnosti sortov ozimoy pshenitsy v usloviyakh Nizhegorodskoy oblasti [Evaluation of yield, ecological stability and plasticity of winter wheat varieties in the conditions of the Nizhny Novgorod region] // Russian Agricultural Sciences. 2020. No. 3. Pp. 6–9. DOI: 10.31857/S2500262720030023. (In Russian.)
3. Dolgosrochnaya strategiya razvitiya zernovogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii do 2035 goda [Long-term strategy for the development of the grain complex of the Russian Federation until 2035] [e-resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/560974985#6560IO> (date of reference: 04.04.2022). (In Russian.)
4. Evdokimov M. G., Belan I. A., Yusov V. S., Kovtunenkov A. N., Roseeva L. P. Adaptivnyy potentsial sortov pshenitsy (ozimoy, yarovoy myagkoy i yarovoy tverdoy) selektsii Omskogo agrarnogo nauchnogo tsentra [Adaptive potential of wheat varieties (winter, spring soft and spring durum) of bred at the Omsk Agrarian Research Center Achievements of Science and Technology of AIC] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2020. Vol. 34. No. 10. Pp. 9–15. (In Russian.)

5. Yan-Lei D., Yue X., Ting C., Anten N.P.R., Weiner J., Xinmao L., Turner N. C., Yi-Min Z., Feng-Min L. Yield components, reproductive allometry and the tradeoff between grain yield and yield stability in dryland spring wheat [e-resource] // *Field Crops Research*. 2020. Vol. 257. Article number 107930. DOI: 10.1016/j.fcr.2020.107930. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429020312144> (date of reference: 15.04.2022).
6. Owusu G. A., Nyadanu D., Owusu-Mensah P., Adu Amoah R., Amissah S., Danso F. C. Determining the effect of genotype \times environment interactions on grain yield and stability of hybrid maize cultivars under multiple environments in Ghana [e-resource] // *Ecological Genetics and Genomics*. 2018. Vol. 9. Pp. 7–15. DOI: 10.1016/j.egg.2018.07.002. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405985418300028> (date of reference: 15.04.2022).
7. Ahakpaz F., Abdi H., Neyestani E., Hesami A., Mohammadi B., Mahmoudi K. N., Abedi-Asl G., Noshabadi M. R. J., Ahakpaz F., Alipour H. Genotype-by-environment interaction analysis for grain yield of barley genotypes under dryland conditions and the role of monthly rainfall [e-resource] // *Agricultural Water Management*. 2021. Vol. 245. Article number 106665. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106665. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377420322095> (date of reference: 15.04.2022).
8. Torop A. A., Tchaykin V. V., Torop E. A., Kuz'menko S. A. Prakticheskoye ispol'zovaniye v selektsii ozimoy rzhi sposobov, pozvolyayushchikh sochetat' v sorte vysokuyu urozhaynost' i adaptivnost' k usloviyam sredy [Practical use in winter rye breeding of methods that allow combining high yield and adaptability to environmental conditions in a variety] // *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2020. Vol. 34. No. 3. Pp. 33–35. (In Russian.)
9. Kil'chevskiy A. V., Khotyleva L. V. Ekologicheskaya selektsiya rasteniy [Ecological plant breeding]. Minsk: Teknalogia, 1997. 372 p. (In Russian.)
10. Rybas' I. A. Povysheniye adaptivnosti v selektsii zernovykh kul'tur [e-resource] [Increasing adaptability in crop breeding] // *Agricultural Biology*. 2016. No. 5. Pp. 617–626. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-adaptivnosti-v-selektsii-zernovykh-kul'tur> (date of reference: 06.04.2022). (In Russian.)
11. Grabovets A. I., Phomenko M. A. Stabil'nost' urozhayev v shirokom diapazone sred – osnovnoy parametr pri selektsii ozimoy pshenitsy [Yield stability in a wide range of environments is the main parameter in winter wheat breeding] // *Russian Agricultural Sciences*. 2020. No. 5. Pp. 3–7. DOI: 10.31857/S2500262720050014. (In Russian.)
12. Vasil'ev A. A., Dergileva T. T., Dergilev V. P. Otsenka adaptivnogo potentsiala belorusskikh sortov kartofelya v usloviyakh Chelyabinskoy oblasti [Assessment of the adaptive potential of Belarusian potato varieties in the Chelyabinsk region conditions] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021. No. 4 (207). Pp. 17–23. (In Russian.)
13. Rozhmina T. A., Zhuchenko A. A. jr., Rozhmina N. Yu., Kiseleva T. S., Gerasimova E. G. Novyye istochniki selektsionno-znachimyykh priznakov l'na, adaptirovannyye k usloviyam Tserntral'nogo Nechernozem'ya [New sources of selection-significant traits of flax, adapted to the conditions of the Central Non-Black Earth Region] // *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2020. Vol. 34. No. 8. Pp. 20–55. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10808. (In Russian.)
14. Kil'chevskiy A. V., Khotyleva L. V. Metod otsenki adaptivnoy sposobnosti i stabil'nosti genotipov, differentsiruyushchey sposobnosti sredy. Soobshcheniye 2. Chislovoy primer i obsuzhdeniye [Method for assessing the adaptive ability and stability of genotypes, the differentiating ability of the environment. Message 2. Numerical example and discussion] // *Genetika*. 1985. Vol. XXI. No. 9. Pp. 1491–1498. (In Russian.)
15. Litvinova M. K., Mechkov A. V., Pustovalova S. V. Metodicheskoye posobiye dlya vypolneniya uchebnykh zanyatiy i samostoyatel'noy raboty po selektsii ovoshchnykh kul'tur po teme “Adaptivnyy podkhod k semenovodstvu” [Guideline for the implementation of training sessions and independent work on the vegetable crops selection on the topic “Adaptive approach to seed production”]. Michurinsk: Izdatel'stvo Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2005. 19 p. (In Russian.)
16. Pakudin V. Z., Lopatina L. M. Otsenka ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Assessment of ecological plasticity and stability of crop varieties] // *Agricultural Biology*. 1984. No. 4. Pp. 109–113. (In Russian.)
17. Khangil'din V. V. O printsipakh modelirovaniya sortov intensivnogo tipa [On the principles of modeling varieties of intensive type / Genetics of quantitative traits of agricultural plants] // *Genetika kolichestvennykh priznakov sel'skokhozyaystvennykh rasteniy*. Moscow, 1978. Pp. 111–116. (In Russian.)
18. Tuktarova N. G., Kuryleva A. G., Zhirnykh S. S., Torbina I. V. Ozimyye zernovyye kul'tury v Udmurtskoy Respublike: monografiya [Winter grain crops in the Udmurt Republic: monograph]. Izhevsk: OOO PKF “Bukva”, 2017. 124 p. (In Russian.)
19. Torbina I. V., Fardeeva I. R. Adaptivnost' kollektzionnykh obraztsov ozimoy pshenitsy k usloviyam Srednego Predural'ya [Adaptability of collection samples of winter wheat to the conditions of the Middle Cis-Urals] // *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2021. No. 2 (62). Pp. 43–49. (In Russian.)

20. Torbina I. V., Fardeeva I. R. Ozimaya pshenitsa selektsii Udmurtskogo NIISKh UdmFITS UrO RAN v konkursnom sortoispytanii [Winter wheat of the selection of the Udmurt Research Agricultural Institute of the UdmFRC UB RAS in competitive variety testing] // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy, 2020. No. 3. Pp. 5–16. DOI: 10.26897/0021-342X-2020-3-5-16. (In Russian.)
21. Sheshegova T. K. Sozdaniye iskhodnogo materiala dlya selektsii ozimoy rzhi na ustoychivost' k vyprevaniyu v Severo-Vostochnoy chasti Nechernozemnoy zony Rossii: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk [Creation of initial material for selection of winter rye for resistance to damping-out in the North-Eastern part of the Non-Chernozem zone of Russia: abstract of the dissertation ... candidate of agricultural sciences]. Saint Petersburg, 1993. 19 p. (In Russian.)
22. Kuryleva A. G., Kurylev M. V., Phatyhov I. Sh. Monitoring rasprostraneniya osnovnykh bolezney ozimyykh zernovykh kul'tur v Udmurtskoy Respublike [Monitoring the spread of the main diseases of winter crops in the Udmurt Republic] // Intellektual'nyy vklad tyurkoyazychnykh uchenykh v sovremennuyu nauku: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, posvyashchenoy 30-letiyu Tatarskogo obshchestvennogo tsentra Udmurtii. Izhevsk, 2021. Pp. 324–327. (In Russian.)
23. Ponomareva M. L., Ponomarev S. N., Mannapova G. S., Ilalova L. V. Fitosanitarnyy monitoring naiboleye vredonosnykh bolezney ozimoy rzhi v Respublike Tatarstan [Phytosanitary monitoring of the most harmful diseases of winter rye in the Republic of Tatarstan] // Bulletin of KrasGAU. 2019. No. 9 (150). Pp. 27–34. (In Russian.)
24. Potapova G. N., Galimov K. A., Zobnina N. L. Produktivnost' i adaptivnost' sortov ozimoy rzhi na Srednem Urale [Productivity and adaptability of winter rye varieties in the Middle Urals] // Achievements of Science and Technology of AIC. 2020. Vol. 34. No. 10. Pp. 28–33. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11004. (In Russian.)
25. Kovalenko S. A., Kaduchkina V. P., Birukova O. V. Steklovidnost' zerna yarovoy tverдой pshenitsy v usloviyakh severa Rostovskoy oblasti [e-resource] [Vitreousness of grain of spring durum wheat in the conditions of the north of the Rostov region] // Legumes and Groat Crops. 2021. No. 1 (37). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/steklovidnost-zerna-yarovoy-tverдой-pshenitsy-v-usloviyah-severa-rostovskoy-oblasti> (date of reference: 25.03.2022). (In Russian.)

Author's information:

Irina V. Torbina, candidate of agricultural sciences, senior researcher, ORCID 0000-0002-9314-0605, AuthorID 624199; +7 950 178-98-34, torbinaiv@udman.ru

¹ Udmurt Federal Research Center of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences, Izhevsk, Russia