

СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

УДК 633.111.3:631.524.7

DOI: 10.31367/2079-8725-2024-93-4-5-11

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОЙ ШАРОЗЕРНОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM SPHAEROCOCCUM PERCIVAL*) ПО УРОЖАЙНОСТИ И ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ЗЕРНА

Данил Ф. Асхадуллин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы, trulik@ya.ru, ORCID ID: 0000-0002-2601-6735;

Дамир Ф. Асхадуллин, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-2717-7178;

Н. З. Василова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-1135-486x;

И. И. Хусаинова, научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-0369-6221;

Г. Р. Гайфуллина, научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-0942-8321;

М. Р. Тазутдинова, научный сотрудник лаборатории селекции яровой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-4753-7644;

Е. С. Кириллова, научный сотрудник отдела аналитических исследований ORCID ID: 0000-0003-2006-5525;

А. Р. Хайруллина, научный сотрудник отдела аналитических исследований ORCID ID: 0000-0002-3207-566X;

Р. Х. Идиатова, научный сотрудник отдела аналитических исследований ORCID ID: 0000-0002-5328-6941;

Г. Р. Саубанова, младший научный сотрудник отдела аналитических исследований ORCID ID: 0000-0002-2896-9855;

А. А. Аскарова, младший научный сотрудник отдела аналитических исследований ORCID ID: 0000-0003-0364-9780

Татарский НИИСХ – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, 420059, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, д. 48

Проведена оценка перспективных линий яровой пшеницы вида *Triticum sphaerococcum* (пшеница шарозерная, *T.sph*) в 2022–2023 гг. в конкурсном сортоиспытании в условиях Татарстана в сравнении с сортом шарозерной пшеницы Сакара и сортом мягкой пшеницы Йолдыз (стандарт Госсортокмиссии). Перспективные линии уступают по урожайности стандартному сорту яровой мягкой пшеницы Йолдыз на 23–31 %. Урожайность этих линий в 2022 г. достоверно не отличалась от урожайности сорта шарозерной пшеницы Сакара и составила 3,27–3,89 т/га. В 2023 г. достоверно выше по сравнению с сортом Сакара была урожайность у линии Sh-359-11-8-2 – на 0,56 т/га и линии Sh-15-15-28 – на 0,31 т/га. Созданные линии *T.sph* имеют высокое содержание белка и клейковины в зерне. Содержание белка в зерне составило в среднем от 16,2 (у линии Sh-15-15-13) до 19,2 % (у линии Sh-15-15-12), содержание клейковины – от 30,2 (у линии Sh-15-15-13) до 33,5 % (у линии Sh-15-15-28), что соответствует нормам сильной пшеницы. Линии *T.sph* имеют высокую натуру зерна – 805–813 г/л, что достоверно выше, чем у сорта Сакара. У линии Sh-359-11-8-2 масса 1000 зерен составляет 35,8 г, что на уровне сорта мягкой пшеницы Йолдыз, другие линии уступают по массе 1000 зерен сорту Йолдыз на 3,7–11,6 г. Максимальную выравненность зерна имеет линия Sh-15-15-28 – 95,9 %, что достоверно выше, чем у сорта Йолдыз и Сакара, на 10,4 и 12,6 % соответственно. Линии *T.sph* существенно различаются по реологическим свойствам теста. Сила муки варьировала от 95 е.а. у линии Sh-15-15-12 до 300 е.а. у линии Sh-359-11-8-2, степень разжижения теста – от 26 е.ф. у линии Sh-359-11-8-2 до 113 е.ф. у линии Sh-15-15-13. По показателям содержания белка и клейковины, разжижения и упругости теста, отношения P/L линия Sh-359-11-8-2 соответствует классификационным нормам отличного улучшителя. Общая хлебопекарная оценка линий *T.sph* составила 4,25–4,74 балла, выпекаемый хлеб имеет хорошее качество.

Ключевые слова: *Triticum sphaerococcum*, урожайность, качество, селекционная линия, реология.

Для цитирования: Асхадуллин Данил Ф., Асхадуллин Дамир Ф., Василова Н. З., Хусаинова И. И., Гайфуллина Г. Р., Тазутдинова М. Р., Кириллова Е. С., Хайруллина А. Р., Идиатова Р. Х., Саубанова Г. Р., Аскарова А. А. Характеристика перспективных линий яровой шарозерной пшеницы (*Triticum sphaerococcum Percival*) по урожайности и показателям качества зерна // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 4. С. 5–11. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-93-4-5-11.



CHARACTERISTICS OF PROMISING LINES OF SPRING SPHAEROCOCCUM WHEAT (*TRITICUM SPHAEROCOCCUM* PERCIVAL) ACCORDING TO PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY INDICATORS

Danil F. Askhadullin, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for spring wheat breeding, trulik@ya.ru, ORCID ID: 0000-0002-2601-6735;

Damir F. Askhadullin, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for spring wheat breeding, ORCID ID: 0000-0002-2717-7178;

N. Z. Vasilova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for spring wheat breeding, ORCID ID: 0000-0003-1135-486x;

I. I. Khusainova, researcher of the laboratory for spring wheat breeding, ORCID ID: 0000-0002-0369-6221;

G. R. Gaifullina, researcher of the laboratory for spring wheat breeding, ORCID ID: 0000-0003-0942-8321;

M. R. Tazutdinova, researcher of the laboratory for spring wheat breeding, ORCID ID: 0000-0002-4753-7644;

E. S. Kirillova, researcher of the analytical research department, ORCID ID: 0000-0003-2006-5525;

A. R. Khairullina, researcher of the analytical research department, ORCID ID: 0000-0002-3207-566X;

R. Kh. Idiatova, researcher of the analytical research department, ORCID ID: 0000-0002-5328-6941;

G. R. Saubanova, junior researcher of the analytical research department, ORCID ID: 0000-0002-2896-9855;

A. A. Askarova, junior researcher of the analytical research department, ORCID ID: 0000-0003-0364-9780

Tatarsky Research Institute of Agriculture, separate structural unit of the FRC KazRC of RAS, 420059, Kazan, Orenburgsky Trakt Str., 48

There has been carried out an estimation of promising spring wheat lines of the species *Triticum sphaerococcum* (sphaerococcum wheat, *T.sph*) in a competitive variety testing in Tatarstan in 2022–2023, in comparison with the sphaerococcum wheat variety 'Sakara' and the common wheat variety 'Yoldyz' (standard of the State Variety Commission). Productivity of the promising lines was inferior to the standard spring common wheat variety 'Yoldyz' by 23–31 %. The productivity of these lines in 2022 did not differ significantly from the sphaerococcum wheat variety 'Sakara' and amounted to 3.27...3.89 t/ha. In 2023, productivity of the lines 'Sh-359-11-8-2' and 'Sh-15-15-28' was significantly higher compared to the variety 'Sakara' by 0.56 t/ha and by 0.31 t/ha, respectively. The developed lines *T.sph* have a high protein and gluten percentage in grain. The protein percentage in grain averaged from 16.2 % for the line 'Sh-15-15-13' to 19.2 % for the line 'Sh-15-15-12', gluten percentage in grain ranged from 30.2 % for the line 'Sh-15-15-13' to 33.5 % for the line 'Sh-15-15-28', which corresponds to the standards of "strong wheat". The lines *T.sph* have a large grain size of 805–813 g/l, which is significantly higher than that of the variety 'Sakara'. The line 'Sh-359-11-8-2' has 1000-grain weight of 35.8 g, at the level of the common wheat variety 'Yoldyz', other lines are inferior in 1000-grain weight to the variety 'Yoldyz' by 3.7...11.6 g. The line 'Sh-15-15-28' has the maximum grain uniformity of 95.9 %, which is significantly higher than that of the varieties 'Yoldyz' and 'Sakara' by 10.4 and 12.6 %, respectively. The lines *T.sph* differ significantly according to the rheological properties of the dough. The flour strength varied from 95 u.a. of the line 'Sh-15-15-12' to 300 u.a. of the line 'Sh-359-11-8-2', the degree of dough dilution was from 26 u.f. of the line 'Sh-359-11-8-2' to 113 u.f. of the line 'Sh-15-15-13'. According to protein and gluten percentage, dough dilution and resilience, and P/L ratio, the line 'Sh-359-11-8-2' meets the classification standards of "excellent improver." The general baking assessment for the lines *T.sph* was 4.25–4.74 points, and the baked bread was of good quality.

Keywords: *Triticum sphaerococcum*, productivity, quality, breeding line, rheology.

Введение. Шарозерная пшеница (син. Индийская карликовая пшеница) *Triticum sphaerococcum* Perc. – гексаплоидный вид пшеницы, имеющий легкообрушаемые зерновки сферической формы, плотный непонижающийся колос, короткую соломинку, что обусловлено плейотропным эффектом единственного гена *s1*. Шарозерная пшеница считается древнейшей злаковой культурой. Последним крупным очагом возделывания шарозерной пшеницы был полуостров Индостан, для которого эта пшеница является эндемиком, но к 2011 г. группой исследователей из Японии и Индии (Mori et al., 2013) был обнаружен лишь единичный посев в индийском штате Карнатака. Сегодня это реликтовая культура в данном регионе.

Отличительной особенностью шарозерной пшеницы является превосходное качество зерна и муки (Gupta et al., 2021, Askhadullin et al., 2021).

Широкой селекционной работой с видом *T. sphaerococcum* в России и за рубежом занимается малое число научных учреждений из-за сложности селекционного улучшения и внедрения в производство. Наибольших успехов достигли селекционеры Национального центра зерна имени П. П. Лукьяненко (Краснодар), создавшие серию сортов озимой шарозерной пшеницы на основе шарозерного рекомбинантного мутанта (Беспалова и др., 2015). В Татарском НИИСХ также ведется широкая селекционная работа с яровой шарозерной пшеницей, при этом при создании сортов используют эндемичные для Индостана образцы вида *T. sphaerococcum*. Создан сорт яровой шарозерной пшеницы Сакара и перспективные линии, обладающие положительными чертами вида. Целью нашего исследования являлась оценка перспективных линий яровой шарозерной пшеницы по урожайности и показателям ка-

чества зерна в сравнении с сортом мягкой пшеницы Йолдыз и сортом шарозерной пшеницы Сакара.

Материалы и методы исследований.

Полевые испытания линий яровой шарозерной пшеницы (*Triticum sphaerococcum* Perc.) проводили в 2022–2023 гг. в границах землепользования ТатНИИСХ, расположенного в Лаишевском районе Республики Татарстан. Почвы серые лесные средне гумусированные слабокислые – нейтральные, содержание подвижных форм фосфора высокое – очень высокое, калия повышенное – среднее, щелочногидролизированного азота – высокое.

Объектами исследования были перспективные линии конкурсного сортоиспытания яровой шарозерной пшеницы, созданные в ТатНИИСХ. В качестве стандартов использовали сорта яровой шарозерной пшеницы Сакара и яровой мягкой пшеницы Йолдыз (стандарт Госсортокмиссии в Республике Татарстан). Конкурсное сортоиспытание было заложено в четырехкратной повторности, размещение вариантов систематическое с шахматным расположением повторений. Площадь учетной деланки 20 м².

Особенностью метеоусловий в период вегетации 2022 г. были пониженные температуры и обилие осадков в мае (ГТК = 3,31), неравномерные дожди в течение лета, а также малое количество солнечных дней в июне и начале июля; в 2023 г. отмечались ливневые дожди

в первой декаде мая: после посева и до появления всходов выпало 60 мм осадков при норме 12 мм, ГТК в июне составил 0,14, выпало лишь 7 мм осадков, что составило 11,3 % от нормы, далее условия вегетации складывались по значениям, близким к среднепогодным.

Анализ качества зерна и муки проводили в лаборатории аналитических исследований ТатНИИСХ. Оценку содержания белка в зерне – по ГОСТ 10846-91, количество и качество клейковины – по ГОСТ 54478-2011; технологическую оценку – по ГОСТ 10840-2017, ГОСТ 10987-76, ГОСТ 30483-97; водопоглощение и реологические свойства теста – по ГОСТ ISO 5530-1-2013, ГОСТ Р 51415-99 (ISO 5530-4-91); выравненность зерна – ситовым анализом по величине остатков на ситах 2,2+2,5 мм согласно методическим указаниям ОГУ (Волошин, 2019); пробную лабораторную выпечку – по ГОСТ 27669-88; балльную оценку качества хлеба – по методическим рекомендациям ОрелГТУ (Корячкина и др., 2010).

Статистическую обработку результатов провели в программе Excel на основании Методики полевого опыта (Доспехов, 2014).

Результаты и их обсуждение. Превосходство мягкой пшеницы по продуктивности над шарозерной показано в ряде работ (Романов и др., 2023; Gaikwad et al., 2023). Нами также не получено линий шарозерной пшеницы, которые достигают урожайности стандартного сорта мягкой пшеницы Йолдыз (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность линий и сортов пшеницы в сортоиспытании
Table 1. Productivity of wheat lines and varieties in the variety testing

Образец	2022 г		2023 г		Средняя, т/га	– к Йолдыз,%
	т/га	+/- к Сакара	т/га	+/- к Сакара		
T. sphaerococcum						
Sh-358-11-7-2	3,86	0,07	2,13	-0,46	3,00	-31
Sh-359-11-8-2	3,27	-0,52	3,15	0,56	3,21	-27
Sh-15-15-12	3,89	0,10	2,49	-0,10	3,19	-27
Sh-15-15-13	3,76	-0,03	2,60	0,01	3,18	-27
Sh-15-15-28	3,85	0,06	2,90	0,31	3,38	-23
Сакара	3,79	–	2,59	–	3,19	-27
T. aestivum						
Йолдыз	4,75	0,96	3,98	1,39	4,37	–
НСР ₀₅	–	0,69	–	0,25	–	

Урожайность перспективных линий шарозерной пшеницы по средним значениям за 2022–2023 гг. была на 23–31 % ниже, чем сорта Йолдыз. По результатам испытания в 2022 г. все представленные линии шарозерной пшеницы имели урожайность, достоверно не отличающуюся от урожайности сорта шарозерной пшеницы Сакара, минимальная урожайность отмечалась у линии Sh-359-11-8-2 – 3,27 т/га,

максимальная – у линии Sh-15-15-12 – 3,89 т/га. В 2023 г. достоверно превзошли по урожайности сорт Сакара линия Sh-359-11-8-2 – на 0,56 т/га и линия Sh-15-15-28 – на 0,31 т/га.

Так как основным преимуществом шарозерных пшениц является высокое качество зерна, созданные линии были проанализированы по показателям качества зерна и муки (табл. 2).

Таблица 2. Качество зерна линий и сортов пшеницы (2022–2023 гг.)
Table 2. Grain quality of wheat lines and varieties (2022–2023)

Линия/сорт	Содержание белка, %	Содержание сырой клейковины, %	Качество клейковины, ИДК-1, е.п.	
			2022 г.	2023 г.
Sh-358-11-7-2	16,9	31,6	91	85
Sh-359-11-8-2	17,9	33,4	87	67

Продолжение табл. 2

Линия/сорт	Содержание белка, %	Содержание сырой клейковины, %	Качество клейковины, ИДК-1, е.п.	
			2022 г.	2023 г.
Sh-15-15-12	19,2	30,4	101	81
Sh-15-15-13	16,2	30,2	96	68
Sh-15-15-28	16,3	33,5	89	76
Сакара	17,2	33,2	73	61
Йолдыз	13,5	22,8	93	67
НСП ₀₅	2,5	6,1	—	—

Среднее содержание белка было от 16,2 % у линии Sh-15-15-13 до 19,2 % у линии Sh-15-15-12, что достоверно выше, чем у сорта мягкой пшеницы Йолдыз, на 2,8–5,7 %. Среднее содержание сырой клейковины в зерне – от 30,2 % у линии Sh-15-15-13 до 33,4 % у линии Sh-359-11-8-2, что достоверно выше, чем у сорта мягкой пшеницы Йолдыз, на 7,4–0,6 %. По содержанию белка и клейковины в зерне все линии шарозерной пшеницы достоверно не отличаются от сорта Сакара и соответствуют

по хлебопекарным качествам на основе классификационных норм Госсорткомиссии хорошему и отличному улучшителю. Клейковина по качеству на основании значений ИДК (ГОСТ 54478-2011) у линий Sh-358-11-7-2 и Sh-15-15-12 характеризовалась как удовлетворительно слабая в оба года изучения (ИДК более 78).

Натура и стекловидность зерна являются важными показателями, предъявляемыми к качеству зерна (табл. 3).

Таблица 3. Характеристика технологических свойств зерна линий и сортов пшеницы
Table 3. Characteristics of technological grain properties of wheat lines and varieties

Линия/сорт	Натура, г/л	Общая стекловидность, %	Масса 1000 зерен, г	Выравненность, %
Sh-358-11-7-2	813	72	26,2	74,8
Sh-359-11-8-2	811	57	35,8	94,9
Sh-15-15-12	811	58	34,1	94,2
Sh-15-15-13	807	58	34,1	95,0
Sh-15-15-28	805	60	32,2	95,9
Сакара	796	58	27,0	85,5
Йолдыз	802	62	37,8	83,3
НСП ₀₅	9	6	3,4	9,3

Линии шарозерной пшеницы высоконаатурные (805–813 г/л) и не уступают по этому показателю сорту мягкой пшеницы Йолдыз. Достоверно выше, чем у сорта Сакара, натура зерна у всех линий шарозерной пшеницы – от 9 до 17 г/л. У линий Sh-358-11-7-2 и Sh-15-15-28 стекловидность более 60 % и соответствует классификационным нормам Госсорткомиссии сильной пшеницы; у первой из них стекловидность зерна составила 72 %, что достоверно выше, чем у сорта Йолдыз. Мелкозерность, присущая виду *T. Sphaerococcum*, сохраняется у большинства линий, только у линии Sh-359-11-8-2 мас-

са 1000 зерен составила 35,8 г, что достоверно не отличается от показателей сорта Йолдыз. Масса 1000 зерен перспективных линий шарозерной пшеницы, кроме линии Sh-358-11-7-2, достоверно выше, чем у сорта Сакара, на 5,2–8,8 г. Выравненность зерна линий Sh-359-11-8-2, Sh-15-15-13, Sh-15-15-28 достоверно выше, чем у сорта Йолдыз и Сакара, и составила соответственно 94,9, 95,0 и 95,9 %.

Классическими стандартными приборами для выявления реологических свойств теста являются альвеограф и фаринограф. Показания альвеографа приведены в таблице 4.

Таблица 4. Реологические свойства теста на альвеографе линий и сортов пшеницы (2022–2023 гг.)
Table 4. Rheological properties of dough made of wheat lines and varieties on the alveograph (2022–2023)

Образец	Энергия деформации теста, е.а.	Упругость теста (P), мм	Растяжимость теста (L), мм	Отношение P/L
Sh-358-11-7-2	191	73	86	0,84
Sh-359-11-8-2	300	109	76	1,50
Sh-15-15-12	95	50	83	0,62
Sh-15-15-13	132	54	96	0,56
Sh-15-15-28	105	56	75	0,76
Сакара	329	109	64	1,74
Йолдыз	197	89	66	1,41
НСП ₀₅	83	39	45	0,91

У перспективных линий шарозерной пшеницы средние показатели альвеографа изменялись в следующих пределах: энергия деформации теста (сила муки) – 95–300 е.а., упругость теста – 50–109 мм, отношения P/L – 0,56–1,50, то есть имели сильные различия, при этом только линия Sh-359-11-8-2 из всех представленных образцов по хлебопекарным качествам по всем показателям альвеографа соответствует сильной пшенице. У образца Sh-15-15-12 значения показателей силы муки и упругости теста соответствуют слабой пшенице. Низкое хлебопекарное качество по показателям альвеографа

отдельных образцов шарозерной пшеницы согласуется с данными Adhikari S. с соавт., которые изучили 34 образца *T. sphaerococcum* национального генного банка Индии и установили существенную вариабельность показателей качества зерна, кроме того, SDS-седиментация составила 24–38 мл, что характерно для удовлетворительной по качеству пшеницы (Adhikari et al., 2023).

Фаринограф регистрирует изменение консистенции теста в процессе плавного замеса при постоянной температуре, данные прибора приведены в таблице 5.

Таблица 5. Реологические свойства теста на фаринографе линий и сортов пшеницы (2022–2023 гг.)

Table 5. Rheological properties of dough made of wheat lines and varieties on the farinograph (2022–2023)

Образец	ВПС, %	Время образования теста, мин	Устойчивость теста, мин	Степень разжижения теста, е.ф.	Валориметрическая оценка, е.в.
Sh-358-11-7-2	59,1	3,6	6,4	65	54
Sh-359-11-8-2	60,3	4,9	16,4	26	65
Sh-15-15-12	57,1	2,2	2,7	109	43
Sh-15-15-13	57,6	2,3	3,3	113	20
Sh-15-15-28	60,4	2,7	2,8	95	48
Сакара	58,3	2,2	более 20	24	61
Йолдыз	57,7	1,5	3,8	81	46
НСР ₀₅	1,5	–	7,5	42	21

Оценка реологических свойств теста, проводимая на фаринографе, имеет важное значение не только в оценке хлебопекарных свойств муки, но и целевого ее использования. Наибольшим водопоглощением муки (ВПС) характеризовались линии Sh-359-11-8-2 (60,3 %) и Sh-15-15-28 (60,4 %), у которых оно достоверно выше, чем у сорта мягкой пшеницы Йолдыз. Степень разжижения теста у линии Sh-359-11-8-2 составила 16,4 мин, что достоверно выше, чем у других линий шарозерной и сортов мягкой пшеницы, однако по обобщающему показателю «валориметрическая оценка» линия Sh-359-11-8-2 соответствует по хлебопекарным качествам только ценной пшенице (65 е.в.). На основании класси-

фикации силы муки по фаринографу (Don and Bock, 2022) линию Sh-358-11-7-2 целесообразно использовать для изготовления лепешек типа чапати и питы, кроме того, данная линия белозерная, что наиболее предпочтительно для изготовления чапати. Линию Sh-15-15-12 использовать для изготовления лапши, линию Sh-359-11-8-2 – для всех видов хлеба и макарон.

Определение хлебопекарных свойств муки путем пробной лабораторной выпечки по ГОСТ 27669-88 показало, что все изученные образцы по объемному выходу хлеба, несмотря на существенные различия в реологических свойствах теста, соответствуют по ГОСТ 34702-2020 сильной пшенице (табл. 6).

Таблица 6. Хлебопекарная оценка линий и сортов пшеницы (2022–2023 гг.)

Table 6. Baking assessment of wheat lines and varieties (2022–2023)

Образец	Объемный выход хлеба, см ³ /100 г муки	Общая хлебопекарная оценка, балл	Формоустойчивость, балл	Вкус хлеба, балл	Пористость, балл	Внешний вид, балл
Sh-358-11-7-2	539	4,74	0,67	5,0	4,9	4,7
Sh-359-11-8-2	558	4,67	0,65	5,0	4,5	4,4
Sh-15-15-12	533	4,25	0,55	4,5	4,0	3,9
Sh-15-15-13	545	4,52	0,65	4,5	4,5	4,6
Sh-15-15-28	581	4,61	0,64	4,7	4,6	4,3
Сакара	510	4,59	0,73	5,0	4,6	4,6
Йолдыз	512	4,49	0,69	4,7	4,7	4,4
sd*	24	0,16	0,05	0,2	0,3	0,3

Примечание. *sd – стандартное отклонение.

Лучшей общей хлебопекарной оценкой характеризуется линия Sh-358-11-7-2, у которой отмечаются хорошие органолептические ха-

рактеристики хлеба (вкус хлеба – 5,0 балла, пористость – 4,9 балла, внешний вид – 4,7 балла) и формоустойчивость – 0,67 балла. Наибольший

выход хлеба отмечался у линии Sh-15-15-28 – 581 г/л, что выше, чем у сорта Сакара и сорта Йолдыз, на 71 и 69 см³/100 г муки соответственно. Из зерна всех линий шарозерной пшеницы можно выпекать хлеб хорошего качества.

Выводы. Перспективные линии шарозерной пшеницы уступают по урожайности стандартному сорту яровой мягкой пшеницы Йолдыз на 23–31 %. Линии шарозерной пшеницы имеют высокое содержание белка в зерне – 16,2–19,2 % и клейковины – 30,2–33,5 %, что достоверно не отличается от сорта Сакара и выше, чем у сорта Йолдыз, на 2,8–5,7 % и 7,4–10,6 % соответственно. Зерно линий шарозерной пшеницы имеет высокую натуру

(805–813 г/л) при невысокой массе 1000 зерен – от 26,2 г у линии Sh-358-11-7-2 до 35,8 г у линии Sh-359-11-8-2. Линии шарозерной пшеницы существенно различаются по реологическим свойствам теста: сила муки – от 95 е.а. у линии Sh-15-15-12 до 300 е.а. у линии Sh-359-11-8-2, степень разжижения теста – от 26 е.ф. у линии Sh-359-11-8-2 до 113 е.ф. у линии Sh-15-15-13.

Финансирование. Работа выполнена в рамках проекта «Создание селекционно-ценных генотипов яровой шарозерной пшеницы» и Государственного задания Татарского НИИСХ – обособленного структурного подразделения ФИЦ КазНЦ РАН.

Библиографические ссылки

1. Беспалова Л. А., Боровик А. Н., Колесников Ф. А., Мирошниченко Т. Ю. Этапы и результаты селекции шарозерной пшеницы (*T. sphaerococcum* Perc.) в Краснодарском НИИСХ им. П. П. Лукьяненко (Часть 1) // Зерновое хозяйство России. 2015. № 30(2). С. 85–93.
2. Волошин, Е. В. Зерновое хозяйство. Качественная оценка зерна: методические указания. Оренбург: ОГУ, 2019. Ч. 2. 72 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 352 с.
4. Корячкина С. Я., Березина Н. А., Хмелева Е. В. Методы исследования качества хлебобулочных изделий. Орел: ОрелГТУ, 2010. 166 с.
5. Романов Б. В., Козлов А. А., Парамонов А. В., Сорокина И. Ю. Сравнительный анализ продукционных признаков озимых сортов шарозерной и мягкой пшениц // Зернобобовые и крупяные культуры. 2023. № 1(45). С. 82–88. DOI: 10.24412/2309-348X2023-1-82-88
6. Adhikari S., Kumari J., Bhardwaj R., Jacob S., Langyan S., Sharma S., Singh M. A., Kumar A. Unlocking the potential of ancient hexaploid Indian dwarf wheat, *Triticum sphaerococcum* for grain quality improvement // PeerJ. 2023. Vol. 11, Article number: e15334. DOI: 10.7717/peerj.15334
7. Askhadullin D. F., Askhadullin D. F., Vasilova N. Z., Lysenko N.S. Prospects of creating Indian dwarf wheat varieties *Triticum sphaerococcum* Perciv. based on samples endemic to the Hindustan peninsula // Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2021. Vol. 81, Iss. 3. P. 381–391. DOI: 10.31742/IJGPB.81.3.5
8. Don C., Bock J. E. The Farinograph Handbook. Advances in Technology, Science and Applications. Cambridge: Elsevier Science, 2022. 270 p.
9. Gaikwad K. B., Dawar A., Singh A., Babu P., Kumar M., Kumar N., Yadav R. Trait phenotyping in an ancient Indian landrace of wheat *Triticum sphaerococcum* under optimum, terminal heat stress and deficit irrigation conditions // Genetic Resources and Crop Evolution. 2024. Vol. 71(6), P. 2779–2795. DOI: 10.1007/s10722-023-01817-z
10. Gupta P. K., Balyan H. S., Sharma S., Kumar R. Biofortification and bioavailability of Zn, Fe and Se in wheat: present status and future prospects // Theoretical and Applied Genetics. 2021. Vol. 134, P. 1–35. DOI: 10.1007/s00122-020-03709-7
11. Mori N., Ohta S., Chiba H., Takagi T., Niimi Y., Shinde V., Kajale M. D., Osada T. Rediscovery of Indian dwarf wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *sphaerococcum* (Perc.) MK.) an ancient crop of the Indian subcontinent // Genetic Resources and Crop Evolution. 2013. Vol. 60, Iss. 6. P. 1771–1775. DOI: 10.1007/s10722-013-9994-z

References

1. Bespalova L. A., Borovik A. N., Kolesnikov F. A., Miroshnichenko T. Yu. Etapy i rezul'taty selektsii sharozernoi pshenitsy (*T. sphaerococcum* Perc.) v Krasnodarskom NIISKh im. P. P. Luk'yanenko (Chast' 1) [Stages and results of breeding of sphaerococcum triticales (*T. sphaerococcum* Perc.) at the Krasnodar RIA named after P.P. Lukyanenko (Part 1)] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2015. № 30(2). S. 85–93.
2. Voloshin, E. V. Zernovedenie. Kachestvennaya otsenka zerna: metodicheskie ukazaniya [Qualitative estimation of grain: methodical recommendations]. Orenburg: OGU, 2019. Ch. 2. 72 s.
3. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. M.: Al'yans, 2014. 352 s.
4. Koryachkina S. Ya., Berezina N. A., Khmeleva E. V. Metody issledovaniya kachestva khlebobulochnykh izdelii [Methods for studying the quality of bakery products]. Orel: OrelGTU, 2010. 166 s.
5. Romanov B. V., Kozlov A. A., Paramonov A. V., Sorokina I. Yu. Sravnitel'nyi analiz produktsionnykh priznakov ozimyykh sortov sharozernoi i myagkoi pshenits [Comparative analysis of production traits of winter sphaerococcum and common wheat varieties] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2023. № 1(45). S. 82–88. DOI: 10.24412/2309-348X2023-1-82-88
6. Adhikari S., Kumari J., Bhardwaj R., Jacob S., Langyan S., Sharma S., Singh M. A., Kumar A. Unlocking the potential of ancient hexaploid Indian dwarf wheat, *Triticum sphaerococcum* for grain quality improvement // PeerJ. 2023. Vol. 11, Article number: e15334. DOI: 10.7717/peerj.15334

7. Askhadullin D. F., Askhadullin D. F., Vasilova N. Z., Lysenko N.S. Prospects of creating Indian dwarf wheat varieties *Triticum sphaerococcum* Perciv. based on samples endemic to the Hindustan peninsula // Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2021. Vol. 81, Iss. 3. P. 381–391. DOI: 10.31742/IJGPB.81.3.5
8. Don C., Bock J. E. The Farinograph Handbook. Advances in Technology, Science and Applications. Cambridge: Elsevier Science, 2022. 270 p.
9. Gaikwad K. B., Dawar A., Singh A., Babu P., Kumar M., Kumar N., Yadav R. Trait phenotyping in an ancient Indian landrace of wheat *Triticum sphaerococcum* under optimum, terminal heat stress and deficit irrigation conditions // Genetic Resources and Crop Evolution. 2024. Vol. 71(6), P. 2779–2795. DOI: 10.1007/s10722-023-01817-z
10. Gupta P. K., Balyan H. S., Sharma S., Kumar R. Biofortification and bioavailability of Zn, Fe and Se in wheat: present status and future prospects // Theoretical and Applied Genetics. 2021. Vol. 134, P. 1–35. DOI: 10.1007/s00122-020-03709-7
11. Mori N., Ohta S., Chiba H. Takagi T., Niimi Y., Shinde V., Kajale M. D., Osada T. Rediscovery of Indian dwarf wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *sphaerococcum* (Perc.) MK.) an ancient crop of the Indian subcontinent // Genetic Resources and Crop Evolution. 2013. Vol. 60, Iss. 6. R. 1771–1775. DOI: 10.1007/s10722-013-9994-z

Поступила: 02.04.24; доработана после рецензирования: 06.06.24; принята к публикации: 24.06.24.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Асхадуллин Данил Ф., Асхадуллин Дамир Ф. – сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Василова Н. З. – анализ и сбор данных; Тазутдинова М. Р., Хусаинова И. И., Гайфуллина Г. Р. – подготовка опыта, сбор данных; Кириллова Е. С., Хайруллина А. Р., Идиатова И. Х., Саубанова Г. Р., Аскарова А. А. – анализ зерна.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.