

ИЗУЧЕНИЕ СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ОСНОВНЫМ КРИТЕРИЯМ КАЧЕСТВА

Н. С. Кравченко, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

М. М. Копусь, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0001-8824-1033;

Н. Г. Игнатьева, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

И. М. Олдырева, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0001-6845-0874;

С. В. Подгорный, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы интенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Изучение качества зерна на всех этапах создания сорта, начиная с подбора родительских пар, – важнейшее условие результативности селекции. Цель исследований заключалась в оценке образцов озимой пшеницы по основным критериям качества зерна и отборе перспективных для дальнейшего использования в селекционном процессе. Исследования проводили в 2019–2021 годах. Изучались новые сорта и перспективные линии озимой мягкой пшеницы из основного конкурсного сортоиспытания по предшественнику сидеральный пар. Критерии, характеризующие качество зерна, определяли в лабораторных условиях в соответствии с методическими указаниями и ГОСТами. На основании проведенных исследований были выявлены источники, характеризующиеся высокой выраженностью признаков качества зерна. По натуре зерна выделены сорта: Матрица, Рубин Дона и линии 1043/17 и 1582/166. По общей стекловидности выделились образцы Матрица, Приазовье и 1582/16. Большинство образцов соответствовало хорошему качеству по SDS-седиментации: Ермак, Раздолье, Рубин Дона, Матрица, Приазовье, 1582/16, 1043/17, 1295/18, 1431/18, 1463/18, 1518/18, 1612/18 и 1895/18. Высоким содержанием белка в зерне характеризовался образец в 1463/18 (15,02 %). Также были изучены: количество и качество клейковины, число падения и хлебопекарные свойства. Наилучшей выраженностью изучаемых признаков качества характеризовались сорта Рубин Дона, Матрица, Приазовье и линии 1582/16 и 1463/18, эти генотипы могут быть использованы в селекционном процессе в качестве источников высокого содержания белка и клейковины в зерне и хороших хлебопекарных свойств.

Ключевые слова: содержание белка, клейковина, натура зерна, стекловидность, число падения, SDS-седиментация, хлебопекарные свойства.

Для цитирования: Кравченко Н. С., Копусь М. М., Игнатьева Н. Г., Олдырева И. М., Подгорный С. В. Изучение селекционного материала озимой мягкой пшеницы по основным критериям качества // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 4. С. 39–45. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-39-45.



THE STUDY OF BREEDING MATERIAL OF WINTER BREAD WHEAT ACCORDING TO THE MAIN CRITERIA OF QUALITY

N. S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

M. M. Kopus, leading researcher of the laboratory of biochemical estimation of breeding material and grain quality, ORCID ID: 0000-0001-8824-1033;

N. G. Ignatieva, technician-researcher of the laboratory of biochemical estimation of breeding material and grain quality, ORCID ID: 0000-0002-8506-8711;

I. M. Oldyreva, technician-researcher of the laboratory of biochemical estimation of breeding material and grain quality, ORCID ID: 0000-0001-6845-0874;

S. V. Podgorny, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for the breeding and seed production of winter bread wheat of intensive type, ORCID ID: 0000-0002-8438-1327

FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”,

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The study of grain quality at all stages of a variety development, starting with the selection of parental pairs, is the most important condition for the efficiency of breeding. The purpose of the current paper was to estimate winter wheat samples according to the main criteria of grain quality and to select promising ones for further use in the breeding process. The study was carried out in 2019–2021. There were studied new varieties and promising lines of winter bread wheat from the main Competitive Variety Testing, according to green manure fallow. Criteria characterizing grain quality were determined in the laboratory conditions in accordance with methodology and GOSTs. Based

on the conducted study, there were identified sources that were characterized by a high severity of grain quality traits. According to 'grain unit', there were distinguished such varieties as 'Matritsa', 'Rubin Dona' and the lines '1043/17' and '1582/166'. According to the general kernel hardness there were identified such samples as 'Matritsa', 'Priazovie' and the line '1582/16'. The samples and lines 'Ermak', 'Razdolie', 'Rubin Dona', 'Matritsa', 'Priazovie', '1582/16', '1043/17', '1295/18', '1431/18', '1463/18', '1518/18', '1612/18' and '1895/18' corresponded to good quality according to SDS-sedimentation. The sample '1463/18' was characterized by a high protein percentage in grain (15.02 %). There were also studied a quantity and quality of gluten, falling number and baking properties. The varieties 'Rubin Dona', 'Matritsa', 'Priazovie' and the lines '1582/16', '1463/18' were characterized by the best expression of the studied traits of quality. These genotypes can be used in the breeding process as sources of high protein and gluten percentage in grain and good baking properties.

Keywords: protein percentage, gluten, grain unit, kernel hardness, falling number, SDS-sedimentation, baking properties.

Введение. Основной зерновой продовольственной культурой, возделываемой в Ростовской области, является озимая мягкая пшеница. По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия Ростовской области, под урожай 2022 г. было посеяно 2 881,9 тыс. га озимых культур, что на 110 тыс. га выше уровня прошлого года.

В Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации на 2022 год по Северо-Кавказскому региону, к которому относится Ростовская область, допущено к использованию 208 сортов озимой мягкой пшеницы, это предоставляет широкие возможности селекционерам в подборе сортов для различных агроклиматических зон.

По мнению Г.А. Филенко (2016), росту урожайности и повышению качества произведенной продукции будут способствовать правильный подбор сорта с учетом особенностей каждой почвенно-климатической зоны Ростовской области и внедрение сортовых технологий.

Одним из способов получения более продуктивных сортов с высоким уровнем качества зерна является целенаправленный отбор наиболее перспективных сортообразцов с обязательным контролем качества с ранних этапов селекции (Барковская и др., 2021).

Качество зерна определяется как наследственными особенностями, так и условиями

возделывания и включает в себя более 20 признаков, которые изучаются от подбора родительских форм для скрещивания до передачи сорта на государственное испытание.

Проведение достоверной поэтапной оценки биохимических и технологических свойств зерна на всех этапах является одним из важнейших условий результативности селекционного процесса создания сорта с высоким качеством зерна (Лихенко и др., 2007).

Цель исследований заключалась в оценке образцов озимой пшеницы по основным критериям качества зерна и отборе перспективных для дальнейшего использования в селекционном процессе.

Материал и методы исследований.

Изучались 4 новых сорта и 12 перспективных линий озимой мягкой пшеницы, которые выращивали в основном конкурсном сортоиспытании лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы в течение 2019–2021 гг. по предшественнику сидеральный пар. Сорт Ермак использовали в качестве стандарта. Научный севооборот находится в южной зоне Ростовской области, которая характеризуется как зона с неустойчивым и недостаточным увлажнением. Климатические условия вегетационных периодов существенно отличались. Наблюдалось неравномерное выпадение осадков по сезонам и месяцам (рис. 1).

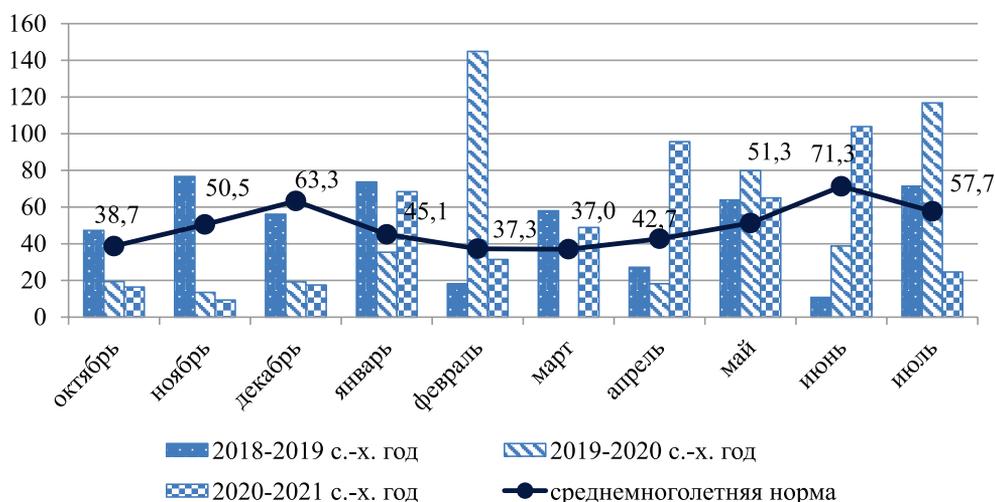


Рис. 1. Сумма осадков за вегетационный период 2019–2021 годов
Fig. 1. Amount of precipitation during a vegetation period of 2019–2021

Основное влияние на качество урожая оказывают погодные условия с мая по июль, которые совпадают с фазами «колошение – полная спелость зерна». В мае во все годы исследований количество осадков превышало среднемноголетние нормы (51,3 мм). В июне 2019

и 2020 гг. налив и созревание зерна протекали в условиях почвенной засухи и недоборе осадков.

Среднесуточные температуры воздуха превышали среднемноголетние значения по всем сезонам и месяцам (рис. 2).

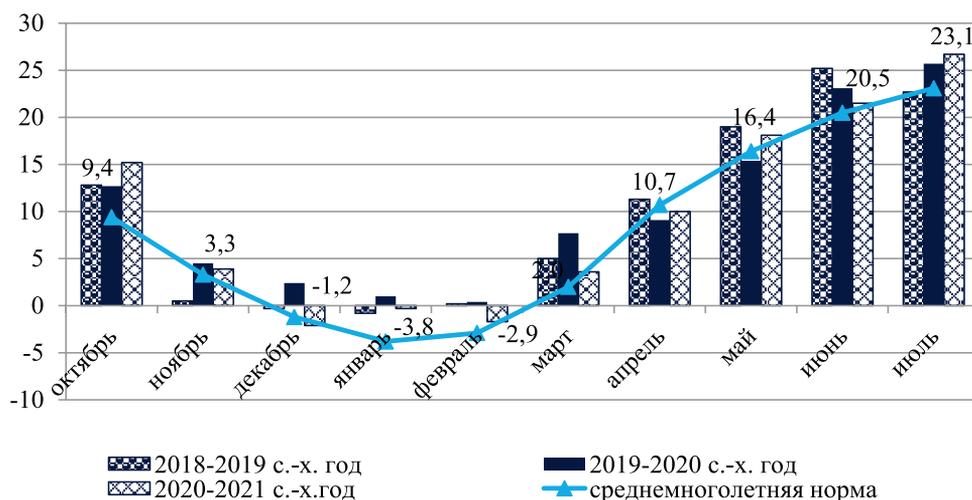


Рис. 2. Среднесуточная температура воздуха за вегетационный период 2019–2021 годов
Fig. 2. Mean daily air temperature during a vegetation period of 2019–2021

Отличительной особенностью вегетационного периода 2020 г. являются возвратные весенние заморозки, что отрицательно сказалось на росте и развитии растений пшеницы и в дальнейшем на формировании урожайности. Предуборочный период (первая декада июля 2020 г.) характеризовался выпадением ливневых осадков, что привело к снижению качества зерна.

Осенью 2020 г. наблюдалась засуха, посев озимой пшеницы был произведен практически в сухую почву, всходы были получены через 2 месяца после посева. В 2021 г. за период «колошение – созревание» (май–июнь) выпало 168,9 мм осадков, что на 39,9 мм выше среднемноголетних значений. Это повлияло на снижение стекловидности и натурной массы зерна (произошло обесцвечивание и стекание).

Признаки, характеризующие качество зерна, определяли в лабораторных условиях в соответствии с методическими указаниями и ГОСТ. Количество и качество клейковины в зерне определяли по ГОСТ Р 54478-2011, натурную массу – по ГОСТ 10840-2017. Стекловидность зерна определяли с помощью электронного диафаноскопа «Янтарь-Блик». Содержание белка в зерне устанавливали по методу Къельдаля по ГОСТ 10846-91. Величину SDS-седиментации определяли в соответствии с методическими рекомендациями (Самойлова и др., 2014). Число падения устанавливали согласно ГОСТ ISO 3093-2016. Хлебопекарные свойства определяли с помощью пробной лабораторной выпечки.

Математическую и статистическую обработку данных проводили по методике Б. А. Доспехова (2014). Варьирование признаков определяли по классификации В. А. Дзюба (2010): изменчивость принято считать незначительной или слабой ($CV = 10,0\%$); средней ($CV = 10,0\% - 20,0\%$); значительной или высокой ($CV > 20,0\%$).

Результаты и их обсуждение. Создание сортов озимой пшеницы с высокими хлебопекарными свойствами невозможно без учета качества зерна на всех этапах селекционного процесса, начиная с самых ранних.

На первых этапах особое внимание уделяется отбору образцов по внешнему виду, выравненности и крупности зерна. Натура в совокупности с массой 1000 зерен является характеристикой крупности и выполненности зерна.

Погодно-климатические условия вегетационных периодов 2020 и 2021 гг. оказали отрицательное влияние на формирование этого признака. В среднем за изучаемый период максимальная выраженность натурной массы отмечена у сортов Матрица (787 г/л), Рубин Дона (783 г/л) и линий 1043/17 (789 г/л) и 1582/166 (788 г/л) (табл. 1).

Все изучаемые образцы, за исключением линии 1724/18, соответствовали требованиям, предъявляемым к 1 классу качества (не менее 750 г/л). Расчет коэффициента вариации показал, что варьирование было низким – от 2,9 (1463/18) до 6,1 % (1724/18), то есть образцы были стабильными по этому признаку.

Таблица 1. Натура и общая стекловидность зерна сортов и линий мягкой озимой пшеницы (2019–2021 гг.)
Table 1. Grain unit and general kernel hardness of the winter bread wheat varieties and lines (2019–2021)

Сорт/линия	Натура зерна, г/л	CV, %	Общая стекловидность зерна, %	CV, %
Ермак, стандарт	769	4,5	56	17,6
Раздолье	772	3,6	54	12,3
Рубин Дона	783	3,7	58	18,5
Матрица	787	4,0	61	23,3
Приазовье	775	3,1	61	22,8
1582/16	788	3,6	64	25,0
1043/17	789	3,7	56	19,5
1533/17	782	3,2	55	14,2
1762/17	781	4,2	57	20,7
1076/18	772	3,4	54	12,3
1295/18	775	2,6	53	10,8
1431/18	772	4,0	55	15,2
1463/18	781	2,9	54	12,8
1518/18	778	4,5	56	17,6
1612/18	779	3,3	56	9,3
1724/18	745	6,1	56	17,0
1895/18	797	3,0	54	9,1
Среднее	778	3,7	56	16,4
НСР ₀₅	7,3	–	2,1	–

Общая стекловидность, наряду с натурой, характеризует мукомольные свойства сорта. Условия вегетационного периода 2020 и 2022 гг. отрицательно повлияли на выраженность общей стекловидности. В ходе исследований установлено, что в среднем за изучаемый период основное количество сортов и линий характеризовались общей стекловидностью ниже 60 %, что позволяет отнести их к 3 классу (не менее 40 %). Выделены образцы Матрица (61 %), Приазовье (61 %) и 1582/16 (64 %), которые, несмотря на неблагоприятные условия, сформировали значения признака на уровне требований 1 класса качества (не менее 60 %). Варьирование признака зафиксировано в значительных пределах: от низкого – 9,1 % (1895/18) до среднего – 25,0 % (1582/16).

К одному из наиболее информативных признаков на ранних этапах отбора на качество

зерна относится SDS-седиментация, которая является косвенным показателем количества белка и клейковины в зерне. Эффективность этого метода научно обоснована отечественными и иностранными учеными, и его широко используют для оценки различий по количеству и качеству белка и клейковины (Фадеева и др., 2022; Кауа and Аксура, 2014; Kibkalo, 2022). Этот признак не нормируется ГОСТ 9353-2016, но широко применяется в селекционных программах для отбора образцов с высоким содержанием клейковины в зерне, начиная с селекционного питомника F 4-7.

Значения SDS-седиментации варьировали от 53 (1076/18) до 70 мл (1533/18). Согласно классификации М. М. Копусь, лучшая выраженность признака отмечена у линий 1533/17 (70 мл) и 1762/17 (66 мл), что соответствовало отличному качеству (табл. 2).

Таблица 2. SDS-седиментация и массовая доля белка в зерне сортов и линий мягкой озимой пшеницы (2019–2021 гг.)
Table 2. SDS-sedimentation and mass fraction of protein in grain of the winter bread wheat varieties and lines (2019–2021)

Сорт/линия	SDS-седиментация, мл	CV, %	Массовая доля белка в зерне, %	CV, %
Ермак, стандарт	59	2,0	13,12	2,4
Раздолье	62	3,3	12,24	5,7
Рубин Дона	58	3,6	13,42	4,7
Матрица	59	5,1	12,68	5,0
Приазовье	62	4,1	13,30	3,0
1582/16	63	5,7	13,59	4,9
1043/17	65	6,4	12,87	6,8
1533/17	70	0,8	13,95	5,3
1762/17	66	3,5	13,74	3,9
1076/18	53	5,4	13,24	2,8
1295/18	57	4,4	13,08	2,5
1431/18	60	5,1	13,23	8,2
1463/18	57	5,3	15,02	6,4
1518/18	58	1,0	13,14	11,1
1612/18	60	2,6	13,68	11,3
1724/18	56	6,2	13,04	3,4
1895/18	61	1,6	13,78	1,6
Среднее	60	3,9	13,36	5,2
НСР ₀₅	2,5	–	0,52	–

Большинство образцов соответствовало хорошему качеству: Ермак (59 мл), Раздолье (62 мл), Рубин Дона (58 мл), Матрица (59 мл), Приазовье (62 мл), 1582/16 (63 мл), 1043/17 (65 мл), 1295/18 (57 мл), 1431/18 (60 мл), 1463/18 (57 мл), 1518/18 (58 мл), 1612/18 (мл) и 1895/18 (61 мл).

К образцам с удовлетворительным качеством зерна по SDS-седиментации относилась линия 1076/18 (53 мл).

Расчет коэффициента вариации показал низкие значения и варьирование от 0,8 (1533/17) до 6,4 % (1043/17), что свидетельствует о стабильности признака по сортам и годам исследований.

Отбор образцов по количеству белка в зерне начинается с F4-7, что позволяет выделить для дальнейшей работы материал с высокими значениями признака.

По данному критерию выделен образец 1463/18 с содержанием белка 15,02 %, что соответствует 1 классу качества. Основное количество образцов соответствовало 2 и 3 классу качества.

Значения коэффициента вариации также были низкими, что свидетельствует о стабильности признака.

При создании сортов озимой мягкой пшеницы большое внимание уделяют количеству и качеству клейковины в зерне, так как выраженность этих признаков влияет на реологические, физические и хлебопекарные свойства.

По количеству клейковины в зерне отмечено варьирование значений от 25,6 % (Ермак) до 31,7 % (1463/18), что соответствует 2–3 классу качества (не менее 25,0 %) (табл. 3).

Таблица 3. Количество и качество клейковины в зерне сортов и линий мягкой озимой пшеницы (2019–2021 гг.)
Table 3. Quantity and quality of gluten in grain of the winter bread wheat varieties and lines (2019–2021)

Сорт/линия	Количество клейковины в зерне, %	CV, %	Качество клейковины, ИДК, единиц прибора	CV, %
Ермак, стандарт	25,6	7,6	69	5,1
Раздолье	25,9	4,9	66	6,3
Рубин Дона	29,2	1,2	72	7,9
Матрица	27,2	2,3	76	6,0
Приазовье	28,2	6,5	70	8,7
1582/16	30,2	6,1	71	9,5
1043/17	27,0	7,6	76	10,8
1533/17	29,7	5,7	70	10,3
1762/17	28,1	4,3	71	6,1
1076/18	27,1	7,1	81	12,4
1295/18	27,7	7,5	74	6,2
1431/18	26,0	5,1	71	2,4
1463/18	31,7	10,7	86	7,9
1518/18	25,7	2,2	75	7,6
1612/18	26,1	2,9	66	20,3
1724/18	29,0	8,4	67	10,0
1895/18	28,9	8,3	74	15,0
Среднее	27,9	5,8	73	9,0
НСР ₀₅	0,81	–	3,6	–

Индекс деформации клейковины характеризует реологические свойства клейковины и теста. В соответствии с ГОСТ 9353-2016 для 1–2 класса требования предъявляются на уровне 43–77 единиц прибора ИДК. Однако для получения хлеба хорошего качества, наилучшими значениями мы считаем 70–90 единиц, так как такие образцы обладают клейковиной с хорошей упругостью и растяжимостью.

Выраженность индекса деформации клейковины у образцов основного конкурсного сортоиспытания варьировала от 66 единиц (Раздолье) до 86 единиц прибора (14633/18). Значения признака у большинства изученных образцов соответствовали 1 классу качества по ИДК. Линии 1463/18 (86 единиц прибора) и 1076/18 (81 единица прибора) соответствовали 3 классу.

Значения коэффициента вариации изменялись от низких – 5,1 % (Ермак) до средних – 20,3 % (1612/18).

Признаком, выраженность которого в значительной степени влияет на хлебопекарные свойства, является число падения.

В среднем за изучаемый период значения числа падения варьировали от 414 (1895/18) до 467 с (1295/18) (табл. 4).

Все изучаемые образцы характеризовались значениями числа падения выше 200 с и соответствовали требованиям, предъявляемым к 1 классу качества, и низкой активностью α -амилазы.

Значения объемного выхода хлеба и общей хлебопекарной оценки не нормируются ГОСТ, но эти показатели учитываются Государственной комиссией по сортоиспытанию. Пробная лабораторная выпечка хлеба – прямой метод определения хлебопекарных свойств сортов. Ее проводят с этапа, когда зерна достаточно для выполнения данного исследования.

Значения объемного выхода хлеба варьировали от 610 (1612/18) до 757 см³ (1463/18) (табл. 5).

Таблица 4. Число падения сортов и линий мягкой озимой пшеницы (2019–2021 гг.)
Table 4. Falling number of the winter bread wheat varieties and lines (2019–2021)

Сорт/линия	Число падения, с	CV, %
Ермак, стандарт	453	13,0
Раздолье	444	4,7
Рубин Дона	456	11,9
Матрица	441	4,2
Приазовье	459	8,6
1582/16	453	10,4
1043/17	489	17,3
1533/17	447	9,8
1762/17	451	8,5
1076/18	453	7,0
1295/18	467	7,7
1431/18	455	7,7
1463/18	421	8,1
1518/18	444	9,2
1612/18	435	1,9
1724/18	436	3,6
1895/18	414	6,4
Среднее	448,3	8,2
НСР ₀₅	10,2	–

Таблица 5. Объемный выход и общая оценка хлеба сортов и линий мягкой озимой пшеницы (2019–2021 гг.)
Table 5. Volume yield and general baking assessment of the winter bread wheat varieties and lines (2019–2021)

Сорт/линия	Объемный выход хлеба, см ³	CV, %	Общая хлебопекарная оценка, балл	CV, %
Ермак, стандарт	697	7,4	4,5	9,9
Раздолье	657	14,1	4,2	19,2
Рубин Дона	737	14,1	4,4	11,8
Матрица	677	14,8	4,1	17,3
Приазовье	650	21,2	3,9	20,5
1582/16	737	7,5	4,5	5,9
1043/17	687	12,4	4,2	9,5
1533/17	680	19,1	4,0	18,9
1762/17	697	23,6	4,0	23,8
1076/18	687	9,7	4,3	4,9
1295/18	720	15,5	4,4	9,5
1431/18	637	22,0	3,9	22,4
1463/18	757	15,3	4,5	9,0
1518/18	710	23,4	4,2	22,7
1612/18	610	15,0	3,7	16,4
1724/18	683	17,0	3,9	16,8
1895/18	683	27,2	4,1	21,1
Среднее	688	16,4	4,2	15,3
НСР ₀₅	25,3	–	0,15	–

Выделены образцы, которые сформировали максимальную выраженность объема хлеба: 1463/18 (757 см³), Рубин Дона, 1582/16 (737 см³), 1295/18 (720 см³) и 1518/18 (710 см³) и соответствовали классу сильных пшениц согласно требованиям Государственной комиссии по сортоиспытанию.

Значения коэффициента вариации свидетельствуют о низкой и средней изменчивости признака – от 7,4 (Ермак) до 27,2 % (1895/18). Стабильностью и низкой вариабельностью признака характеризовались сорта Ермак (7,4 %), 1582/16 (7,5 %).

Общая хлебопекарная оценка является итогом проведенного анализа, при ее расчете учитывают объемный выход хлеба (переведенный в баллы в соответствии с методикой), оценку по форме хлеба, пористости и эластичности мякиша.

Значения общей оценки варьировали от 3,7 (1612/18) до 4,5 балла (Ермак, 1582/16, 1463/18). Выделены образцы, соответствующие клас-

су сильных пшениц по этому признаку, с максимальной выраженностью: Ермак (4,5 балла), 1582/16 (4,5 балла), 1463/18 (4,5 балла), Рубин Дона (4,4 балла), 1295/18 (4,4 балла) и 1076/18 (4,3 балла).

Варьирование значений коэффициента вариации свидетельствует о средней изменчивости признака – от 4,9 (1076/18) до 23,8 % (1762/18). Выделены образцы с низкой изменчивостью общей оценки хлеба: Ермак (9,9 %), 1582/16 (5,9 %), 1043/17 (9,5 %), 1076/18 (4,9 %), 1595/18 (9,5 %) и 1463/18 (9,0 %).

По результатам лабораторной выпечки выделены перспективные образцы с наилучшими хлебопекарными свойствами: 1582/16, 1463/18, 1295/18 и Рубин Дона.

Выводы. По комплексу основных критериев качества были выделены образцы Рубин Дона и линии 1582/16 и 1463/18, которые характеризовались наилучшей выраженностью изучаемых признаков качества.

Выделенные образцы могут быть использованы в селекционном процессе в качестве источников высокого содержания белка и клейковины в зерне и хороших хлебопекарных свойств.

Библиографические ссылки

1. Барковская Т. А., Гладышева О. В., Кокорева В. Г. Оценка потребительских свойств зерна селекционных линий яровой мягкой пшеницы // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2021. № 22(2). С. 204–211. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.204-211.
2. Дзюба В. А. Теоретическое и прикладное растениеводство: на примере пшеницы, ячменя и риса. Научно-методическое пособие. Краснодар, 2010. 475 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 5-е., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с.
4. Лихенко И. Е. Некоторые проблемы качества зерна пшеницы и направления селекционной работы // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 2007. № 6 (174). С. 108–110.
5. Самофалова Н. Е., Копусь М. М., Скрипка О. В., Марченко Д. М., Самофалов А. П., Иличкина Н. П., Гричаникова Т. А. SDS-седиментация в поэтапной оценке селекционного материала озимой пшеницы по качеству зерна. Научно-практические рекомендации. Ростов н/Д., 2014. 32 с.
6. Фадеева И. Д., Игнатьева И. Ю., Хакимова А. Г., Митрофанова О. П. Исходный материал для селекции озимой мягкой пшеницы на качество зерна в условиях севера Среднего Поволжья // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022. №183(1). С. 118–126. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-118-126.
7. Филенко Г. А., Фирсова Т. И., Марченко Д. М. Посевная площадь и урожайность озимой пшеницы // *Аграрный вестник Урала*. 2016. № 6 (148). С. 61–69.
8. Kaya Y., Akcura M. Effects of genotypes and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.) // *Food Science and Technology (Campinas)*. 2014. Vol. 34. P. 386–393. DOI: 10.1590/fst.2014.0041.
9. Kibkalo I. Effectiveness of and Perspectives for the Sedimentation Analysis Method in Grain Quality Evaluation in Various Cereal Crops for Breeding Purposes // *Plants*. 2022. Vol. 11, № 13. P. 1640. DOI: 10.3390/plants11131640.

References

1. Barkovskaya T. A., Gladysheva O. V., Kokoreva V. G. Otsenka potrebitel'skikh svoistv zerna selektsionnykh linii yarovoi myagkoi pshenitsy [Estimation of consumer properties of grain of breeding lines of spring bread wheat] // *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*. 2021. № 22(2). S. 204–211. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.2.204-211.
2. Dzyuba V. A. Teoreticheskoe i prikladnoe rastenievodstvo: na primere pshenitsy, yachmenya i risa [Theoretical and applied crop production: on the example of wheat, barley, and rice]. Nauchno-metodicheskoe posobie. Krasnodar, 2010. 475 s.
3. Dospikhov 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)]. Izd. 5-e., pererab. i dop. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
4. Likhenko I. E. Nekotorye problemy kachestva zerna pshenitsy i napravleniya selektsionnoi raboty [Some problems of wheat grain quality and the direction of breeding work] // *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaystvennoi nauki*. 2007. № 6(174). S. 108–110.
5. Samofalova N. E., Kopus' M. M., Skripka O. V., Marchenko D. M., Samofalov A. P., Ilichkina N. P., Grichanikova T. A. SDS-sedimentatsiya v poetapnoi otsenke selektsionnogo materiala ozimoi pshenitsy po kachestvu zerna [SDS-sedimentation in the stepwise rating of winter wheat breeding material for grain quality]. Nauchno-prakticheskie rekomendatsii. Rostov n/D., 2014. 32 s.
6. Fadeeva I. D., Ignat'eva I. Yu., Khakimova A. G., Mitrofanova O. P. Iskhodnyi material dlya selektsii ozimoi myagkoi pshenitsy na kachestvo zerna v usloviyakh severa Srednego Povolzh'ya [Initial material for winter bread wheat breeding for grain quality in the north of the Middle Volga region] // *Tруды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022. № 183(1). S. 118–126. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-118-126.
7. Filenko G. A., Firsova T. I., Marchenko D. M. Posevnaya ploshchad' i urozhainost' ozimoi pshenitsy [Sown area and productivity of winter wheat] // *Agrarnyi vestnik Urala*. 2016. № 6(148). S. 61–69.
8. Kaya Y., Akcura M. Effects of genotypes and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.) // *Food Science and Technology (Campinas)*. 2014. Vol. 34. P. 386–393. DOI: 10.1590/fst.2014.0041.
9. Kibkalo I. Effectiveness of and Perspectives for the Sedimentation Analysis Method in Grain Quality Evaluation in Various Cereal Crops for Breeding Purposes // *Plants*. 2022. Vol. 11, № 13. P. 1640. DOI: 10.3390/plants11131640.

Поступила: 20.07.22; доработана после рецензирования: 04.08.22; принята к публикации: 04.08.22.

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. Кравченко Н. С. – концептуализация исследования, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Подгорный С. В. – подготовка и проведение полевого опыта по изучению сортов и перспективных линий в 2019–2021 гг.; Копусь М. М., Игнатьева Н. Г., Олдырева И. М. – проведение лабораторных исследований.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.