

КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

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;

О. А. Некрасова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, nekrasova_olesya@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

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;

Ю. Н. Алты-Садых, техник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0002-3969-1166

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Качество зерна озимой мягкой пшеницы – актуальная проблема в России и в мире. Признаки и свойства зерна, которые характеризуют качество зерна, формируются в поле под влиянием погодно-климатических условий. Исследования проводили в 2017–2019 гг. Объектом исследований были 12 сортов и 3 перспективные линии озимой мягкой пшеницы основного конкурсного сортоиспытания. В качестве стандарта использовали сорт Ермак. Цель исследований – провести сравнительную оценку сортов и перспективных линий озимой мягкой пшеницы по показателям качества, выявить варьирование признаков по годам и определить влияние условий выращивания на формирование качества зерна. Установлено, что изучаемые сорта и линии формировали натуру от 799 г/л (Аксинья) до 830 г/л (Юбилей Дона) и соответствовали I классу качества. Выделены сорта Этюд (62%; Cv = 6,6%), Ермак (62%; Cv = 7,0%) и линия 1005/14 (68%; Cv = 8,1%) с сочетанием высоких значений общей стекловидности и незначительного варьирования признака по годам. Определено, что сорт Находка (14,11%; Cv = 3,6%) и линия 1261/13 (14,10%; Cv = 6,1%) характеризовались максимальным содержанием белка и низкими значениями коэффициента вариации. Установлены сорта, сочетающие высокую общую хлебопекарную оценку со стабильностью данного признака: Аксинья (4,5 балла; 7,9%) и Танаис (4,0 балла; 2,5%). При оценке влияния факторов «генотип», «год исследований» и их взаимодействий на признаки качества зерна было установлено, что общая стекловидность (52,59%), массовая доля белка в зерне (58,31%), удельная работа деформации теста (57,78%), валориметрическая оценка (46,01%), объемный выход хлеба (41,77%) и общая хлебопекарная оценка (51,24%) в значительной степени зависят от генотипа. Условия выращивания оказывали влияние на формирование количества и качества клейковины и коэффициент P/I.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, сорт, массовая доля белка, количество и качество клейковины, реологические свойства теста, объем хлеба.

Для цитирования: Кравченко Н. С., Некрасова О. А., Игнатьева Н. Г., Олдырева И. М., Алты-Садых Ю. Н. Качество зерна сортов и линий озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2020. № 6(72). С. 101–107. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-72-6-101-107.



GRAIN QUALITY OF THE WINTER BREAD WHEAT VARIETIES AND LINES IN THE ROSTOV REGION

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

O. A. Nekrasova, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality, nekrasova_olesya@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-4409-4542;

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

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

Yu. N. Alty-Sadykh, research technician of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and grain quality, ORCID ID: 0000-0002-3969-1166

Agricultural Research Center "Donskoy",
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Grain quality of winter bread wheat is an urgent issue in Russia and in the world. The traits and properties of grain that characterize the quality are formed in the field under the effect of weather and climatic conditions. The current

study was carried out in 2017–2019. The objects of the study were 12 varieties and 3 promising lines of winter bread wheat of the Competitive Variety Testing. The variety 'Ermak' was used as a standard variety. The purpose of the study was to carry out a comparative estimation of grain quality of the varieties and promising lines of winter bread wheat, to identify the variation of traits over the years and to determine the effect of growing conditions on the formation of grain quality. There has been established that the studied varieties and lines formed nature weight from 799 g/l (the variety 'Aksiniya') to 830 g/l ('Yubiley Dona') and corresponded to the 1-st quality class. There have been identified the varieties 'Etyud' (62%; Cv = 6.6%), 'Ermak' (62%; Cv = 7.0%) and the line '1005/14' (68%; Cv = 8.1%) with a combination of high values of the general hardness and insignificant variation of the trait over the years. There has been determined that the variety 'Nakhodka' (14.11%; Cv = 3.6%) and the line '1261/13' (14.10%; Cv = 6.1%) were characterized by the maximum protein percentage and low values of the coefficient of variation. There has been established that the varieties 'Aksiniya' (4.5 points; 7.9%) and 'Tanais' (4.0 points; 2.5%) combined a high baking value with the stability of the trait. When estimating the effect of the factors "genotype", "year of study" and their correlation on the characteristics of grain quality, there has been found that general hardness (52.59%), mass fraction of grain protein (58.31%), dough deformation (57, 78%), valorimetric value (46.01%), volume of bread (41.77%) and general baking assessment (51.24%) were largely dependent on genotype. The growing conditions had an effect on the formation of the quantity and quality of gluten and the P/I ratio.

Keywords: winter bread wheat, variety, mass fraction of protein, quantity and quality of gluten, rheological properties of dough, volume of bread.

Введение. Пшеница – основная зерновая культура в России и во всем мире. Повышение качества зерна пшеницы является важной задачей сельскохозяйственного производства. Особенно актуальна данная проблема в связи с тем, что в последние годы Россия – ведущий экспортер зерна в мире.

В настоящее время российская пшеница уступает по качеству лучшим сортам Канады, США и Австралии. В связи с этим повышение качества зерна пшеницы было и остается основным приоритетом селекции этой культуры (Кондратенко и др., 2016).

В Ростовской области озимая пшеница высеивается на площади около 2,8 млн га. В основном в посевах используются семена сортов сильной и ценной пшеницы. Однако потенциал качества зерна реализуется не всегда, а доля продовольственной пшеницы в общем сборе зерна в отдельные годы резко снижается. Это связано с тем, что технологические свойства зерна пшеницы, являясь сортовыми признаками, в значительной степени изменяются под влиянием погодных-климатических условий выращивания. Внедрение в производство и расширение посевов сильных и наиболее ценных сортов пшеницы, стабильно реализующих потенциал урожайности и качества зерна в условиях региона, являются актуальной задачей (Скрипка и др., 2019).

Цель исследований – провести сравнительную оценку сортов и перспективных линий озимой мягкой пшеницы по показателям качества, выявить варьирование признаков по годам и определить влияние условий выращивания на формирование качества зерна.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2017–2019 гг. Объектом исследований были 12 сортов и 3 перспективные линии озимой мягкой пшеницы интенсивного типа основного конкурсного сортоиспытания. В качестве стандарта использовали сорт Ермек.

Почва опытного поля – чернозем обыкновенный карбонатный тяжелосуглинистый мощный. Для него характерна высокая карбонатность – от 2,5 до 4,0% CaCO_3 в пахотном слое мощного горизонта (до 140 см). Содержание

гумуса – 3,6–4,0%; подвижного фосфора – 20–23 мг/кг; обменного калия – 300–380 мг/кг почвы. Климат зоны характеризуется полувлажным жарким летом и умеренно мягкой зимой. Сумма положительных температур за период вегетации в среднем составляет 3450 °C, среднегодовая температура – +9,7 °C; среднемноголетнее количество осадков – 588,8 мм, в том числе за вегетацию озимой пшеницы – 480,5 мм. В 2017 и 2018 гг. отмечены благоприятные погодные условия для формирования урожая озимой мягкой пшеницы высокого качества, в 2019 г. наблюдалась воздушная засуха.

Для определения признаков, характеризующих качество зерна, использовали среднюю пробу образца; аналитические исследования проводили в 2-кратной повторности.

Оценку качества зерна и муки проводили согласно общепринятым методикам и ГОСТам в лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Математическая и статистическая обработка данных проводилась по методике Б. А. Доспехова (2014).

Изменчивость коэффициента вариации принято считать незначительной или слабой, если коэффициент вариации (Cv) $\leq 10\%$; средней, если его значение выше 10%, но менее 20%, а значительной или высокой, если он составляет более 20% (Дзюба, 2010).

Результаты и их обсуждение. Натурная масса зерна является важным признаком качества, который характеризует крупность и выполненность зерновок и служит косвенным критерием мукомольных свойств.

Выявлено, что изучаемые сорта и линии формировали массу от 799 г/л (Аксинья) до 830 г/л (Юбилей Дона) (табл. 1).

Все сорта и линии характеризовались высокой натурной массой зерна и соответствовали I классу качества (не менее 750 г/л) по ГОСТ 9353-2016.

Изучение варьирования признака позволило установить незначительную или слабую изменчивость от 0,7% (Донская степь) до 4,6% (Аксинья).

1. Характеристика сортов и линий озимой мягкой пшеницы по натурной массе (г/л) и общей стекловидности зерна, % (2017–2019 гг.)

1. Characteristics of the winter bread wheat varieties and lines according to nature weight (g/l) and general hardness of grain, % (2017–2019)

Сорт/линия	Натурная масса зерна, г/л		Общая стекловидность, %	
	среднее	Cv, %	среднее	Cv, %
Ермак, ст.	805	1,9	62	7,0
Танаис	814	3,3	74	11,5
Аксинья	799	4,6	59	11,9
Находка	817	2,1	78	10,2
Этюд	820	1,0	62	9,9
Шеф	827	1,0	79	10,2
Донская степь	819	0,7	66	10,6
Юбилей Дона	830	1,1	75	13,1
Универ	808	3,0	68	19,8
Зодиак	817	1,7	58	10,0
1261/13	816	1,5	71	15,9
1005/14	808	3,0	68	8,1
1580/14	816	1,0	67	18,0
Раздолье	812	2,2	60	6,3
Рубин Дона	820	0,8	69	10,1
НСР _{0,5}	12,24	–	4,08	–

Изучаемые сорта и линии могут быть использованы в селекционном процессе в качестве источников высокой натурной массы зерна.

Общая стекловидность зерна – признак, который включен в ГОСТ 9353-2016 и является важным критерием при определении класса качества зерна. Стекловидное зерно содержит большее количество белка и, соответственно, клейковины и характеризуется высокими мукомольными свойствами.

Установлено, что изучаемые сорта и линии в среднем за изучаемый период формировали стекловидность на уровне I класса качества (не менее 60%) – от 60% (Раздолье) до 78% (Находка). Исключение составили сорта Аксинья (59%) и Зодиак (58%), которые соответствовали требованиям, предъявляемым к III классу качества.

Изменчивость коэффициента вариации общей стекловидности отмечена от низкой у сорта Раздолье (6,3%) до средней у сорта Универ (19,8%).

Выделены сорта Этюд (62%; Cv = 6,6%), Ермак (62%; Cv = 7,0%) и линия 1005/14 (68%; Cv = 8,1%), у которых сочетаются высокие значения общей стекловидности и незначительное варьирование признака по годам.

Выделенные генотипы могут быть использованы в селекционном процессе в качестве источников высокой общей стекловидности зерна.

Содержание белка в зерне – важный признак, от которого зависят технологические свойства муки и теста, а также питательная ценность конечного продукта.

За годы исследований сорта и линии озимой мягкой пшеницы формировали количество белка от 12,39% (Раздолье) до 14,11% (Находка), что позволяет отнести ко II и III классам качества (табл. 2).

Значения коэффициента вариации отмечены от 1,6% (Универ) до 6,1% (1261/13). Варьирование массовой доли белка отмечено на низком уровне у всех изучаемых генотипов, что свидетельствует о стабильности формирования признака по годам.

Выделены сорт Находка (14,11%; Cv = 3,6%) и линия 1261/13 (14,10%; Cv = 6,1%), которые характеризовались максимальным содержанием белка и низкими значениями коэффициента вариации.

Количество и качество клейковины – важные признаки качества генотипа, от которых в значительной степени зависят реологические и хлебопекарные свойства сортов.

Анализ экспериментальных данных показал, что количество клейковины в зависимости от сорта изменялось в значительной степени от 22,4% (Раздолье) до 31,1% (Аксинья).

Значения коэффициента вариации отмечены от низких 7,3% (Рубин Дона) до высоких (20,2%) (1005/14).

Выделены генотипы с максимальным содержанием клейковины: Аксинья (31,1%), Танаис (29,9%), Находка (29,4%) и линия 1261/13 (29,1%), которые характеризовались средними значениями коэффициента вариации 12,7; 14,3; 11,9 и 11,9% соответственно.

Индекс деформации клейковины является характеристикой физических и реологических свойств клейковины, который, в свою очередь, влияет на объемный выход хлеба.

Большинство из изучаемых сортов характеризовались ИДК на уровне I–II класса качества (43–77 единиц прибора ИДК) – от 55 ед. п. (Раздолье) до 76 ед. п. (Аксинья, Донская степь).

Сорт Универ (83 ед. п.), линии 1261/13 (78 ед. п.) и 1005/14 (79 ед. п.) относились ко II классу качества.

**2. Характеристика клейковинно-белкового комплекса сортов
и линий озимой мягкой пшеницы (2017–2019 гг.)**
**2. Characteristics of the gluten and protein complex of the winter bread wheat varieties
and lines (2017–2019)**

Сорт/линия	Массовая доля белка в зерне, %		Количество клейковины в зерне, %		Индекс деформации клейковины, единиц прибора ИДК	
	среднее	Cv, %	среднее	Cv, %	среднее	Cv, %
Ермак, ст.	12,90	4,4	25,8	15,3	65	36,0
Танаис	13,85	3,6	29,9	14,3	68	39,5
Аксинья	13,67	1,7	31,1	12,7	76	24,9
Находка	14,11	3,6	29,4	11,9	66	21,0
Этюд	13,32	1,8	27,0	11,3	73	7,5
Шеф	13,55	2,3	28,6	16,4	75	16,1
Донская степь	13,31	3,4	26,8	7,9	76	17,6
Юбилей Дона	13,59	3,2	26,3	7,8	64	7,2
Универ	12,95	1,6	25,6	15,2	83	17,5
Зодиак	13,45	3,7	26,0	8,4	68	5,3
1261/13	14,10	6,1	29,1	11,9	78	15,8
1005/14	13,23	5,3	27,3	20,2	79	13,9
1580/14	13,06	2,7	25,4	15,8	71	13,9
Раздолье	12,39	2,0	22,4	13,2	55	28,1
Рубин Дона	13,42	3,0	27,2	7,3	71	14,2
НСР _{0,5}	0,15	–	0,46	–	4,08	–

Все изучаемые генотипы могут быть использованы в селекционном процессе в качестве родительских форм.

Реологические и физические свойства муки и теста не регламентируются ГОСТ 9353-2016, однако это важные характеристики сорта, выраженность которых учитывается при передаче сорта на государственное сортоиспытание, а также в производственном процессе при изготовлении хлебобулочных и других продуктов, где применяется пшеничная мука.

Удельная работа деформации теста и коэффициент отношения упругости теста к его растяжимости характеризуют реологические свойства муки и являются информативными

признаками оценки технологических свойств зерна пшеницы.

Государственной комиссией по сортоиспытанию предъявляются требования к сортам по удельной работе деформации теста (силе муки). Так, значения данной характеристики у сильных сортов должны быть не менее 280 ед. альвеографа, у ценных – не менее 260 ед. альвеографа.

Изучаемые сорта и линии озимой мягкой пшеницы в среднем за годы исследований имели значения удельной работы деформации теста (силы муки) от 159 единиц альвеографа (Универ) до 322 единиц альвеографа (Юбилей Дона) (табл. 3).

**3. Характеристика сортов и линий озимой мягкой пшеницы
по реологическим свойствам теста (2017–2019 гг.)**
**3. Characteristics of the winter bread wheat varieties and lines according
to rheological properties of the dough (2017–2019)**

Сорт/линия	Удельная работа деформации теста, ед. а.		Коэффициент P/I, ед.		Валориметрическая оценка, ед. вал.	
	среднее	Cv, %	среднее	Cv, %	среднее	Cv, %
Ермак, ст.	234	6,2	1,8	17,3	65	18,1
Танаис	264	20,2	2,7	63,8	74	7,0
Аксинья	222	15,7	1,9	33,2	73	9,0
Находка	258	19,2	2,9	31,7	76	15,3
Этюд	199	21,8	2,4	61,8	75	8,2
Шеф	239	18,3	2,5	25,0	79	12,9
Донская степь	214	13,4	2,8	34,7	70	10,1
Юбилей Дона	322	19,1	3,0	48,3	84	12,7
Универ	159	21,5	1,3	61,1	55	18,9
Зодиак	204	20,6	2,3	9,2	74	7,5
1261/13	209	28,7	2,0	43,6	69	0,8
1005/14	192	10,5	1,0	48,9	62	8,9
1580/14	187	4,6	4,6	33,2	85	14,2
Раздолье	195	21,9	2,2	73,3	82	16,7
Рубин Дона	220	16,5	3,3	79,3	72	19,9
НСР _{0,5}	11,07	–	0,34	–	1,85	–

Согласно требованиям, классу ценных соответствуют сорта Танаис ($W = 264$ ед. а.) и Находка ($W = 258$ ед. а.). Выделен сорт Юбилей Дона с «силой муки» 322 ед. а., который отнесен к классу сильных пшениц. Однако сорта с высокой удельной работой деформации теста могут не в полной мере реализовывать свой потенциал реологических свойств при выпекании хлеба. Для таких сортов требуется изменение технологического процесса (увеличение замеса). В полной мере реализовать свой потенциал данные генотипы по хлебопекарным свойствам могут в смеси с более слабыми, т. е. послужить улучшителем.

Так, сорта Танаис и Находка могут быть использованы в качестве источников высоких реологических свойств, а сорт Юбилей Дона можно использовать в качестве улучшителя в смеси с более слабыми сортами.

Значения коэффициента вариации удельной работы деформации теста изменялись в широких пределах – от низких 4,6 (1580/14) до высоких 28,7% (1261/13). Это свидетельствует о нестабильности его формирования по годам и о значительном влиянии условий выращивания на выраженность данного признака.

Согласно классификационным нормам Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, коэффициент P/I для сильных и ценных сортов должен быть в пределах 0,7–2,2.

Установлено, что коэффициент отношения упругости теста к растяжимости теста (P/I) у изучаемых генотипов озимой мягкой пшеницы изменялся от 1,0 (1005/13) до 3,3 (Рубин Дона).

Выделены сорта и линии, относящиеся к классу сильных пшениц: 1005/13 (1,0), Универ (1,3), Ермак (1,8), Аксинья (1,9), 1261/14 (2,0), Раздолье (2,2), которые характеризовались оптимальным отношением P/I и могут быть использованы в селекционном процессе в качестве источников реологических свойств.

Величина коэффициента вариации отношения P/I отмечена от низких 9,2% (Зодиак)

до очень высоких 79,3% (Рубин Дона). Коэффициент P/I – один из наиболее сильно варьирующих признаков, что является важной проблемой в селекции озимой пшеницы на высокие хлебопекарные свойства.

Валориметрическая оценка является комплексной характеристикой физических свойств и устойчивости теста к длительной механической нагрузке, которая определяется с помощью прибора фаринограф. Данный признак включен в перечень нормативных требований Госкомиссии по сортоиспытанию при оценке сортов. Для сильной пшеницы требования составляют не ниже 70 е. в., для ценной – не ниже 55 е. в.

Весь изучаемый набор сортов и линий озимой пшеницы по валориметрической оценке соответствовал требованиям, предъявляемым к классу сильных пшениц. Варьирование признака отмечено от 55 ед. в. (Универ) до 85 ед. в. (1580/14).

Значения коэффициента вариации этого признака изменялись в широких пределах – от низких 0,8% (1261/13) до средних 19,9% (Рубин Дона).

Наиболее стабильными по валориметрической оценке были линии 1261/13 (0,8%), 1005/14 (8,9%) и сорта Танаис (7,0%), Зодиак (7,5%), Аксинья (9,0%). Данные генотипы являются источниками ценных признаков и свойств.

Основным методом оценки хлебопекарного качества пшеницы является пробная лабораторная выпечка. Качество хлеба характеризуется объемным выходом и общей хлебопекарной оценкой.

В среднем за годы исследований объемный выход хлеба изучаемых сортов и линий озимой пшеницы находился на уровне от 493 см³ (Раздолье) до 670 см³ (Аксинья). Выделены следующие генотипы с максимальными значениями объема хлеба: Аксинья (670 см³), Танаис (627 см³), Универ (617 см³), Донская степь (600 см³) и 1005/14 (633 см³) (табл. 4).

4. Характеристика сортов и линий озимой мягкой пшеницы по качеству хлеба (2017–2019 гг.) 4. Characteristics of the winter bread wheat varieties and lines according to the quality of bread (2017–2019)

Сорт/линия	Объемный выход хлеба, см ³		Общая хлебопекарная оценка, балл	
	среднее	Cv, %	среднее	Cv, %
Ермак, ст.	583	14,0	3,7	14,0
Танаис	627	4,0	4,0	2,5
Аксинья	670	5,4	4,5	7,9
Находка	577	4,4	3,6	9,0
Этюд	557	6,8	3,5	7,6
Шеф	587	11,1	3,5	8,8
Донская степь	600	16,7	3,7	16,1
Юбилей Дона	497	3,1	3,0	7,0
Универ	617	16,9	3,9	18,7
Зодиак	550	7,9	3,4	5,1
1261/13	567	13,4	3,5	12,5
1005/14	633	13,4	3,9	13,6
1580/14	563	6,2	3,6	9,8
Раздолье	493	10,4	3,8	14,7
Рубин Дона	577	16,1	3,4	18,5
НСР _{0,5}	24,15	–	0,18	–

Значения коэффициента вариации объемного выхода хлеба в зависимости от сорта изменялись от слабых 3,1% (Юбилей Дона) до средних 16,7% (Донская степь). Наиболее низкими коэффициентами, т. е. стабильностью признака, характеризовались образцы Юбилей Дона (3,1%), Танаис (4,0%), Находка (4,4%), Аксинья (5,4%), 1580/14 (6,2%), Этюд (6,8%) и Зодиак (7,9%).

Наиболее ценными для селекционного процесса являются сорта Аксинья и Танаис,

у которых сочетаются максимальные значения признака с низкими коэффициентами вариации.

Общая хлебопекарная оценка варьировала за годы исследований от 3 баллов у сорта Юбилей Дона до 4,5 балла у сорта Аксинья. Выделены сорта и линия с максимальными значениями общей оценки хлеба: Аксинья (4,5 балла), Танаис (4,0 балла), Универ (3,9 балла) и 1005/14 (3,9 балла) (рис. 1).



Рис. 1. Пробная лабораторная выпечка сортов, выделившихся по объемному выходу хлеба и общей хлебопекарной оценке

Fig. 1. Experimental laboratory baking of the varieties identified according to the volume of bread and general baking assessment

Значения коэффициентов вариации признака изменялись от низких 2,5% (Танаис) до средних 18,7% (Универ). Выделены сорта, сочетающие высокую общую хлебопекарную оценку со стабильностью данного признака: Аксинья (4,5 балла; $C_v = 7,9\%$) и Танаис (4,0 балла; $C_v = 2,5\%$).

Для определения доли влияния факторов (А – генотип; В – год исследования; А х В – их взаимодействия) на признаки качества зерна

и муки озимой мягкой пшеницы был проведен двухфакторный дисперсионный анализ.

В результате проведенного анализа было установлено, что основной вклад в формирование натурной массы зерна вносит взаимодействие факторов АВ (генотип х год исследований) – на 61,06%; вклад фактора А (генотип) составил 24,24%; влияние фактора В (год) было недостоверным ($F_{\text{факт}} < F_{\text{таб}}$) (табл. 5).

5. Доли влияния факторов на формирование признаков качества зерна и муки сортов и линий озимой мягкой пшеницы (2017–2019 гг.) 5. Effects of the factors on the formation of quality traits of grain and flour of the winter bread wheat varieties and lines (2017–2019)

Признак качества	Влияние фактора А (генотип), %	Влияние фактора В (год исследований), %	Влияние взаимодействия факторов АВ, %
Натурная масса зерна, %	24,24	0,25	61,06
Общая стекловидность, %	52,59	15,51	29,32
Массовая доля белка в зерне, %	58,31	26,43	14,35
Количество сырой клейковины, %	34,09	46,17	19,09
Качество клейковины, единиц прибора ИДК	25,55	40,33	32,94
Удельная работа деформации теста, единиц альвеографа	57,78	23,83	18,20
Коэффициент Р/Л, единиц	36,63	41,24	21,25
Валориметрическая оценка, единиц валориметра	46,01	16,31	37,49
Объем хлеба, см³	41,77	29,14	24,35
Общая хлебопекарная оценка, балл	51,24	20,61	23,50

При расчете влияния факторов А (генотип), В (год исследований) и их взаимодействия на качество зерна и муки было установлено, что общая стекловидность (52,59%), массовая доля белка в зерне (58,31%), удельная работа деформации теста (57,78%), валориметрическая оценка (46,01%), объемный выход хлеба (41,77%) и общая хлебопекарная оценка (51,24%) в значительной степени зависят от генотипа.

Условия выращивания оказывали влияние на формирование количества и качества клейковины и коэффициент P/L. Влияние было достоверным ($F_{\text{факт}} > F_{\text{та}}$).

Выводы. Сорта и линии, которые выделились как по отдельным признакам и свойствам, так и по комплексу, могут быть использованы

в селекционном процессе в качестве источников высокого качества зерна.

Сорт Юбилей Дона рекомендуем использовать в смеси с более слабыми сортами по силе муки для реализации своего потенциала при проведении хлебопекарного анализа.

В результате исследований было установлено, что выраженность таких признаков, как общая стекловидность, массовая доля белка в зерне, удельная работа деформации, валориметрическая оценка, объемный выход хлеба и общая хлебопекарная оценка, в значительной степени зависит от генотипа.

Условия выращивания оказывали влияние на формирование количества и качества клейковины и коэффициент P/L.

Библиографические ссылки

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. Стереотип. изд. М.: Альянс, 2014. 351 с.
2. Кондратенко Е. П., Егушова Е. А., Косолапов А. А., Сергеева И. А., Яковченко М. А. Сравнительная характеристика урожайности и качества зерна сортов яровой пшеницы на серых лесных почвах. Вестник КрасГАУ. 2016. № 6. С. 105–112.
3. Скрипка О. В., Подгорный С. В., Самофалов А. П., Некрасова О. А., Громова С. Н., Чернова В. Л., Кравченко Н. С. Хлебопекарные качества зерна озимой мягкой пшеницы в условиях юга ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 33–36. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-66-6-33-36>.

References

1. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of research results)]. 5-e izd., pererab. i dop. Stereotip. izd. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
2. Kondratenko E. P., Egushova E. A., Kosolapov A. A., Sergeeva I. A., Yakovchenko M. A. Sravnitel'naya harakteristika urozhajnosti i kachestva zerna sortov yarovoj pshenicy na seryh lesnyh pochvah [Comparative characteristics of productivity and grain quality of spring wheat varieties on gray forest soils]. Vestnik KrasGAU. 2016. № 6. S. 105–112.
3. Skripka O. V., Podgorniy S. V., Samofalov A. P., Nekrasova O. A., Gromova S. N., Chernova V. L., Kravchenko N. S. Hlebopekarnye kachestva zerna ozimoy myagkoj pshenicy v usloviyah yuga rostovskoj oblasti [Baking qualities of winter bread wheat grain in the south of the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2019. № 6(66). S. 33–36. <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-66-6-33-36>.

Поступила: 31.08.2020; принята к публикации: 30.10.2020.

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; Некрасова О. А. – подготовка опыта; Игнатьева Н. Г., Олдырева И. М., Алты-Садых Ю. Н. – выполнение лабораторных опытов и сбор данных; Кравченко Н. С. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.