

ОСОБЕННОСТИ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕСТА НА ОСНОВЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Т.Б. КУЛЕВАТОВА, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-9564-7127;
E-mail: Rogozhkina2008@yandex.ru

Л.Н. ЗЛОБИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-3866-8060;
E-mail: L9172193438@yandex.ru

Г.А. БЕКЕТОВА, ORCID ID: 0000-0001-5277-3169; gulnarabeketova@yandex.ru.

Л.В. АНДРЕЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук; ORCID ID: 0000-0002-3631-1084;
E-mail: l.v.andreeva_75@mail.ru

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ЮГО-ВОСТОКА»

*Целью данной работы являлась оценка комплексного показателя качества (состояния и поведение при замесе теста) зерна сортообразцов яровой мягкой пшеницы основного конкурсного сортоиспытания (ОКИ) и выявление наиболее перспективных из них для дальнейшей работы. Объектами исследования служили сорта и перспективные линии Саратовская 29, Лютесценс 2297, Лютесценс 2316, Фаворит, Саратовская 68, Саратовская 76, Эритроспермум 2305, Эритроспермум 2253, Эритроспермум 2279, Эритроспермум 2280, Эритроспермум 2309, Саратовская 55, Альбидум 2295, Альбидум 2304, Альбидум 2311, Альбидум 2312, Грекум 2282, Грекум 2283 урожаяев трёх лет 2019-2021 г.г. Анализировали две контрастные полевые повторности. Учетная площадь делянки составляет 16,8 м². Почвы – маломощный южный чернозем. Предшественник – озимая пшеница. Погодные условия в годы проведения эксперимента были различными. О качестве зерна судили по стабильности теста (мин.), количественной выраженности точек экстремума миксолабограммы C_2, C_3, C_4, C_5 (Н*м) и энергии, затраченной образцом теста во время замеса РА (Вт*ч/кг). Результаты подвергали однофакторному дисперсионному анализу. Получены реологические кривые, выявленная значимость различий по признакам оказалась высокой практически по всем, кроме C_3 в 2019 и 2021 годах. Вариабельность важнейшего показателя стабильность теста в 2019 году составила 8,0-11,4 мин.; в 2020 году – 8,9-11,2 мин. и в 2021 году 6,7-11,0 мин. Количественная выраженность показателей свидетельствует о высоком качестве материала основного конкурсного испытания, позволяет использовать их в селекции на качество, и как улучшители в производстве. Исключение составляет линия Альбидум 2295.*

Ключевые слова: сорт, селекция, зерно, яровая мягкая пшеница, реология, качество.

Для цитирования: Кулеватова Т.Б., Злобина Л.Н., Бекетова Г.А., Андреева Л.В. Особенности реологических свойств теста на основе яровой мягкой пшеницы. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 2(42):111-118. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-2-111-118

FEATURES OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF THE DOUGH BASED ON SPRING SOFT WHEAT

T.B. Kulevatova, ORCID ID: 0000-0002-9564-7127; Rogozhkina2008@yandex.ru,
L.N. Zlobina, L9172193438@yandex.ru.

G.A. Beketova, gulnarabeketova@yandex.ru.

L.V. Andreeva, l.v.andreeva_75@mail.ru.

FSBSI «FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER OF SOUTH-EAST»

Abstract: *The purpose of this work was to evaluate a complex quality indicator (state and behavior during dough kneading) of grain varieties of spring soft wheat of the main competitive variety testing (OKI) and to identify the most promising of them for further work. The objects of the study were the varieties and promising lines Saratovskaya 29, Lutescens 2297, Lutescens 2316, Favorit, Saratovskaya 68, Saratovskaya 76, Erythrospermum 2305, Erythrospermum 2253, Erythrospermum 2279, Erythrospermum 2280, Erythrospermum 2309, Saratovskaya 55, Albidum 2295, Albidum 2312, Grecum 2282, Grecum 2283 crops of three years (2019-2021). Field repetition twofold. The accounting area of the plot is 16.8 m². The soils are thin southern chernozem. The predecessor is winter wheat. The weather conditions during the years of the experiment were different. The quality of the grain was judged by the stability of the dough (min.), the quantitative expression of the extremum points of the mixolabogram C₂, C₃, C₄, C₅ (N*m) and the energy expended by the dough sample during kneading RA (W*h/kg). The results were subjected to a one-way analysis of variance. Rheological curves were obtained, the revealed significance of differences in characteristics turned out to be high in almost all, except for C₃ in 2019 and 2021. The variability of the most important indicator of test stability in 2019 was 8.0-11.4 min; in 2020 - 8.9-11.2 min and in 2021 6.7-11.0 min. Quantitative expression of indicators indicates the high quality of the material of the main competitive test, allows you to use them in breeding for quality, and as improvers in production. The exception is the line Albidum 2295.*

Keywords: variety, breeding, grain, spring soft wheat, rheology, quality.

Введение

В настоящее время качеству зерна уделяется огромное внимание [1, 2]. В каждом из селекционных центров, создающих новые сорта сельскохозяйственных культур, со временем формируется своя оригинальная система оценки качества. Она реализуется каждый год и, как правило, включает большое разнообразие изучаемых признаков, так как на сегодняшний момент разработаны, изучены и внедрены десятки методик тестирования зерна, в том числе и на биохимической основе [3]. Качество зерна изучается как в научных целях, так и в производственных [4, 5, 6]. Всесторонняя оценка его по большому количеству индексов необходима из года в год, так как качество – очень гетерогенный признак, он сильно подвержен изменениям, на него оказывают влияние более 20 внешних факторов [7].

Основное конкурсное испытание (ОКИ) является заключительным этапом селекционного процесса яровой мягкой пшеницы, затем новый сорт проходит оценку в Госсортсети для принятия решения о его районировании. Это конечный этап многолетней селекционной работы.

Как известно, физические свойства теста определяют качество хлебобулочных изделий. С недавнего времени, помимо использования традиционных методов, применяемых в селекции на качество, в ФАНЦ Юго-Востока осуществляют оценку качественных показателей зерна яровой мягкой пшеницы в питомнике основного конкурсного испытания (ОКИ) на Миксолабе [8], демонстрирующем динамические состояние и поведение (реологические свойства) теста в процессе замеса, обуславливающие изменение величин крутящего момента на приводе тестомесильной емкости; определяют способность муки к водопоглощению (ВПС), количество времени для образования теста, стабильность его свойств и значение его разжижения, консистенцию теста при нагревании [9]. Протоколы экспериментов, реализуемые на данном приборе, предполагают интегральную оценку качества; эксперименты имитируют в какой-то мере процесс выпечки хлеба и учитывают взаимодействие между составными веществами зерна, такими как клейковина, крахмал, протеины, вода, жиры и др. Изучаются процессы образования и разжижения теста, гелеобразование крахмала, амилолитическая активность и желификация (ретроградация) крахмала.

Цель исследования – оценка показателей качества (реологические свойства) теста у зерна сортообразцов яровой мягкой пшеницы и выявление наиболее перспективных из них для селекции и производства.

Материал и методы исследования

В эксперименты привлекались сорта и сортообразцы яровой мягкой пшеницы (урожаев 2019, 2020 и 2021 гг., питомника основного конкурсного испытания: Саратовская 29 (С-29), Лютесценс 2297 (Л-2297), Лютесценс 2316 (Л-2316), Фаворит, Саратовская 68 (С-68), Саратовская 76 (С-76), Эритроспермум 2305 (Э-2305), Эритроспермум 2253 (Э-2253), Эритроспермум 2279 (Э-2279), Эритроспермум 2280 (Э-2280), Эритроспермум 2309 (Э-2309), Саратовская 55 (С-55), Альбидум 2295 (А-2295), Альбидум 2304 (А-2304), Альбидум 2311 (А-2311), Альбидум 2312 (А-2312), Грекум 2282 и Грекум 2283. Стандартный сорт в 2019 и 2020 годах – Фаворит, в 2021 – Саратовская 76. Анализировали две контрастные полевые повторности. Учетная площадь делянки составляет 16,8 м². Почвы – маломощный южный чернозем. Предшественник – озимая пшеница.

В Поволжье из-за засухи особую роль играют следующие факторы в формировании качества зерна: количество выпавших осадков в вегетационном периоде яровой пшеницы; равномерность распределения осадков по дням, погодные условия в годы проведения эксперимента представлены в табл. 1 и 2.

Май 2020 года и июнь 2020, 2021 годов были достаточно влажными, осадков выпало 112, 180 и 160% от нормы, что нельзя сказать про май 2019, 2021 годов и июнь 2019 года. Температура всей вегетации яровой пшеницы оказалась высокой, практически превышала месячные нормы.

Таблица 1

Количество осадков за весенне-летний период 2019-2021 гг. в сравнении с многолетними данными

Год	Май		Июнь		Июль		Август	
	мм	% от нормы	мм	% от нормы	мм	% от нормы	мм	% от нормы
2019	34,3	80,0	21,0	47,0	49,9	98,0	46,6	106,0
2020	48,0	112,0	81,0	180,0	5,0	10,0	68,0	155,0
2021	38,2	88,8	75,0	166,7	45,3	88,8	3,3	7,5

Таблица 2

Температура воздуха за весенне-летний период 2019-2021 гг. в сравнении с многолетними данными

Год	Май		Июнь		Июль		Август	
	t °С	% от нормы	t °С	% от нормы	t °С	% от нормы	t °С	% от нормы
2019	18,5	123,0	22,8	110,0	21,4	103,0	19,2	97,0
2020	14,9	99,3	20,2	104,1	24,4	114,0	19,7	99,0
2021	18,8	125,3	21,8	112,4	24,4	114,0	24,5	123,1

В нашей работе анализировалось тесто на основе муки из яровой мягкой пшеницы. Изучали стабильность свойств теста (мин.), точки экстремумов на миксолабограммах С₂, С₃, С₄, С₅ (Н*м), и РА (Вт*ч/кг) – общую энергию, затраченную образцом теста во время замеса (рис. 1).

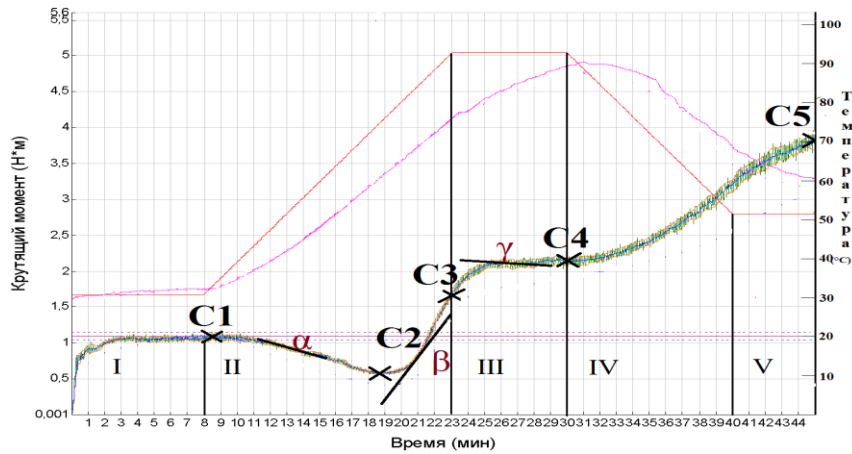


Рис. 1. Тип реологической кривой (миксолабограмма) и точки экстремумов графика

Последний показатель фиксировали после завершения эксперимента с помощью встроенного инструментария прибора. Данные подвергались однофакторному дисперсионному анализу. В результате эксперимента получали реологическую кривую, описывающую зависимость крутящего момента (Н*м) от времени (мин.) в политермальном режиме для каждого изучаемого сортаобразца. Политермальный режим выражали в изменении температуры в зависимости от фазы эксперимента, каждая из которых отражает протекание определенных биохимических процессов.

Результаты исследований и их обсуждение

На рис. 2 изображены миксолабограмма и профайлер сравнения сорта С-68 и линий А-2311 и Э-2279.

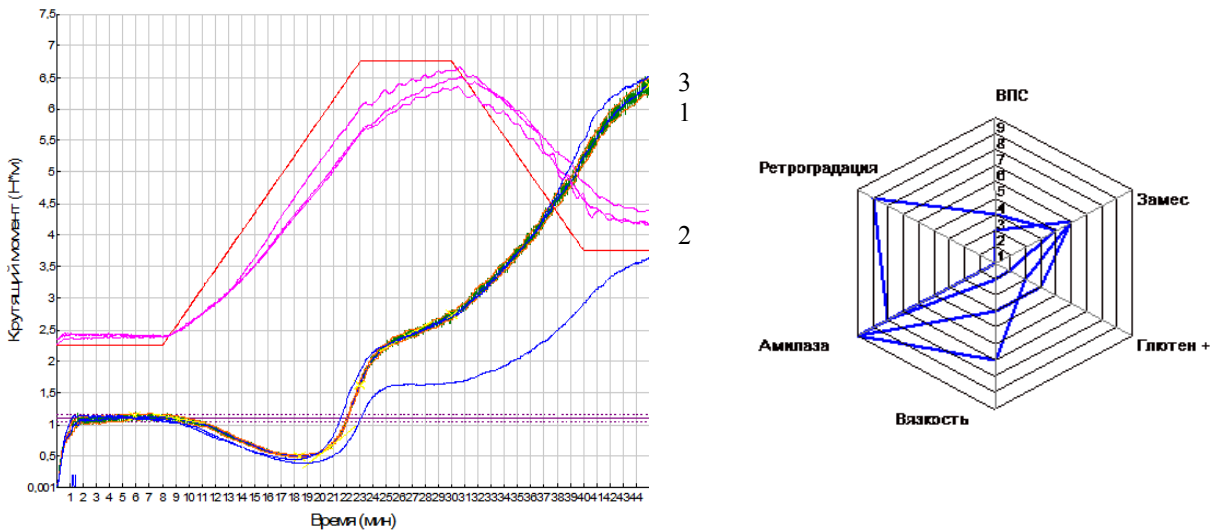


Рис.2. Миксолабограмма и профайлер сравнения реологических кривых сорта Саратовская 68 (1) и перспективных линий Альбидум 2311 (2) и Эритроспермум 2279 (3)

То, как тесто сопротивляется деформации лопастей прибора при замешивании, считается ценным признаком в изучении реологии образцов теста, полученных на основе зерна яровой пшеницы. Вариабельность показателя стабильность теста в 2019 г. составила 8,0-11,4 мин.; в 2020 г. – 8,9-11,2 мин. и в 2021 г. 6,7-11,0 мин. (табл. 3-5).

Таблица 3

Результаты оценки показателей качества (реологические свойства теста) зерна яровой мягкой пшеницы, 2019 г.

№ сел.	№ п/п	Сокращенное название сорта	Стабильность свойств теста, мин.	C ₂ , н*м	РА, Вт*ч/кг
2.	1.	С-29	11,5	0,63	203,8
4.	2.	Л-2297	9,8	0,54	184,7
-	3.	Л-2316	-	-	-
11.	4.	Фаворит	10,7	0,55	189,4
12.	5.	С-68	11,4	0,63	199,2
19.	6.	С-76	10,9	0,61	182,5
14.	7.	Э-2305	11,2	0,62	197,6
6.	8.	Э-2253	11,0	0,53	168,1
8.	9.	Э-2279	11,1	0,56	201,9
9.	10.	Э-2280	10,9	0,54	196,5
18.	11.	Э-2309	10,8	0,57	185,3
22.	12.	С-55	11,4	0,66	196,6
28.	13.	А-2295	8,0	0,46	131,3
-	14.	А-2311	-	-	-
-	15.	А-2312	-	-	-
34.	16.	Грекум 2282	9,6	0,52	162,1
35.	17.	Грекум 2283	10,6	0,60	196,5
F			2,3*	3,08*	8,4*
НСР			1,3	0,08	20,2

Примечание. * – Значимо на 5% -ном уровне.

В целом констатируем, что во все годы исследования этот показатель был очень высок по абсолютному выражению признака. В основном тесто прекращало сопротивляться деформации и начинало разжижаться только при повышении температуры (напомним, что первый этап измерений – это замес теста при постоянной температуре 30°C, который длится 8 мин., затем следует повышение температуры до 90°C).

Можно предположить, что если проводить измерение без повышения температуры, то показатель стабильности теста был бы заметно выше. Это свидетельствует о высоком качестве образцов основного конкурсного испытания, где каждый номер может быть использован и как улучшитель технологических свойств зерна, и как источник в селекции на высокое качество. Исключение составили в 2021 году линии Альбидум 2295 и Грекум 2282, и это, если подходить к анализу достаточно строго. Снижение консистенции теста на первоначальном этапе нагревания является результатом разрыва водородных связей, которые скрепляют протеиновые молекулярные цепочки.

Следующий этап исследований – это фаза нагревания теста от 30 до 90°C. В этой фазе эксперимента мы фиксировали 3 показателя: C₂, C₃ и C₄. Хуже всего разжижалось тесто (C₂) из зерна сортов С-29, С-68 и С-55. Наиболее перспективны линии Э-2305, Грекум 2283 и Л-2316. Низкий показатель выявлен у линии А-2295 (табл. 4-6).

Показатель C₃ (табл. 6) описывает процесс гелеобразования крахмала и его скорость протекания; происходит передача воды от протеиновых соединений к крахмалу, и при дальнейшем повышении температуры мы наблюдали увеличение вязкости у теста. За два года исследований не наблюдалась значимость различий между сортообразцами по данному индексу, характеризующему содержание сахаров (углеводно-амилазный комплекс) в муке зерна пшеницы, что свидетельствует о сомнительной информативности его в селекции на качество.

Таблица 4

**Результаты оценки показателей качества (реологические свойства теста)
зерна яровой мягкой пшеницы, 2020 г.**

№ сел.	№ п/п	Сокращенное название сорта	Стабильность свойств теста, мин	C ₂ , н*м	РА, Вт*ч/кг
2.	1.	С-29	10,2	0,51	190,0
3.	2.	Л-2297	10,0	0,53	186,0
4.	3.	Л-2316	10,6	0,57	201,3
11.	4.	Фаворит	10,2	0,47	175,9
12.	5.	С-68	10,7	0,56	201,4
13.	6.	С-76	10,9	0,56	190,9
15.	7.	Э-2305	10,5	0,54	137,0
16.	8.	Э-2253	9,9	0,44	151,1
17.	9.	Э-2279	10,6	0,52	199,0
18.	10.	Э-2280	10,6	0,55	201,8
20.	11.	Э-2309	10,2	0,53	203,7
22.	12.	С-55	11,2	0,59	195,4
27.	13.	А-2295	8,9	0,41	103,7
30.	14.	А-2311	9,8	0,39	111,8
31.	15.	А-2312	10,0	0,43	119,0
35.	16.	Грекум 2282	9,8	0,44	163,1
36.	17.	Грекум 2283	10,4	0,45	159,0
F			3,4*	14,00*	26,6*
НСР			0,8	0,05	18,9

Примечание: * – Значимо на 5%-ном уровне

Таблица 5

**Результаты оценки показателей качества (реологические свойства теста)
зерна яровой мягкой пшеницы, 2021 год**

№ сел.	№ п/п	Название сорта	Стабильность теста, мин	C ₂ , н*м	РА, Вт*ч/кг
2.	1.	С-29	10,3	0,52	195,3
3.	2.	Л-2297	9,8	0,45	183,8
4.	3.	Л-2316	11,0	0,55	193,4
13.	4.	Фаворит	10,3	0,45	178,6
14.	5.	С-68	10,6	0,50	202,7
15.	6.	С-76	9,7	0,49	174,5
17.	7.	Э-2305	9,9	0,56	199,2
18.	8.	Э-2253	8,7	0,45	165,3
19.	9.	Э-2279	8,6	0,44	194,3
20.	10.	Э-2280	8,7	0,46	195,4
21.	11.	Э-2309	8,5	0,41	171,0
25.	12.	С-55	10,4	0,55	190,5
29.	13.	А-2295	6,7	0,34	98,1
31.	14.	А-2311	9,2	0,39	124,2
35.	15.	А-2312	8,6	0,41	127,4
38.	16.	Грекум 2282	7,2	0,34	107,1
39.	17.	Грекум 2283	8,4	0,42	164,7
F			10,2*	29,1*	83,5*
НСР			1,1	0,04	11,3

Примечание. * – Значимо на 5%-ном уровне.

Далее активность амилолитических ферментов, как правило, достигает своего оптимального уровня при температуре 60-75°C. Во время гидролиза крахмала изменяется консистенция теста, вязкость уменьшается (показатель С₄, табл. 6). Такое явление наблюдали у линии А-2295 во все годы исследований. Но проявляется оно не у всех образцов. Если у сортообразца показатель С₄ превышает С₃ по абсолютному выражению признака, то это указывает на низкую амилолитическую активность, характерную для такой культуры, как пшеница.

Таблица 6

Результаты оценки показателей качества (реологические свойства теста) зерна яровой мягкой пшеницы, 2019-2021 гг.

№ п/п	Название сорта	2019			2020			2021		
		С ₃ , Н* _М	С ₄ , Н* _М	С ₅ , Н* _М	С ₃ , Н* _М	С ₄ , Н* _М	С ₅ , Н* _М	С ₃ , Н* _М	С ₄ , Н* _М	С ₅ , Н* _М
1.	С-29	1,71	2,25	6,43	1,75	2,67	6,30	1,68	2,67	6,36
2.	Л-2297	1,88	2,53	5,99	1,71	2,79	7,00	3,71	4,24	5,95
3.	Л-2316	-	-	-	1,70	2,68	6,60	1,92	2,72	6,28
4.	Фаворит	1,66	2,58	6,43	1,43	2,39	6,00	1,49	2,46	6,02
5.	С-68	1,75	2,51	6,92	1,66	2,72	6,75	1,70	2,76	6,81
6.	С-76	1,82	2,43	5,78	1,76	2,51	6,20	1,51	2,37	5,49
7.	Э-2305	1,78	2,25	6,25	2,17	2,06	4,65	1,59	2,70	6,20
8.	Э-2253	1,71	2,24	5,29	1,40	1,99	4,80	1,54	2,25	5,31
9.	Э-2279	1,97	2,78	6,62	1,74	2,75	6,80	1,76	2,63	6,56
10.	Э-2280	1,86	2,74	6,43	1,73	2,91	7,20	1,58	2,92	6,54
11.	Э-2309	1,87	2,47	6,09	1,71	2,68	7,25	1,52	2,44	5,47
12.	С-55	2,06	2,69	6,20	1,71	2,50	7,50	1,71	2,70	5,99
13.	А-2295	1,67	1,51	3,07	1,49	1,28	2,60	1,42	1,22	2,75
14.	А-2311	-	-	-	1,54	1,43	3,00	0,93	1,66	3,67
15.	А-2312	-	-	-	1,67	1,54	3,25	1,12	1,86	3,68
16.	Грекум 2282	1,75	2,18	5,00	1,50	1,28	2,75	1,59	1,47	3,00
17.	Грекум 2283	2,05	2,56	6,88	1,50	2,05	5,15	1,34	2,21	5,45
	F		9,78*	9,08*	22,5*	69,5*	11,4*		3,15*	58,7*
	НСР	NS	0,32	0,88	0,11	0,20	1,44	NS	1,14	0,52

Примечание. NS – различия между образцами незначимы

Следующая фаза эксперимента – это охлаждение системы с 90°C до 50°C и измерение вязкости в течение 5 мин., при котором происходит загустевание крахмала и значительно повышается вязкость теста, на этом этапе мы измеряли показатель С₅. Традиционно саратовские пшеницы демонстрируют высокое значение данного индекса (табл. 6). Наиболее перспективными по данному признаку считаем Л-2316 (Лютесценс 2316), Э-2280 (Эритроспермум 2280), Э-2309 (Эритроспермум 2309), С-68 (Саратовская 68). Исключение составляет линия А-2295 (Альбидум 2295).

Использование прибора Миксолаб позволяет нам с помощью встроенного алгоритма фиксировать энергию теста, поглощенную во время замеса – показатель РА (Вт*ч/кг) (табл. 3-5). Ранее мы выявили значимую взаимосвязь данного признака с показателем С₅ и показали их взаимозаменяемость. Во все годы исследований наблюдались значимые различия между сортообразцами по данному показателю, что указывает на высокую информативность признака в селекционном процессе.

Заключение

Таким образом, все сортообразцы основного конкурсного испытания являются высококачественными, за исключением линии А-2295 (Альбидум 2295) и могут быть использованы как доноры в получении новых форм, как улучшители в сортосмесях. Посредством дисперсионного анализа показана информативность таких показателей в

селекционном процессе, как стабильность теста, C_2 , C_4 , C_5 и РА. Показатель C_3 нельзя считать надежным при селекции зерна на качество.

Литература

1. Мелешкина Е.П. Современные аспекты качества пшеницы для выработки муки и крупы // Хранение и переработка зерна. - 2011. - № 9 (147). – С. 43-44.
2. Прянишников А.И., Андреева Л.В., Кулеватова Т.Б., Мачихина Л.И., Мелешкина Е.П. Качество зерна – источник здоровья нации // Достижения науки и техники АПК. - 2010. - № 11. – С. 16-17.
3. Бебякин В.М. К выбору приоритетов в селекции пшеницы на качество // Адаптивные технологии производства качественного зерна в засушливом Поволжье. Саратов: Новый ветер, - 2004. – С. 195-197.
4. Мелешкина Е.П., Коломиец С.Н., Жильцова Н.С., Бундина О.И. Современная оценка хлебопекарных свойств российской пшеницы // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2021. - Т. 83, - № 1 (87). – С. 155-162.
5. Мелешкина Е.П., Бундина О.И. Приоритетные задачи стандартизации и оценка качества зерна и продуктов его переработки // Контроль качества продукции. - 2021. - № 6. – С. 8-12.
6. Ахтариева М.К., Нецветаев В.П., Белкина Р.И. Качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения в Северном Зауралье. Тюмень, - 2021. – 136 с.
7. Кулеватова Т.Б., Лящева С.В., Злобина Л.Н., Старичкова Н.И. К качеству зерна озимой пшеницы // Изв. Саратов. ун-та. Нов. Сер. Химия. Биология. Экология. - 2021. - Т. 21, - № 1. – С. 78-86.
8. Дюба А., Рысев К. Современный метод контроля качества зерна и муки по реологическим свойствам теста, определяемым с помощью Миксолаб профайлер // Управление реологическими свойствами пищевых продуктов: материалы I науч.-практ. конф. и выставки с междунар. участием (25-26 сентября 2008 г.). – М.: МГУПП, - 2008. – С. 86-95.
9. Туляков Д.Г., Мелешкина Е.П., Витол И.С., Панкратов Г.Н., Кандроков Р.Х. Оценка свойств муки из зерна тритикале с использованием системы Миксолаб // Хранение и переработка сельхозсырья. - 2017. - № 1. – С. 20-23.

References

1. Meleshkina E.P. Sovremennye aspekty kachestva pshenicy dlya vyrabotki muki i krupy [Modern aspects of wheat quality for the production of flour and cereals]. Hranenie i pererabotka zerna [Grain storage and processing]. 2011, no 9(147), pp. 43-44. (in Russian).
2. Pryanishnikov A.I., Andreeva L.V., Kulevatova T.B., Machihina L.I., Meleshkina E.P. Kachestvo zerna – istochnik zdorov'ya natsii [Grain quality is the source of the nation's health] Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology of agriculture]. 2010, no 11, pp. 16-17. (in Russian).
3. Bebyakin V.M. K vyboru prioritetov v selektsii pshenicy na kachestvo [To the choice of priorities in wheat breeding for quality] Adaptivnye tekhnologii proizvodstva kachestvennogo zerna v zasushlivom Povolzh'e [Adaptive technologies for the production of high-quality grain in the arid Volga region]. Saratov: New Wind, 2004, pp.195-197. (in Russian).
4. Meleshkina E.P., Kolomiec S.N., Zhil'cova N.S., Bundina O.I. Sovremennaya ocenka hlebopekarnykh svoystv rossijskoj pshenicy [Modern assessment of baking properties of Russian wheat] Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy [Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies]. 2021, Vol. 83, no. 1(87), pp. 155-162. (in Russian).
5. Meleshkina E.P., Bundina O.I. Kontrol' kachestva produktsii [Product quality control], 2021, no. 6, pp. 8-12. (in Russian).
6. Ahtarieva M.K., Necvetaev V.P., Belkina R.I. Kachestvo zerna sortov yarovoj myagkoj pshenicy razlichnogo ekologo-geograficheskogo proiskhozhdeniya v Severnom Zaural'e [Grain quality of spring soft wheat varieties of various ecological and geographical origin in the Northern Trans-Urals], 2021, 136 p. (in Russian).
7. Kulevatova T.B., Lyashcheva S.V., Zlobina L.N., Starichkova N.I. K kachestvu zerna ozimoi pshenicy [To the quality of winter wheat grain] Izv. Sarat. un-ta. Nov. Ser. Himiya. Biologiya. Ekologiya [Izv. Sarat. un-ta. Nov. Ser. Chemistry. Biology. Ecology]. 2021, no 21 (1), pp.78-86 (in Russian).
8. Dyuba A., Rysev K. Sovremennyy metod kontrolya kachestva zerna i muki po reologicheskimi svoystvami testa, opredelyaemym s pomoshch'yu miksolab profajler [A modern method of quality control of grain and flour according to the rheological properties of the dough, determined using mixolab profiler] Upravlenie reologicheskimi svoystvami pishchevykh produktov: materialy I nauch.-prakt. konf i vystavki s mezhdunarod. uchastiem. 25-26 sentyabrya 2008g [Management of rheological properties of food products: materials of the I scientific and practical conference and exhibitions with international participation. September 25-26, 2008]. M.: Moscow: MGUPP, 2008, pp.86-95. (in Russian).
9. Tulyakov D.G., Meleshkina E.P., Vitol I.S., Pankratov G.N., Kandrov R.H. Ocenka svoystv muki iz zerna tritikale s ispol'zovaniem sistemy Miksolab [Evaluation of the properties of triticale grain flour using the Mixolab system] Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya [Storage and processing of agricultural raw materials]. 2017, no 1, pp.20-23. (in Russian).