

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЗЕРНА СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ МЕТОДОМ СЕДИМЕНТАЦИИ

Т.Б. КУЛЕВАТОВА, кандидат биологических наук, ORCID ID: 0000-0002-9564-7127;

E-mail: tanjakulevatova@yandex.ru

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

Л.Н. ЗЛОБИНА, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID ID: 0000-0002-3866-8060;

E-mail: L9172193438@yandex.ru

Е.М. ЕРМАКОВА, ORCID ID:0009-0009-3991-5308

ФГБНУ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ЮГО-ВОСТОКА

Аннотация. Цель настоящего исследования – выявить наиболее ценные генотипы методом седиментации для оптимизации селекционного процесса яровой мягкой пшеницы на качество. В задачи исследований входило определение количественной выраженности показателя ДДС- седиментации у зерна перспективных сортов и линий яровой мягкой пшеницы селекционных питомников: контрольное испытание (КИ), предварительное конкурсное испытание (ПКИ), основное конкурсное (ОКИ) и экологическое испытания (ЭИ). Почвы – черноземы южные, климат умеренно континентальный. В ОКИ площадь делянки 16,8 м². В двух полевых повторностях изучали 42 образца и 100 номеров в ПКИ. Контрольное испытание 2023 года включало 105 образцов, площадь делянки 2,4 м². Экологическое испытание реализовывалось в двух опытах двух полевых повторениях, площадь делянок составляла 8,4 м² и 4,2 м². Показатель седиментации оценивали по методике Бебякина В.М. и Бунтиной М.В. (1991). Для выявления достоверности различий между показателями у исследуемых сортообразцов применяли однофакторный дисперсионный анализ, оценивали наименьшую существенную разницу (НСР) при достоверности F-критерия (*) и критерий множественных сравнений частных средних по Дункану. Метод корреляционного анализа применяли для определения сходимости результатов по полевым повторениям. На качество зерна основное влияние оказывают погодные условия именно в период его формирования и налива. Выявлена лимитированность признака по полевым повторностям, по годам и в течение года. В КИ у 25 сортообразцов показатель седиментации был со значением больше 60 мл, что составляет 23,8% от изученных, а в ПКИ 30% образцов имели показатель выше 60 мл. Коэффициент корреляции между полевыми повторениями в ОКИ составляет 0,7021** (2022г) и 0,7937** (2023г) (**-значимо на 1% ном уровне), поэтому обсуждение средней величины признака правомерно. В 2023 году наблюдается последовательное увеличение количества сортообразцов по питомникам с показателем седиментации 60 мл и выше: КП – 23,8%; ПКИ – 30%; ОКИ – 45%, это свидетельствует о том, что отбор по данному признаку в 2022 году дал положительный результат. Анализ двух питомников экологического испытания позволил выявить 33% сортов, перспективных как исходный материал для селекции на качество зерна. Коэффициент корреляции между полевыми повторениями в первом питомнике экологического испытания составляет 0,8048**, во втором – 0,8049**, это указывает на корректность методики проведения полевого эксперимента, что является необходимым условием успешного анализа показателей качества зерна яровой мягкой пшеницы.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, качество зерна, седиментация, додецилсульфат натрия, селекция, экологическое испытание.

Для цитирования: Кулеватова Т.Б., Бекетова Г.А., Злобина Л.Н., Ермакова Е.М. Оценка качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы методом седиментации. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2024; 4(52):163-170. DOI: 10.24412/2309-348X-2024-4-163-170

EVALUATION OF GRAIN QUALITY OF BREEDING MATERIAL OF SPRING SOFT WHEAT BY SEDIMENTATION

T.B. Kulevatova, G.A. Beketova, L.N. Zlobina, E.M. Ermakova

FSBSI FEDERAL AGRARIAN SCIENTIFIC CENTER OF SOUTH-EAST

Abstract: *The purpose of this study was to identify the most valuable genotypes by sedimentation method to optimize the breeding process of spring soft wheat for quality. The objectives of the research were to determine the quantitative severity of the DDS sedimentation index in grain of promising varieties and lines of spring soft wheat breeding nurseries: control test (CI), preliminary competitive test (PKI), basic competitive (OKI) and environmental tests (EI). The soils are southern chernozems, the climate is moderately continental. In OKI, the plot area is 16.8 m². 42 samples and 100 numbers in the PKI were studied in two field replications. The 2023 control test included 105 samples, the plot area was 2.4 m², the environmental test was carried out in two experiments in two field repetitions, the plot area was 8.4 m² and 4.2 m². The sedimentation index was evaluated by the method of Bebyakin V.M. and Buntina M.V. (1991). To identify the reliability of differences between the indicators in the studied varieties, a one-factor analysis of variance was used, the least significant difference (LSD) was estimated with the reliability of the F-criterion (*) and the criterion of multiple comparisons of partial averages according to Duncan. The correlation analysis method was used to determine the convergence of the results based on field repetitions. The quality of grain is mainly influenced by weather conditions during the period of its formation and filling. The limitation of the trait was revealed by field repetitions, by year and throughout the year. In CI, 25 varietal samples had a sedimentation index of more than 60 ml, which is 23.8% of the studied samples, and in PCI, 30% of the samples had an index above 60 ml. The correlation coefficient between field repetitions in the OKI is 0.7021** (2022) and 0.7937** (2023) (** is significant at 1% level), therefore, discussion of the average value of the trait is legitimate. In 2023, there is a consistent increase in the number of varietal samples by nurseries with sedimentation index of 60 ml and above: KP - 23.8%; PKI - 30%; OKI - 45%, this indicates that selection for this trait in 2022 gave a positive result. Analysis of two nurseries of the ecological trial identified 33% of varieties promising as source material for breeding for grain quality. The correlation coefficient between field repetitions in the first nursery of ecological test is 0.8048**, in the second nursery - 0.8049**, this indicates the correctness of the methodology of the field experiment, which is a prerequisite for successful analysis of grain quality indicators of spring soft wheat.*

Keywords: spring soft wheat, grain quality, sedimentation, sodium dodecyl sulfate, breeding, environmental testing.

Введение

Понятие о качестве зерна пшеницы является различным в зависимости от направления его использования. Оно является выражением того, в какой степени тот или иной продукт отвечает цели, для которой он предназначен. Требования к качеству пшеницы в России существуют в виде двух основных систем. Одной из них придерживаются селекционные учреждения и Госкомиссия по сортоиспытанию; вторым, более простым, руководствуются при заготовках зерна. Качество зерна не может быть выражено в показателях какого-то одного свойства, оно зависит от целой совокупности признаков, определяющих физические, структурно-механические, мукомольные, хлебопекарные достоинства, реологические свойства теста и др. [1]. В понимании потребителя качество зерна выражается в показателях, характеризующих его пригодность для получения хлеба и хлебобулочных изделий [2]. С точки зрения селекционера, качество состоит из множества компонентов, наилучшим образом соответствующих генетической основе того сортового материала, с которым ведется селекционная работа.

Большинство методов, применяемых в современной селекции для оценки качества зерна и муки, имеют под собой биохимическую основу. Седиментационная оценка в различных ее модификациях с целью выбраковки заведомо низкокачественного материала и

позволяющая по небольшим пробам зерна оперативно тестировать те или иные свойства, ради улучшения которых ведется селекция, широко используется в селекционной практике [3, 4]. При проведении экспресс-оценок используют методику седиментации, где поверхностно-активным веществом (ПАВ) выступает додецилсульфат натрия (ДДС), который фиксирует движение агломератов набухших частиц муки в органических системах [5, 6, 7]. Результаты данных оценок очень тесно взаимосвязаны на генотипическом уровне с показателем ИДК-1 ($r_g = -0,86^{**} - 0,87^{**}$), характеристиками фаринограммы ($r_g = 0,65^{**} - 0,99^{**}$), альвеограммы ($r_g = 0,56^{**} - 0,72^{**}$) и объемным выходом хлеба ($r_g = 0,68^{**} - 0,81^{**}$) [8,9].

Величина показателя ДДС-седиментации, интегрально характеризующая технологические свойства муки, варьирует от 15 до 90 мл и более. Для безошибочной оценки суждения о физических свойствах теста или объемном выходе хлеба по показателю седиментации необходимо, чтобы его значения у изучаемого сорта или линии отклонялись от стандарта в ту или иную сторону на 40-50% абсолютной величины. Генетический сдвиг при отборе лучших по ДДС-оценке фенотипов при интенсивности отбора 10 и 20% статистически значим. Наиболее надежные результаты при отборах по ДДС-величине в популяциях яровой мягкой пшеницы можно ожидать в F_4 и более поздних поколениях [8, 9].

Цель исследования – выявить наиболее ценные генотипы методом седиментации для оптимизации селекционного процесса яровой мягкой пшеницы на качество.

В связи с этим, в задачи исследований входило определить количественную выраженность показателя ДДС-седиментации у зерна сортообразцов яровой мягкой пшеницы селекционных питомников: контрольное испытание, предварительное конкурсное испытание, основное конкурсное и экологическое испытания и провести его анализ.

Материалы и методы исследования

Экспериментальным материалом служили сорта и перспективные линии яровой мягкой пшеницы, выращенные в селекционных питомниках контрольного (КИ), предварительного (ПКИ) и экологического испытаний (ЭИ) урожая 2023 года лаборатории селекции и семеноводства яровой мягкой пшеницы. Результаты изучения перспективных сортов и линий основного конкурсного сортоиспытания (ОКИ) представлены данными урожая 2022, 2023 гг. в количестве 84 сортообразцов в двух полевых повторениях ежегодно, площадь делянки 16,8 м². В ПКИ изучали 100 номеров в двух полевых повторностях. Контрольное испытание 2023 года включало 105 образцов, площадь делянки 2,4 м², экологическое испытание проводили в двух опытах в двух полевых повторениях, площадь делянок составляла 8,4 м² и 4,2 м² соответственно. Почвы – черноземы южные, климат умеренно континентальный.

Показатель седиментации оценивали по методике Бебякина В.М. и Бунтиной М.В. (1991). Обязательным условием успешного проведения эксперимента является удаление зерна, пораженного клопом-черепашкой из анализируемой пробы, так как известно, что присутствие таких зерен затрудняет оценку генотипически обусловленного качества зерна в связи с селекцией [10]. Для выявления достоверности различий между показателями у исследуемых сортообразцов применяли однофакторный дисперсионный анализ, оценивали наименьшую существенную разницу (НСР) при достоверности F-критерия (*) и критерий множественных сравнений частных средних по Дункану. Метод корреляционного анализа применяли для определения сходимости результатов по полевым повторениям.

Без анализа метеорологических условий в период вегетации нет смысла обсуждать признаки у растений, так как известно, что на выраженность качественных показателей зерна оказывают влияние погодные условия именно в период его формирования и налива (таблицы 1, 2). Из приведенных данных следует, что метеоусловия в период вегетации были различными, это в первую очередь касается количества осадков: выше процента от нормы выпало их в июне 2023 года. Температура превышала среднеголетние данные в мае, июле и августе 2023 года.

Таблица 1

Количество осадков за период весна – лето по фазам развития растений яровой мягкой пшеницы в сравнении с многолетними данными

Год	Май		Июнь		Июль		Август	
	мм	Процент от многолетних значений	мм	Процент от многолетних значений	мм	Процент от многолетних значений	мм	Процент от многолетних значений
2022	30,5	70,9	34,7	77,1	73,5	144,1	12,6	28,6
2023	37,4	87,0	59,3	131,8	40,9	80,2	25,6	58,2

Таблица 2

Температура воздуха за период весна-лето 2022-2023 гг. по фазам развития растений яровой мягкой пшеницы в сравнении с многолетними данными

Год	Май			Июнь			Июль			Август		
	Т°С	Процент от многолетних значений	ГТК	Т°С	Процент от многолетних значений	ГТК	Т°С	Процент от многолетних значений	ГТК	Т°С	Процент от многолетних значений	ГТК
2022	11,7	78,0	0,8	21,0	108,2	0,6	21,7	101,4	1,1	24,0	120,6	0,2
2023	16,2	108,0	0,8	18,3	94,3	1,1	22,0	102,8	0,6	22,7	114,1	0,4

Примечание. ГТК – гидротермический коэффициент.

Результаты и их обсуждение

Схема селекционного процесса яровой мягкой пшеницы в ФАНЦ Юго-Востока включает следующие структурные единицы: СП1 (селекционный питомник первого года изучения), СП2 (селекционный питомник второго года изучения), контрольный питомник, предварительное конкурсное испытание, основное конкурсное испытание. В селекционном питомнике контрольного испытания (КИ) в 2023 году было проанализировано 105 сортообразцов. У 25 из них выявлен показатель седиментации со значением больше 60 мл, что составляет 23,8% от изученных. Вариабельность признака 29-84 мл.

Номера из питомника предварительного испытания включаются в скрещивания, если среди них есть что-либо оригинальное. Главная цель таких скрещиваний – расширить разнообразие местного исходного материала. В питомнике предварительного конкурсного испытания (ПКИ) в 2023 году проанализировано 100 сортообразцов в двух полевых повторениях. У 32 образцов (32%) значение в первой полевой повторности было выше по абсолютному значению, чем во второй. У 11 образцов (11%) значения во второй повторности выше, чем в первой; у 6 образцов (6%) значения были стабильны – это селекционные номера 80,81,83,86,90,94. Пределы варьирования признака в первой повторности 40-78 мл, при этом выше 60 мл показатель седиментации выявлен у 30 номеров, что составляет 30% от всех изученных. Во второй повторности варьирование признака составляло 42-72 мл, при этом выше 60 мл у 11 сортообразцов (11%).

Основное конкурсное испытание (ОКИ) является заключительным этапом селекционного процесса яровой мягкой пшеницы, после которого перспективные линии передают на государственное испытание, поэтому на данном этапе важно проводить всестороннее полное их изучение как по урожайности, так и по качеству зерна. Если вникнуть в сущность определения селекции, данного Н.И. Вавиловым, как эволюции, направляемой волей человека, то надо признать необходимость особого подхода к исходному материалу, поэтому с эволюционной точки зрения на первое место по значимости должен быть поставлен свой гибридный материал, подрабатываемый в заданном направлении в заданной местности (Ильина Л.И., 1996). Накопление благоприятных изменений осуществляется путем скрещивания лучших номеров, изучаемых в том числе и в основном конкурсном испытании.

Представленные в таблице 3 данные количественной выраженности показателя седиментации с ПАВ свидетельствуют о значимости различий сортообразцов, что открывает перспективу отбора по данному признаку. Коэффициент корреляции между полевыми повторениями в данном опыте составляет 0,7021** (** – значимо на 1%-ном уровне).

Таблица 3

Показатель ДС-седиментации зерна сортообразцов яровой мягкой пшеницы в питомнике основного конкурсного испытания (ОКИ), урожай 2022 года

№ п/п и сел.	Показатель седимен- тации (мл)		\bar{X}	№ п/п и сел.	Показатель седимен- тации (мл)		\bar{X}
	I	II			I	II	
1.	46	50	48 bcdefghij	23.	54	56	55 jklmnopgr
2.	58	54	56 klmnopgr	24.	52	56	54 ijklmnopgr
3.	44	42	43 ab	25.	60	58	59 pgr
4.	54	52	53 ijklmnopgr	26.	56	58	57 mnopgr
5.	54	52	53 ijklmnopgr	27.	56	62	59 r
6.	48	42	45 abcde	28.	44	48	46 bcdefgh
7.	56	54	55 jklmnopgr	29.	50	56	53 hijklmnopgr
8.	56	50	53 ijklmnopgr	30.	52	50	51 defghijklmno
9.	48	46	47 bcdefghi	31.	42	46	44 abc
10.	50	50	50 cdefghijklm	32.	52	52	52 ghijklmnopgr
11.	50	46	48 mnopgr	33.	58	58	58 opgr
12.	56	52	54 ijklmnopgr	34.	58	58	58 nopgr
13.	58	50	54 ijklmnopgr	35.	58	60	59 gr
14.	52	48	50 cdefghijklm	36.	44	46	45 abcd
15.	54	58	56 mnopgr	37.	52	52	52 efghijklmnopgr
16.	52	56	54 ijklmnopgr	38.	52	56	54 ijklmnopgr
17.	60	52	56 lmnopgr	39.	52	58	55 jklmnopgr
18.	52	48	50 cdefghijklm	40.	50	54	52 fghijklmnopgr
19.	38	40	39 a	41.	50	58	54 jklmnopgr
20.	50	46	48 bcdefghij	42.	51	52	51 defghijklmno
21.	48	42	45 abcdef				
22.	46	46	46 bcdefgh				
НСР		5,8		НСР		5,8	
F		5,6*		F		5,6*	

Примечание. Значимо не различающиеся между собой значения показателя седиментации обозначены одинаковой латинской буквой по критерию множественных сравнений Дункана. То же в таблице 4.

В 2023 году в данном питомнике (ОКИ) анализировали 89 сортообразцов, из них 84 в двух полевых повторениях. У 40 образцов, что составляет 46,5%, значение показателя ДДС-седиментации в первой полевой повторности было выше по абсолютному значению, чем во второй; у 2 образцов (2,3%) наблюдались одинаковые значения; у 1 (1,2%) образца в первой повторности значения были ниже (табл. 4).

Таблица 4

Показатель ДДС-седиментации зерна сортообразцов яровой мягкой пшеницы в питомнике основного конкурсного испытания (ОКИ), урожай 2023 года

№ п/п и сел.	Показатель седиментации (мл)		\bar{X}	№ п/п и сел.	Показатель седиментации (мл)		\bar{X}
	I	II			I	II	
1.	59	41	50 bcdef	23.	40	42	41 ab
2.	76	56	66 nopqrstuv	24.	53	51	52 cdefghij
3.	62	47	55 defghijkl	25.	52	50	51 bcdefgh
4.	71	63	67 stuv	26.	59	51	55 defghijklm
5.	81	65	73 v	27.	68	66	67 stuv
6.	67	59	63 lmnopqrstuv	28.	70	65	68 stuv
7.	66	65	66 mnopqrstuv	29.	62	59	61 fgyijklmnopqrstu
8.	66	59	63 jklmnopqrstuv	30.	59	46	53 cdefghijkl
9.	72	60	66 opqrstuv	31.	40	36	38 a
10.	71	62	67 qrstuv	32.	52	48	50 bcdef
11.	66	52	59 efghijklmnopqrst	33.	60	58	59 efghijklmnopqrst
12.	74	60	67 stuv	34.	50	50	50 bcdef
13.	79	63	71 uv	35.	58	56	57 defghijklmnopqrs
14.	74	59	67 pqrstuv	36.	59	54	57 defghijklmnopqrs
15.	72	52	62 ijklmnopqrstu	37.	42	42	42 abc
16.	64	45	55 defghijkl	38.	51	48	50 bcde
17.	50	49	50 bcde	39.	57	46	52 bcdefghi
18.	67	55	61 hijklmnopqrstu	40.	51	44	48 abcd
19.	64	58	61 qhijklmnopqrstu	41.	51	49	50 bcdef
20.	74	60	67 rstuv	42.	52	46	49 bcde
21.	72	54	63 klmnopqrstuv				
22.	59	56	58 defghijklmnopqrs				
НСР			9,0	НСР			9,0
F			7,3*	F			7,3*

Варьирование признака в первой полевой повторности - 40-81 мл, во второй - 36-66 мл. Коэффициент корреляции между полевыми повторениями составляет 0,7937** (** - значимо на 1% ном уровне), поэтому обсуждение средней величины признака правомерно. Выше 60 мл показатель выявлен у 20 изучаемых сортообразцов, что составляет около 48 %. То есть в 2023 году наблюдается последовательное увеличение количества сортообразцов по питомникам с показателем седиментации 60 мл и выше: КП – 23,8%; ПКИ – 30%; ОКИ – 45%. Можно предположить, что отбор в 2022 году дал положительный результат по данному признаку.

Экологическое испытание (ЭИ) имеет неоспоримое значение для подбора исходного материала в будущих скрещиваниях, необходимым условием которых является развитие адаптивного потенциала сортов и линий. В лаборатории селекции и семеноводства яровой мягкой пшеницы в 2023 году было проведено два опыта экологического испытания (I, II) В первом питомнике (I) проанализировано 24 сортообразца в двух полевых повторениях. У 5 образцов показатель ДДС-седиментации был выше 60 мл в обеих повторностях. Варьирование показателя в первой повторности составляет 44-64 мл (разница 20), во второй – 40-66 мл

(разница 26). Общее варьирование 65-43 мл (разница 22). Во втором питомнике (II) изучали 63 образца в двух полевых повторениях. Показатель седиментации в первой повторности ниже, чем во второй у 19 сортообразцов, что составляет примерно 30%; в 6 (10%) случаях, показатель не менялся в зависимости от полевого повторения. У 38 образцов показатель был выше, чем в первой повторности, что составляет примерно 60%. У 50% изученных образцов первой повторности показатель был выше значения 60 мл; во второй повторности такое свойство наблюдалось в 17% случаев, т.е. у 11 образцов. Вариабельность показателя первой повторности составляет 32-86 мл, второй 34-70 мл соответственно. Коэффициент корреляции между полевыми повторениями в первом питомнике экологического испытания составляет 0,8048**, во втором - 0,8049**, это указывает на корректность методики проведения полевого эксперимента, что является необходимым условием успешного анализа показателей качества зерна яровой мягкой пшеницы.

Заключение

В итоге можно констатировать, что метод седиментационного анализа с применением ПАВ – додецилсульфата натрия является экспрессным и информативным для селекции, что доказывается значимостью различий признака у сортообразцов и эффективностью отбора по нему. Выявлены наиболее ценные генотипы по данному показателю и рекомендованы для дальнейшей оптимальной работы на качество зерна яровой мягкой пшеницы.

Литература

1. Кузьменко А.И. Саратовские сорта яровой мягкой пшеницы. – Издательство Саратовского университета, – 2005. – 299 с.
2. Мелешкина Е.П., Коломиец С.Н., Бундина О.И., Жильцова Н.С. Современные требования к качеству ценной пшеницы в России. // Пищевая промышленность – 2023. – №6. – С.6-8. DOI:10.52653/PPI.2023.6.6.001
3. 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: ЗАО «Книга». – 2014. – 32 с.
4. Копусь М.М., Нецветаев В.П., Копусь Е.М., Маркова А.Р., Нецветаева О.В. Экспресс методы оценки селекционного материала пшеницы по качеству зерна. // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №1. – С.19-22.
5. Бебякин В.М., Бунтина М.В. Эффективность оценки качества зерна яровой мягкой пшеницы по SDS-тесту. // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1991. – № 1. – С. 68-70.
6. Бебякин, В.М., Бунтина М.В., Васильчук Н.С. Эффективность SDS-седиментационной и миксографической оценок при тестировании качества яровой твердой пшеницы. // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1987. – № 7. – С. 65-70.
7. 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), Article number 1640. DOI: 10.3390/plants11131640.
8. Бебякин В.М., Кулеватова Т.Б., Кибкало И.А., Андреева Л.В., Крупнова О.В. Пути и методы оптимизации оценки качества зерна яровой мягкой пшеницы и отбора высококачественных генотипов. // Аграрный вестник Юго-Востока – 2013. – № 1-2 (8-9). – С. 42-46.
9. Бебякин, В.М., Кулеватова Т.Б., Кибкало И.А. Оценка качества зерна яровой мягкой пшеницы в процессе селекции. // Аграрная наука. – 2012. – № 11. – С. 22-24.
10. Кулеватова, Т.Б., Злобина Л.Н., Бекетова Г.А., Андреева Л.В. Аспекты качества зерна яровой мягкой пшеницы. // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2023. – № 2 (46). – С. 117-124, DOI:10.24412/2309-348X-2023-2-117-124.

References

1. Kuz'menko A.I. Saratovskie sorta yarovoij myagkoj pshenicy [Saratov varieties of spring soft wheat]. *Izdatel'stvo Saratovskogo universiteta*, 2005, 299 p. (In Russ).

2. Meleshkina E.P., Kolomiec S.N., Bundina O.I., ZHil'cova N.S. Sovremennye trebovaniya k kachestvu cennoj pshenicy v Rossii. [Modern requirements for the quality of valuable wheat in Russia]. *Pishchevaya promyshlennost'- Food industry*, 2023, no 6, pp.6-8. (In Russ).
3. Samofalova, N.E., Kopus' M.M., Skripka O.V., Marchenko D.M., Samofalov A.P., Ilichkina N.P., Grichanikova T.A. SDS-sedimentaciya v poetapnoj ocenke selekcionnogo materiala ozimoy pshenicy po kachestvu zerna (nauchno-prakticheskie rekomendacii) [SDS-sedimentation in the step-by-step assessment of the breeding material of winter wheat by grain quality (scientific and practical recommendations)]. Rostov n/D: ZAO «Kniga», 2014, 32 p. (In Russ).
4. Kopus' M.M., Necvetaev V.P., Kopus' E.M., Markova A.R., Necvetaeva O.V. Ekspress metody ocenki selekcionnogo materiala pshenicy po kachestvu zerna [Express methods of evaluation of wheat breeding material by grain quality]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK - Achievements of science and technology of agriculture*. 2010, no 1, pp.19-22. (In Russ).
5. Bebyakin V.M., Buntina M.V. Effektivnost' ocenki kachestva zerna yarovoj myagkoj pshenicy po SDS-testu [The effectiveness of assessing the quality of spring soft wheat grain according to the SDS test]. *Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki - Bulletin of Agricultural Science*. 1991, no 1, pp.68-70. (In Russ).
6. Bebyakin, V.M. Buntina M.V., Vasil'chuk N.S. Effektivnost' SDS-sedimentacionnoj i miksograficheskoj ocenok pri testirovanii kachestva yarovoj tvrdoj pshenicy [The effectiveness of SDS-sedimentation and mixographic assessments in testing the quality of spring durum wheat]. *Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki - Bulletin of Agricultural Science*. 1987, no 7, pp. 65-70. (In Russ).
7. 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), Article number 1640. DOI: 10.3390/plants11131640.
8. Bebyakin V.M., Kulevatova T.B., Kibkalo I.A., Andreeva L.V., Krupnova O.V. Puti i metody optimizacii ocenki kachestva zerna yarovoj myagkoj pshenicy i otbora vysokokachestvennyh genotipov [Ways and methods of optimizing the evaluation of the grain quality of spring soft wheat and the selection of high-quality genotypes]. *Agrarnyj Vestnik YUgo-Vostoka - Agrarian Bulletin of the South-East*. 2013, no 1-2(8-9), pp.42-46. (In Russ).
9. Bebyakin V.M., Kulevatova T.B., Kibkalo I.A. Ocenka kachestva zerna yarovoj myagkoj pshenicy v processe selekcii [Evaluation of the grain quality of spring soft wheat in the selection process]. *Agrarnaya nauka - Agricultural science*. 2012, no 11, pp.22-24. (In Russ).
10. Kulevatova T.B., Zlobina L.N., Beketova G.A., Andreeva L.V. Aspects of grain quality of spring soft wheat [Evaluation of the grain quality of spring soft wheat in the selection process]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2023, no 2 (46), pp.117-124. DOI:10.24412/2309-348X-2023-2-117-124. (In Russ).