УДК 633.14.324:004:12 **DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-51-56**

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ МЕТОДОМ СЕДИМЕНТАЦИОННОГО АНАЛИЗА

Т.Б. Кулеватова, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории качества зерна, Rogozhkina2008@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9564-7127;
С.В. Лящева, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая селекционным центром, lyaschevasveta@eandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6790-0770;
Л.Н. Злобина, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории качества зерна, L9172193438@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-3866-8060;
Л.В. Андреева, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории качества зерна, l.v.andreeva_75@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3631-1084
ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока»,
410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7; e-mail: raiser_saratov@mail.ru

Известно, что в селекционном процессе имеется большая потребность в методах быстрых, работающих на минимальных навесках экспериментального материала и раскрывающих качественный потенциал сортообразцов. Для этого в практике лабораторных оценок, чтобы освободиться от неперспективных номеров, прибегают вначале к седиментационному анализу, а в первичных звеньях селекции и при оценках озимой пшеницы в предуборочный период этот вид анализа может являться основным. Цель настоящего исследования – выявить методом седиментационного анализа наиболее ценные генотипы в селекционных питомниках для оптимизации селекционного процесса озимой мягкой пшеницы на качество зерна. Показатель седиментации оценивали по методике с использованием 2% раствора поверхностно-активного вещества додецилсульфата натрия (SDS) и 9,4% молочной кислоты. Содержание клейковины и ее качество, объемный выход хлеба и число падения определяли по общепринятым методикам. В целях наиболее точной интерпретации результатов исследований применяли однофакторный дисперсионный анализ.

Пределы варьирования показателя седиментации в питомнике КСИ составили 35–57 мл (2017 г.); 50–83 мл (2018 г.); 56–84 мл (2019 г.); в КП-1: 44–95 мл (анализировали 945 образцов); в КП-2 – 50-94 мл (анализировали 100 образцов). В изучаемом питомнике КСИ, который размещали по пару, 25 из 36 сортообразцов являются очень сильными по качеству; 7 – сильными; 4 – средними; удовлетворительных и слабых не выявлено. Что же касается питомника КП-2 88 из 100 – очень сильные, 11 – сильные и только 1 – средний по качеству. В КП-1 из 945 номеров 480 – очень сильные, что составляет 51%; 440 – сильные (46%), и только 3% (25 шт.) – средние по качеству; удовлетворительных и слабых нет.

Ключевые слова: *озимая мягкая пшеница, седиментация, качество зерна, селекция, поверхностно-активные вещества (ПАВ), додецилсульфат натрия (SDS).*

Для цитирования: *Кулеватова Т.Б., Лящева С.В., Злобина Л.Н., Андреева Л.В. Особенности определения качества озимой мягкой пшеницы методом седиментационного анализа // Зерновое хозяйство России. 2021. № 5(77). С. 51–56. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-77-5-51-56.*

(cc) BY

ESTIMATION FEATURES OF WINTER BREAD WHEAT QUALITY BY THE METHOD OF SEDIMENTATION ANALYSIS

T.B. Kulevatova, Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory for grain quality, Rogozhkina2008@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-9564-7127;
S.V. Lyasheva, Candidate of Agricultural Sciences, head of the breeding center, lyaschevasveta@eandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-6790-0770;
L.N. Zlobina, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for grain quality, L9172193438@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-3866-8060;
L.V. Andreeva, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for grain quality, l.v.andreeva_75@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3631-1084
Federal Agricultural Research Center of South-East,
410010, Saratov, Tulaykov Str., 7; e-mail: raiser_saratov@mail.ru

It is known that the breeding process is in a great need for fast methods, working on minimal weights of experimental material and revealing the qualitative potential of the varieties. For this purpose, in order to get rid of unpromising numbers, the laboratory assessments widely use a sedimentation analysis, this type of analysis being the main one at the primary stages of breeding and when estimating winter wheat in the pre-harvesting period. The purpose of the current study was to identify the most valuable genotypes in seed plots by sedimentation analysis to optimize the breeding process of winter bread wheat for grain quality. The sedimentation index was estimated by the method using a 2% surfactant (SAS) solution of the sodium dodecyl sulfate (SDS) and 9.4% lactic acid. Gluten content and its quality, volumetric bread yield and falling number were assessed according to generally accepted methods. For the most accurate interpretation of the study results there has been used a one-way analysis of variance. The range of variation of the sedimentation index in the seed plot of CVT was 35–57 ml (2017); 50–83 ml (2018); 56–84 ml (2019); in KP-1 it was 44–95 ml (there were analyzed 945 samples); in KP-2 it was 50–94 ml (there were analyzed 100 samples). In the studied seed plot of CVT, which was laid fallow, 25 of 36 variety samples were very strong in quality; 7 ones were

strong; 4 ones were medium; there were not identified any satisfactory and weak samples. As for the seed plot KP-2, 88 of 100 were very strong, 11 ones were strong and only one sample was average in quality. In the seed plot KP-1 480 of 945 were very strong (51%); 440 samples were strong (46%), and only 3% (25 pieces) were average in quality; there were not identified any satisfactory and weak samples.

Keywords: *winter bread wheat, sedimentation, grain quality, breeding, surfactants (SAS), sodium dodecyl sulfate (SDS).*

Введение. Процесс оседания частиц дисперсной фазы в газообразной или жидкой средах под действием силы тяжести называют седиментацией и подчиняется закону Стокса: $v = (2g(p–p0))\ r^2/9\eta$. Известно, что метод седиментационного анализа широко используется в неорганической химии, в частности для определения размера частиц веществ посредством построения интегральной и дифференциальной кривых распределения частиц по размеру. Что касается органических соединений, то в системах на их основе наблюдают явление набухания биополимеров при взаимодействии частиц размолотого зерна с органическими жидкостями, так как в состав зерна входят крахмал, белковые молекулы и т.д. Для получения агломератов, чтобы зафиксировать движение их в органических системах, используются ПАВ – поверхностно-активные вещества, в частности додецилсульфат натрия (SDS). С помощью такого подхода разработаны и успешно применяются методики определения качества зерна в интересах селекции (Абугалиева и Савин, 2018; Бебякин и Бунтина, 1991). Известно, что в селекционном процессе имеется потребность в методах быстрых, работающих на минимальных навесках экспериментального материала и раскрывающих качественный потенциал сортообразцов; для этого в практике лабораторных оценок, чтобы освободиться от неперспективных номеров, прибегают вначале к седиментации, а в первичных звеньях селекции и при оценках озимой пшеницы в предуборочный период этот вид анализа может являться основным (Пономарева и Пономарев, 2019; Копусь и др, 2010). Детально были разработаны методики седиментационного анализа для яровой мягкой и яровой твердой пшеницы. Что касается озимой пшеницы, то применение данных методик не дало нужной информативности. Напомним, что под информативностью признака понимают его количественную выраженность, лимитированность по годам, селекционную значимость: сортовую изменчивость, генотип-средовые взаимодействия по данному признаку и технологическую ценность. Количественная выраженность признака является необходимой ступенью для оценки пластичности и стабильности сортов и линий по признакам качества (Козлов и др., 2018; Чешкова и др., 2020).

Проведенная в последнее время работа по изучению седиментации в системе «цельносмолотое зерно озимой пшеницы-органическая жидкость» позволило определить наиболее информативную методику определения качества зерна данной культуры. Показатели, полученные по предложенной методике, в лучшей степени дифференцировали сортообразцы и были теснее и стабильнее сопряжены по годам с другими критериями качества зерна. Так, разрешающая способность (CV) по рекомендованной методике – 18,9–34,6%. При этом взаимосвязь последней модификации с показателем ИДК-1 колебалась по годам в пределах -0,51*…-0,71**, где * – показатель 5%-го уровня значимости (95%-й уровень вероятности), а ** – 1%-го уровня значимости (99%-й уровень вероятности).

Известно, что в селекционном процессе система индексов качества зерна озимой пшеницы включает: содержание клейковины в муке, вязкость клейстеризованной суспензии и площадь, ограниченную кривой альвеографа (Бебякин и др., 2007). Количество и качество клейковины находятся в неблагоприятных отношениях для отбора ценных генотипов ($r = 0,59**–0,82**$). Если в период формирования и налива зерна наблюдается неравномерное количество осадков или их относительный избыток. Это значит, что вероятнее всего, отбор по одному из вышеназванных показателей может противоречить другому. Показатель SDS (додецилсульфат натрия) – седиментации коррелирует с силой муки ($r = 0,59**–0,72**$, $r_g = 0,74**$) и с ОВХ ($r = 0,74**$; $r_g = 0,59**$).

Цель настоящего исследования – выявить наиболее ценные генотипы методом седиментационного анализа для оптимизации селекции озимой мягкой пшеницы на качество зерна.

Материалы и методы исследований. Исследованию подвергались сорта и перспективные линии озимой мягкой пшеницы, выращенные в питомниках конкурсного сортоиспытания (КСИ) лаборатории селекции и семеноводства озимой пшеницы ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» г. Саратов урожая трех лет (2017, 2018, 2019 гг.) в количестве 36, 35 и 36 штук соответственно; питомников КП-1 (контрольный питомник первого года изучения) в количестве 945 штук и КП-2 (контрольный питомник второго года изучения) урожая 2019 года в количестве 100 штук по предшественнику черный пар. Регион характеризуется умеренно-континентальным климатом, преобладают почвы – черноземы южные.

Показатель седиментации оценивали по методике с использованием 2% раствора поверхностно-активного вещества додецилсульфата натрия и 9,4% молочной кислоты (Бебякин и др., 1987). Ранее исследователями (Копусь и др., 2010) была предложена дифференцированная шкала градации сортов озимой пшеницы по качеству зерна в зависимости от количественной выраженности показателя SDS-седиментации (табл. 1).

1. Дифференцированная шкала градаций качества зерна озимой пшеницы по показателю SDS-седиментации
1. Differentiated scale of winter wheat grain quality gradations in terms of SDS-sedimentation

Культура	Очень сильная (5 баллов)	Сильная (4 балла)	Средняя (3 балла)	Удовлетворительная (2 балла)	Слабая (1 балл)
Озимая мягкая пшеница по пару	66 мл и выше	65–55 мл	54–45 мл	44–40мл	39 мл и ниже
Озимая мягкая пшеница по непаровым предшественникам	64 мл и выше	63–50 мл	49–95 мл	44–40мл	39 мл и ниже
Твердая озимая пшеница по пару	40 мл и выше	39–35 мл	34–30 мл	29–25мл	24 мл и ниже

Содержание клейковины и ее качество оценивали по ГОСТ 27839-2013 Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины; число падения – по ГОСТ 27676-88 Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения; объемный выход хлеба – по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1988 г). В целях наиболее точной интерпретации результатов исследований, для выявления достоверности различий между показателями седиментации применяли однофакторный дисперсионный анализ. Была проведена оценка НСР (наименьшая существенная разница при достоверности F-критерия). По выраженности данного показателя и по критерию множественных сравнений частных средних оценивали значимость различий между сортообразцами. Взаимодействия «генотип-среда» определяли по коэффициенту фенотипической корреляции (r) с помощью корреляционного метода статистической обработки данных в пакете программ «Agros».

Анализируя данные метереологических условий в годы проведения эксперимента (табл. 2 и 3), можно сделать выводы об особенностях вегетационного периода, ответственного за налив и созревание зерна озимой мягкой пшеницы.

2. Количество осадков за период весна-лето по фазам развития растений озимой мягкой пшеницы в сравнении с многолетними данными (2017–2019 гг.)
2. Amount of precipitation for the spring-summer period according to vegetation periods of winter bread wheat in comparison with long-term data (2017–2019)

Год	Май		Июнь		Июль		Август	
	мм	Процент (%) от среднемноголетних значений	мм	Процент (%) от среднемноголетних значений	мм	Процент (%) от среднемноголетних значений	мм	Процент (%) от среднемноголетних значений
2017	99,3	231	66,7	148	51,5	100	3,3	113
2018	26,1	65	14,1	31	87,7	172	4,4	10
2019	34,3	80	21,0	47	49,9	98	46,6	106

3. Температура воздуха за период весна-лето по фазам развития растений озимой мягкой пшеницы в сравнении с многолетними данными (2017–2019 гг.)
3. Air temperature for the spring-summer period 2017–2019 compared to long-term data

Год	Май			Июнь			Июль			Август		
	Т °С	Процент (%) от средне-многолетних значений	ГТК	Т °С	Процент (%) от средне-многолетних значений	ГТК	Т °С	Процент (%) от средне-многолетних значений	ГТК	Т °С	Процент (%) от средне-многолетних значений	ГТК
2017	13,9	92,6	0,7	18,0	92,8	0,4	21,7	101,4	0,2	22,4	112,6	0,01
2018	18,3	12,2	0,1	19,9	102,6	0,1	23,7	110,7	0,4	21,7	19,9	0,02
2019	18,5	123	0,2	22,8	109,6	0,1	21,4	103,3	0,2	19,2	96,5	0,24

Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) определяли отношением суммы осадков за период со среднесуточными температурами воздуха выше 10 °С к сумме температур за это же время, умноженной в 10 раз. Он характеризует увлажненность территории. Чем ниже гидротермический коэффициент, тем засушливее местность. Оптимальным считается увлажнение при его значениях от 1,0 до 1,5; избыточным – при ГТК более 1,6; недостаточным – при ГТК < 1.

Результаты и их обсуждение. Анализ образцов КП-1 и КП-2 особенно важен для дальнейшей оптимизации работы, так как данные питомники представляют собой начальные этапы селекционного процесса. Питомник конкурсного сортоиспытания (КСИ) является завершающим этапом селекционного процесса – после него передают изучаемые линии на государственное испытание. Важно проводить всестороннюю оценку материала в данном питомнике как на урожайность, так и на качество зерна.

Принято считать, что основное влияние на качество зерна оказывают погодные условия именно в период его формирования и налива; для озимой мягкой пшеницы – это первая, вторая декады июня и первая декада июля.

Анализируя данные, представленные в таблицах 1 и 2, можно охарактеризовать май, июнь 2017 года и август 2019 как аномально холодные; август 2017 года, май, июль 2018 и май, июнь 2019 года – как экстремально теплые; а июнь, август 2018 года и июль 2019 – как аномально теплые месяцы. Таким образом, погодные условия в годы проведения эксперимента были различными.

Пределы варьирования показателя седиментации в питомнике КСИ составили 35–57 мл (2017 г.); 50–83 мл (2018 г.); 56–84 (2019 г.) мл (табл. 4); в КП-1 – 44–95 мл (анализировали 945 образцов); в КП-2 – 50–94 мл (анализировали 100 образцов).

4. Показатель SDS-седиментации зерна сортов озимой мягкой пшеницы в питомнике конкурсного сортоиспытания
4. Indicator of SDS-sedimentation of winter bread wheat grain in the seed plot of the Competitive Variety Testing

№ п/п	Название сорта, линии	Показатель седиментации (мл)			
		годы			$\bar{X}$
		2017	2018	2019	
1.	Гостианум 237	50	83	84	72,3 h
2.	Лютесценс 230	40	68	75	61,0 cdefg
3.	Саратовская 8	45	70	64	59,7 cdefg
4.	Виктория 95	37	60	60	52,3 abc
5.	Губерния	35	50	56	47,0 a
6.	Мироновская 808	42	58	74	58,0 bcdef
7.	Донская безостая	53	63	82	66,0 defgh
8.	Саратовская 90	50	60	74	61,3 cdefg
9.	Левобережная 1	56	65	79	66,7 efgh
10.	Жемчужина Поволжья	54	57	64	58,3 bcdefg
11.	Смуглянка	35	64	68	55,7 abcd
12.	Саратовская 17	57	74	75	68,7 gh
13.	Калач 60	47	50	58	51,7 abc
14.	Созвездие	55	69	81	68,3 fgh
15.	Эльвира	40	57	65	54,0 abc
16.	Анастасия	38	53	56	49,0 ab
НСР		9,2			
F		5,6*			
CV		22,4%			

Примечание: Значимо не различающиеся между собой значения показателя седиментации обозначены одинаковой латинской буквой.

Самые высокие показатели седиментации были у сортов Гостианум 237, Донская безостая, Левобережная 1, Саратовская 17 и Созвездие.

При составлении исследовательских программ в селекции необходимо учитывать эффекты взаимодействия генотипов со средой. Известно, что изменение условий среды неодинаково влияет на количественную выраженность признаков у различных генотипов. Если коэффициент корреляции по одному и тому же признаку между средами равен +1, это значит, что взаимодействие «генотип-среда» отсутствует, генотипические значения изменяются совершенно одинаково при разных условиях. Чем больше коэффициент корреляции отклоняется от +1, тем сильнее выражено взаимодействие. Определение его между одноименными признаками у генотипов, выращенных в различных условиях, является одним из наиболее простых способов оценки взаимодействий «генотип-среда» (Копусь и др., 2010).

Высокий коэффициент корреляции между одноименным признаком по годам свидетельствует о том, что показатель SDS-седиментации слабо чувствителен к изменениям условий внешней среды (табл. 5).

5. Эффекты «генотип-среда» (сезонные эффекты) по показателю SDS-седиментации
5. 'Genotype-environment' effects (seasonal effects) according to SDS-sedimentation

Годы	2017	2018	2019
2017	1,0000	–	–
2018	0,4387* (Sr = 0,064)	1,0000	–
2019	0,6313** (Sr = 0,055)	0,7406** (Sr = 0,048)	1,0000

*Примечание: *, ** – Взаимосвязь достоверна соответственно на 5 и 1%-м уровнях значимости. Sr = стандартная ошибка коэффициента корреляции.*

На основании количественной выраженности индексов качества перспективных линий озимой мягкой пшеницы из питомника КСИ (табл. 6) был проведен корреляционный ана-

лиз, который установил, что показатель SDS-седиментации положительно взаимосвязан с объемным выходом хлеба (r = 0,3749; Sr = 0,22); с содержанием клейковины (r = 0,26904; Sr = 0,23) и отрицательно с числом падения (r = -0,2465; Sr = 0,23).

6. Показатели качества зерна перспективных линий озимой мягкой пшеницы (питомник КСИ, урожай 2019 г.)
6. Indicators of grain quality of the promising winter bread wheat lines (seed plot of CVT, yield of 2019)

№ селекционный	Показатель SDS-седиментации, мл	Содержание клейковины в муке, %	Показатель ИДК, ед. прибора	Объем хлеба, см^3	Число падения, с
17.	75	23,8	65	855	495
18.	80	28,3	73	880	365
19.	70	26,8	62	805	483
20.	69	30,0	76	850	433
21.	71	25,6	67	770	372
22.	75	26,9	74	840	455
23.	74	28,1	77	860	372
24.	72	24,5	67	750	396
25.	75	25,0	68	785	445
26.	72	29,2	70	800	278
27.	70	33,2	82	790	424
28.	75	28,4	72	880	474
29.	80	28,8	70	790	356
30.	75	28,8	63	785	488
31.	69	30,0	73	820	489
32.	71	26,8	75	870	505
33.	86	30,6	70	865	423
34.	87	30,5	73	880	382
35.	80	33,5	82	850	426
36.	78	28,7	68	765	–

Более высоко значимых результатов можно ожидать при увеличении числовой выборки сортообразцов при статистическом анализе. Важно, что показатель SDS-седиментации значимо коррелирует с точкой экстремума миксолабограммы – C_2, которая характеризует разжижение теста (r = 0,4747*; Sr = 0,21). Согласно градации, приведенной в разделе «Материалы и методы исследования», в изучаемом нами питомнике КСИ, который размещали по пару, 25 из 36 сортообразцов являются очень сильными по качеству; 7 – сильными; 4 – средними; удовлетворительных и слабых не выявлено. В КП-1 из 945 номеров 480 очень сильные, что составляет 51%; 440 – сильные (46%), и только 3% (25 штук) – средние по качеству; удовлетворительных и слабых нет. В КП-2 из 100 номеров 88 очень сильных (88%), 1 средний и 11 (11%) сильных по качеству сортообразцов.

Выводы. Полученные данные позволяют со всей ответственностью рекомендовать к применению показатель седиментации для объективной оценки перспективных по качеству зерна линий, выращенных в различных селекционных питомниках из года в год и сделать следующие выводы:

1. Использование показателя SDS-седиментации для оценки качества зерна озимой мягкой пшеницы в селекции высоко информативно.

2. Показатель SDS-седиментации слабо чувствителен к изменениям условий внешней среды.

3. Большинство сортообразцов (более 80%) озимой мягкой пшеницы в питомниках КП-1, КП-2 и КСИ лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» являются «очень сильными» и «сильными» по качеству зерна.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о значительных успехах саратовских специалистов в создании селекционного материала озимой мягкой пшеницы высокого качества.

Библиографические ссылки

1. Абугалиева А.И., Савин Т.В. Биохимический состав и технологическая оценка зерна интрогрессивных форм озимой мягкой пшеницы с участием различных видов Triticum и Aegilops // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Том 22. № 3. С. 353–362. DOI 10.18699/VJ18371.

2. Бебякин В.М., Бунтина М.В., Васильчук Н.С. Эффективность SDS-седиментационной и миксографической оценок при тестировании качества зерна яровой твердой пшеницы // Вестник сельскохозяйственной науки. 1987. № 7. С. 65–70.

3. Бебякин В.М., Сергеева А.И., Крупнова О.В., Прянишников А.И., Кулеватова Т.Б. Фенотипическая стабильность сортов озимой пшеницы по критериям качества зерна // Агро XXI. 2007. № 4-6. С. 14–16.

4. Козлов В.Е., Пономаренко В.И., Размахнин Е.П. Пластичность образа жизни у групп озимых образцов пшеницы и тритикале // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 3. С. 310–315. DOI:10.18699/VJ18.365.

5. Копусь М.М., Нецветаев В.П., Копусь Е.М., Маркарова А.Р., Нецветаева О.В. Экспресс-методы оценки селекционного материала пшеницы по качеству зерна // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 1. С. 19–22.

6. Кулеватова Т.Б., Андреева Л.В, Кайргалиев Д.В., Лихолетов Е.А. О качестве зерна озимой пшеницы // Известия Нижневолжского Агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование. 2014. № 4(36). С. 92–97.

7. Кулеватова Т.Б., Андреева Л.В., Свистунов Ю.С. О качестве зерна озимой пшеницы // Хранение и переработка сельхозсырья. 2013. № 1-3. С. 47–48.

8. Пономарева М.Л., Пономарев С.Н. Оптимизация параметров качества зерна для селекции озимой ржи // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. 23(3). С. 320–327. DOI 10.18699/VJ19.496.

9. 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.

10. Чешкова А.Ф., Стёпочкин П.И., Алейников А.Ф., Гребенникова И.Г., Пономаренко В.И. Сравнение статистических методов оценки стабильности урожайности озимой пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. Том 24. № 3. С. 267–275. DOI:10.18699/VJ20.619.

References

1. Abugalieva A.I., Savin T.V. Biohimicheskij sostav i tekhnologicheskaya ocenka zerna introgressivnyh form ozimoj myagkoj pshenicy s uchastiem razlichnyh vidov Triticum i Aegilops [Biochemical composition and technological estimation of grain of introgressive winter bread wheat forms with the participation of various species of Triticum and Aegilops] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. Tom 22. № 3. S. 353–362. DOI 10.18699/VJ18371.

2. Bebyakin V.M., Buntina M.V., Vasil'chuk N.S. Effektivnost' SDS-sedimentacionnoj i miksograficheskoj ocenok pri testirovanii kachestva zerna yarovoj tverdoj pshenicy [Efficiency of SDS-sedimentation and mixographic estimation in testing grain quality of spring durum wheat] // Vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 1987. № 7. S.65–70.

3. Bebyakin V.M., Sergeeva A.I., Krupnova O.V., Pryanishnikov A.I., Kulevatova T.B.. Fenotipicheskaya stabil'nost' sortov ozimoj pshenicy po kriteriyam kachestva zerna [Phenotypic stability of winter wheat varieties according to grain quality criteria] // Agro XXI. 2007. № 4-6. S. 14–16.

4. Kozlov V.E., Ponomarenko V.I., Razmahnin E.P. Plastichnost' obraza zhizni u grupp ozimyh obrazcov pshenicy i tritikale [Adaptability of winter wheat and triticale samples] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2018. T. 22. № 3. S. 310–315. DOI:10.18699/VJ18.365.

5. Kopus' M.M., Necvetaev V.P., Kopus' E.M., Markarova A.R., Necvetaeva O.V. Ekspress-metody ocenki selekcionnogo materiala pshenicy po kachestvu zerna [Express methods for assessing wheat breeding material according to grain quality] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2010. № 1. S. 19–22.

6. Kulevatova T.B., Andreeva L.V, Kajrgaliev D.V., Liholetov E.A. O kachestve zerna ozimoj pshenicy [About the quality of winter wheat grain] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo Agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2014. № 4(36). S. 92–97.

7. Kulevatova T.B., Andreeva L.V., Svistunov YU.S. O kachestve zerna ozimoj pshenicy [About the quality of winter wheat grain] // Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ya. 2013. № 1-3. S. 47–48.

8. Ponomareva M.L., Ponomarev S.N. Optimizaciya parametrov kachestva zerna dlya selekcii ozimoj rzhi [Optimization of grain quality parameters for winter rye breeding] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2019. 23(3). S. 320–327. DOI 10.18699/VJ19.496.

9. 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 ozimoj pshenicy po kachestvu zerna (nauchno-prakticheskie rekomendacii) [SDS-sedimentation in the stage-by-stage estimation of winter wheat breeding material according to grain quality (scientific and practical recommendations)]. Rostov n/D: ZAO «Kniga», 2014. 32 s.

10. CHeshkova A.F., Styopochkin P.I., Alejnikov A.F., Grebennikova I.G., Ponomarenko V.I. Sravnenie statisticheskih metodov ocenki stabil'nosti urozhajnosti ozimoj pshenicy [Comparison of statistical methods for estimating the stability of winter wheat productivity] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2020. Tom 24. № 3. S. 267–275. DOI:10.18699/VJ20.619.

Поступила: 2.03.21; принята к публикации: 12.05.21.

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. Кулеватова Т.Б. – концептуализация исследования, анализ данных и подготовка рукописи; Лящева С.В. – выполнение полевых опытов, сбор материала для исследования; Злобина Л.Н. – выполнение лабораторных опытов, математическая обработка данных; Андреева Л.В. – выполнение лабораторных опытов, систематизация данных.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.