

УРОЖАЙНОСТЬ И SDS-СЕДИМЕНТАЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ

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

Н. С. Кравченко, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна;

Ю. Н. Алты-Садых, техник-исследователь лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

М. М. Иванисов, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

А. П. Самофалов, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой мягкой пшеницы полуинтенсивного типа, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Основная цель селекции и товарного производства – количество зерна и его качество. Занимая в структуре зерновых культур 74 %, а по валовым сборам 80 %, зерно пшеницы является важнейшим источником доходов производителей в Ростовской области. Цель проведенных исследований – выявить влияние предшественников на урожайность и величину SDS-седиментации перспективных сортов озимой мягкой пшеницы. В опыте изучались 12 сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», созданных и переданных в ГСИ в последние годы. Оценивали урожайность и величину SDS-седиментации. В среднем за три года исследований (2019–2021 гг.) по всем изучаемым предшественникам по урожайности среди сортов озимой пшеницы интенсивного типа выделились: Раздолье (7,14 т/га), Разгуляй (7,67 т/га) и Василич (7,51 т/га), что позволяет рекомендовать эти генотипы для посева в производстве по высокому и среднему уровням агрофона. Среди сортов озимой пшеницы полуинтенсивного типа в среднем по изучаемым предшественникам за 2019–2021 гг. по урожайности выделился только один сорт – Донец (7,31 т/га), что позволяет характеризовать его как универсальный сорт и рекомендовать для посева в производстве по высокому, среднему и низкому уровням агрофона. По величине SDS-седиментации по всем изучаемым предшественникам выделились сорта интенсивного типа: Раздолье (62 мл), Приазовье (61 мл), Разгуляй (63 мл) и Василич (63 мл). Сорта полуинтенсивного типа достоверно не превышали по величине SDS-седиментации стандартный сорт или были на его уровне, однако значения были высокие. Такая выраженность значений SDS-седиментации свидетельствует о том, что представленные генотипы способны формировать высокое качество зерна по всем изучаемым предшественникам и вне зависимости от величины урожайности.

Ключевые слова: озимая мягкая пшеница, SDS-седиментация, сорт, урожайность зерна.

Для цитирования: Копусь М. М., Кравченко Н. С., Алты-Садых Ю. Н., Иванисов М. М., Самофалов А. П. Урожайность и SDS-седиментация перспективных сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от предшественников // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 5. С. 47–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-5-47-51.



PRODUCTIVITY AND SDS-SEDIMENTATION OF THE PROMISING WINTER BREAD WHEAT VARIETIES DEPENDING ON FORECROPS

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

N. S. Kravchenko, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality;

Yu. N. Alty-Sadykh, technician-researcher of the laboratory for biochemical estimation of breeding material and seed quality, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548;

M. M. Ivanisov, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of half-intensive type, ORCID ID: 0000-0001-7395-0910;

A. P. Samofalov, Candidate of Agricultural Sciences, researcher of the laboratory for breeding and seed production of winter bread wheat of half-intensive type, ORCID ID: 0000-0002-1709-2808

FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy",

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

The main purpose of breeding and commercial production is the quantity of grain and its quality. Occupying 74 % in the structure of grain crops, and 80 % in terms of gross yields, wheat grain is the most important source of income for grain producers in the Rostov region. The purpose of the current study was to reveal the effect of forecrops on productivity and SDS-sedimentation of the promising winter bread wheat varieties. In the trial there were studied 12 winter bread wheat varieties developed by the FSBSI "ARC "Donskoy" and sent to the State Variety Testing in recent years. There were estimated productivity and the amount of SDS-sedimentation. On average, over the three years of study (2019–2021), for all the studied forecrops, in terms of productivity there have been identified such winter wheat varieties of the intensive type as 'Razdolie' (7.14 t/ha), 'Razgulay' (7.67 t/ha) and 'Vasilich' (7.51 t/ha), which makes it possible to recommend these genotypes for sowing according to high and medium levels of Agricultural background. Among winter wheat varieties of semi-intensive type there has been identified only one variety 'Donets' (7.31 t/ha), which allows us to characterize it as a universal variety and recommend it for sowing in production according to high, medium and low levels of Agricultural background. According to the value of SDS-sedimentation for all the studied forecrops, there have been identified such varieties of intensive type as 'Razdolie' (62 ml), 'Azov Sea' (61 ml), 'Razgulay' (63 ml) and 'Vasilich' (63 ml). The varieties of semi-intensive type did not significantly exceed the value of SDS-sedimentation of the standard variety or were at its level, however, the values were high. Such SDS-sedimentation values have indicated that the presented genotypes are able to form high grain quality for all the studied forecrops and regardless of the productivity value.

Keywords: winter bread wheat, SDS-sedimentation, variety, grain productivity.

Введение. Количество зерна и его качество – основная цель селекции и товарного производства. В Ростовской области под зерновыми культурами занято более 56 % пашни, а озимая пшеница в структуре зерновых культур по площади занимает 74 %, по валовым сборам – 80 % (Копусь и др. 2018). Поэтому зерно пшеницы, его урожайность и качество – важнейший источник доходов производителей. Основные посевные площади озимой пшеницы в области заняты современными сортами. Однако их время нахождения в производстве 6–15 лет (Алабушев и Раева, 2016). На смену им идут перспективные сорта местной селекции. Для того чтобы попасть в Госреестр РФ и РО, им нужно превосходить по урожайности зерна сорта-стандарты, а по его качеству – отвечать требованиям ГОСТов.

Озимая пшеница, являясь ценной продовольственной и экспортной культурой, очень требовательная к плодородию почвы, где на первое место выходят предшественники. Под ее производство стараются выделять лучшие из них, а в селекции именно предшественники определяют направления и принадлежность сортов к интенсивной или полуинтенсивной группам. Качество зерна – многогранный показатель. Но есть показатели, которые оптимально интегрируют в себе и количественную, и качественную составляющие, и этот показатель – SDS-седиментация. Этот признак широко используется в селекции, а во многих странах (Европа, США, Канада, Австралия, Украина) внесен в Госстандарты на заготавливаемое зерно (Рибалка и Червоніс, 2009).

Цель проведенных исследований – проследить влияние предшественников на урожайность и величину SDS-седиментации перспективных сортов озимой мягкой пшеницы.

Материалы и методы исследований.

В опыте по предшественникам (сидеральный пар, подсолнечник, горох и кукуруза на зерно) изучали 12 сортов озимой мягкой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской», переданных в ГСИ в 2019–2021 годы. Посев, уходные мероприятия, уборку и другие работы выпол-

няли согласно методике государственного сортоиспытания (1989). Математическую обработку данных проводили по Б. А. Доспехову (2014). Погодно-климатические условия были характерны для зоны неустойчивого увлажнения с преимуществом засушливых периодов. Среднегодовое количество осадков – 588,8 мм, среднегодовая температура – 9,7 °C (Некрасов и др., 2022).

Величину SDS-седиментации зерна сортов озимой мягкой пшеницы определяли по величине осадка, выпавшего в растворе натрий додецилсульфата натрия (SDS) в соответствии с методикой, принятой в АНЦ «Донской» (Самофалова и др., 2014). Исследования проводили в 2019–2021 гг. в лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований установлено, что урожайность зерна сортов озимой пшеницы интенсивного типа ранжировалась: сидеральный пар – 9,04 т/га, кукуруза на зерно – 7,16 т/га, горох – 6,66 т/га и подсолнечник – 5,23 т/га (табл. 1).

По предшественнику сидеральный пар достоверно превысили стандарт (Ермак) сорта: Раздолье (8,89 т/га), Приазовье (8,66 т/га), Разгуляй (10,27 т/га) и Василич (10,37 т/га), $HCP_{0,5} = 0,38$ т/га.

По предшественнику подсолнечник стандартный сорт превысил только один сорт – Раздолье (5,74 т/га). По предшественнику горох выделились сорта Разгуляй (7,33 т/га) и Василич (7,11 т/га) при $HCP_{0,5} = 0,65$ т/га. По предшественнику кукуруза на зерно превышение урожайности над стандартом Ермак (6,64 т/га) установлено у сортов: Раздолье (7,33 т/га), Матрица (7,15 т/га), Приазовье (7,06 т/га), Разгуляй (7,69 т/га) и Василич (7,44 т/га) при $HCP_{0,5} = 0,35$ т/га.

В среднем за три года исследований по всем изучаемым предшественникам выделились сорта: Раздолье (7,14 т/га), Разгуляй (7,67 т/га) и Василич (7,51 т/га), что позволяет рекомендовать эти генотипы для посева в производстве по этакому и среднему уровням агрофона.

Таблица 1. Урожайность перспективных сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от предшественников, т/га (среднее за 2019–2021 гг.)
Table 1. Productivity of the promising winter bread wheat varieties depending on forecrops, t/ha (average for 2019–2021)

Сорт	Предшественник				
	Сидеральный пар	Подсолнечник	Горох	Кукуруза на зерно	Средняя по предшественникам
Сорта озимой пшеницы интенсивного типа					
Ермак, стандарт	8,21	4,88	6,22	6,64	6,49
Раздолье	8,89	5,74	6,60	7,33	7,14
Рубин Дона	8,37	5,01	6,25	6,78	6,60
Матрица	8,51	5,12	6,47	7,15	6,81
Приазовье	8,66	5,38	6,63	7,06	6,93
Разгуляй	10,27	5,37	7,33	7,69	7,67
Василич	10,37	5,10	7,11	7,44	7,51
Хср.	9,04	5,23	6,66	7,16	7,02
НСР _{0,5}	0,38	0,75	0,65	0,35	0,53
Сорта озимой пшеницы полуинтенсивного типа					
Дон 107, стандарт	8,22	4,82	6,55	6,33	6,48
Подарок Крыму	7,77	4,78	6,19	6,09	6,21
Премьера	7,98	4,72	5,82	6,25	6,19
Золотой колос	8,61	5,03	6,83	6,56	6,76
Аюта	8,67	5,07	7,23	6,85	6,96
Регион 161	9,30	4,88	7,04	6,93	7,04
Донец	9,65	5,63	7,06	6,91	7,31
Хср.	8,60	4,99	6,67	6,56	6,71
НСР _{0,5}	0,49	0,80	0,76	0,36	0,60

По сортам полуинтенсивного типа наблюдается аналогичная зависимость: сидеральный пар – 8,81 т/га, кукуруза на зерно – 7,08 т/га, горох – 6,46 т/га и подсолнечник – 5,59 т/га. Установлено, что по худшему предшественнику (подсолнечник) урожайность зерна у сортов озимой пшеницы интенсивного и полуинтенсивного типов была практически одинаковой – 5,23 и 4,99 т/га соответственно.

За годы исследований по предшественнику сидеральный пар превышение над стандартным сортом Дон 107 (8,22 т/га) установлено у сортов Регион 161 (9,30 т/га) и Донец (9,65 т/га) при НСР_{0,5} = 0,49 т/га. По предшественнику подсолнечник по урожайности выделился только один сорт – Донец (5,63 т/га). По предшественнику горох среди сортов полуинтенсивного типа достоверного превышения над стандартом не отмечено. Установлено, что по предшественнику кукуруза на зерна сорта Аюта (6,85 т/га), Регион 161 (6,93 т/га) и Донец (6,91 т/га) достоверно превысили по урожайности Дон 107 (НСР_{0,5} = 0,36 т/га).

По изучаемым предшественникам выделился только один сорт – Донец, урожайность которого в среднем за 2019–2021 гг. составила 7,31 т/га, что позволяет характеризовать его как универсальный сорт и рекомендовать для посева в производстве по высокому, среднему и низкому уровням агрофона.

Показатель SDS-седиментации относится к одному из наиболее информативных селекционных признаков и является косвенным показателем количества белка и клейковины в зерне. Эффективность этого метода научно обоснована отечественными и иностранными учеными и широко используется для оценки различий по количеству и качеству белка и клейковины (Фадеева и др., 2022; Кауа and Аккура, 2014; Kibkalo, 2022; Кравченко и др., 2022).

Среди сортов интенсивного типа величина SDS-седиментации характеризовалась высокими значениями по всем предшественникам и соответствовала классу сильных по качеству – 59,4–61,1 мл (табл. 2).

Таблица 2. SDS-седиментация перспективных сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от предшественников, мл (среднее за 2019–2021 гг.)
Table 2. SDS-sedimentation of the promising winter bread wheat varieties depending on forecrops, ml (average for 2019–2021)

Сорт	Предшественник				
	Сидеральный пар	Подсолнечник	Горох	Кукуруза на зерно	Средняя по предшественникам
Сорта озимой пшеницы интенсивного типа					
Ермак, стандарт	56	51	57	55	55
Раздолье	62	61	62	63	62
Рубин Дона	57	56	57	56	57
Матрица	59	57	62	56	59

Продолжение табл. 2

Сорт	Предшественник				
	Сидеральный пар	Подсолнечник	Горох	Кукуруза на зерно	Средняя по предшественникам
Сорта озимой пшеницы интенсивного типа					
Приазовье	62	58	62	60	61
Разгуляй	60	66	65	61	63
Василич	62	67	63	61	63
Хср.	59,7	59,4	61,1	58,9	60,0
НСР _{0,5}	4,50	5,00	4,90	4,85	4,92
Сорта озимой пшеницы полуинтенсивного типа					
Дон 107, стандарт	63	59	58	57	60
Подарок Крыму	55	62	61	60	59
Премьера	55	52	59	57	55
Золотой колос	62	57	57	58	60
Аюта	53	56	58	57	56
Регион 161	63	62	56	55	59
Донец	56	52	58	55	55
Хср.	58,1	57,1	58,1	57,0	57,6
НСР _{0,5}	3,50	3,80	4,10	4,09	3,70

По предшественнику сидеральный пар выделились сорта, которые превысили стандарт (Ермак) по величине SDS-седиментации: Раздолье (62 мл), Приазовье (62 мл) и Василич (62 мл), НСР_{0,5} = 4,50. По предшественнику подсолнечник все изучаемые сорта, кроме Рубин Дона, превысили стандарт (Ермак) по величине SDS-седиментации. Сорт озимой пшеницы Рубин Дона сформировал значения изучаемого признака на уровне сорта Ермак. По предшественнику горох такая же тенденция значений SDS-седиментации, как и по подсолнечнику. По предшественнику кукуруза на зерно стандарт (Ермак) превысили сорта: Раздолье (63 мл), Приазовье (60 мл), Разгуляй (61 мл) и Василич (61 мл) при НСР_{0,5} = 4,85.

В среднем по всем изучаемым предшественникам по величине SDS-седиментации выделились сорта: Раздолье (62 мл), Приазовье (61 мл), Разгуляй (63 мл) и Василич (63 мл). Высокая выраженность значений седиментации свидетельствует о том, что эти генотипы способны формировать высокое качество зерна по всем изучаемым предшественникам и вне зависимости от величины урожайности.

У сортов полуинтенсивного типа по предшественнику сидеральный пар по уровню седиментационного осадка превышения над сортом Дон 107 не наблюдалось. Сорта Регион 161 и Золотой колос сформировали значения SDS-седиментации (63 мл) на уровне стандартного сорта Дон 107.

По предшественнику подсолнечник также не выявлено превышение над стандартом по SDS-седиментации. Сорта Подарок Крыму, Золотой колос и Регион 161 характеризовались

выраженностью седиментации на уровне стандарта. По предшественникам горох и кукуруза на зерно у всех изучаемых сортов полуинтенсивного типа отмечена величина седиментационного осадка на уровне стандартного сорта Дон 107 (57–58 мл), который характеризуется высоким качеством зерна – на уровне требований, предъявляемых к сильным пшеницам.

В среднем по всем предшественникам изучаемые сорта полуинтенсивного типа не превышали стандарт (Дон 107) по SDS-седиментации или находились на его уровне, но несмотря на это, значения были высокие и изменялись от 55 мл (сорт Донец) до 60 мл (сорт Золотой колос) – 4 балла, что соответствует сильной пшенице.

Выводы. В результате проведенных исследований было выявлено, что урожайность зерна перспективных сортов озимой мягкой пшеницы существенно зависела от предшественников.

По всем предшественникам среди сортов интенсивного типа по урожайности выделились следующие сорта: Разгуляй – 7,67 т/га, Василич – 7,51 т/га, Раздолье – 7,14 т/га, а среди сортов полуинтенсивного типа – Донец (7,31 т/га). Выраженность значений SDS-седиментации у этих сортов была высокой: от 55 до 63 мл (4 балла), что соответствует классу сильных пшениц.

Высокая выраженность значений седиментации свидетельствует о том, что представленные генотипы способны формировать высокое качество зерна по всем изучаемым предшественникам и вне зависимости от величины урожайности.

Библиографические ссылки

1. Алабушев А. В., Раева С. А. Параметры сортосмены озимой пшеницы (региональный аспект) // Зерновое хозяйство России. 2016. № 6(48). С. 32–35.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 351 с.
3. Копусь М. М., Ионова Е. В., Дорохова Д. П., Мирошников К. А. Пшеница Дона: Урожай и качество зерна – конкуренция и сортовое разнообразие // Зерновое хозяйство России. 2018. № 2(56). С. 43–46.

4. Кравченко Н. С., Игнатьева Н. Г., Олдырева И. М., Подгорный С. В. Изучение селекционного материала озимой мягкой пшеницы по основным критериям качества // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 4. С. 39–45. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-39-45.
5. Некрасов Е. И., Марченко Д. М., Иванисов М. М. Экологическая пластичность сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2022. № 2. С. 54–58. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-54-58.
6. Самофалова Н. Е., Копусь М. М., Скрипка О. В., Марченко Д. М., Самофалов А. П., Иличкина Н. П., Гричаникова Т. А. SDS-седиментация в поэтапной оценке селекционного материала озимой пшеницы по качеству зерна (научно-практические рекомендации). Ростов н/Д., 2014. 32 с.
7. Фадеева И. Д., Игнатьева И. Ю., Хакимова А. Г., Митрофанова О. П. Исходный материал для селекции озимой мягкой пшеницы на качество зерна в условиях севера Среднего Поволжья // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022. Т. 183, № 1. С. 118–126. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-118-126.
8. Kaya Y., Akcura M. Effects of genotypes and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.). Food Science and Technology (Campinas). 2014. Vol. 34(2). P. 386–393. DOI: 10.1590/fst.2014.0041.
9. Kibkalo I. Effectiveness of and Perspectives for the Sedimentation Analysis Method in Grain Quality Evaluation in Various Cereal Crops for Breeding Purposes. Plants. 2022. Vol. 11(13) P. 1640. <https://doi.org/10.3390/plants11131640>.
10. Рибалка О. І., Червоніс М. В. Чи можливо створити сорта пшениці толерантні до ушкодження зерна клопом-черепашкою // Хранение и переработка зерна. 2009. № 2. С. 38–46.

References

1. Alabushev A. V., Raeva S. A. Parametry sortosmeny ozimoi pshenitsy (regional'nyi aspekt) [Parameters of a winter wheat variety change of (regional aspect)] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2016. № 6(48). S. 32–35.
2. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Methodology of a field trial (with the basics of statistical processing of the study results)]. M.: Al'yans, 2014. 351 s.
3. Kopus' M. M., Ionova E. V., Dorokhova D. P., Miroshnikov K. A. Pshenitsa Dona: Urozhai i kachestvo zerna – konkurentsia i sortovoe raznoobrazie [Don wheat: productivity and grain quality, competition and varietal diversity] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2018. № 2(56). S. 43–46.
4. Kravchenko N. S., Ignat'eva N. G., Oldyreva I. M., Podgornyi S. V. Izuchenie selektsionnogo materiala ozimoi myagkoi pshenitsy po osnovnym kriteriyam kachestva [Study of winter bread wheat breeding material according to the main quality criteria] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2022. Т. 14, № 4. С. 39–45. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-82-4-39-45.
5. Nekrasov E. I., Marchenko D. M., Ivanisov M. M. Ekologicheskaya plastichnost' sortov ozimoi myagkoi pshenitsy [Ecological adaptability of the winter bread wheat varieties] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2022. № 2. С. 54–58. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-54-58.
6. Samofalova N. E., Kopus' M. M., Skripka O. V., Marchenko D. M., Samofalov A. P., Ilichkina N. P., Grichanikova T. A. SDS-sedimentatsiya v poetapnoi otsenke selektsionnogo materiala ozimoi pshenitsy po kachestvu zerna, (nauchno-prakticheskie rekomendatsii) [SDS-sedimentation in the stage-by-stage estimation of winter wheat breeding material according to grain quality (scientific and practical recommendations)]. Rostov n/D., 2014. 32 s.
7. Fadeeva I. D., Ignat'eva I. Yu., Khakimova A. G., Mitrofanova O. P. Iskhodnyi material dlya selektsii ozimoi myagkoi pshenitsy na kachestvo zerna v usloviyakh severa Srednego Povolzh'ya [Initial material for winter bread wheat breeding for grain quality in the north of the Middle Volga region] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2022. Т. 183, № 1. С. 118–126. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-118-126.
8. Kaya Y., Akcura M. Effects of genotypes and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.). Food Science and Technology (Campinas). 2014. Vol. 34(2). P. 386–393. DOI: 10.1590/fst.2014.0041.
9. Kibkalo I. Effectiveness of and Perspectives for the Sedimentation Analysis Method in Grain Quality Evaluation in Various Cereal Crops for Breeding Purposes. Plants. 2022. Vol. 11(13) P. 1640. <https://doi.org/10.3390/plants11131640>.
10. Рибалка О. І., Червоніс М. В. Чи можливо створити сорта пшениці толерантні до ушкодження зерна клопом-черепашкою? [Is it possible to develop wheat varieties tolerant to corn bug?] // Хранение и переработка зерна. 2009. № 2. С. 38–46.

Поступила: 01.07.22; доработана после рецензирования: 23.09.22; принята к публикации: 26.09.22.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Копусь М. М. – концептуализация исследований; Иванисов М. М., Самофалов А. П. – выполнение опытов, анализ данных; Копусь М. М., Алты-Садых Ю. Н., Кравченко Н. С. – подготовка рукописи и финальная доработка текста к печати.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.