

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.П. Филиппова. 2023. № 2(71). С. 33–39.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philipov. 2023;2(71):33–39.

Научная статья

УДК 633.111.1

doi: 10.34655/bgsha.2022.71.2.004

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА НА СОДЕРЖАНИЕ И КАЧЕСТВО КЛЕЙКОВИНЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Александр Васильевич Сидоров¹, Наталья Сергеевна Герасимова², Мария Александровна Семирадская³

^{1,2,3} Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Александр Васильевич Сидоров, asidorovs@list.ru

Аннотация. Цель исследования – определить влияние условий вегетационного периода на содержание и качество клейковины яровой пшеницы. Полевые опыты проводили в 2016-2022 гг. на опытных полях Красноярского НИИСХ, расположенных в лесостепной зоне. Опыты были заложены по предшественнику пар с нормой высева 5,0 млн всхожих зерен на гектар на делянках площадью 30 м² в 4-кратной повторности. Опыты проводили согласно методике Государственного сортоиспытания. Определение содержания и качества клейковины в зерне проводили в соответствии с ГОСТ Р 54478-2011 «Методы определения количества и качества клейковины в пшенице». Объектами исследования были сорта яровой пшеницы селекции Красноярского НИИСХ Канская и Уярочка (среднеранние), Красноярская 12 и Курагинская 2 (среднеспелые), Свирель (среднепоздний). В опытах использовали рекомендованные для зоны стандартные сорта Новосибирская 15 (раннеспелый), Алтайская 70 (среднеранний), Алтайская 75 (среднеспелый). Среднее содержание клейковины в зерне пшеницы колебалось по годам от 27,6 до 37,6%, показатель ИДК-1 – от 74,6 до 84,8 единиц. По содержанию клейковины выделились сорта Новосибирская 15 (38,1%), Канская (37,3%), Красноярская 12 (36,2%). Данные сорта выделились и по стабильности формирования содержания клейковины. Высокие показатели качества отмечены у сортов Уярочка (72,3 ед.), Канская (77,6 ед.), Алтайская 70 (77,7 ед.). Качество зерна зависит в основном от погоды в период окончания налива – созревание. Осадки в этот период отрицательно влияют на содержание клейковины (от $r=-0.48$ у сорта Новосибирская 15 до $r=-0.86$ у сорта Свирель). Влияние температуры у скороспелых сортов слабое, у более поздних среднее (от $r=0.41$ у сорта Свирель до $r=0.43$ у сорта Алтайская 75). По качеству клейковины наблюдается аналогичная тенденция, только уровень связи ниже.

Ключевые слова: пшеница, сорт, качество зерна, температура, осадки.

Original article

INFLUENCE OF VEGETATION PERIOD CONDITIONS ON GLUTEN CONTENT AND ITS QUALITY IN SPRING WHEAT

Aleksandr V. Sidorov¹, Natalya S. Gerasimova², Mariya A. Semiradskaya³

^{1,2,3}Krasnoyarsk Agricultural Research Institute, Federal Research Center «Krasnoyarsk Scientific Center», Siberian branch, Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk, Russia
Corresponding author: Aleksandr V. Sidorov, asidorovs@list.ru

Abstract. The aim of the research is to determine the influence of vegetation period conditions on the content and quality of gluten in spring wheat grains. Field experiments were carried out in 2016-2022 on experimental fields of Krasnoyarsk Agricultural Research Institute located in the forest-steppe zone. Experiments were started on a fallowed field on plots of 30 m² (n=4) with the seeding rate 5.0 mln of germinated seed per 1 ha. The experiments were carried out according to the Methodology of the State Strain Testing of Crops. The gluten content in grain and its quality were evaluated according to GOST R 54478-2011 "Methods for determining the quantity and quality of gluten in wheat". The objects of the study were spring wheat varieties of Krasnoyarsk Agricultural Research Institute: Kanskaya and Uyarochka (middle-early), Krasnoyarskaya 12 and Kuraginskaya 2 (mid-season), Svirel (middle-late). The standard varieties recommended for the zone were used in the research: Novosibirskaya 15 (early-ripe), Altaiskaya 70 (middle-early), Altaiskaya 75 (mid-season). The average content of gluten in wheat grain varied depending on the year from 27.6 to 37.6%, gluten deformation index varied from 74.6 to 85.8 units. Some varieties were pointed out for their gluten content: Novosibirskaya 15 (38.1%), Kanskaya (37.3%), Krasnoyarskaya 12 (36.2%). These varieties also were remarkable for the stability of gluten content development. High gluten deformation indices were detected in the grain of such varieties as Uyarochka (72.3 units), Kanskaya (77.6 units), Altaiskaya 70 (77.7 units). Grain quality depends mainly on the weather conditions during the end of the filling stage and the beginning of the ripening stage. Precipitation during this period influences negatively the gluten content (from $r=-0.48$ of Novosibirskaya 15 variety to $r=-0.86$ of Svirel variety.). The impact of temperature is weak talking about early-ripe varieties while later ripe varieties get a moderate influence of temperature (from $r=0.41$ of Svirel variety to $r=0.43$ of Altaiskaya 75 variety). The same trend was detected for gluten quality, but the correlation was weaker.

Keywords: wheat, variety, grain quality, temperature, precipitation.

Введение. Пшеница является основной продовольственной культурой в мире. Она обеспечивает почти 30% калорий и столько же белка в рационе человека [1]. Селекция на повышение качества зерна является одним из основных направлений в селекции пшеницы. Создание и внедрение в производство высококачественных сортов позволяет без дополнительных затрат увеличить выход продуктов переработки зерна, увеличить питательную ценность и улучшить товарный вид хлеба и других пищевых продуктов [2, 3].

Качество зерна – довольно широкое понятие, которое включает в себя комплекс признаков и свойств, определяющих пищевую и питательную ценность зерна, а также его пригодность для технологического использования [4, 5]. Для успешной селекции на качество необходимо знать характеристику отдельных показателей качества зерна и их взаимосвязь. Все показатели качества находятся в различной степени взаимосвязи, величина которой варьирует от высокой положительной до отрицательной [6].

Одним из основных показателей качества зерна является количество и качество клейковины. Такие свойства клейко-

вины, как упругость, растяжимость и эластичность, обуславливают высокий объемный выход и получение хорошего пористого хлеба с высокой усвояемостью и вкусовыми качествами [7, 8].

Содержание клейковины зависит от количества в зерне клейковинных белков. Качество клейковины зависит от соотношения глютеина и глиадина. Чем выше содержание глютеина в зерне, тем выше качество клейковины [9, 10]. Количество и качество клейковины определяется как наследственными факторами, так и условиями возделывания. Качество клейковины является более стабильным признаком и зависит в большей мере от генетических особенностей сорта, чем от условий окружающей среды [7, 11, 12].

Цель исследований – определить влияние условий вегетационного периода на содержание и качество клейковины яровой пшеницы.

Материалы и методы исследования. Полевые исследования проводили в лесостепной зоне Красноярского края на опытных полях Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства в 2016-2022 годах. Объектами исследования были сорта яровой пшени-

цы селекции Красноярского НИИСХ Канская и Уялочка (среднеранние), Красноярская 12 и Курагинская 2 (среднеспелые), Свирель (среднепоздний). В опытах использовали рекомендованные для зоны стандартные сорта Новосибирская 15 (раннеспелый), Алтайская 70 (среднеранний), Алтайская 75 (среднеспелый). Сорта Новосибирская 15 и Алтайская 75 относятся к сильной пшенице, Алтайская 70, Канская [13] и Красноярская 12 [14] к ценной.

Посев проводился по пару в оптимальные для зоны сроки. Тип почвы – выщелоченный чернозем. Перед посевом вносили азотные удобрения в дозе N_{60} . Закладку опытов проводили согласно методике ГСИ [15]. Количество и качество клейковины в зерне определяли по

ГОСТ Р 54478-2011.

Погодные условия в годы исследований отличались значительным разнообразием. В 2016-2019 годах наблюдался недостаток влаги разной интенсивности в первую половину вегетации. В 2020 и 2022 годах отмечено избыточное увлажнение в отдельные периоды развития при умеренных и пониженных температурах, что привело к значительному увеличению вегетационного периода. В 2021 году погодные условия были близки к средним многолетним.

Результаты исследований. Содержание клейковины в зерне пшеницы обладает значительной изменчивостью как в зависимости от условий года, так и от генетических особенностей сорта (табл.1).

Таблица 1 – Содержание клейковины в зерне яровой пшеницы (2016-2022)

Сорт	Содержание клейковины, %								Среднее	V, %
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022			
Новосибирская 15	44,8	36,0	42,0	34,8	35,6	35,9	37,6	38,1	9,98	
Канская	42,0	29,2	40,0	36,0	39,4	37,8	36,4	37,3	11,07	
Алтайская 70	34,4	27,6	38,4	36,0	26,8	37,3	32,8	33,3	13,72	
Уялочка	31,6	26,4	36,0	34,0	21,9	34,6	31,2	30,8	16,29	
Алтайская 75	38,8	24,8	36,0	36,8	32,0	39,3	31,8	34,2	14,91	
Красноярская 12	36,8	33,2	38,8	33,2	34,2	41,3	36,4	36,2	8,35	
Курагинская 2	34,4	22,4	34,8	27,6	26,2	32,1	34,4	30,3	16,16	
Свирель	32,2	21,2	34,4	28,4	26,1	31,6	30,8	29,2	15,20	
Среднее по году	36,8	27,6	37,6	33,4	30,3	36,2	33,9			

Самое высокое среднее содержание клейковины 37,6% отмечено в 2018 году. Год был самым теплым за весь изученный период и с минимальным количеством осадков за вегетационный период, в том числе и в период созревания. Самое низкое среднее содержание клейковины 27,6 и 30,3% отмечено в 2017 и 2020 годах. В 2017 году температурный режим был благоприятный для формирования качественного зерна, однако избыточные осадки на конечных этапах созревания отрицательно сказались на содержании клейковины. В 2020 году избыточное увлажнение наблюдалось в течение всего периода вегетации.

Максимальное содержание клейковины 44,8% отмечено в 2016 году у сорта

Новосибирская 15, минимальное – 21,2% в 2017 году у сорта Свирель. Максимальное различие между сортами по содержанию клейковины наблюдалось в годы с избыточным увлажнением. В среднем за семь лет по содержанию клейковины выделялись сорта Новосибирская 15 (38,1%), Канская (37,3%), Красноярская 12 (36,2%). Данные сорта выделялись и по стабильности формирования содержания клейковины.

По содержанию клейковины зерно сортов Новосибирская 15 и Красноярская 12 во все годы соответствовало первому классу качества. У сорта Канская содержание клейковины соответствовало первому классу 6 лет из 7, у Алтайской 75 – 5 лет.

Был проведен анализ погодных условий по отдельным периодам вегетации: всходы-колошение, колошение-восковая спелость, окончание налива и созревание (10 дней до наступления восковой спелости и 10 дней после). Анализ показал, что на содержание клейковины в большей мере влияет количество осадков в период налива и созревания зерна и в меньшей мере температурный режим. Повышенное количество осадков оказывает отрицательное влияние на содержание клейковины, а повышенная температура положительное. Следует отметить, что в условиях лесостепи средняя температура по отдельным периодам вегетации даже в самые теплые годы не превышает 19-20° С.

Рассчитанные коэффициенты корреляции по стандартам групп спелости (Новосибирская 15, Алтайская 70, Алтайская 75, Свирель) подтвердили эти наблюдения. Корреляция между содержанием клейковины и погодными условиями за периоды всходы-колошение и колошение-восковая спелость по изученным сортам

была, в основном, слабая и редко – средняя. Осадки и температура в период всходы-созревание влияют только косвенно. При избыточном увлажнении и пониженной температуре увеличивается вегетационный период, и созревание приходится на период с более низкими температурами.

Невысокая корреляция в фазу колошение-выход в трубку объясняется неравномерным распределением осадков и температуры в продолжении периода. Если неблагоприятные условия наблюдаются в начале периода, их влияние на содержание клейковины невелико, в конце периода оно более значительно.

Погодные условия в период созревания влияют непосредственно на содержание клейковины. Зависимость содержания клейковины от осадков отрицательная и варьирует от $r=-0,48$ у сорта Новосибирская 15 до $r=-0,86$ у сорта Свирель (табл. 2). У скороспелых сортов Новосибирская 15 и Алтайская 70 связь с температурой слабая отрицательная, у более поздних Алтайской 75 и Свирель средняя положительная.

Таблица 2 – Коэффициенты корреляции количества и качества клейковины пшеницы с осадками и температурой

Сорт	Содержание клейковины		Качество клейковины	
	осадки	температура	осадки	температура
Новосибирская 15	-0,48	-0,13	-0,21	-0,05
Алтайская 70	-0,73	-0,10	-0,80	-0,07
Алтайская 75	-0,82	0,43	-0,44	0,33
Свирель	-0,86	0,41	-0,06	0,23

Влияние погодных условий на качество клейковины было менее выражено. Однако тенденции наблюдались аналогичные. Зависимость качества клейковины от осадков варьировала от $r = -0,06$ у сорта Свирель до $r=0,80$ у сорта Алтайская 70. У скороспелых сортов Новосибирская 15 и Алтайская 70 связь с температурой слабая отрицательная, у более поздних Свирель и Алтайская 75 слабая и средняя положительная. Однако самое высокое качество клейковины отмечено в 2020 и 2017 годах (табл. 3), когда содержание клейковины было самое низкое, что указывает на отрицательную корре-

ляцию между этими показателями.

Высокие показатели качества отмечены у сортов Уяровка (72,3 ед.), Канская (77,6 ед.), Алтайская 70 (77,7 ед.). В то же время самыми стабильными по качеству клейковины были сорта с более низким ее качеством: Курагинская 2 ($V=4,64$), Новосибирская 15 ($V=6,18$), Алтайская 75 ($V=9,00$).

Зерно, относящееся к первой группе по качеству клейковины, получить сложнее, чем по ее содержанию. По содержанию клейковины зерно лучших сортов Канская, Красноярская 12, Новосибирская 15 соответствовали первой группе качества

Таблица 3 – Качество клейковины яровой пшеницы (2016-2022)

Сорт	Показатель ИДК 1, ед.								Среднее	V, %
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022			
Новосибирская 15	81	75	80	70	85	78	81	78,6	6,18	
Канская	85	62	80	85	77	70	84	77,6	11,26	
Алтайская 70	75	63	84	80	70	92	80	77,7	12,18	
Уялочка	74	67	75	80	54	81	75	72,3	12,82	
Алтайская 75	95	79	85	81	78	91	74	83,3	9,00	
Красноярская 12	68	85	83	82	71	93	80	80,3	10,56	
Курагинская 2	83	84	81	74	81	86	81	81,4	4,64	
Свирель	87	85	83	88	81	87	70	83,0	7,52	
Средняя по году	81	75	81,4	80	74,6	84,8	78,1			

в 86-100% случаев. По качеству клейковины лучшие сорта формировали клейковину первой группы качества в 43% случаев – три года из семи.

Заключение. Содержание и качество клейковины в зерне пшеницы обладает значительной изменчивостью и зависит от условий года и генетических особенностей сорта. Влияние метеорологических факторов выше на содержание клейковины, чем на ее качество. Качество зерна определяется, в основном, условиями в период окончания налива и в созревание. Зависимость количества клейковины от осадков в этот период отрицательная ($r=-0,48$ - $r=-0,86$), зависимость от температуры положительная, за исключением скороспелых сортов, но менее выражена. Связь качества клейковины с условиями года заметно слабее.

По содержанию клейковины выделены сорта Новосибирская 15 (38,1%), Канская (37,3%), Красноярская 12 (36,2%). По качеству клейковины Уялочка (72,3 ед.), Канская (77,6 ед.), Алтайская 70 (77,7 ед.). Полученные результаты можно использовать для прогноза качества зерна.

Список источников

1. Анализ SNP-локусов, ассоциированных с генами качества зерна, у стародавних сортов пшеницы из коллекции ВИР / И.В. Потоцкая, С.С. Шепелев, С.А. Ессе, М.С. Гладких, М.Н. Кошкин, Е.В. Зуев, В.П. Шаманин // Вестник Омского ГАУ. 2022. 2. С.43-51. doi: 10.48136/2222-0364_2022_2_43. EDN: ZWEYWB
2. Богдан П.М., Коновалова И.В., Клыков А.Г. Влияние абиотических факторов на

урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в условиях Приморского края // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 1. С.16–20. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10103. EDN: YUOESP

3. Varzakas T., Kozub N., Xynias I.N. Quality determination of wheat: Genetic determination, biochemical markers, seed storage proteins – bread and durum wheat Germplasm // Journal of the Science of food and agriculture. 2014. Vol. 94. P. 2819-2829.

4. Кравченко Н.С., Марченко Д.М., Некрасова О.А., Алты-Садых Ю.Н. Изучение реологических и физических свойств теста сортов озимой пшеницы. // Зерновое хозяйство России. 2021. № 6. С. 45-52. doi: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-45-52. EDN: HFOOIQ

5. Подгорный С.В. Селекционная оценка коллекционных образцов озимой мягкой пшеницы: дис. ... канд. с.-х. наук. Зерноград, 2017. 241 с.

6. Изучение показателей качества современных сортов озимой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» / М.М. Иванов, Д.М. Марченко, Н.С. Кравченко, М.М. Копусь // Зерновое хозяйство России. 2023;(1):35-41. doi: 10.31367/2079-8725-2023-84-1-35-41. EDN: ZXJNSV

7. Никитина В.И., Федосенко Д.Ф. Потенциал надежности образцов яровой пшеницы по комплексу признаков для селекции в условиях Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2020. № 4. С. 74-79. doi:10.36718 / 1819-4036-2020-4-74-79. EDN: LPNFUS

8. Оценка селекционных линий яровой пшеницы по урожайности и качеству зерна в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Н.А. Поползухина, Н.А. Якунина, П.В. Поползухин, Н.Г. Мазепа // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2022. № 3 (68). С. 28–34. doi: 10.34655/bgsha.

2022.68.3.004. EDN: EOODMS

9. Сидоров А.В. Селекция яровой пшеницы в Красноярском крае. Красноярск, 2018. 208 с. EDN:ZQCJDV

10. Утебаев М.У., Боме Н.А., Шелаева Т.В., Крадецкая О.О., Чилимова И.В. Качество зерна яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Казахстана // Вестник Омского ГАУ. 2020. № 2 (38). С. 99-111. EDN: SIDJSP

11. Маркс Е.И., Лейболт Е.Л., Заушицына И.Г. Активность различных форм белка из растений пшеницы и качество клейковины // Инновации и продовольственная безопасность. 2017. № 3 (17). С. 40-49. doi:10.31677 / 2311-0651-2017-0-3-40-49. EDN: ZVZPNF

12. Качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы в условиях подтаежной зоны Тюменской области / Р.И. Белкина, Ю.А. Летыго, В.В. Выдрин, Т.К. Федорук // Вестник КрасГАУ. 2021. № 3. С. 15-21. doi: 10.36718/1819-4036-2021-3-15-21. EDN: QGFCLP

13. Sidorov A.V., Neshumaeva N.A., Plekhanova L.V., Fedosenko D.F., Bogdanov V.V. Early ripening variety of spring soft wheat Kanskaya // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. С. 12113. doi: 10.1088/1755-1315/848/1/012113. EDN: RBLCAE

14. Сидоров А.В., Нешумаева Н.А., Плеханова Л.В. Адаптивный сорт яровой мягкой пшеницы Красноярская 12 // Вестник КрасГАУ. 2020. № 4. С.10-15. doi:10.36718 / 1819-4036-2020-4-10-15. EDN: RFLRAD

15. Методика государственного сортоиспытания с.-х. культур. Выпуск первый (общая часть). М.: Колос, 1985. 269 с.

References

1. Pototskaya I.V., Shepelev S.S., Esse S.A., Gladkih M.S., Koshkin M.N., Zuev E.V., Shamanin V.P. Analysis of snp-loci associated with grain quality genes in wheat landraces from the collection of VIR. *Vestnik Omskogo GAU*. 2022;2:43-51 (In Russ.)

2. Bogdan P.M., Konovalova I.V., Klykov A.G. Influence of abiotic factors on yield and grain quality of spring common wheat under conditions of the Primorsky territory. *Dostizhniya nauki i tekhniki APK*. 2021;35(1):16-20 (In Russ.)

3. Varzakas T., Kozub N., Xynias I.N. Quality determination of wheat: genetic determination, biochemical markers, seed storage proteins-bread and durum wheat germplasm. *Journal of the science of food and agriculture*. 2014;94:2819-2829.

4. Kravchenko N.S., Marchenko D.M., Nekrasova O.A., Alty-Sadykh Yu.N. The study of rheological and physical dough properties of the winter wheat varieties. *Grain Economy of Russia*. 2021;6:45-52 (In Russ.)

5. Podgornij S.V. Breeding evaluation of collection samples of winter soft wheat. Candidate's dissertation abstract. Zernograd. 2017. 241 p. (In Russ.)

6. Ivanisov M.M., Marchenko D.M., Kravchenko N.S., Kopus M.M. Study of the quality indicators of modern winter wheat varieties developed by the FSBSI ARC "Donskoy". *Grain Economy of Russia*. 2023;1:35-41 (In Russ)

7. Nikitina V.I., Fedosenko D.F. Reliability potential of spring wheat samples based on the set of signs for the selection in Krasnoyarsk forest-steppe. *Bulletin of KSAU*. 2020;4:74-79 (In Russ.)

8. Popolzukhina N.A., Yakunina N.A., Popolzukhin P.V., Mazepa N.G. Evaluation of breeding lines of spring common wheat by yield and grain quality in the southern forest-steppe of Western Siberia. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov*. 2022;3(68):28-34 (In Russ.)

9. Sidorov A.V. Selektion of spring wheat in Krasnoyarsk region. Krasnoyarsk. 2018. 208 p.

10. Utebayev M.U., Bome N.A., Shelaeva T.V., Kradetskaya O.O., Chilimova I.V. Quality of grain of common wheat in Northern Kazakhstan *Vestnik Omskogo GAU*. 2020;2(38):99-111 (In Russ.)

11. Marks E.I., Leibolt E.L., Zaushitsyna I.G. The activity of different forms of protein from plants wheat and gluten quality. *Innovacii i prodovolstvennaya besopasnost*. 2017;3(17):40-49 (In Russ.)

12. Belkina R.I., Letyago J.A., Vidrin V.V., Fedoruk T.K. Grain quality of spring soft wheat varieties in the conditions of the subtaiga zone of the Tyumen region. *Bulletin of KSAU*. 2021;3:15-21 (In Russ.)

13. Sidorov A.V., Neshumaeva N.A., Plekhanova L.V., Fedosenko D.F., Bogdanov V.V. Early ripening variety of spring soft wheat Kanskaya // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science

and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, Russian Federation, 2021. P. 12113.

14. Sidorov A.V., Neshumaeva N.A., Plehanova L.V. Adaptive variety of spring soft

wheat Krasnoyarskaya 12. *Bulletin of KSAU*. 2020;4:10-15 (In Russ.)

15. The method of state variety testing of agricultural cultures. Issue 1. (the main part). Moscow. Kolos, 1985. 269 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Александр Васильевич Сидоров – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции пшеницы;

Наталья Сергеевна Герасимова – младший научный сотрудник лаборатории технологической оценки зерна, nata.gerasimova.1982@mail.ru;

Мария Александровна Семирадская – младший научный сотрудник лаборатории технологической оценки зерна, mariasemiradskay@mail.ru.

Information about the authors

Aleksandr V. Sidorov – Candidate of Science (Agriculture), Head of Laboratory of Wheat Breeding.

Nataliya S. Gerasimova – Junior Research Fellow, Laboratory of Grain Technological Assessment, nata.gerasimova.1982@mail.ru;

Mariya A. Semiradskaya – Junior Research Fellow, Laboratory of Grain Technological Assessment, mariasemiradskay@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 30.03.2023; одобрена после рецензирования 15.04.2023; принята к публикации 18.04.2023.

The article was submitted 30.03.2023; approved after reviewing 15.04.2023; accepted for publication 18.04.2023.