

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗЕРНА ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ И ЛИНИЙ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЮГА РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**А. С. Иванисова**, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, kameneva.anka2016@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1466-250X;

**Д. М. Марченко**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела селекции и семеноводства озимой пшеницы, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

**О. А. Дубинина**, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, dubinina.1881@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2768-4935;

**Л. И. Майдабуро**, агроном лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, lunyamay174@gmail.com, ORCID ID: 0009-0005-0415-938X;

**Н. С. Кравченко**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимической, технологической и агрохимической оценки, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Самым важным в производстве твердой пшеницы является получение зерна высокого качества. В связи с этим в условиях Ростовской области проведено изучение физико-химических свойств данной культуры и выделен ряд источников для селекции на высокое качество зерна. В качестве объекта исследований использовали 30 сортов и линии озимой твердой пшеницы собственной селекции, в качестве стандарта – сорт Кристелла. Крупное зерно (масса 1000 зерен свыше 40 г) сформировали 12 образцов озимой твердой пшеницы. Согласно ГОСТ по натуре зерна к I классу относились 26 сортов и линий (770–809 г/л). В 2021–2023 гг. стекловидность варьировала от 69 до 93 %. На данный признак оказывали влияние погодные условия в годы исследований: высокостекловидное зерно (100%) было сформировано в благоприятном 2022 г., мучнистое (51 %) – в 2023 году. Содержание белка в зерне варьировало по годам от 13,70 % в 2022 г. до 14,91 % в 2021 году. Средний показатель содержания клейковины у образцов озимой твердой пшеницы был стабильно высоким по годам и колебался в пределах от 28,0 % (2022 г.) до 30,1 % (2021 г.). Средние по годам показатели содержания каротиноидов значительно колебались от 472 мкг/% (2023 г.) до 718 мкг/% (2021 г.). Наблюдались и значительные колебания по образцам. Благодаря разнообразию погодных условий в годы исследований по комплексу физико-химических свойств выделилось 6 сортов и линий озимой твердой пшеницы: Диона, Динас, Придонье, 691/20, 390/20, 1377/20.

**Ключевые слова:** озимая твердая пшеница, сорт, качество зерна, каротиноиды, макаронные изделия.

**Для цитирования:** Иванисова А. С., Марченко Д. М., Дубинина О. А., Майдабуро Л. И., Кравченко Н. С. Физико-химические свойства зерна перспективных сортов и линий озимой твердой пшеницы в условиях юга Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 5. С. 46–51. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-94-5-46-51.



## PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF GRAIN OF PROMISING WINTER DURUM WHEAT VARIETIES AND LINES IN THE SOUTH OF THE ROSTOV REGION

**A. S. Ivanisova**, junior researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, kameneva.anka2016@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-1466-250X;

**D. M. Marchenko**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher, head of the department of winter wheat breeding and seed production, wiza101@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-5251-3903;

**O. A. Dubinina**, agronomist of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, dubinina.1881@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2768-4935;

**L. I. Maidaburo**, agronomist of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, lunyamay174@gmail.com, ORCID ID: 0009-0005-0415-938X;

**N. S. Kravchenko**, Candidate of Biological Sciences, leading researcher of the laboratory for biochemical, technological and agrochemical estimation, ninakravchenko78@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-3388-1548

FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy",

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

The most important thing in the production of durum wheat is to obtain high-quality grain. In this regard, in the Rostov Region, there has been studied the physical and chemical properties of this crop and identified several sources for high-quality grain breeding. The objects of study were 30 winter durum wheat varieties and lines of our own breeding, with the standard variety 'Kristella'. Large grain (1000-grain weight over 40 g) was formed by 12 winter durum wheat samples. According to the GOST, 26 varieties and lines (770–809 g/l) belonged to the 1st class of grain. In 2021–2023, grain hardness varied from 69 % to 93 %. This trait was influenced by weather conditions during the

years of study, grain with large hardness (100 %) was formed in the favorable 2022, in 2023 the grain was floury (51 %). The protein percentage in grain varied over the years from 13.70% in 2022 to 14.91 % in 2021. The mean gluten content of winter durum wheat samples was consistently high over the years and ranged from 28.0 % (2022) to 30.1 % (2021). The mean carotenoid content over the years varied significantly from 472 µg/% (2023) to 718 µg/% (2021). There were significant fluctuations among the samples. Due to the diversity of weather conditions during the years of study, there have been identified 6 winter durum wheat varieties and lines 'Diona', 'Dinas', 'Pridonie', '691/20', '390/20', '1377/20' according to the complex of physical and chemical properties.

**Keywords:** winter durum wheat, variety, grain quality, carotenoids, pasta.

**Введение.** За последние годы интерес к твердой пшенице значительно вырос. Возрастающая потребность в зерне данной культуры, дифференциация цен на него в зависимости от качества, а также улучшения системы заготовок повысили заинтересованность хозяйств в его производстве и создали реальные предпосылки для увеличения производства высококачественного зерна (Ложкин и др., 2024).

Твердая пшеница ценится за свои высокие макаронно-крупяные качества. Из нее производят муку, которая отличается высоким содержанием белка (12–15 %) и хорошими физико-химическими свойствами. Такая мука отлично подходит для производства макаронных изделий, вермишели, манной крупы и лучших сортов кондитерских изделий. Это обусловлено наличием в зерне твердой пшеницы большого количества клейковины, придающей готовым изделиям эластичность и упругость (Мальчиков и Мясникова, 2023; Иванисова и др., 2023).

В целом данная культура является ценным зерновым растением, обладающим уникальными свойствами и широким спектром применения (Цыганков и др., 2022).

Одна из важных задач выращивания твердых пшениц – создание сортов с высоким качеством зерна, способных сохранять его даже

при неблагоприятных условиях (Малкандуев и др., 2022).

В связи с этим перед нами была поставлена цель оценить физико-химический состав сортов и линий озимой твердой пшеницы и выделить источники изученных показателей.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводили в 2021–2023 гг. на опытных участках ФГБНУ «АНЦ «Донской» лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы. В качестве объекта исследований послужили 30 сортов и линии собственной селекции, в качестве стандарта использовали сорт Кристелла. Посев проводили сеялкой Wintersteiger Plotseed S рядовым способом с нормой высева 450 всхожих зерен на 1 м<sup>2</sup>. Площадь делянок – 10 м<sup>2</sup>, повторность – шестикратная.

Качество зерна у сортов и линий озимой твердой пшеницы определяли по ГОСТ: количество клейковины – ГОСТ Р 54478-2011, натура зерна – ГОСТ 10840-2017, содержание белка – ГОСТ 10846-91, стекловидность – ГОСТ Р 70629-2023, содержание каротиноидов – колориметрическим методом.

Погодные условия в годы изучения существенно различались, что позволило всесторонне изучить показатели качества зерна твердой озимой пшеницы (табл. 1).

**Таблица 1. Метеорологические показатели за годы проведения исследований**  
**Table 1. Weather indicators for the years of study**

Год	Осадки, мм	Температура воздуха, °С
2021	569,2	11,70
2022	609,2	11,06
2023	569,0	11,55
Среднемноголетние данные (норма)	582,4	9,65

Метеорологические условия в 2020/2021 с.-х. году отличались от средних многолетних данных по количеству выпавших осадков. Всего выпало 569,2 мм (97,7 % от среднемноголетней), в том числе осенью 28,4 мм (21,6 %), зимой 117,3 мм (80,5 %), весной 243,9 мм (185,1 %), летом 179,6 мм (103,1 %). Сложившиеся погодные условия позволили получить достаточно высокую урожайность в питомниках сортоиспытания по сидеральному пару – от 8,0 до 10,0 т/га.

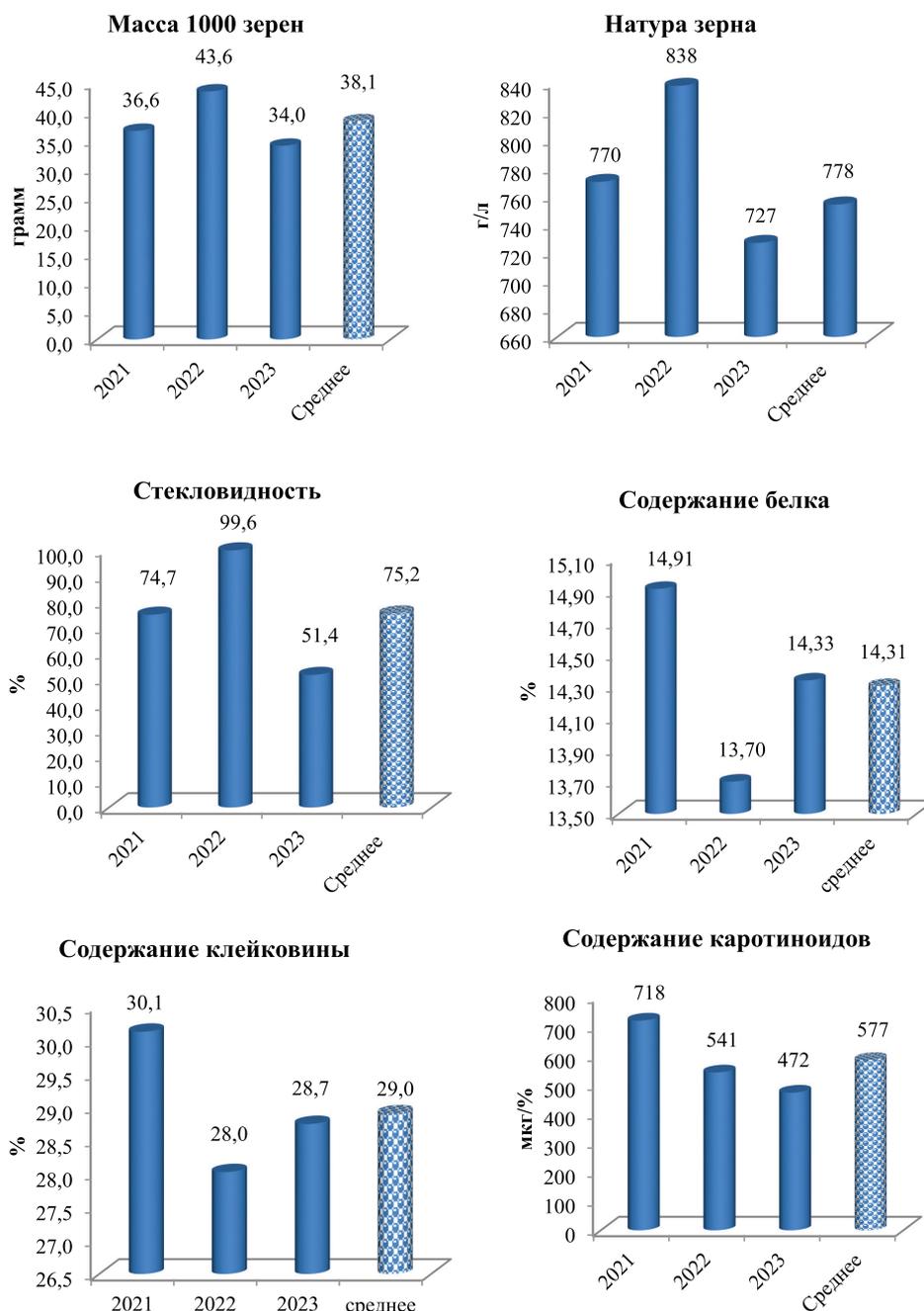
Благоприятные климатические условия для формирования высокого урожая зерна отмечались в 2021/2022 с.-х. году. Пониженный температурный режим в период колошения и во время налива зерна позволил реализовать высокий потенциал урожайности твердой пшеницы (от 10,0 до 12,0 т/га).

2022/2023 с.-х. год по распределению осадков по сезонам, температурному режиму (+1,9 °С к среднемноголетней) оказался не типичным для нашей зоны и не совсем благоприятным для роста и развития озимой пшеницы. Интенсивные осадки с сильным порывистым ветром в конце мая – начале июня оказали негативное воздействие на растения озимой пшеницы, что привело к недобору урожая и низко-стекловидному зерну твердой пшеницы.

**Результаты и их обсуждение.** Показатели качества твердых пшениц наследственно устойчивы, но очень изменяются по годам от условий произрастания.

Масса 1000 зерен зависит от размеров и плотности зерна и является одним из признаков оценки физических свойств (Иванисов и др., 2023).

Средний показатель массы 1000 зерен варьировал по годам от 34,0 г (2023 г.) до 43,6 г (2022 г.), сортовые колебания за изучаемый период составили от 25,4 до 45,7 г (рис.).



Изменчивость физико-химических свойств зерна озимой твердой пшеницы (2021–2023 г.)  
Variability of physicochemical properties of winter durum wheat grain (2021–2023)

У стандартного сорта Кристелла в среднем показатель данного признака составил 37,8 г. Крупное зерно (масса 1000 зерен свыше 40 г) сформировали 12 образцов озимой твердой пшеницы: 971/19 (40,2 г), Каротинка (40,4 г), Эллада (40,6 г), 1255/20 (41,0 г), 390/20 (41,3 г), 1037/17 (41,4 г), 1383/20 (41,5 г), 709/16 (41,6 г), 1253/20 (42,3 г), 506/20 (43,0 г), 536/19 (43,4 г), 1377/20 (45,7 г). Необходимо отметить линию 1377/20, которая несмотря на изменение погодных условий стабильно формирует массу

1000 зерен свыше 40,0 г (2021 г. – 42,5 г; 2022 г. – 51,3 г; 2023 г. – 43,4 г).

Крупность зерна в сочетании с натурой и отсутствие неполноценных и поврежденных зерен – признак макаронно-крупяных качеств (Kibkalo, 2022). Определение натуры зерна показало, что в среднем по годам значения изменялись от 727 г/л (2023 г.) до 838 г/л (2022 г.). Данный признак, как и масса 1000 зерен, был подвержен влиянию погодных условий в изучаемый период. Сортовые колебания натуры зер-

на в среднем по годам составляли 748–809 г/л, у стандартного сорта Кристелла – 763 г/л. Основная масса изучаемых образцов озимой твердой пшеницы (26 шт.) по данному признаку относились к I классу согласно ГОСТ: Лакомка, Динас, Хризолит, Услава, Соперница, 1147/19, 691/20, 901/20, 1377/20, 709/16 и т.д.

Стекловидность зерна характеризует его консистенцию и служит косвенным критерием оценки макаронно-крупяных свойств пшеницы (Ложкин и др., 2024). В 2021–2023 гг. уровень стекловидности колебался по образцам от 69 до 93 %. На данный признак оказали влияние погодные условия в годы исследований: в 2021 г. размах варьирования составил от 57 до 96 %, в благоприятном 2022 г. было сформировано высокостекловидное зерно (97–100%), мучнистое (50–55 %) – в 2023 году. Сорта Каротинка (80 %), Графит (82 %) и линии 901/20 (83 %), 939/20 (82 %), 1253/20 (93 %), 1255/20 (89 %), 1383/20 (89 %) имели высокие значения данного признака (78 %) и в среднем сохранили стабильную стекловидность зерна.

Содержание белка в зерне пшеницы подвержено значительным колебаниям в зависимости от различных факторов, таких как почвенные и климатические условия, длительность вегетационного периода и др. (Ivanisov et al., 2024). Но несмотря на эти колебания, озимая твердая пшеница обладает важным питательным составом и наряду с яровой играет существенную роль в пищевой промышленности, особенно в производстве макаронных изделий и круп (Васенев и др., 2019).

Содержание белка в зерне варьировало по годам от 13,70 % в 2022 г. до 14,91 % в 2021 году. Стандартный сорт Кристелла формировал высокобелковое зерно (13,89 – 15,95 %).

Необходимо отметить 15 сортов и линий озимой твердой пшеницы, которые выделились стабильно высоким содержанием белка в зерне, соответствующим первому классу качества (14,11–15,05 %): Диона, Услава, Лакомка, Динас, Хризолит, Придонье, Каротинка, Соперница, 1037/17, 555/20, 691/20, 390/20, 1093/20, 1377/20, 709/16.

Средний показатель содержания клейковины у образцов озимой твердой пшеницы был стабильно высоким по годам и колебался в пределах от 28,0 % (2022 г.) до 30,1 % (2021 г.). Несмотря на разницу погодных условий 2021–2023 гг., у стандартного сорта Кристелла получены высокие показатели содержания клейковины (29,8 %). Высокие значения отмечены у 5 образцов озимой твердой пшеницы: Динас (30,0 %), 1147/19 (30,4 %), 691/20 (30,3 %), 390/20 (30,4 %), 1377/20 (30,1 %).

Цвет зерна связан с наличием в нем естественных желтых пигментов, придающих изделиям требуемый лимонно-желтый цвет (Krupin et al., 2023). Средние по годам показатели содержания каротиноидов значительно колебались от 472 мкг/% (2023 г.) до 718 мкг/% (2021 г.). Наблюдались и значительные колебания по образцам. Содержание каротиноидов у стандартного сорта Кристелла составляло 608 мкг/%, высокие значения (от 612 до 691 мкг/%) отмечены у 7 образцов озимой твердой пшеницы: 901/20, 939/20, 1383/20, Лакомка, 971/19, 1253/20, 1255/20.

Благодаря разнообразию погодных условий в годы исследований по комплексу физико-химических свойств выделилось 6 сортов и линий озимой твердой пшеницы. Характеристики их представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Источники качественных показателей озимой твердой пшеницы (2021–2023 гг.)**  
**Table 2. Sources of quality indicators of winter durum wheat (2021–2023)**

Сорт/линия	Содержание			Стекловидность, %	Натура зерна, г/л	Масса 1000 зерен, г
	белка, %	клейковины, %	каротиноидов, мкг/%			
Кристелла, st	15,02	29,8	608	78	763	37,8
Диона	14,72	29,1	628	73	786	33,4
Динас	14,22	30,0	587	76	779	37,2
Придонье	14,37	29,9	561	77	792	40,0
691/20	14,16	30,3	534	75	787	33,4
390/20	14,66	30,4	558	70	779	41,4
1377/20	15,05	30,1	583	73	777	45,7

Данные образцы по содержанию белка (14,6–15,05 %), клейковины (29,1–30,4 %) и натуре зерна (777–792 г/л) соответствуют I классу качества на твердую пшеницу, по стекловидности (73–77 %) – III классу.

Особое внимание обращает на себя линия 1377/20, которая стабильно формировала крупное зерно с высокими физико-химическими свойствами.

**Выводы.** Одним из основных направлений селекционной работы по твердой пшенице яв-

ляется улучшение качества зерна. В результате изучения физико-химических свойств сортов и линий озимой твердой пшеницы было выделено 6 образцов: Диона, Динас, Придонье, 691/20, 390/20, 1377/20.

Выделенные источники представляют интерес для селекции твердой пшеницы на высокое качество зерна и макарон в условиях Ростовской области.

## Библиографические ссылки

1. Васенев И. И., Бесалиев И. Н., Мальчиков П. Н., Шутарева Г. И., Джанчаров Т. М., Морев Д. В., Ярославцев А. М., Курашов М. Ю. Анализ лимитирующих агроэкологических факторов урожайности и качества твердой пшеницы в засушливых условиях // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33, № 12. С. 30–37. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11206
2. Иванисов М. М., Марченко Д. М., Кравченко Н. С., Копусь М. М. Изучение показателей качества современных сортов озимой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 1. С. 35–41. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-84-1-35-41
3. Иванисова А. С., Иличкина Н. П., Самофалова Н. Е., Кабанова Н. В., Кирина И. М. Урожайность и качество зерна озимой твердой пшеницы различных групп спелости // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 1. С. 70–75. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-84-1-70-75
4. Ложкин А. Г., Васильев О. А., Дмитриев В. Л., Каюкова О. В., Яковлева М. И. Особенности формирования урожайности и качества пшеницы твердой яровой в условиях Чувашской Республики // Аграрная наука. 2024. № 2. С. 87–91. DOI: 10.32634/0869-8155-2024-379-2-87-91
5. Малкандуев Х. А., Шамурзаев Р. И., Малкандуева А. Х. Формирование урожая и качества зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от предшественников и условий возделывания // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2022. № 3(107). С. 40–50. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-3-107-40-50
6. Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г. Методы определения качества клейковины и оценки реологических свойств твердой пшеницы (обзор) // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37, № 11. С. 29–37. DOI: 10.53859/02352451\_2023\_37\_11\_29
7. Цыганков В. И., Губашева Б. Е., Аккереева Э. К., Цыганков А. В. Биохимическая и технологическая оценка зерна сортов твердой яровой пшеницы в засушливых условиях Западного Казахстана // Наука и образование. 2022. № 2–1(67). С. 130–139.
8. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Romanyukina I. V., Chukhnenko Yu., Kirin A. V. The quality of grain and flour of winter soft wheat in the inter-station test // Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2022). Agricultural Cyber-Physical Systems. Zug, 2024. Vol. 733, P. 1235–1241. DOI: 10.1007/978-3-031-37978-9\_120
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), Article number: 1640. DOI: 10.3390/plants11131640
10. Krupin P. Yu., Bespalova L. A., Kroupina A. Yu., Yanovsky A. S., Korobkova V. A., Ulyanov D. S., Karlov G. I., Divashuk M. G. Association of high-molecular-weight glutenin subunits with grain and pasta quality in spring durum wheat (*triticum turgidum* spp. Durum L.) // Agronomy. 2023. Vol. 13, № 6. P. 1510. DOI: 10.3390/agronomy13061510

## References

1. Vasenev I. I., Besaliev I. N., Mal'chikov P. N., Shutareva G. I., Dzhancharov T. M., Morev D. V., Yaroslavtsev A. M., Kurashov M. Yu. Analiz limitiruyushchikh agroekologicheskikh faktorov urozhainosti i kachestva tverdoi pshenitsy v zasushlivykh usloviyakh [Analysis of limiting agroecological factors of productivity and quality of durum wheat in arid conditions] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. T. 33, № 12. S. 30–37. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11206
2. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Kravchenko N. S., Kopus' M. M. Izucheniye pokazatelei kachestva sovremennykh sortov ozimoi pshenitsy selektsii FGBNU «ANTs «Donskoi» [Study of quality indicators of modern winter wheat varieties developed in the FSBSI "ARC "Donskoy"] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2023. T. 15, № 1. S. 35–41. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-84-1-35-41
3. Ivanisova A. S., Ilichkina N. P., Samofalova N. E., Kabanova N. V., Kirina I. M. Urozhainost' i kachestvo zerna ozimoi tverdoi pshenitsy razlichnykh grupp spelosti [Productivity and grain quality of winter durum wheat of various maturity groups] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2023. T. 15, № 1. S. 70–75. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-84-1-70-75
4. Lozhkin A. G., Vasil'ev O. A., Dimitriev V. L., Kayukova O. V., Yakovleva M. I. Osobennosti formirovaniya urozhainosti i kachestva pshenitsy tverdoi yarovoi v usloviyakh Chuvashskoi Respubliki [Features of the formation of productivity and quality of spring durum wheat in the conditions of the Chuvash Republic] // Agrarnaya nauka. 2024. № 2. S. 87–91. DOI: 10.32634/0869-8155-2024-379-2-87-91
5. Malkanduev Kh. A., Shamuraev R. I., Malkandueva A. Kh. Formirovaniye urozhaya i kachestva zerna sortov ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot predshestvennikov i usloviiy vozdel'yvaniya [Formation of productivity and grain quality of winter wheat varieties according to forecrops and cultivation conditions] // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN. 2022. № 3(107). S. 40–50. DOI: 10.35330/1991-6639-2022-3-107-40-50
6. Mal'chikov P. N., Myasnikova M. G. Metody opredeleniya kachestva kleikoviny i otsenki reologicheskikh svoystv tverdoi pshenitsy (obzor) [Methods for determining quality of gluten and estimating the rheological properties of durum wheat (REVIEW)] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2023. T. 37, № 11. S. 29–37. DOI: 10.53859/02352451\_2023\_37\_11\_29
7. Tsygankov V. I., Gubasheva B. E., Akkereeveva E. K., Tsygankov A. V. Biokhimicheskaya i tekhnologicheskaya otsenka zerna sortov tverdoi yarovoi pshenitsy v zasushlivykh usloviyakh Zapadnogo Kazakhstana [Biochemical and technological estimation of grain of spring durum wheat varieties in arid conditions of Western Kazakhstan] // Nauka i obrazovanie. 2022. № 2–1(67). S. 130–139.
8. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Romanyukina I. V., Chukhnenko Yu., Kirin A. V. The quality of grain and flour of winter soft wheat in the inter-station test // Fundamental and Applied Scientific Research in the Development of Agriculture in the Far East (AFE-2022). Agricultural Cyber-Physical Systems. Zug, 2024. Vol. 733, P. 1235–1241. DOI: 10.1007/978-3-031-37978-9\_120

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), Article number: 1640. DOI: 10.3390/plants11131640

10. Krupin P. Yu., Bespalova L.A., Kroupina A. Yu., Yanovsky A. S., Korobkova V.A., Ulyanov D. S., Karlov G. I., Divashuk M. G. Association of high-molecular-weight glutenin subunits with grain and pasta quality in spring durum wheat (*triticum turgidum* spp. Durum L.) // *Agronomy*. 2023. Vol. 13, № 6. P. 1510. DOI: 10.3390/agronomy13061510

Поступила: 01.08.24; доработана после рецензирования: 12.09.24; принята к публикации: 12.09.24.

**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.** Иванисова А. С. – концептуализация исследований, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи, финальная доработка текста; Марченко Д. М. – общее научное руководство, концептуализация исследований, критический анализ текста; Дубинина О. А, Майдабуро Л. И. – выполнение полевых опытов, сбор данных; Кравченко Н. С. – выполнение лабораторных опытов.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**