

## УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ

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

**Н. П. Иличкина**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства пшеницы твердой озимой, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322;

**Н. Е. Самофалова**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства пшеницы твердой озимой, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

**Н. В. Кабанова**, агроном лаборатории селекции и семеноводства пшеницы твердой озимой, Kabanovdane@2202@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-8060-7512;

**И. М. Кирина**, агроном лаборатории биохимической оценки селекционного материала и качества зерна, oldyрева95@mail.ru; ORCID ID: 0000-0001-68450874  
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,  
347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Научный городок, д. 3, e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье представлены результаты экологического испытания сортов озимой твердой пшеницы в условиях южной зоны Ростовской области. Цель исследований – оценить урожайность и качество зерна сортов озимой твердой пшеницы различных групп спелости. Материалом для исследований послужили 53 сорта озимой твердой пшеницы различного экологического происхождения селекции: ФГБНУ «АНЦ «Донской», ФГБНУ НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, ФГБНУ ФНАЦ и других учреждений. В качестве стандарта использовали сорт Кристелла. По результатам исследований установлено, что 22,6 % (12 шт.) образцов озимой твердой пшеницы относились к среднеранней группе спелости с колошением 20–22 мая, к среднеспелой (23–25 мая) – 49,1 % (26 шт.) образцов, среднепоздней (26–29 мая) – 28,3 % (15 шт.) образцов. Максимальная урожайность за изучаемый период (2020–2022 гг.) выявлена у среднеспелых образцов (8,40 т/га). Высокие показатели качества сформировали сорта озимой твердой пшеницы среднеранней группы спелости: содержание белка – 15,24 %, содержание клейковины – 27,0 %, SDS-седиментация – 38 мл, содержание каротиноидов – 567 Мкг/%. В среднем за три года высокую стекловидность и натуру зерна в опыте сформировали образцы среднеспелой группы (78 %; 777 г/л). В ходе корреляционного анализа получены достоверные положительные взаимосвязи у среднеранних генотипов – содержанием белка ( $r = 0,95 \pm 0,04$ ), содержанием клейковины ( $r = 0,94 \pm 0,04$ ), стекловидностью ( $r = 0,48 \pm 0,12$ ), SDS-седиментацией ( $r = 0,92 \pm 0,04$ ), содержанием каротиноидов ( $r = 0,96 \pm 0,04$ ) и среднепоздних – стекловидностью ( $r = 0,41 \pm 0,13$ ). У среднеспелых образцов достоверных связей не было отмечено.

**Ключевые слова:** озимая твердая пшеница, качество зерна, сорт, вегетационный период, группа спелости.

**Для цитирования:** 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.



## PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF WINTER DURUM WHEAT OF VARIOUS MATURITY GROUPS

**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;

**N. P. Ilchikina**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-4041-0322;

**N. E. Samofalova**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-2216-3164;

**N. V. Kabanova**, agronomist of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, Kabanovdane@2202@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0001-8060-7512;

**I. M. Kirina**, agronomist of the laboratory for biochemistry estimation of breeding material and grain quality, oldyрева95@mail.ru; ORCID ID: 0000-0001-68450874  
FSBSI Agricultural Research Center “Donskoy”,  
347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok street, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the results of environmental testing of winter durum wheat varieties in the conditions of the southern part of the Rostov region. The purpose of the study was to estimate productivity and grain quality of winter durum wheat varieties of various maturity groups. The objects of the study were 53 winter durum wheat varieties of various environmental origins of breeding, namely FSBSI “ARC “Donskoy”, FSBSI RCG named after P. P. Lukyanenko, FSBSI FRAC and other institutions. The variety ‘Kristella’ was used as a standard variety. According to the results of the study there was found that 22.6 % (12 pcs.) of winter durum wheat samples belonged to the mid-

dle-early maturity group with a heading stage starting on May 20–22; 49.1 % (26 pcs.) of samples belonged to the middle-maturing group (May 23–25); 28.3 % (15 pcs.) of samples belonged to middle-late maturing group (May 26–29). The maximum productivity for the study period (2020–2022) was identified among the samples of middle maturity group (8.40 t/ha). High quality indicators were formed by winter durum wheat varieties of the middle-early maturity group with 15.24 % of protein, 27.0 % of gluten, 38 ml of SDS-sedimentation, 567 Mkg/% of carotenoids. On average for three years, the samples of the middle maturity group (78 %; 777 g/l) have formed high kernel hardness and grain unit in the trial. During the correlation analysis, there have been obtained significant positive correlations in middle-early genotypes (with protein content ( $r = 0.95 \pm 0.04$ ), gluten content ( $r = 0.94 \pm 0.04$ ), kernel hardness ( $r = 0.48 \pm 0.12$ ), SDS-sedimentation ( $r = 0.92 \pm 0.04$ ), carotenoid content ( $r = 0.96 \pm 0.04$ )) and in middle-late genotypes (with kernel hardness ( $r = 0.41 \pm 0.13$ )). Among middle maturing samples there have been found no significant correlations.

**Keywords:** winter durum wheat, grain quality, variety, vegetation period, maturity group.

**Введение.** Значение сорта в улучшении качества зерна весьма значительно. Поэтому целенаправленная селекция является одним из эффективных средств решения этой проблемы (Иванисов и др., 2020; Некрасов и др., 2021).

Требования к новому сорту чрезвычайны и разнообразны: высокая продуктивность и качество зерна, устойчивость к засухе, морозам, различным болезням и вредителям, полеганию, осыпанию и пр. (Марченко и др., 2019).

Из всех этих признаков качеству зерна пшеницы должно придаваться первостепенное значение. Твердая пшеница – продовольственная культура. Ее зерно используется для изготовления большого числа продуктов и в первую очередь макарон. Совершенно нерационально производить плохую пшеницу и получать из нее низкокачественные макаронные изделия (Lozhkin et al., 2019).

Вегетационный период является важным признаком, характеризующим сорт. В различных почвенно-климатических зонах возделываются как раннеспелые, так и позднеспелые формы в зависимости от благоприятного периода для налива и созревания зерна (Захарова и Захаров, 2020).

Цель исследований – оценить урожайность и качество зерна сортов озимой твердой пшеницы различных групп спелости в условиях южной зоны Ростовской области.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили в 2020–2022 гг. в условиях южной зоны Ростовской области. Материалом для исследований послужили 53 сорта озимой твердой пшеницы различного экологического происхождения селекции: ФГБНУ «АНЦ «Донской», ФГБНУ НЦЗ им. П. П. Лукьяненко, ФГБНУ ФНАЦ и других учреждений. В качестве стандарта использовали сорт Кристелла.

Посев осуществляли сеялкой «Wintersteiger Plotseed S» с нормой высева 500 шт. всхожих семян на м<sup>2</sup>. Учетная площадь делянки 10 м<sup>2</sup>, повторность 2-кратная, размещение делянок систематическое. Предшественник – сидеральный пар. Уборку проводили комбайном «Wintersteiger Classic». Полевые оценки, фенологические наблюдения, учет урожая выполняли по методике государственного сортоиспытания.

Качественные показатели зерна определяли в соответствии с методическими указаниями и ГОСТ: количество клейковины – ГОСТ Р 54478-2011, натура зерна – ГОСТ 10840-2017,

содержание белка – ГОСТ 10846-91, седиментацию (SDS-вариант) – по методике, разработанной в «АНЦ «Донской» (2014) с градацией для твердой пшеницы: очень сильная клейковина – > 40; сильная – 39–35; средняя – 34–30; слабая – 29 и < мл, стекловидность зерна определяли на приборе диафаноскопе по ГОСТ 10987, содержание каротиноидов – колориметрическим методом.

Погодные условия изучаемого периода сложились разнообразно. В 2020 г. выпавшие осадки во время налива зерна привели к снижению урожайности и качества зерна озимой твердой пшеницы. В 2021 г. высокие температуры летнего периода положительно повлияли на качество зерна. В 2022 г. сложились благоприятные условия для формирования максимальной урожайности за годы исследований.

**Результаты и их обсуждение.** Так как в условиях южной зоны Ростовской области созревание сортов озимой твердой пшеницы наступает одновременно, для оценки раннеспелости используется дата колошения. Стандартный сорт Кристелла в годы исследований колосился 22 мая (рис. 1).



**Рис. 1.** Распределение сортов озимой твердой пшеницы различного эколого-географического происхождения по группам спелости, 2020–2022 гг.  
**Fig. 1.** Distribution of winter durum wheat varieties of various environmental and geographical origin according to maturity groups, 2020–2022

По результатам исследований установлено, что 22,6 % (12 шт.) образцов озимой твердой пшеницы относились к среднеранней группе спелости с колошением 20–22 мая, к средне-

спелой (23–25 мая) – 49,1 % (26 шт.) образцов, среднепоздней (26–29 мая) – 28,3 % (15 шт.) образцов.

Урожайность среднеранних сортов в экологическом испытании находилась в пределах от 7,34 до 8,87 т/га (табл. 1).

**Таблица 1. Урожайность сортов озимой твердой пшеницы различных групп спелости в экологическом испытании (2020–2022 гг.)**

**Table 1. Productivity of winter durum wheat varieties of various maturity groups in an environmental testing (2020–2022)**

Признак	Группа спелости	Минимальное	Максимальное	Среднее	Коэффициент вариации (Cv), %
Урожайность, т/га	среднеранняя	7,34	8,87	8,25	6,06
	среднеспелая	6,83	10,33	8,40	11,23
	среднепоздняя	6,60	11,21	8,25	15,04

Образцы среднеспелой группы по данному признаку варьировали от 6,83 до 10,33 т/га. Продуктивность среднепоздних сортов находилась в пределах 6,60–11,21 т/га.

Анализ коэффициента вариации (Cv, %) показал, что урожайность сортов среднеранней группы спелости характеризовалась слабой изменчивостью (6,06 %), а среднеспелая и среднепоздняя группы – средней (11,23–15,04 %).

В среднем за три года исследований продуктивность сортов озимой твердой пшеницы различных групп спелости варьировала от 8,25 до 8,40 т/га. Существенных различий по данному признаку выявлено не было ( $HCp_{0,5} = \pm 0,45$  т/га). Максимальная урожай-

ность отмечена у среднеспелых образцов (8,40 т/га).

Технологические достоинства твердых пшениц определяются двумя группами факторов: наследственными особенностями и условиями их выращивания. Сортосовые особенности в первую очередь определяют качество белков, в то время как условия произрастания оказывают решающее влияние на их содержание в зерне (Fedosenko and Nikitina, 2021).

Содержание белка у среднеранних сортов озимой твердой пшеницы в экологическом испытании варьировало от 14,35 до 16,00 %, у среднеспелых – от 13,66 до 15,87 %, у среднепоздних – от 13,78 до 16,19 % (табл. 2).

**Таблица 2. Качественные показатели зерна сортов озимой твердой пшеницы различных групп спелости в экологическом испытании (2020–2022 гг.)**

**Table 2. Grain quality indicators of winter durum wheat varieties of various maturity groups in an environmental testing (2020–2022)**

Признак	Группа спелости	Минимальное	Максимальное	Среднее	S (ст.откл.)
Содержание белка, %	среднеранняя	14,35	16,00	15,24	0,51
	среднеспелая	13,66	15,87	14,96	0,45
	среднепоздняя	13,78	16,19	15,04	0,68
Содержание клейковины, %	среднеранняя	25,8	28,7	27,0	0,97
	среднеспелая	25,3	28,9	26,8	1,00
	среднепоздняя	25,5	29,1	27,2	1,11
SDS-седиментация, мл	среднеранняя	33	45	38	4,32
	среднеспелая	32	44	36	2,92
	среднепоздняя	32	42	36	3,15
Содержание каротиноидов, мкг/%	среднеранняя	512	624	567	39,40
	среднеспелая	513	660	562	40,05
	среднепоздняя	480	609	552	35,14

В среднем за три года высокое содержание белка отмечено у среднеранних сортов (15,24 %). Необходимо отметить, что изучаемые нами сорта по данному признаку соответствовали требованиям макаронно-крупяного производства.

Содержание клейковины у среднеранних сортов озимой твердой пшеницы в экологическом испытании находилось в пределах

от 25,8 до 28,7 %, у среднеспелых – от 25,3 до 28,9 %, у среднепоздних – от 25,5 до 29,1 %.

В среднем по данному признаку высокие показатели отмечены у сортов среднеранней (27,0 %) и среднепоздней (27,2 %) групп спелости.

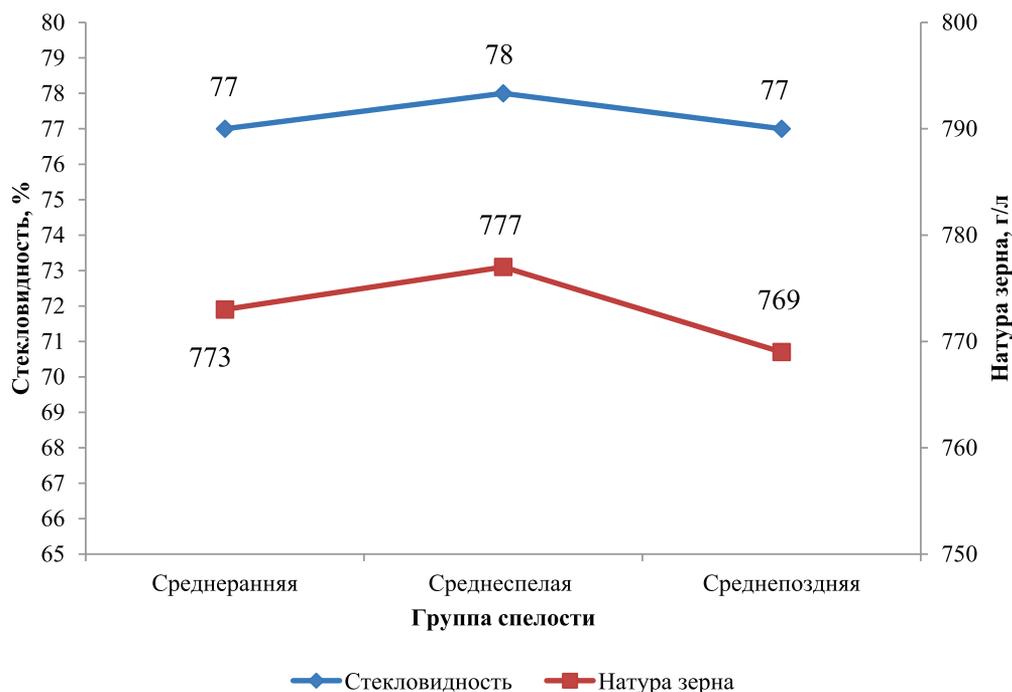
У среднеранних сортов озимой твердой пшеницы в экологическом испытании показатель «SDS-седиментация» находился в пре-

делах от 33 до 45 мл, у среднеспелых – от 32 до 44 мл, у среднепоздних – от 32 до 42 мл. В среднем за изучаемый период высокий показатель по данному признаку отмечен у образцов среднеранней группы спелости (38 мл).

Главная отличительная особенность в требованиях к качеству зерна твердых пшениц – высокое содержание каротиноидных пигментов (Мальчиков и др., 2016). Содержание каротиноидов у различных групп спелости находилось в пределах: у среднеранних образцов – от 512 до 624 Мкг/%, среднеспелых – от 513 до 660 Мкг/%, среднепоздних – от 480

до 609 Мкг/%. За изучаемый период высокие показатели данного признака (777 Мкг/%) в опыте сформировали раннеспелые сорта озимой твердой пшеницы.

Зерно твердых пшениц должно иметь высокую стекловидность и натуру (форма и крупность), так как от этих факторов зависит выход макаронной крупки. В среднем за три года высокую стекловидность в опыте сформировали сорта среднеспелой группы (78%), незначительно по данному признаку уступили среднеранние и среднепоздние образцы (77%) (рис. 2).



**Рис 2.** Стекловидность (%) и натура зерна (г/л) сортов озимой твердой пшеницы различных групп спелости в экологическом испытании, 2020–2022 гг.

**Fig. 2.** Kernel hardness (%) and grain unit (g/l) of winter durum wheat varieties of various maturity groups in an environmental testing, 2020–2022

Натура зерна в опыте варьировала от 769 до 777 г/л. За 2020–2022 гг. высокая натура (777 г/л) выявлена у среднеспелых образцов озимой твердой пшеницы.

В ходе исследований был проведен корреляционный анализ даты колошения с изученными показателями разных групп спелости (табл. 3).

**Таблица 3.** Корреляционные взаимосвязи даты колошения, урожайности и качественных показателей сортов озимой твердой пшеницы (2020–2022 гг.)  
**Table 3.** Correlations between the date of a heading stage, productivity, and quality indicators of winter durum wheat varieties (2020–2022)

Признак	Среднеранняя группа спелости	Среднеспелая группа спелости	Среднепоздняя группа спелости
Урожайность, т/га	0,15	0,10	0,24
Содержание белка, %	0,95*	0,15	0,18
Содержание клейковины, %	0,94*	0,10	0,24
Натура, г/л	0,17	–0,11	0,07
Стекловидность, %	0,48*	0,05	0,41*
SDS-седиментация, мл	0,92*	0,08	0,17
Содержание каротиноидов, мкг/%	0,96*	0,04	0,17

Примечание. \* – отмеченные корреляции значимы на уровне  $p < ,05000$ .

Достоверные положительные взаимосвязи были получены: среднеранней – содержанием белка ( $r = 0,95 \pm 0,04$ ), содержанием клейковины ( $r = 0,94 \pm 0,04$ ), стекловидностью ( $r = 0,48 \pm 0,12$ ), SDS-седиментацией ( $r = 0,92 \pm 0,04$ ), содержанием каротиноидов ( $r = 0,96 \pm 0,04$ ); среднепоздней – стекловидностью ( $r = 0,41 \pm 0,13$ ). У среднепоздней группы достоверных связей не было отмечено.

#### Выводы.

Исследованиями установлено, что в условиях юга Ростовской области максимальную урожайность сформировали среднеспелые сорта озимой твердой пшеницы. По таким признакам, как содержание белка и клейковины, SDS-седиментация и содержание каротиноидов, преимущество было у образцов средне-

ранней группы спелости, а по стекловидности и натуре зерна – среднеспелой.

Достоверные положительные взаимосвязи были получены у образцов среднеранней группы спелости – содержанием белка ( $r = 0,95 \pm 0,04$ ), содержанием клейковины ( $r = 0,94 \pm 0,04$ ), стекловидностью ( $r = 0,48 \pm 0,12$ ), SDS-седиментацией ( $r = 0,92 \pm 0,04$ ), содержанием каротиноидов ( $r = 0,96 \pm 0,04$ ) и среднепоздней – стекловидностью ( $r = 0,41 \pm 0,13$ ). У среднепоздней группы достоверных связей не было отмечено.

Стоит отметить, что изучаемые нами сорта озимой твердой пшеницы по качественным показателям соответствуют требованиям макаронно-крупяного производства.

#### Библиографические ссылки

1. Захарова Н. Н., Захаров Н. Г. Сортовая дифференциация озимой мягкой пшеницы по группам спелости в лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2 (50). С. 91–97. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-2-91-97.
2. Иванисов М. М., Марченко Д. М., Некрасов Е. И., Рыбась И. А., Романюкина И. В., Чухненко Ю. Ю., Кравченко Н. С. Сравнительная оценка сортов озимой мягкой пшеницы в межстанционном испытании по показателям качества // Зерновое хозяйство России. 2020. № 4(70). С. 14–18. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-14-18.
3. Марченко Д. М., Иванисов М. М., Рыбась И. А., Некрасов Е. И., Ионова Е. В., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В., Дерова Т. Г. Лидия – универсальный сорт озимой мягкой пшеницы // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 4(20). С. 70–78. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-4-20-70-78.
4. Некрасов Е. И., Марченко Д. М., Иванисов М. М., Романюкина И. В., Киринов А. В., Кравченко Н. С. Урожайность и белково-клейковинный комплекс сортов озимой мягкой пшеницы // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 4(28). С. 119–128. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-119-128.
5. Fedosenko D. F., Nikitina V. I. The duration of the growing season for samples of spring soft wheat of Siberian selection // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 677, Article number 042095. DOI: 10.1088/1755-1315/677/4/042095.
6. Lozhkin A. G., Makushev A. E., Vasiliev O. A., Shashkarov L. G., Pushkarenko N. N., Malchikov P. N. Evaluation of spring durum wheat varieties by yield, structure and grain quality // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 433(1), Article number 012045. DOI: 10.1088/1755-1315/433/1/012045.

#### References

1. Zakharova N. N., Zakharov N. G. Sortovaya differentsiatsiya ozimoi myagkoi pshenitsy po gruppam spelosti v lesostepi srednego Povolzh'ya [Varietal differentiation of winter bread wheat according to maturity groups in the forest-steppe of the middle Volga region] // Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2020. № 2(50). S. 91–97. DOI: 10.18286/1816-4501-2020-2-91-97.
2. Ivanisov M. M., Marchenko D. M., Nekrasov E. I., Rybas' I. A., Romanyukina I. V., Chukhnenko Yu. Yu., Kravchenko N. S. Sravnitel'naya otsenka sortov ozimoi myagkoi pshenitsy v mezhstantsionnom ispytanii po pokazatelyam kachestva [Comparative estimation of winter bread wheat varieties in inter-station testing according to quality indicators] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2020. № 4(70). S. 14–18. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-70-4-14-18.
3. Marchenko D. M., Ivanisov M. M., Rybas' I. A., Nekrasov E. I., Ionova E. V., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V., Derova T. G. Lidiya – universal'nyi sort ozimoi myagkoi pshenitsy [Lidiya is a versatile winter bread wheat variety] // Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki. 2019. № 4(20). S. 70–78. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-4-20-70-78.
4. Nekrasov E. I., Marchenko D. M., Ivanisov M. M., Romanyukina I. V., Kirin A. V., Kravchenko N. S. Urozhainost' i belkovo-kleikovinnyi kompleks sortov ozimoi myagkoi pshenitsy [Productivity and protein-gluten complex of winter bread wheat varieties] // Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki. 2021. № 4(28). S. 119–128. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-119-128.
5. Fedosenko D. F., Nikitina V. I. The duration of the growing season for samples of spring soft wheat of Siberian selection // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 677, Article number 042095. DOI: 10.1088/1755-1315/677/4/042095.
6. Lozhkin A. G., Makushev A. E., Vasiliev O. A., Shashkarov L. G., Pushkarenko N. N., Malchikov P. N. Evaluation of spring durum wheat varieties by yield, structure and grain quality // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 433(1), Article number 012045. DOI: 10.1088/1755-1315/433/1/012045.

---

Поступила: 26.01.23; доработана после рецензирования: 10.02.23; принята к публикации: 10.02.23.

**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; Иличкина Н. П., Самофалова Н. Е. – общее научное руководство, концептуализация исследований; Кабанова Н. В. – сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Кирина И. М. – биохимический анализ.

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