

ВЛИЯНИЕ ЗАСУХИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

И. А. Лобунская, младший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, lobunskaya95@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1537-8498;

В. Л. Газе, младший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, l.fiziologii@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;

Е. Ю. Черпакова, младший научный сотрудник лаборатории клеточной селекции, elena123089@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6268-7915;

Н. В. Яновская, агроном лаборатории клеточной селекции, ORCID ID: 0000-0001-6198-6270;

П. И. Костылев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

А. С. Иванисова, кандидат сельскохозяйственных наук, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0003-1466-250x

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

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

Пшеница твердых сортов является одной из самых значимых сельскохозяйственных культур. В условиях меняющегося климата посевы все чаще подвергаются негативному воздействию засушливых периодов и высоких температур. Чтобы снизить потери урожая, требуется создание и внедрение в производство сортов, обладающих устойчивостью к неблагоприятным факторам окружающей среды. Опыты были проведены в 2021–2023 гг. в лаборатории клеточной селекции совместно с лабораторией селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской». Изучалось 5 сортов озимой твердой пшеницы местной селекции. Целью данных исследований являлась оценка влияния различной влагообеспеченности почвы на величину урожайности и элементов структуры озимой твердой пшеницы. В засушливых условиях продуктивность растений определялась несколькими морфофизиологическими признаками: количеством продуктивных стеблей, числом и массой семян с главного колоса, степенью завязывания семян. Изучение в контрастных по влагообеспеченности условиях позволило выделить сорта озимой твердой пшеницы, имеющие высокие значения по комплексу признаков в сочетании с наименьшей степенью депрессии от засухи. Выделились сорта по числу зерен в колосе – Хризолит и Эллада, по массе зерна с главного колоса, по массе 1000 зерен и по урожайности – Солнцедар и Каротинка. Результаты полевых и лабораторных исследований, различавшихся погодными условиями, позволили выявить сорта озимой твердой пшеницы с высокой урожайностью – Эллада (9,55 т/га) и Каротинка (9,00 т/га).

Ключевые слова: озимая твердая пшеница, сорт, засухоустойчивость, урожайность, степень депрессии.

Для цитирования: Лобунская И. А., Газе В. Л., Черпакова Е. Ю., Яновская Н. В., Костылев П. И., Иванисова А. С. Влияние засухи на формирование продуктивности сортов озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 5. С. 27–33. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-100-5-27-33.



THE EFFECT OF DROUGHT ON PRODUCTIVITY FORMATION OF WINTER DURUM WHEAT VARIETIES

I. A. Lobunskaya, junior researcher of the laboratory for cell breeding, lobunskaya95@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1537-8498;

V. L. Gaze, junior researcher of the laboratory for cell breeding, l.fiziologii@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-4618-6125;

E. Yu. Cherpakova, junior researcher of the laboratory for cell breeding, elena123089@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-6268-7915;

N. V. Yanovskaya, agronomist of the laboratory for cell breeding, ORCID ID: 0000-0001-6198-6270;

P. I. Kostylev, Doctor of Agricultural Sciences, professor, main researcher of the laboratory rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

A. S. Ivanisova, Candidate of Agricultural Sciences, junior researcher of the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-1466-250x

FSBSI Agricultural Research Center "Donskoy",

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

Durum wheat is one of the most important agricultural crops. Under changing climate, crops are increasingly exposed to the negative effects of droughts and high temperatures. To reduce yield losses, it is necessary to develop and introduce varieties resistant to adverse environmental factors. The trials were conducted in the laboratory for cell breeding, jointly with the laboratory for winter durum wheat breeding and seed production at the FSBSI "ARC "Donskoy" in 2021–2023. There have been studied five locally developed winter durum wheat varieties. The purpose of current study was to estimate the effect of varying soil moisture conditions on productivity and yield structure elements of winter durum wheat. Under arid conditions, plant productivity was determined by several morphophysiological traits, such as a number of productive stems, a number and weight of kernels per main ear, and a kernel formation degree. The study under conditions with contrasting moisture conditions allowed

identifying winter durum wheat varieties with high values of traits combined with the lowest drought depression degree. There have been identified the varieties according to a number of kernels per ear ('Khrizolit' and 'Ellada'), according to kernel weight per main ear and 1000-kernel weight, and according to productivity ('Solntsedar' and 'Karotinka'). The results of field and laboratory trials with varied weather conditions allowed identifying largely productive winter durum wheat varieties 'Ellada' (9.55 t/ha) and 'Karotinka' (9.00 t/ha).

Keywords: winter durum wheat, variety, drought resistance, productivity, depression degree.

Введение. Одной из ценных злаковых культур является твердая пшеница (*Triticum durum* L.). Несмотря на относительно небольшие посевные площади, эта культура имеет важное экономическое значение и пользуется высоким спросом благодаря своим уникальным качествам и широкому спектру применения. Ее зерно служит сырьем для производства макаронных и кондитерских изделий, круп и детского питания (Рустамов и Аббасов, 2015; Евдокимов и др., 2021).

Одним из наиболее серьезных факторов, негативно влияющих на урожайность и качество сельскохозяйственных культур во многих регионах мира, является засуха, даже если она кратковременная (Уполовников и др., 2025).

Значительная часть посевов зерновых располагается в зонах с недостаточным увлажнением, что делает засухоустойчивость ключевым фактором для обеспечения высоких урожаев пшеницы. Дефицит влаги может возникать даже в регионах с достаточным или избыточным увлажнением в определенные периоды (Sallam et al., 2019; Самофалов и др., 2023).

В агрономическом контексте засухоустойчивость определяется, как способность сорта обеспечивать более высокую урожайность в условиях недостатка влаги по сравнению с другими сортами. Для изучения засухоустойчивости применяют прямые методы оценки в полевых условиях, позволяющие комплексно оценивать признаки сортов, а также широкий набор лабораторных методов для выявления защитных механизмов растений (Плотникова и др., 2022; Евдокимов и др., 2024).

Сельскохозяйственное производство в засушливых регионах нашей страны требует сортов и гибридов зерновых культур, обладающих высокой пластичностью, продуктивностью и засухоустойчивостью, обеспечивающих стабильную по годам урожайность зерна (Алабушев и др., 2019; Иличкина и др., 2021; Ivanisov et al., 2023). Эффективная селекция в этом направлении возможна на основе знания и использования физиологических механизмов, обеспечивающих устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды (Рустамов и Аббасов, 2015; Морозов и др., 2022; Ивановская и др., 2025).

Целью данных исследований является оценка влияния различной влагообеспеченности почвы на величину урожайности и элементов структуры озимой твердой пшеницы.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2021–2023 гг. в южной зоне Ростовской области в лабораториях клеточной селекции и на полях лаборатории селекции и семеноводства озимой твердой пшеницы ФГБНУ «АНЦ «Донской».

Материалом служили пять сортов озимой твердой пшеницы, прошедшие испытания как в лабораторных исследованиях (вегетационный опыт), так и в естественных (полевых) условиях. В качестве стандарта использовали сорт Кристелла.

Посев семян озимой твердой пшеницы в полевых условиях осуществляли сеялкой Wintersteiger Plotseed S (Австрия) рядовым способом с нормой высева 500 всхожих зерен на 1 м². Площадь делянок 10 м², повторность шестикратная.

Оценку устойчивости сортов к засухливым условиям осуществляли путем моделирования засухи по методике, разработанной В. В. Маймистовым (1988). Растения выращивали при различной влагообеспеченности. До наступления фенологической фазы выхода в трубку образцы выращивали в одинаковых условиях, затем растениям в опыте ограничивали доступ влаги (подвергали воздействию засухи), а растения на контроле получали регулярный полив.

В процессе анализа снопового материала согласно методике Государственного сортоиспытания определяли такие признаки, как количество продуктивных стеблей (шт./м²), масса зерна главного колоса (г), количество зерен с главного колоса (шт.), (2019), а массу 1000 зерен – по ГОСТу 12042-80.

Стадии развития пшеницы определяли согласно классификации, предложенной Ф. М. Куперман (1984) и модифицированной С. Н. Куликович и Е. Н. Куликович (2014).

Влияние засухи оценивали по депрессии элементов структуры урожая, представляющей собой отношение разности между величинами признаков в оптимальных (полив) и засушливых условиях (без доступа влаги) к показателю оптимальной влагообеспеченности, выраженное в процентах.

Агрометеорологические условия в годы исследований были разными. Погодные условия в 2021/2022 с.-х. году были нестабильными. Зима выдалась холодной, с резкими перепадами температур – от сильных морозов до оттепели. Июнь характеризовался значительным недостатком осадков, общее количество которых составило – 9,57 мм. При этом среднемесячная температура составила 23,2 °С, что на 2,7 °С выше нормы. В отдельные дни температура поднималась до 36,6 °С. Несмотря на это, год характеризовался оптимальным температурным режимом и достаточным количеством осадков на протяжении всего периода вегетации, что способствовало благоприятному росту и развитию растений.

2022/2023 с.-х. год отличался недостаточным количеством осадков осенью в период

«посев–кущение» – 95,0 мм, или 72,2 % от нормы, и зимой – 125,0 мм, или 75,4 % от среднелетних значений, и хорошей влагообеспеченностью в период активной вегетации. С апреля по июнь 2023 г. выпало 241,7 мм осадков, что составляет 146,2 % от среднелетней нормы. Теплая зима и обильные осадки весной и летом способствовали не только хорошему кущению и интенсивному росту вегетативной массы, но и развитию грибковых болезней, полеганию, осыпанию зерна и, как следствие, снижению урожайности.

Математическая обработка данных осуществлялась по методическим указаниям Б. А. Доспехова (2014) с использованием программного обеспечения Statistica 10 и Excel.

Результаты и их обсуждение. Для выявления механизмов устойчивости сортов озимой

твердой пшеницы к дефициту влаги проводили вегетационный опыт (засушник), в котором растения выращивали на экспериментальном участке при оптимальном и ограниченном водном режиме. Оценивали воздействие водного стресса на элементы структуры урожая и общую урожайность по средним данным за 2022–2023 годы.

Различия в условиях выращивания растений в период от колошения до созревания позволили установить влияние засухи на формирование элементов структуры урожая у различных сортов озимой твердой пшеницы. Густота продуктивного стеблестоя у образцов озимой твердой пшеницы в засушливых условиях варьировала от 220 (Каротинка) до 276 шт./м² (Эллада), а в оптимальных условиях – от 266 (Каротинка) до 307 шт./м² (Эллада) (табл. 1).

Таблица 1. Густота продуктивного стеблестоя сортов озимой твердой пшеницы и ее депрессия в условиях засушника (2022–2023 гг.)

Table 1. Productive stand density of winter durum wheat varieties and its depression under drought conditions (2022–2023)

№ п/п	Сорт	Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²			Депрессия, %
		опыт	контроль	% О/К	
1	Кристелла, st	270	278	97,1	2,9
2	Солнцедар	255	274	93,1	6,9
3	Хризолит	261	298	87,6	12,4
4	Эллада	276	307	89,9	10,1
5	Каротинка	220	266	82,7	17,3
	Среднее по сортам	256	285	89,8	10,2
	НСР ₀₅	40,8	65,4	–	–

Снижение соотношения густоты продуктивного стеблестоя в условиях засухи по сравнению с контролем изменялось от 82,7 % (Каротинка) до 97,1 % (Кристелла). Достоверного превышения значений стандартного сорта Кристелла (270 и 278 шт./м²) по этому признаку как в опыте, так и контроле не зафиксировано, все сорта показали сопоставимые результаты (НСР₀₅ в опыте – 40,8 шт./м²; контроль – 65,4 шт./м²).

Степень депрессии признаков урожайности отражает снижение этих показателей под воздействием неблагоприятных факто-

ров среды. Изменение густоты продуктивного стеблестоя было незначительное (общее снижение 10,2 %), поэтому трудно делать выводы об устойчивости к засухе, так как депрессия варьировала от 2,9 до 17,3 %. Наименьшее снижение величины данного признака в условиях недостатка влаги наблюдалось у сортов Кристелла (2,9 %) и Солнцедар (6,9 %).

Количество зерен с главного колоса у изучаемых сортов в опыте находилось в диапазоне от 22 шт. (Солнцедар) до 28 шт. (Кристелла и Эллада), а в контроле – от 26 шт. (Солнцедар) до 31 шт. (Кристелла и Эллада) (табл. 2).

Таблица 2. Количество зерен с главного колоса озимой твердой пшеницы и его депрессия в условиях засушника (2022–2023 гг.)

Table 2. Number of kernels per main ear of winter durum wheat and its depression under drought conditions (2022–2023)

№ п/п	Сорт	Количество зерен с главного колоса, шт.			Депрессия, %
		опыт	контроль	% О/К	
1	Кристелла, st	28	31	90,3	9,7
2	Солнцедар	22	26	84,6	15,4
3	Хризолит	26	29	89,7	10,3
4	Эллада	28	31	90,3	9,7
5	Каротинка	25	28	89,3	10,7
	Среднее по сортам	26	29	89,7	11,2
	НСР ₀₅	8,5	7,5	–	–

Соотношение количества зерен с главного колоса в опыте относительно контроля ва-

рировало от 84,6 % (Солнцедар) до 90,3 % (Эллада). Статистически значимых различий

по сравнению со стандартом Кристелла (28 и 31 шт.) как в опыте, так и контроле не обнаружено (HCP_{05} в опыте – 8,5 шт.; в контроле – 7,5 шт.). Общая по сортам депрессия составила 11,2 %.

Сорта Хризолит и Эллада (26 и 29 шт., 10,3 % и 28 и 31 шт., 9,7 %) характеризовались наи-

большей озерненностью колоса как в засушливых, так и в оптимальных условиях и наименьшей депрессией этого признака.

Масса зерна с главного колоса в опыте была в пределах от 0,74 г (Солнцедар) до 0,90 г (Кристелла), а в контроле – от 1,14 г (Каротинка) до 1,34 г (Эллада) (табл. 3).

Таблица 3. Масса зерна с главного колоса озимой твердой пшеницы и ее депрессия в условиях засушливника (2022–2023 гг.)
Table 3. Kernel weight per main ear of winter durum wheat and its depression under drought conditions (2022–2023)

№ п/п	Сорт	Масса зерна с главного колоса, г			Депрессия, %
		опыт	контроль	% О/К	
1	Кристелла, st	0,90	1,22	73,8	26,2
2	Солнцедар	0,74	1,15	64,3	35,7
3	Хризолит	0,75	1,20	62,5	37,5
4	Эллада	0,89	1,34	66,4	33,6
5	Каротинка	0,78	1,14	68,4	31,6
	Среднее по сортам	0,81	1,21	66,9	33,1
	HCP_{05}	0,19	0,29	–	–

Достоверного превышения над стандартным сортом Кристелла в опыте и контроле не выявлено, все образцы находились на уровне и ниже (HCP_{05} в опыте – 0,19 г; в контроле – 0,29 г). Высокое значение по массе зерна с колоса в условиях засухи отмечено у сорта Эллада (0,89 г). Наименьшее снижение соотношения массы зерна в опыте к контролю наблюдалось

у сортов Кристелла (О/К – 73,8 %, депрессия – 26,2 %) и Каротинка (О/К – 68,4 %, депрессия – 31,1 %).

Масса 1000 зерен у образцов в засушливых условиях варьировала от 28,2 г (Хризолит) до 36,8 г (Солнцедар), а в оптимальных – от 39,1 г (Кристелла) до 44,1 г (Солнцедар) (табл. 4).

Таблица 4. Масса 1000 зерен озимой твердой пшеницы и ее депрессия в условиях засушливника (2022–2023 гг.)
Table 4. 1000-kernel weight of winter durum wheat and its depression under drought conditions (2022–2023)

№ п/п	Сорт	Масса 1000 семян, г			Депрессия, %
		Опыт	Контроль	% О/К	
1	Кристелла, st	31,5	39,1	80,6	19,4
2	Солнцедар	36,8	44,1	83,4	16,6
3	Хризолит	28,2	40,5	69,6	30,4
4	Эллада	31,5	43,1	73,1	26,9
5	Каротинка	31,1	40,8	76,2	23,8
	Среднее по сортам	31,8	41,5	76,6	23,4
	HCP_{05}	1,42	1,07	–	–

Достоверное превышение массы 1000 зерен над стандартным сортом Кристелла (31,5 и 39,1 г) отмечено в условиях засухи у сорта Солнцедар (36,8 г), а в контроле – у Солнцедара (44,4 г), Эллады (43,1 г), Каротинки (40,8 г) и Хризолита (40,5 г) (HCP_{05} = 1,42 г в опыте и 1,07 г в контроле). Минимальное снижение массы 1000 зерен в опыте по сравнению с контролем наблюдалось у сорта Солнцедар (О/К – 83,4 %, депрессия – 16,7 %).

Реакция сортов на стрессовые условия была наиболее выраженной по признакам «масса зерна с главного колоса» и «масса 1000 зерен», общая депрессия составила 33,1 и 23,4 % соответственно (табл. 3, 4).

Урожайность зерна озимой твердой пшеницы в условиях недостаточного увлажнения (опыт) находилась в диапазоне от 185,7 г/м² (Хризолит) до 258,8 г/м² (Кристелла), а в оптимальных условиях – от 253,3 г/м² (Каротинка) до 343,2 г/м² (Эллада) (табл. 5).

Таблица 5. Урожайность сортов озимой твердой пшеницы и ее депрессия в условиях засушливника (2022–2023 гг.)
Table 5. Productivity of winter durum wheat varieties and its depression under drought conditions (2022–2023)

№ п/п	Сорт	Урожайность, г/м ²			Депрессия, %
		Опыт	Контроль	% О/К	
1	Кристелла, st	258,8	310,3	83,4	16,6

Продолжение табл. 5

№ п/п	Сорт	Урожайность, г/м ²			Депрессия, %
		Опыт	Контроль	% О/К	
2	Солнцедар	215,1	287,0	74,9	25,1
3	Хризолит	185,7	330,3	56,2	43,8
4	Эллада	237,9	343,2	69,3	30,7
5	Каротинка	186,1	253,3	73,5	26,5
	Среднее по сортам	216,7	304,8	71,1	28,9
	HCP ₀₅	78,9	38,9	–	–

Достоверного превышения значений стандарта Кристелла (258,8 и 310,3 г/м²) в условиях засухи и при оптимальном увлажнении не отмечено, урожайность сортов находилась на уровне HCP₀₅ (опыт – 78,9 г/м², контроль – 38,9 г/м²). Общая депрессия урожайности составила 28,9 % с варьированием по сортам от 16,6 до 43,8 %. Наименьшее снижение соотношения урожайности в опыте по сравнению с контролем отмечено у сортов Солнцедар (О/К – 74,9 %, депрессия – 25,1 %) и Каротинка (О/К – 76,5 %, депрессия – 26,5 %).

Корреляционный анализ, проведенный для выявления взаимосвязи между продуктивностью растений и элементами структуры уро-

жая в условиях засухи, показал сильную связь урожайности с массой зерна главного колоса ($r = 0,85 \pm 0,08$) и густотой продуктивного стеблестоя ($r = 0,70 \pm 0,08$), среднюю – с количеством зерен с главного колоса ($r = 0,51 \pm 0,08$), слабую – с массой 1000 зерен ($r = 0,27 \pm 0,08$).

Анализ сортовых особенностей развития в полевых условиях показал, что в 2022 г. урожайность колебалась от 10,82 т/га (Каротинка) до 11,77 т/га (Эллада). В 2023 г. ее величина составила от 5,89 т/га (Кристелла) до 7,33 т/га (Эллада). Средняя урожайность по сортам в более благоприятном 2022 г. достигла 9,46 т/га, в то время как в 2023 г. она снизилась до 5,59 т/га (табл. 6).

Таблица 6. Урожайность сортов озимой твердой пшеницы в поле
Table 6. Productivity of winter durum wheat varieties in the field

№ п/п	Сорт	Урожайность, т/га			
		2022 г.	2023 г.	среднее	± к стандарту
1	Кристелла, st	10,87	5,89	8,38	–
2	Солнцедар	11,42	6,31*	8,87	0,51
3	Хризолит	11,25	6,42*	8,84	0,48
4	Эллада	11,77*	7,33*	9,55*	1,19
5	Каротинка	10,82	7,18*	9,00	0,64
	Среднее	9,46	5,59	8,93	0,57
	HCP ₀₅	0,63	0,40	–	–

Примечание. * – достоверное превышение стандартного сорта ($p \leq 0,05$).

В 2022 г. сорт Эллада продемонстрировал наибольшую урожайность (11,77 т/га), существенно превзойдя стандартный сорт Кристелла (10,87 т/га) на 0,9 т/га (HCP₀₅ = 0,63 т/га). В 2023 г. все исследуемые сорта показали значительное увеличение урожайности по сравнению со стандартным сортом – с прибавкой от 0,42 до 1,44 т/га. В результате двухлетних испытаний достоверное превышение урожайности на 1,19 т/га в сравнении со стандартом отмечено у сорта Эллада (9,55 т/га).

Результаты наших исследований показали, что хотя некоторые сорта не превышали контрольные показатели в лабораторных условиях, но они продемонстрировали значительную урожайность в полевых условиях. Этот эффект обусловлен взаимодействием генотипа растения с внешней средой. Следовательно, выбор перспективных сортов должен основываться не только на результатах лабораторных исследований, но и учитывать их способность адаптироваться к внешним условиям и давать устойчивые урожаи в естественных условиях.

Выводы. Весомый вклад в повышение урожайности сортов озимой твердой пшеницы в условиях недостаточной влагообеспеченности вносят такие элементы структуры, как продуктивная кустистость, масса 1000 зерен, число семян и масса семян с главного колоса. Изучение сортов озимой пшеницы в контрастных по влагообеспеченности условиях позволило выделить формы, имеющие высокие значения по комплексу признаков в сочетании с наименьшей степенью депрессии: по числу зерен в колосе – Хризолит (26 шт., депрессия – 10,3 %) и Эллада (28 шт., депрессия – 9,7 %), по массе зерна с главного колоса, массе 1000 зерен и урожайности – Солнцедар (0,78; 31,1 г и 215,1 г/м² и с депрессией 31,6; 23,8; 25,1 %) и Каротинка (0,74; 36,8 г, 186,1 г/м² и с депрессией 35,7; 16,6; 26,5 %) соответственно.

В результате полевых и лабораторных исследований за период 2021–2023 гг. с различными погодными условиями выявлены сорта озимой твердой пшеницы с высокой урожайностью – Эллада (9,55 т/га) и Каротинка (9,00 т/га).

Полученная информация может быть использована для создания селекционного материала озимой твердой пшеницы с различным сочетанием признаков и механизмов адаптации к засушливым условиям.

Финансирование. Государственное задание № 0505-2025-0008 – ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской».

Библиографический список

1. Алабушев А. В., Ионова Е. В., Лиховидова В. А., Самофалова Н. Е. Оценка степени засухоустойчивости новых коммерческих сортов озимой твердой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33, № 10. С. 51–53. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11011
2. Евдокимов М. Г., Юсов В. С., Пахотина И. В. Основные тенденции урожайности и качества зерна твердой яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Крас ГАУ. 2021. № 4(169). С. 33–41. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-4-33-41
3. Евдокимов М. Г., Юсов В. С. Селекционные критерии засухоустойчивости твердой яровой пшеницы в условиях Западной Сибири // Вестник Крас ГАУ. 2024. № 6. С. 26–35. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-6-26-35
4. Иванисова А. С., Марченко Д. М., Дубинина О. А., Иванисов М. М., Подгорный С. В. Хозяйственно-биологическая характеристика современных сортов озимой твердой пшеницы селекции ФГБНУ «АНЦ «Донской» // Аграрная наука. 2025. № 5. С. 106–111. DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-106-111
5. Иличкина Н. П., Самофалова Н. Е., Безуглая Т. С., Дубинина О. А. Хозяйственно-биологические признаки новых сортов озимой твердой пшеницы Яхонт и Янтарина // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 4(28). С. 92–100. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-92-100
6. Морозов Н. А., Ходжаева Н. А., Хрипунов А. И., Общия Е. Н. Влияние самых сильных летне-осенних засух на урожайность озимой пшеницы по различным предшественникам в засушливых условиях Восточного Предкавказья // Аграрная наука. 2022. № 12. С. 87–92. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-87-92
7. Плотникова Л. Я., Глушаков Д. А., Юсов В. С. Результаты изучения засухоустойчивости твердой пшеницы и ее компонентов в Западной Сибири // Вестник Омского ГАУ. 2022. № 4(48). С. 56–70.
8. Рустамов Х. Н., Аббасов М. А. Связь морфофизиологических показателей пшеницы твердой (*T. durum* Desf.) с засухоустойчивостью // Зерновое хозяйство России. 2015. № 3. С. 3–11.
9. Самофалов А. П., Подгорный С. В., Скрипка О. В., Громова С. Н., Чернова В. Л. Изменение урожайности и составляющих ее элементов структуры мягкой озимой пшеницы в зависимости от условий влагообеспеченности и генотипа // Аграрная наука. 2023. № 7. С. 85–91. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-372-7-85-91
10. Уполовников Д. А., Денисов К. Е., Макарова Е. С., Гераскина А. А. Перспективность возделывания озимой пшеницы в России // Аграрный научный журнал. 2025. № 1. С. 60–68. DOI: 10.28983/asj.y2025i1pp60-68
11. Ivanisov M., Marchenko D., Shishkin N., Gaze V. Productivity and resistance to stress factors of winter wheat varieties bred by ARC "Donskoy" // E3S Web of Conferences INTERAGROMASH. 2023. Vol. 413, Article number: 01006. DOI: 10.1051/e3sconf/202341301006
12. Sallam A., Alqudah A. M., Dawood M. F. A., Baenziger P. S., Börner A. Drought stress tolerance in wheat and barley: Advances in Physiology, Breeding and Genetics Research // International journal of molecular sciences. 2019. Vol. 20(13), Article number: 3137. DOI: 10.3390/ijms20133137

References

1. Alabushev A. V., Ionova E. V., Likhovidova V. A., Samofalova N. E. Otsenka stepeni zasukhoustoichivosti novykh kommercheskikh sortov ozimoi tverdoi pshenitsy [Estimation of the drought tolerance of the new commercial durum winter wheat varieties] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. T. 33, № 10. S. 51–53. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11011
2. Evdokimov M. G., Yusov V. S., Pakhotina I. V. Osnovnye tendentsii urozhainosti i kachestva zerna tverdoi yarovoi pshenitsy v usloviyakh yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri [Main trends in productivity and grain quality of durum spring wheat in the southern forest-steppe conditions of Western Siberia] // Vestnik Kras GAU. 2021. № 4(169). S. 33–41. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-4-33-41
3. Evdokimov M. G., Yusov V. S. Seleksionnye kriterii zasukhoustoichivosti tverdoi yarovoi pshenitsy v usloviyakh Zapadnoi Sibiri [Breeding criteria for drought tolerance of durum spring wheat in Western Siberia] // Vestnik Kras GAU. 2024. № 6. S. 26–35. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-6-26-35
4. Ivanisova A. S., Marchenko D. M., Dubinina O. A., Ivanisov M. M., Podgornyi S. V. Khozyaistvenno-biologicheskaya kharakteristika sovremennykh sortov ozimoi tverdoi pshenitsy seleksii FGBNU «ANTs «Donskoi» [Economic and biological characteristics of modern durum winter wheat varieties developed by the FSBSI "ARC "Donskoy"] // Agrarnaya nauka. 2025. № 5. S. 106–111. DOI: 10.32634/0869-8155-2025-394-05-106-111
5. Ilichkina N. P., Samofalova N. E., Bezuglaya T. S., Dubinina O. A. Khozyaistvenno-biologicheskie priznaki novykh sortov ozimoi tverdoi pshenitsy Yakhont i Yantarina [Economic and biological traits of the new durum winter wheat varieties 'Yakhont' and 'Yantarina'] // Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki. 2021. № 4(28). S. 92–100. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-92-100
6. Morozov N. A., Khodzhaeva N. A., Khripunov A. I., Obshchiya E. N. Vliyanie samykh sil'nykh letne-osennikh zasukh na urozhainost' ozimoi pshenitsy po razlichnym predshestvennikam v zasushlivykh usloviyakh Vostochnogo Predkavkaz'ya [The effect of the severe summer-autumn droughts on productivity of winter wheat after various forecrops in the arid conditions of the Eastern Ciscaucasia] // Agrarnaya nauka. 2022. № 12. S. 87–92. DOI: 10.32634/0869-8155-2022-365-12-87-92

7. Plotnikova L. Ya., Glushakov D. A., Yusov V. S. Rezul'taty izucheniya zasukhoustoichivosti tverdoi pshenitsy i ee komponentov v Zapadnoi Sibiri [Study results of drought tolerance of durum wheat and its components in Western Siberia] // Vestnik Omskogo GAU. 2022. № 4(48). S. 56–70.
8. Rustamov Kh. N., Abbasov M. A. Svyaz' morfofiziologicheskikh pokazatelei pshenitsy tverdoi (*T. durum* Desf.) s zasukhoustoichivost'yu [The correlation between morphological and physiological indicators of durum wheat (*T. durum* Desf.) and drought tolerance] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2015. № 3. S. 3–11.
9. Samofalov A. P., Podgornyi S. V., Skripka O. V., Gromova S. N., Chernova V. L. Izmenenie urozhainosti i sostavlyayushchikh ee elementov struktury myagkoi ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot uslovii vlogoobespechennosti i genotipa [Changes in yield and its structure elements in winter common wheat depending on moisture availability and a genotype] // Agrarnaya nauka. 2023. № 7. S. 85–91. DOI: 10.32634/0869-8155-2023-372-7-85-91
10. Upolovnikov D. A., Denisov K. E., Makarova E. S., Geraskina A. A. Perspektivnost' vozdeleyvaniya ozimoi pshenitsy v Rossii [Prospects of winter wheat cultivation in Russia] // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2025. № 1. S. 60–68. DOI: 10.28983/asj.y2025i1pp60-68
11. Ivanisov M., Marchenko D., Shishkin N., Gaze V. Productivity and resistance to stress factors of winter wheat varieties bred by ARC "Donskoy" // E3S Web of Conferences INTERAGROMASH. 2023. Vol. 413, Article number: 01006. DOI: 10.1051/e3sconf/202341301006
12. Sallam A., Alqudah A. M., Dawood M. F. A., Baenziger P. S., Börner A. Drought stress tolerance in wheat and barley: Advances in Physiology, Breeding and Genetics Research // International journal of molecular sciences. 2019. Vol. 20(13), Article number: 3137. DOI: 10.3390/ijms20133137

Поступила: 14.08.25; доработана после рецензирования: 17.09.25; принята к публикации: 25.09.25

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. Газе В. Л. – концептуализация исследования, проведение лабораторных опытов; Лобунская И. А. – сбор данных и подготовка; рукописи; Черпакова Е. Ю., Яновская Н. В. – проведение лабораторных опытов; Иванисова А. С. – анализ данных и их интерпретация; Костылев П. И. – общее руководство и корректировка текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.