

ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ОМСКОГО ПРИИРТЫШЬЯ

Н. А. Воронкова, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории агрохимии, voronkova.67@bk.ru, ORCID ID: 0000-0003-4797-9765;
Н. Ф. Балабанова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии, natascha.balabanowa@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1445-2203;
В. А. Волкова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агрохимии, volkovava1989@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-3798-1116;
В. С. Юсов, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции яровой твердой пшеницы, ORCID ID: 0000-0002-4159-3872
ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»,
644012, г. Омск, пр. Королева, д. 26, e-mail: 55 asc@bk.ru

Первоочередной задачей аграриев остается получение высокого урожая хорошего качества, который могут обеспечить перспективные сорта сельскохозяйственных культур и адаптивные агротехнологии. В статье представлены результаты исследований за 2021–2023 гг. сортовой специфики минерального питания новых сортов твердой пшеницы. Цель исследования – оптимизация минерального питания новых сортов твердой пшеницы, обеспечивающая повышение урожайности и качества зерна. Для реализации поставленной цели был заложен полевой двухфакторный опыт (3 × 5). Фактор А – сорта твердой пшеницы. Фактор В – варианты применения минеральных удобрений. Сорта твердой пшеницы селекции Омского АНЦ и относятся к средне-спелым с повышенным содержанием в зерне индекса глютена. Установлено, что по урожайности на неудобренном фоне сорта Омский малахит и Омский топаз уступали сорту-стандарту Жемчужина Сибири на 0,44 и 0,27 т/га зерна соответственно. Внесение удобрений способствовало повышению урожайности в среднем у сорта Жемчужина Сибири на 0,55 т/га, у новых сортов прибавка была в два раза ниже (0,26 и 0,27 т/га). Наибольшее содержание белка в зерне отмечено у сорта Омский малахит (16,4 %) без существенной зависимости от вариантов применения удобрений. По содержанию глютена новые сорта превосходили St в 2,3–3,6 раза, в среднем у сорта Омский топаз индекс глютена составил 72 %, Омский малахит – 54 %. За счет основного внесения минеральных удобрений (N₃₀P₄₅) содержание глютена в зерне увеличилось на 6,1–8,1 % абс. ед. Для реализации сортовых особенностей минерального питания в адаптивных агротехнологиях в статье представлены агрохимические нормативные параметры расхода основных элементов минерального питания на создание одной тонны зерна с соответствующим количеством побочной продукции, коэффициенты использования элементов из почвы и удобрений.

Ключевые слова: сорт, яровая твердая пшеница, минеральные удобрения, урожайность, качество, индекс глютена.

Для цитирования: Воронкова Н. А., Балабанова Н. Ф., Волкова В. А., Юсов В. С. Оптимизация минерального питания новых сортов яровой твердой пшеницы в условиях Омского Прииртышья // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17, № 2. С. 66–72. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-97-2-66-72.



OPTIMIZATION OF MINERAL NUTRITION OF NEW SPRING DURUM WHEAT VARIETIES IN THE OMSK IRTYSH REGION

N. A. Voronkova, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory for agrochemistry, voronkova.67@bk.ru, ORCID ID: 0000-0003-4797-9765;
N. F. Balabanova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for agrochemistry, natascha.balabanowa@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1445-2203;
V. A. Volkova, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the laboratory for agrochemistry, volkovava1989@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-3798-1116;
V. S. Yusov, Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory of Selection of Spring Durum Wheat, ORCID ID: 0000-0002-4159-3872
Federal State Budgetary Scientific Institution "Omsk Agricultural Research Center",
644012, Omsk region, Omsk, Korolev Av., 26, e-mail: 55asc@bk.ru

The primary task of farmers is to obtain large productivity of good quality, which can be provided by promising varieties of agricultural crops and adaptive agricultural technologies. The current paper has presented the study on the varietal specificity of mineral nutrition of new durum wheat varieties conducted in 2021–2023. The aim of the study is to optimize mineral nutrition of new varieties of durum wheat, ensuring an increase in yield and grain quality. To achieve this goal, there was laid down a two-factor field trial (3×5). Factor A presents durum wheat varieties. Factor B presents options for the use of mineral fertilizers. The durum wheat varieties developed by the Omsk ARC are middle-ripening varieties with an increased gluten percentage in grain. There has been established that according to productivity on an unfertilized background, the varieties 'Omsky Malakhit' and 'Omsky Topaz' were inferior to the standard variety 'Zhemchuzhina Sibiri' by 0.44; 0.27 t/ha of grain. Fertilizing resulted in a mean productivity increase of 0.55 t/ha by the variety 'Zhemchuzhina Sibiri', while the increase by the new varieties was two

times lower (0.26; 0.27 t/ha). The highest protein percentage in grain was identified in the variety 'Omsky Malakhit', with 16.4 %, without any significant dependence on fertilizer application options. In terms of gluten, the new varieties exceeded the standard by 2.3–3.6 times, on average, the variety 'Omsky Topaz' had a gluten index of 72 % and 'Omsky Malachite' had 54 %. Due to the main application of mineral fertilizers ($N_{30}P_{45}$), gluten percentage in grain increased by 6.1–8.1 % abs. units. To implement the varietal characteristics of mineral nutrition in adaptive agricultural technologies, the paper has presented agrochemical standard parameters for the consumption of the main elements of mineral nutrition to produce one ton of grain with the corresponding amount of by-products, the coefficients of use of elements from the soil and fertilizers.

Keywords: variety, spring durum wheat, mineral fertilizers, productivity, quality, gluten index.

Введение. В настоящее время сельхозтоваропроизводители из достаточно большого видового разнообразия пшениц приоритетное внимание уделяют мягкой и твердой пшенице. Ареал посевных площадей последнего экотипа значительно уступает мягкой пшенице. В валовом сборе этой культуры не более 5 % твердой пшеницы, из них в РФ – около 2 млн т. (Самофалова, и др., 2015).

Зерно твердой пшеницы уникально по своему качественному составу, о чем свидетельствуют многочисленные исследования ученых (Кравченко и др., 2023; Мальчиков и др., 2023; Садыгова и др., 2021). Отмечается, что оно имеет лучший аминокислотный состав в сравнении с мягкой пшеницей, клейковина его сбалансирована по содержанию глиадина и глютеина, совокупность этих свойств определяет основную и важную специализацию применения зерна твердой пшеницы в пищевой промышленности. Для реализации потребности макаронной промышленности в сырье ученые селекционеры активно работают в направлении получения новых сортов с высокой урожайностью и сбалансированным качеством зерна (Воротынцева, 2021).

Известно, что раскрыть потенциал нового сорта можно только изучив отзывчивость его на приемы интенсификации, в том числе и минеральные удобрения (Розова и др., 2019; Денисов и др., 2022; Мишустин и др., 2022). Поэтому формирование нормативной агрохимической базы – общий вынос и расход основных элементов питания, коэффициенты использования основных элементов минерального питания из почвы и удобрений – позволяет разработать научно обоснованную систему удобрений, обеспечивающую формирование высокого урожая новых сортов твердой пшеницы со сбалансированным качеством зерна.

Цель исследования – оптимизация минерального питания новых сортов твердой пшеницы, обеспечивающая повышение урожайности и качества зерна.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования – сорта яровой твердой пшеницы Омский топаз и Омский малахит. Сорта переданы на ГСИ РФ в 2023 г. и 2022 г. соответственно для испытания в 8, 9, 10, 11 регионах.

Исследования проводили в 2021–2023 гг. на опытном участке лаборатории агрохимии ФГБНУ «Омский АНЦ», расположенном в условиях южной лесостепной зоны Омской области.

Схема опыта двухфакторная (3x5): фактор А – сорта: 1) Жемчужина Сибири (st), вклю-

чена в Государственный реестр РФ с 2006 г.; 2) Омский топаз; 3) Омский малахит. Фактор В – минеральные удобрения: 1) контроль (без применения минеральных удобрений); 2) P_{45} (основное внесение); 3) P_{45} (основное внесение) + НП (некорневая подкормка) N_{30} (фаза «колошение»); 4) $N_{30}P_{45}$ (основное внесение); 5) P_{20} (припосевное внесение). Площадь опытной деланки 20 м², повторность трехкратная, размещение систематическое.

Предшественник – чистый пар, норма высева – 5 млн всхожих зерен на 1 га. Минеральные удобрения (аммиачная селитра, аммофос) вносили вручную под предпосевную культивацию согласно схеме исследований. P_{20} – локально при посеве. Посев сеялкой СС-11. Некорневая азотная подкормка была проведена в фазу колошения мочевиной, расход рабочего раствора 200 л/га. В фазе кущения культуры проводили гербицидную обработку против сорняков. Уборку выполняли комбайном Wintersteiger Quantum Plus.

Лабораторно-аналитические исследования почвенных и растительных образцов выполнены по общепринятым методикам. Содержание нитратного азота с дисульфогеновой кислотой по Грандваль-Ляжу, подвижного фосфора и обменного калия – из одной вытяжки по Чирикову в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26204-91 с окончанием определения для калия – атомно-абсорбционным методом и фосфора колориметрически, окрашивание по Дениже. Растительные образцы на содержание валовых азота, фосфора и калия анализировали из одной навески В.В. Пиневиц (1955). Определение глютен-индекса – ГОСТ ISO 21415-2-2019. Обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (2014).

Почва опытного участка лугово-черноземная среднесиловатая тяжелосуглинистая, содержание гумуса 6,3–6,5 % (по Тюрину), pH – 6,5–6,7, подвижного фосфора и обменного калия – 101–120 и 350–420 мг/кг почвы соответственно (по Чирикову).

Климат Омской области резко континентальный. Продолжительность вегетационного периода составляет 155–165 дней. Сумма активных температур выше 10 °С в зоне южной лесостепи в среднем 2000–2100 °С. Годовое количество осадков составляет 320–370 мм.

Метеорологические условия вегетационного периода 2021 г. были неблагоприятными для роста и развития зерновых культур. Дефицит атмосферных осадков на фоне экстремально высоких температур воздуха в течение

ние вегетации ускорил развитие и созревание зерновых культур. ГТК за май–август составил 0,76. Вегетационный период 2022 г. характеризовался повышенными значениями температуры воздуха и крайне неравномерным поступлением осадков, ГТК – 1,02. Гидротермические

условия вегетационного периода 2023 г. были засушливыми. Температура воздуха составляла 17,8 °С, что выше нормы на 1 °С, при дефиците осадков – 178 мм (86 % от среднемноголетнего показателя), ГТК составлял 0,80 (табл. 1).

Таблица 1. Метеорологические показатели в период вегетации ОГМС «Омск» (2021–2023 гг.)
Table 1. Meteorological indicators during the vegetation period of the OHMS "Omsk", 2021-2023

Месяц	Температура воздуха, °С				Сумма осадков, мм			
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	средне-многолетний показатель	2021 г.	2022 г.	2023 г.	средне-многолетний показатель
Май	17,3	14,6	13,2	13,0	13	10	27	31
Июнь	16,9	17,9	18,5	18,0	45	53	42	55
Июль	20,6	19,9	22,6	19,4	33	116	65	65
Август	19,1	17,5	17,1	17,0	42	12	44	56
Май–август	18,4	17,4	17,8	16,8	133	191	178	207
ГТК	–				0,76	1,02	0,80	1,0

Результаты и их обсуждение. Основной гипотезой, положенной в основу эксперимента, являлась оценка реакции новых сортов твердой пшеницы, отличающихся от сорта-стандарта повышенным содержанием в зерне глютена, на улучшение условий минерального питания за счет основного (P_{45} ; $N_{30}P_{45}$), припосевного

(P_{20} в рядки) внесения удобрений и некорневой подкормки (N_{30}) в фазу колошения.

Анализ урожайности яровой твердой пшеницы на неудобренном фоне показал, что урожайность сортов Омский топаз и Омский малахит уступали St на 19 и 11 % соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Влияние минеральных удобрений на урожайность сортов твердой пшеницы, т/га зерна (в среднем за 2021–2023 гг.)
Table 2. The effect of mineral fertilizers on productivity of durum wheat varieties, t/ha of grain (mean in 2021–2023)

№ п/п	Вариант (B)	Сорта (A)		
		Жемчужина Сибири (st)	Омский топаз	Омский малахит
1	Контроль (без удобрений)	2,71	2,27	2,44
2	P_{45}	3,14	2,53	2,69
3	P_{45} + НП N_{30} в колошение	3,07	2,51	2,64
4	$N_{30} P_{45}$	3,49	2,60	2,81
5	P_{20} в рядки	3,33	2,48	2,68
В среднем по сорту		3,15	2,48	2,65
$HCP_{05} A = 0,24$; $HCP_{05} B = 0,20$; $HCP_{05} AB = 0,28$				

В среднем по фактору «сорт» урожайность Жемчужины Сибири (3,15 т/га зерна) превышала урожайность испытываемых сортов на 0,50–0,67 т/га зерна. Можно предположить, что уступая в продуктивности стандарту, сорта Омский топаз и Омский малахит, заявленные как сорта с улучшенными качественными параметрами зерна, компенсируют это снижение высокими технологическими параметрами.

Наиболее отзывчивым на применение удобрений был сорт Жемчужина Сибири (st), дополнительно получено 0,36–0,78 т/га зерна в зависимости от приема их внесения. Уровень прибавки урожайности новых сортов на удобренных фонах не превысил 0,37 т/га зерна. По отзывчивости на минеральные удобрения сорт St можно отнести к сорту интенсивного типа, Омский топаз и Омский малахит уступают ему по этому критерию. Анализ урожайности по вариантам применения удобрений показал, что внесение фосфорного удобрения в дозе P_{45} обеспечивало повышение урожайности

сорта Жемчужина Сибири на 0,43 т/га зерна, тогда как прибавка урожайности новых сортов в этом варианте была почти в два раза ниже и составила 0,25–0,26 т/га. При бинарном сочетании элементов питания в удобрении ($N_{30}P_{45}$) урожайность сорта Жемчужина Сибири составила 3,49 т/га зерна, это на 29 % выше, чем в варианте без удобрений. Внесение N_{30} на фоне P_{45} обеспечило прибавку зерна – 0,35 т/га. Реакция новых сортов на внесение азотно-фосфорных удобрений ($N_{30} P_{45}$) уступала сорту St. Урожайность сортов Омский топаз и Омский малахит в этом варианте была на уровне внесения фосфорного удобрения (P_{45}), то есть сорта очень слабо реагировали на дополнительное азотное питание (N_{30}). Аналогично проявили себя все три сорта в варианте применения некорневой подкормки (N_{30} в фазу колошения). Существенного роста урожайности не наблюдалось, что вполне закономерно – применение некорневой подкормки направлено в первую очередь на корректировку каче-

ственных свойств зерна (Воронкова и др., 2024). Эффективный и популярный способ внесения фосфорных удобрений (P_{20} в рядки при посеве) повышал урожайность сорта Жемчужина Сибири на 0,62 т/га в сравнении с контрольным вариантом. У новых сортов в том же варианте дополнительно получено 0,21–0,24 т/га зерна.

Таким образом, при возделывании сортов твердой пшеницы на черноземных почвах

Омского Прииртышья необходимо учитывать сортовую специфику при разработке системы удобрений.

Важным качественным показателем зерна является содержание белка. В нашем эксперименте получено зерно по этому критерию, соответствующее первому классу (табл. 3).

Таблица 3. Влияние минеральных удобрений на содержание (%) и сбор белка новых сортов твердой пшеницы (в среднем за 2021–2023 гг.)
Table 3. The effect of mineral fertilizers on the content (%) and protein yield of new durum wheat varieties (mean in 2021–2023)

№ п/п	Вариант (В)	Сорта (А)					
		Жемчужина Сибири (st)		Омский топаз		Омский малахит	
		Белок, %	Сбор белка, т/га	Белок, %	Сбор белка, т/га	Белок, %	Сбор белка, т/га
1	Контроль (без удобрений)	15,2	0,41	14,5	0,32	16,4	0,40
2	P_{45}	14,1	0,44	15,0	0,38	16,3	0,44
3	P_{45} + НП N_{30} в колошение	15,6	0,47	15,0	0,37	16,7	0,44
4	N_{30} P_{45}	14,0	0,49	15,0	0,39	15,9	0,45
5	P_{20} в рядки	14,5	0,48	15,6	0,38	16,3	0,44
В среднем по сорту		14,7	0,46	15,0	0,37	16,3	0,43
$HCP_{05} A = F\phi < F\tau$; $HCP_{05} B = F\phi < F\tau$; $HCP_{05} AB = F\phi < F\tau$							

Установлено, что на неудобренном фоне лидером по содержанию белка в зерне был сорт Омский малахит (16,4 %), у сорта Омский топаз содержание белка в зерне было на уровне сорта-стандарта – 14,5 и 15,2 соответственно. Вариабельность содержания белка в зерне новых сортов твердой пшеницы в зависимости от применения удобрений была незначительной. В среднем по фактору «сорт» сбор белка у сорта-стандарта составил 0,46 т/га, и аналогичный результат получен у сорта Омский малахит (0,43 т/га). Минимальный сбор белка (0,37 т/га) получен у сорта Омский топаз.

Основу клейковины составляет глютен, представляющий собой комплекс из глютенина

и глиадина (Зотиков и др., 2015). Определение индекса глютена в зерне выявило четкую сортовую специфику (табл. 4). Индекс глютена в зерне Жемчужина Сибири изменялся в пределах 19,2–23,4 %, у новых сортов он был в 2,3–3,6 раз выше. У сорта Омский топаз индекс глютена варьировал от 68,0 до 76,1 %, у Омского малахита – от 50,2 до 58,4 %. Модификация глютена в зависимости от удобрений отмечалась у обоих новых сортов твердой пшеницы. Максимальный индекс глютена был в варианте основного внесения элементов питания при бинарном сочетании элементов питания ($N_{30}P_{45}$) – 76,1 % у сорта Омский топаз и 58,4 % у сорта Омский малахит.

Таблица 4. Влияние минеральных удобрений на индекс глютена в зерне новых сортов твердой пшеницы, % (в среднем за 2021–2023 гг.)
Table 4. The effect of mineral fertilizers on the gluten index in grain of new durum wheat varieties, % (mean in 2021–2023)

№ п/п	Вариант (В)	Сорта (А)		
		Жемчужина Сибири (st)	Омский топаз	Омский малахит
1	Контроль	21,0	68,0	52,3
2	P_{45}	23,4	74,0	55,6
3	P_{45} + НП N_{30} в колошение	21,8	71,7	50,2
4	N_{30} P_{45}	20,6	76,1	58,4
5	P_{20} в рядки	19,2	70,0	51,1
$HCP_{05} A = 12,2$; $HCP_{05} B = 15,8$; $HCP_{05} AB = 15,8$				

Выявленные закономерности реакции новых сортов твердой пшеницы на изменение условий минерального питания определили разработку нормативных агрохимических параметров для расчета доз удобрений для адаптивной системы удобрения соответствующего сорта. С этой целью нами были рассчитаны коэффициенты использования элементов питания из почвы и удобрений (табл. 5).

Установлено, что сорта яровой твердой пшеницы питательные вещества из почвы используют одинаково. КИП азота составил 65–68 %, фосфора – 6–7 % и калия – 12–13 %. А вот в использовании питательных элементов из удобрений проявились сортовые особенности. Ранее в статье мы указывали, что сорт Жемчужина Сибири достаточно хорошо отзывается на удобрение, у этого сорта КИУ азота и фосфора 73 и 14 %, у сорта Омский топаз – 68 и 14 %, у сорта Омский малахит – 65 и 14 %.

соответственно. У сорта Омский топаз также высокая потребность в азоте, КИУ – 76 %, а КИУ фосфора ниже по сравнению

с сортом St. Омский малахит уступал стандарту по азоту, КИУ азота 62 %.

Таблица 5. Коэффициенты использования питательных элементов из почвы (КИП) и удобрений (КИУ) сортами яровой твердой пшеницы в зависимости от применения удобрений, %

Table 5. Coefficients of utilization of nutrients from soil (NUC) and fertilizers (FUC) by spring durum wheat varieties depending on the use of fertilizers, %

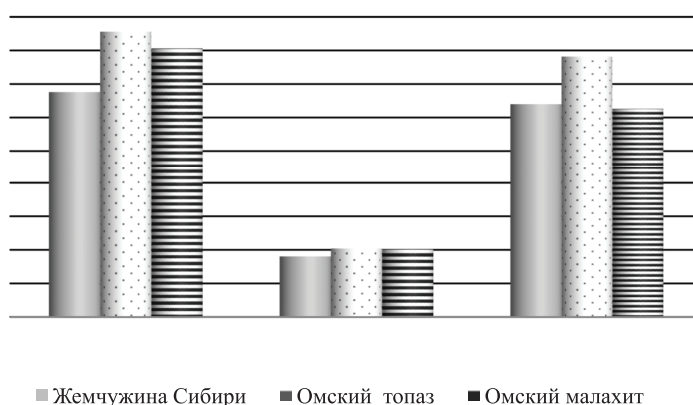
КИ*	Вариант	Жемчужина Сибири			Омский топаз			Омский малахит		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
КИП	Без удобрений	68	6	13	65	7	12	67	7	12
КИУ	Без удобрений	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	P ₄₅		11	–	–	5	–	–	3	–
	N ₃₀ P ₄₅	73	14	–	76	10	–	62	14	–
	P ₂₀ в рядки	–	21	–	–	19	–	–	24	–

Примечание. * – коэффициент использования (КИ).

Известно, что на формирование тонны зерна с соответствующим количеством побочной продукции оказывает влияние весь комплекс экологических факторов. Испытание

новых сортов яровой твердой пшеницы показало, что на создание тонны зерна требовалось на 19–27 % азота больше по сравнению с сортом St (см. рисунок).

расход, кг/т зерна



Сортовая специфика сортов твердой пшеницы расхода NPK на создание 1 т зерна с соответствующим количеством побочной продукции
Varietal specificity of NPK consumption to produce 1 t of grain with the corresponding amount of by-products

Расход фосфора варьировал от 9,0 до 10,2 кг/т зерна. Выявлено, что Омский топаз предъявляет повышенные требования к обеспеченности почвы калием, расход 39,1 кг/т, что на 22–26 % больше, чем у остальных сортов. При выращивании культуры на лугово-черноземной почве Омского Прииртышья эта особенность сорта не является лимитируемым фактором, так как почва хорошо обеспечена обменным калием (более 180 мг/кг (по Чирикову)).

Выводы. Новые перспективные сорта твердой пшеницы характеризовались хорошим сочетанием устойчивости к абиотическим условиям (годы исследований были достаточно засушливыми), урожайностью и качеством. Средняя урожайность за годы исследований составила: Омский топаз – 2,48 т/га и 2,65 т/га

у сорта Омский малахит. Установлено, что урожайность новых сортов на 19–27 % ниже, чем у сорта-стандарта Жемчужина Сибири. Наибольшее содержание белка (16,4 %) отмечено у сорта Омский малахит. По индексу глютена новые сорта на 150–224 % превосходили сорт-стандарт. Выявленная сортовая специфика на условия минерального питания определяет разработку адаптивных агротехнологий выращивания новых сортов яровой твердой пшеницы, учитывающая в системе удобрения агрохимические нормативы: вынос, расход элементов питания, КИП и КИУ, установленные в эксперименте.

Финансирование. Исследования выполнены в рамках государственного задания № FNUN-2025-001.

Библиографический список

1. Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П., Лещенко М. А., Дубинина О. А., Кравченко Н. С., Дерова Т. Г. Состояние и задачи селекции твердой озимой пшеницы в изменяющихся условиях климата // Аграрный вестник Урала. 2015. № 12(142). С. 18–23.
2. Кравченко Н. С., Игнатьева Н. Г., Алты-Садых Ю. Н., Васюшкина Н. Е., Самофалова Н. Е., Иличкина Н. П. Изучение хлебопекарных свойств сортов озимой твердой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2023. Т. 15, № 2. С. 41–49. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-41-49
3. Мальчиков П. Н., Шаболкина Е. Н., Мясникова М. Г., Пронович Л. В. Качество клейковины сортов яровой твердой пшеницы Самарского НИИСХ и информативность параметров качества // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37, № 6. С. 37–43. DOI: 10.53859/02352451-2023-37-6-37
4. Садыгова М. К., Гапонов С. Н., Шутарева Г. И., Цетва Н. М., Кириллова Т. В., Филина Д. К. Технологический потенциал зерна яровой твердой пшеницы Саратовской селекции // Техника и технология пищевых производств. 2021. Т. 51, № 4. С. 759–767. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-759-767
5. Воротынцева М. В. Степень влияния глютенинов на качество зерна как одного из сложных полигенных признаков рода *Triticum* (обзор) // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. Т. 182, № 1. С. 168–185. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-168-185
6. Розова М. А., Зиборов А. И., Усенко В. И., Егiazарян Е. Е. Реакция сортов яровой твердой пшеницы на удобрения и нормы высева при возделывании по технологии No-till в степной зоне Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33, № 10. С. 34–39. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11008
7. Денисов К. Е., Полетаев И. С., Гераскина А. А. Влияние различных схем питания на урожайность яровой твердой пшеницы при разных способах основной обработки почвы // Аграрный научный журнал. 2022. № 5. С. 10–12. DOI: 10.28983/asj.y2022i5pp10-12
8. Мишустин А. О., Щукин В. Б., Павлова О. Г., Ильясова Н. В. Формирование урожая яровой пшеницы при использовании регуляторов роста и удобрений на основе гуминовых кислот в технологии ее возделывания // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 1(93). С. 9–14. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-9-14
9. Воронкова Н. А., Цыганова Н. А., Балабанова Н. Ф., Волкова В. А., Пахотина И. В. Применение азотных удобрений под яровую пшеницу на лугово-черноземной почве в Омском Прииртышье // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2024. Т. 19, № 1. С. 61–75. DOI: 10.22363/2312-797X-2024-19-1-61-75
10. Зотиков В. И., Сидоренко В. С., Павловская Н. Е., Мальчиков П. Н., Костромичева Е. В., Гагарина И. Н., Костромичева В. А. Перспективы выращивания новых сортов твердой яровой пшеницы в условиях Орловской области // Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. № 2(14). С. 52–58.

References

1. Samofalova N. E., Ilichkina N. P., Leshchenko M. A., Dubinina O. A., Kravchenko N. S., Derova T. G. Sostoyaniye i zadachi selektsii tverdoi ozimoi pshenitsy v izmenyayushchikhsya usloviyakh klimata [Status and objectives of winter durum wheat breeding in changing climate conditions] // Agrarnyi vestnik Urala. 2015. № 12(142). S. 18–23.
2. Kravchenko N. S., Ignat'eva N. G., Alty-Sadykh Yu. N., Vasyushkina N. E., Samofalova N. E., Ilichkina N. P. Izuchenie khlebopekarnykh svoystv sortov ozimoi tverdoi pshenitsy [Study of baking properties of winter durum wheat varieties] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2023. T. 15, № 2. S. 41–49. DOI: 10.31367/2079-8725-2023-85-2-41-49
3. Mal'chikov P. N., Shabolkina E. N., Myasnikova M. G., Pronovich L. V. Kachestvo kleikoviny sortov yarovoi tverdoi pshenitsy Samarskogo NIISKh i informativnost' parametrov kachestva [Gluten quality of spring durum wheat varieties of the Samara RIA and informativeness of quality parameters] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2023. T. 37, № 6. S. 37–43. DOI: 10.53859/02352451-2023-37-6-37
4. Sadygova M. K., Gaponov S. N., Shutareva G. I., Tsetva N. M., Kirillova T. V., Filina D. K. Tekhnologicheskii potentsial zerna yarovoi tverdoi pshenitsy Saratovskoi selektsii [Technological potential of spring durum wheat grain of Saratov breeding] // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. 2021. T. 51, № 4. S. 759–767. DOI: 10.21603/2074-9414-2021-4-759-767
5. Vorotyntseva M. V. Stepen' vliyaniya glyuteninov na kachestvo zerna kak odnogo iz slozhnykh poligennykh priznakov roda *Triticum* (obzor) [The influence degree of glutenins on grain quality as one of the complex polygenic traits of the genus *Triticum* (review)] // Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii. 2021. T. 182, № 1. S. 168–185. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-168-185
6. Rozova M. A., Ziborov A. I., Usenko V. I., Egiyazaryan E. E. Reaktsiya sortov yarovoi tverdoi pshenitsy na udobreniya i normy vyseva pri vozdeleyvanii po tekhnologii No-till v stepnoi zone Altaiskogo kraia [Response of spring durum wheat varieties to fertilizers and seeding rates during cultivation using no-till technology in the steppe part of the Altai Territory] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. T. 33, № 10. S. 34–39. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11008
7. Denisov K. E., Poletaev I. S., Geraskina A. A. Vliyaniye razlichnykh skhem pitaniya na urozhainost' yarovoi tverdoi pshenitsy pri raznykh sposobakh osnovnoi obrabotki pochvy [The effect of various nutrition schemes on spring durum wheat productivity with different methods of primary tillage] // Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2022. № 5. S. 10–12. DOI: 10.28983/asj.y2022i5pp10-12
8. Mishustin A. O., Shchukin V. B., Pavlova O. G., Ilyasova N. V. Formirovaniye urozhaya yarovoi pshenitsy pri ispol'zovanii regul'yatorov rosta i udobrenii na osnove guminovykh kislot v tekhnologii ee vozdeleyvaniya [Formation of the spring wheat productivity using growth regulators and fertilizers based on humic acids in the technology of its cultivation] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2022. № 1(93). S. 9–14. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-93-1-9-14
9. Voronkova N. A., Tsyganova N. A., Balabanova N. F., Volkova V. A., Pakhotina I. V. Primeneniye azotnykh udobrenii pod yarovuyu pshenitsu na lugovo-chernozemnoi pochve v Omskom Priirtysh'e

[Application of nitrogen fertilizers for spring wheat on meadow-chernozem soil in the Omsk Pre-Irtysh region] // Vestnik Rossiiskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. 2024. T. 19, № 1. S. 61–75. DOI: 10.22363/2312-797X-2024-19-1-61-75

10. Zotikov V. I., Sidorenko V. S., Pavlovskaya N. E., Mal'chikov P. N., Kostromicheva E. V., Gagarina I. N., Kostromicheva V. A. Perspektivy vyrashchivaniya novykh sortov tverdoi yarovoi pshenitsy v usloviyakh Orlovskoi oblasti [Prospects for growing new spring durum wheat varieties in the Oryol region] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2015. № 2(14). S. 52–58.

Поступила: 14.02.25; доработана после рецензирования: 20.03.25; принята к публикации: 21.03.25.

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. Воронкова Н. А. – разработка концепции исследований, планирование главных этапов полевых исследований, анализ полученных данных; Юсов В. С. – обоснование актуальности исследований; Балабанова Н. Ф. – подготовка, сбор, анализ данных; Волкова В. А. – проведение математической обработки.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.