

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья

УДК 633.11:631.84(470.32)

DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_3_22

EDN: UVJTTE

**Влияние норм высева и азотного питания на показатели
качества твердой яровой пшеницы в условиях лесостепи ЦЧР**

**Сабир Вагидович Кадыров¹, Надежда Владимировна Подлесных^{2✉},
Валентина Алексеевна Задорожная³, Владимир Николаевич Образцов⁴**

^{1, 2, 3, 4}Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,
Воронеж, Россия

²env.05@mail.ru✉

Аннотация. Получение высококачественного зерна сельскохозяйственных культур, в том числе и твердой яровой пшеницы, – одна из важных задач агропромышленного комплекса как Воронежской области, так и страны в целом. Резервом для решения данной проблемы является внедрение новых высокопродуктивных и высококачественных сортов, а также совершенствование технологии их выращивания. Норма высева и азотное питание – важнейшие элементы возделывания твердой яровой пшеницы. Опыт по изучению норм высева и фонов азотного питания твердой яровой пшеницы сорта Тессадур проводили на полях УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ. Агротехнология – общепринятая в ЦЧР. Предшественник – соя. В опыте изучали 5 норм высева (2, 3, 4, 5 и 6 млн шт./га всхожих семян) и 2 фона азотного питания (N_{30} , N_{30+15}). Как показали результаты исследований, содержание белка в зерне составляло 12,0–12,9%, что соответствует 2-му и 3-му классам качества по ГОСТ 9353-2016. При повышении дозы азотных подкормок содержание белка в зерне увеличивалось, по содержанию и качеству клейковины зерно соответствовало 2-му классу. Лучшим по содержанию клейковины был вариант с нормой высева 4 млн шт./га всхожих семян на фоне N_{45} (27,3%). По показателям «Натура зерна» и «Стекловидность» зерно соответствовало 1-му классу качества на всех вариантах опыта (ГОСТ 9353-2016). Наибольшая масса 1000 зерен была на варианте с нормой высева 2 млн шт./га всхожих семян как при внесении N_{30} (56,93 г), так и N_{45} (57,6 г). Выявлена сильная положительная линейная корреляция между содержанием белка и ИДК ($r = 0,829$). Остальные корреляционные зависимости были слабее или практически отсутствовали.

Ключевые слова: твердая яровая пшеница, белок, клейковина, ИДК, натура зерна, масса 1000 зерен, стекловидность

Для цитирования: Кадыров С.В., Подлесных Н.В., Задорожная В.А., Образцов В.Н. Влияние норм высева и азотного питания на показатели качества твердой яровой пшеницы в условиях лесостепи ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 3(78). С. 22–28. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_3_22–28.

4.1.1. GENERAL SOIL MANAGEMENT AND CROP SCIENCE
(AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

**Effect of seeding rate and nitrogenous nutrition on quality
parameters of hard spring wheat in the conditions
of the forest-steppe of the Central Chernozem Region**

**Sabir V. Kadyrov¹, Nadezhda V. Podlesnykh^{2✉},
Valentina A. Zadorozhnaya³, Vladimir N. Obratsov⁴**

^{1, 2, 3, 4}Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

²env.05@mail.ru✉

Abstract. Obtaining high-quality grain of agricultural crops, including hard spring wheat, is one of the important tasks of the Agro-Industrial Complex of both Voronezh Oblast and Russia as a whole. The reserve for solving this problem is the implementation of new highly productive and high-quality cultivars, as well as the improvement of technology of their cultivation. Seeding rates and nitrogenous nutrition are among the key elements of cultivation of hard spring wheat. The authors have conducted the experiments in order to study the seeding rates and the backgrounds of nitrogenous nutrition of hard spring wheat of the Tessedur variety in the fields of the “Agrotechnology” Educational Research and Technological Center of Voronezh State Agrarian University. The applied agrotechnology was conventional for the Central Chernozem Region. The preceding crop was soybean. The experiment included 5 seeding rates (2; 3; 4; 5 and 6 million pieces of germinable seeds per 1 hectare) and 2 backgrounds of nitrogenous nutrition (N_{30} , N_{30+15}). The results of research showed the protein content ranging from 12.0 to 12.9%, which corresponds to quality class 2 and 3 according to GOST 9353-2016. An increase in the dose of nitrogen feeds increased the protein content in the grain, while in terms of gluten content and quality the grain corresponded to class 2. In terms of gluten content the best variant

was that with the seeding rate of 4 million seeds per 1 hectare with the background of N₄₅ (27.3%). In terms of grain unit and vitreousness the grain corresponded to quality class 1 (GOST 9353-2016) in all experimental variants. The highest values of thousand (1000) kernel weight were obtained in the variant with the seeding rate of 2 million germinable seeds per 1 ha with the application of either N₃₀ (56.93 g) or N₄₅ (57.6 g). Correlation analysis revealed a strong positive linear correlation between protein content and gluten deformation index (GDI; $r = 0.829$). Other correlations were less prominent or practically negligible.

Key words: hard spring wheat, protein, gluten, GDI, grain unit, thousand (1000) kernel weight, vitreousness

For citation: Kadyrov S.V., Podlesnykh N.V., Zadorozhnaya V.A., Obraztsov V.N. Effect of seeding rate and nitrogenous nutrition on quality parameters of hard spring wheat in the conditions of forest-steppe of the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(3):22-28. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_3_22-28.

Введение

Одна из ключевых задач агропромышленного комплекса Воронежской области заключается в повышении продуктивности продовольственной яровой пшеницы и улучшении ее качества. Основным резервом для решения данной проблемы является внедрение новых высокопродуктивных и высококачественных сортов, а также совершенствование технологии их выращивания.

Норма высева – это один из ключевых элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Оптимальная норма высева зависит от многих факторов, включая вид культуры, климатические условия, тип почвы и цель производства (например, выращивание на продовольственные цели или для продажи семян) [2, 7, 15].

Слишком высокая плотность посева приводит к конкурированию растений друг с другом за доступ к питательным веществам, воде и солнечному свету, создает стрессовые условия. Это может привести к тому, что растения становятся более слабыми и менее способными к борьбе с болезнями и вредителями. В результате урожайность и качество зерна могут ухудшиться.

Более низкая норма высева может способствовать формированию крупных и здоровых зерен. Растения, которые имеют больше места для роста и развития, часто производят более крупные и качественные зерна [15, 16, 18].

Норма высева в значительной степени зависит от морфобиологических особенностей сорта и региона возделывания. Многие ученые в нашей стране изучали проблему выбора оптимальных норм высева. По данным ученых Волгоградского ГСХА В.М. Иванова и С.А. Чернуха, в засушливых условиях Заволжья оптимальной нормой высева при возделывании мягкой яровой пшеницы сортов Альбидум 29 и Альбидум 32 является 2 млн шт./га всхожих семян [9]. В исследованиях М.М. Донгака в условиях Республики Тыва отмечали более высокую стекловидность и натуру зерна сортов Алтайская 75 и Новосибирская 31 при посеве с нормой высева 3,5–4,5 млн шт./га всхожих семян [5]. В условиях серо-лесных почв Волго-Вятского региона мягкая пшеница формирует высококачественное зерно при норме высева 6 млн шт./га [1]. В условиях Смоленской области наиболее высокие физико-химические, технологические и хлебопекарные качества получены при раннем сроке посева с оптимальными нормами высева 7–8 млн шт./га всхожих семян [10]. Для степной зоны Западного Забайкалья на черноземной почве лучшая урожайность яровой пшеницы сорта Лютесценс 937 отмечена при норме высева 5–6 млн шт./га семян при сроке посева с 15 по 20 мая [17].

Азотное питание яровой пшеницы также играет важную роль в ее росте и развитии, поскольку азот является одним из основных макроэлементов, необходимых растению на протяжении всего периода вегетации, и эффективным средством управления качеством зерна пшеницы. Характерно его прямое включение в биоценоз азотфиксирующих веществ, под его действием изменяется активность ферментных систем, регулирующих биоценоз, и отложение веществ в запас, что определяет качество урожая [8]. По мнению ученых Белорусского института почвоведения и агрохимии, формирование зерна с содержанием сырого белка более 13% и клейковины более 28% происходит при условии содержания общего азота в фазе колошения более 1,6% и в фазе молочной спелости – более 1,0% [11].

Некоторые ученые в своих работах также отмечают положительное влияние азотного питания на содержание белка и клейковины в зерне яровой пшеницы [4, 12, 13].

Правильно выбранная норма высева и азотное питание дают возможность оптимального расходования таких ресурсов, как семена, удобрения, вода и свет. Это позволяет сельскохозяйственным производителям максимально использовать ресурсы и снижать затраты.

Условия и методика проведения исследований

Исследования по изучению норм высева и фонов азотного питания твердой яровой пшеницы сорта Тессадур [14] проводились на полях УНТЦ «Агротехнология» в соответствии с планом научных работ Воронежского ГАУ.

Агротехнология – общепринятая в ЦЧР. Предшественник яровой твердой пшеницы – соя. Под вспашку вносили 2 ц амофоски.

Посев производили обычным рядовым способом на глубину 5 ± 1 см селекционной сеялкой ССН-7. Азотные подкормки проводили в фазе кущения N_{30} и в фазе трубкования N_{15} .

Убирали яровую твердую пшеницу в фазе полной спелости прямым комбайнированием селекционным комбайном.

Размер делянок – 35 м^2 , размещение делянок – систематическое в один ярус, повторность – 3-кратная.

Почвы опытного участка – чернозем выщелоченный, среднесуглинистый. Содержание гумуса – 4,5–5,5% (по Тюрину), уровень рН – от 5,1 до 5,7, сумма поглощенных оснований – от 21,3 до 22,2 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 86–90%. Содержание подвижного фосфора и обменного калия – соответственно 120–140 и 140–175 мг/кг почвы (по Чирикову).

В полевом опыте изучали 5 норм высева – 2, 3, 4, 5 и 6 млн шт./га всхожих семян и 2 фона азотного питания – N_{30} и N_{30+15} .

Статистическая обработка материалов осуществлялась с помощью ПК по методике Б.А. Доспехова [6].

Результаты и их обсуждение

Качество зерна яровой пшеницы, которое зависит от многих факторов: сорта, климатических и почвенных условий, уровня агротехники и др., оценивают по ряду показателей (содержание в зерне белка и клейковины, ИДК, натура зерна, масса 1000 зерен, стекловидность). Результаты исследований по влиянию норм высева и фонов азотного питания на качество зерна твердой яровой пшеницы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-химические показатели качества зерна твердой яровой пшеницы

№ п/п	Вариант	Белок, %	Клейковина, %	ИДК	Натура, зерна г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %
1	2 млн N_{30}	12,8	26,5	85,6	803	56,92	95
2	2 млн N_{45}	12,8	25,0	88,5	797	57,60	95
3	3 млн N_{30}	12,4	25,4	81,0	805	51,90	95
4	3 млн N_{45}	12,9	25,0	87,2	809	52,54	96
5	4 млн N_{30}	12,5	25,7	85,7	810	53,46	94
6	4 млн N_{45}	12,9	27,3	88,4	798	54,51	95
7	5 млн N_{30}	12,0	26,0	85,8	806	56,72	88
8	5 млн N_{45}	12,4	25,9	79,8	803	52,93	93
9	6 млн N_{30}	12,3	25,6	85,0	810	54,48	93
10	6 млн N_{45}	12,3	26,2	84,9	808	52,80	97

Содержание белка варьировало от 12,0 до 12,9%, что соответствует 2-му и 3-му классам качества по ГОСТ 9353-2016. Больше его содержание было на разреженных посевах с нормами высева от 2 до 4 млн шт./га всхожих семян. При повышении дозы азотных подкормок с N₃₀ до N₄₅ количество белка в зерне увеличивалось на вариантах с нормой высева 3, 4 и 5 млн всх. семян на 1 га соответственно на 0,5, 0,4 и 0,4%.

На изучаемых вариантах опыта количество сырой клейковины было не ниже 25%, но наибольшее ее содержание зафиксировано при норме высева 4 млн всх. семян на 1 га на фоне N₄₅ (27,3%) и при норме высева 2 млн всх. семян на 1 га на фоне N₃₀ (26,5%). В соответствии с ГОСТ 9353-2016 [3] по содержанию и качеству клейковины все полученное продовольственное зерно соответствовало 2-му классу.

На всех изучаемых вариантах опыта натура зерна была не менее 770 г/л, а стекловидность – не менее 85%, что соответствует 1-му классу качества (ГОСТ 9353-2016). По показателю «Натура зерна» максимальные значения отмечены при нормах высева 4 и 6 млн шт./га на фоне внесения N₃₀ (810 г/л), по показателю «Стекловидность» – при норме высева 6 млн шт./га на фоне внесения N₄₅ (97%).

Масса 1000 зерен используется в агрономии для оценки размера и веса отдельных зерен. Наиболее крупное зерно было на варианте с нормой высева 2 млн всх. семян на 1 га как на минеральном фоне N₃₀ (56,93 г), так и на фоне N₄₅ (57,6 г).

Показатели качества зерна находятся в определенной зависимости между собой. Для определения степени связи между двумя показателями использовали коэффициент корреляции Пирсона (табл. 2), который рассчитывается по следующей формуле:

$$r = \frac{\sum(X_i - X_{cp})(Y_i - Y_{cp})}{\sqrt{\sum(X_i - X_{cp})^2 \sum(Y_i - Y_{cp})^2}}$$

где X_i и Y_i – значение переменных X и Y ;

X_{cp} и Y_{cp} – средние значения переменных X и Y .

Таблица 2. Значения коэффициента корреляции Пирсона между показателями качества зерна яровой твердой пшеницы

№ п/п	Вариант	Белок, %	Клейковина, %	ИДК	Натура зерна, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекловидность, %
1	Белок, %	x	-0,617	0,829	-0,336	0,292	-0,046
2	Клейковина, %	-0,617	x	0,248	-0,535	-0,048	0,228
3	ИДК	0,829	0,248	x	-0,437	0,056	-0,016
4	Натура зерна, г/л	-0,336	-0,535	-0,437	x	-0,743	-0,562
5	Масса 1000 семян, г	0,292	-0,048	0,056	-0,743	x	-0,007
6	Стекловидность, %	-0,046	0,228	-0,016	-0,562	-0,007	x

В соответствии с данными таблицы 2, коэффициент корреляции указывает на умеренную отрицательную линейную корреляцию между показателями «Белок» и «Клейковина», это означает, что, скорее всего, при увеличении содержания белка в яровой пшенице содержание клейковины обычно снижается и наоборот.

Коэффициент Пирсона между показателями «Белок» и «ИДК» приблизительно равен 0,829, что указывает на сильную положительную линейную корреляцию. Это означает, что при увеличении содержания белка в яровой пшенице обычно увеличивается и ИДК.

Линейная корреляционная зависимость между параметрами «Белок» и «Натура зерна» умеренно отрицательная, следовательно, при увеличении содержания белка в яровой пшенице натура зерна обычно снижается и наоборот.

Коэффициент корреляции Пирсона между такими параметрами, как «Белок» и «Масса 1000 зерен» составляет приблизительно 0,292, что указывает на слабую положительную линейную корреляцию. Это означает, что обычно, при увеличении содержания белка в яровой пшенице масса 1000 зерен также может увеличиваться, хотя связь не очень сильная.

Анализ корреляции между парами показателей качества «Белок» и «Стекловидность», «Клейковина» и «Масса 1000 зерен», «Масса 1000 зерен» и «Стекловидность» показал очень слабую отрицательную зависимость. Связь между этими параметрами практически отсутствует, и изменения в содержании одного показателя качества из пары не имеют сильного влияния на другой показатель из этой же пары.

Коэффициент между показателями «Клейковина» и «ИДК» указывает на очень слабую положительную линейную корреляцию. Это означает, что связь между этими двумя параметрами практически отсутствует, и изменения в содержании клейковины не имеют сильного влияния на ИДК.

Проведенный анализ также указывает на умеренную отрицательную линейную корреляцию между показателями «Клейковина» и «Натура». Это означает, что, скорее всего, при увеличении содержания клейковины в яровой пшенице натура зерна обычно снижается и наоборот.

Линейная корреляционная зависимость между параметрами «Клейковина» и «Стекловидность» слабая положительная. Это означает, что, скорее всего, при увеличении содержания клейковины в яровой пшенице стекловидность зерна также может увеличиваться, хотя связь не очень сильная.

Коэффициент корреляции Пирсона для показателей «ИДК» и «Натура зерна» составляет примерно $-0,437$, что указывает на умеренную отрицательную линейную корреляцию. Это означает, что, скорее всего, при увеличении ИДК натура зерна обычно снижается и наоборот.

Анализ корреляции между параметрами «ИДК» и «Масса 1000 зерен» указывает на очень слабую положительную линейную корреляцию, а между параметрами «ИДК» и «Стекловидность» – на очень слабую отрицательную линейную корреляцию. Связь между этими параметрами практически отсутствует, и изменения в ИДК не имеют сильного влияния ни на массу 1000 семян, ни на стекловидность зерна.

Коэффициент корреляции Пирсона для параметров «Натура зерна» и «Масса 1000 зерен», а также для параметров «Натура зерна» и «Стекловидность» указывает на умеренную отрицательную линейную корреляцию. Это означает, что, скорее всего, при увеличении натуры зерна масса 1000 зерен и стекловидность обычно снижаются и наоборот.

Выводы

На основании исследований, проведенных в условиях лесостепи ЦЧР, можно сделать следующие предварительные выводы:

- большее содержание белка формируется в разряженных посевах яровой пшеницы с нормой высева 2, 3 и 4 млн шт./га всхожих семян, по сравнению с более уплотненными посевами. При повышении дозы азотных подкормок с N_{30} до N_{45} количество белка в зерне увеличивалось на 0,4–0,5%;

- в соответствии с ГОСТ 9353-2016 по содержанию и качеству клейковины все полученное продовольственное зерно соответствует 2-му классу. По содержанию клейковины лучшим был вариант с нормой высева 4 млн шт./га на фоне N_{45} (27,3%);

- показатели качества «Натура зерна» и «Стекловидность» соответствовали 1-му классу качества на всех вариантах опыта (ГОСТ 9353-2016);

- лучшим показателем «Масса 1000 зерен» был на варианте с нормой высева 2 млн всх. семян на 1 га как на фоне внесения N_{30} (56,93 г), так и N_{45} (57,6 г).

Анализ выявил сильную положительную линейную корреляцию между показателями «Белок» и «ИДК» ($r = 0,829$). Остальные корреляционные зависимости были слабее или практически отсутствовали.

Список источников

1. Ашаева О.В. Влияние норм высева и доз удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы на светло-серых лесных почвах Волго-Вятского региона: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Нижний Новгород, 2000. 237 с.
2. Буюкли П.И. Твердая озимая пшеница. Кишинев: Штиинца, 1983. 224 с.
3. ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия. Москва: Стандартинформ, 2016. 11 с.
4. Демиденко Г.А., Котенева Е.В. Влияние азотных удобрений на качество зерна и урожайность яровой пшеницы (на примере учхоза «Миндерлинское», Красноярского края) // Вестник КрасГАУ. 2010. № 5. С. 41–45.
5. Донгак М.М. Влияние на качество зерна яровой пшеницы норм высева и сроков посева в условиях лесостепной зоны республики Тыва // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11. С. 47–53. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-47-53.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебное пособие. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
7. Ермакова Н.В. Особенности развития, формирования урожая и качества зерна озимой твердой и тургидной пшеницы в лесостепи ЦЧР: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Воронеж, 2009. 213 с.
8. Завалин А.А., Соколов О.А. Азот и качество пшеницы // Плодородие. 2018. № 1. С. 14–17.
9. Иванов В.М., Чернуха С.А. Влияние норм высева и физиологически активных веществ на урожайность, качество зерна и семян яровой пшеницы в Волгоградском Заволжье // Аграрный вестник Урала. 2010. № 4(70). С. 74–76.
10. Князева С.М. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от сроков посева, норм высева и уровня азотного питания: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Смоленск, 1999. 156 с.
11. Кулеш О.Г., Мезенцев Е.Г., Семенов Н.Н., Симанков О.В. Диагностика азотного питания яровой пшеницы на высококультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Почвоведение и агрохимия. 2021. № 1(66). С. 60–72.
12. Нестеренко В.А. Формирование урожая и качества яровой пшеницы в зависимости от доз азотных удобрений и содержания подвижного фосфора в дерново-подзолистой почве: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04. Москва, 2021. 131 с.
13. Пискунова Х.А., Федорова А.В. Влияние азотного удобрения на урожайность и качество продовольственного зерна яровой пшеницы // Вестник АПК Верхневолжья. 2018. № 3(43). С. 14–17.
14. Реестр селекционных достижений [Электронный ресурс] // ФГБУ «Госсорткомиссия». URL: <https://reestr.gossortrf.ru/search/> (дата обращения: 16.05.2023).
15. Федотов В.А., Кадыров С.В., Щедрина Д.И. и др. Растениеводство Центрального Черноземья России: учебник. Воронеж: ООО «Издательство «Черноземье», 2019. 581 с.
16. Федотов В.А., Карасев Г.Н. Интенсивная технология возделывания озимой пшеницы. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное издательство, 1987. 192 с.
17. Цыдыпов Б.С., Соболев В.А., Батудаев А.П. Влияние гидротермического коэффициента на урожайность зерна яровой пшеницы при различных сроках посева и норм высева зерна на черноземной почве в степной зоне Бурятии // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2022. № 4(69). С. 32–39. DOI: 10.34655/bgsha.2022.69.4.004.
18. Якушкин И.В. Растениеводство: учебник. 2-е изд. Москва: Сельхозиздат, 1953. 716 с.

References

1. Ashaeva O.V. Vliyanie norm vyseva i doz udobrenij na urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshe-nitsy na svetlo-serykh lesnykh pochvakh Volgo-Vyatskogo regiona [Influence of sowing standards and fertilizer doses on yield and quality of spring wheat grain on light gray forest soils of Volga-Vyatka region]: dissertatsiya ... kandidata sel'skokhozyajstvennykh nauk: 06.01.09 = Candidate Dissertation in Agricultural Sciences: 06.01.09. Nizhny Novgorod, 2000. 237 p. (In Russ.).
2. Buyukli P.I. Tverdaya ozimaya pshenitsa [Hard winter wheat]. Kishinev: Shtiintsa, 1983. 224 p. (In Russ.).
3. GOST 9353-2016. Pshenitsa. Tekhnicheskie usloviya [Wheat. Specifications]. Moscow: Standartinform Press; 2016. 11 p. (In Russ.).
4. Demidenko G.A., Koteneva E.V. Vliyanie azotnykh udobrenij na kachestvo zerna i urozhajnost' yarovoj pshe-nitsy (na primere uchkhoza "Minderlinskoe" Krasnoyarskogo kraja) [Nitric fertilizer application for crop rotations in Emelyanov area of Krasnoyarsk region]. *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KrasGAU*. 2010;5:41-45. (In Russ.).
5. Dongak M.M. Vliyanie na kachestvo zerna yarovoj pshe-nitsy norm vyseva i srokov poseva v uslovi-yakh lesostepnoj zony respubliky Tyva [Seeding rates and sowing time influence on the spring wheat grain quality in the Tyva forest-steppe zone conditions]. *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KrasGAU*. 2022;11:47-53. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-47-53. (In Russ.).
6. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledo-vaniy): uchebnoe posobie. 5-e izd., dop. i pererab. [Field-plot Technique (with the Basics of Statistical Processing of Results of Research and Experiments): study guide. 5th ed., revised and enlarged]. Moscow: Agropromizdat; 1985. 351 p. (In Russ.).
7. Ermakova N.V. Osobennosti razvitiya, formirovaniya urozhaya i kachestva zerna ozimoy tvrdoj tur-gidnoj pshe-nitsy v lesostepi CChR [Peculiarities of the development, yield formation and quality of winter hard and turgid wheat grain in the forest-steppe of the Central Chernozem region]: dissertatsiya ... kandidata sel'skokhozyajstvennykh nauk: 06.01.09 = Candidate Dissertation in Agricultural Sciences: 06.01.09. Voronezh; 2009. 213 p. (In Russ.).
8. Zavalin A.A., Sokolov O.A. Azot i kachestvo pshe-nitsy [Nitrogen and quality of wheat grain]. *Plodorodie = Fertility*. 2018;1:14-17. (In Russ.).

9. Ivanov V.M., Chernukha S.A. Vliyanie norm vyseva i fiziologicheski aktivnykh veshchestv na urozhajnost', kachestvo zerna i semyan yarovoj pshenitsy v Volgogradskom Zavolzhie [Influence of seeding standards and physiologically active substances on the yield, quality of grain and seeds of spring wheat in Volgograd Volga region]. *Agrarnyj vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals*. 2010;4(70):74-76. (In Russ.).

10. Knyazeva S.M. Urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenitsy v zavisimosti ot srokov poseva, norm vyseva i urovnya azotnogo pitaniya [Yield and quality of spring wheat grain depending on the timing of sowing, sowing standards and the level of nitrogen nutrition]: dissertatsiya ... kandidata sel'skokhozyajstvennykh nauk: 06.01.09 = Candidate Dissertation in Agricultural Sciences: 06.01.09. Smolensk; 1999. 156 p. (In Russ.).

11. Kulesh O.G., Mezentsev E.G., Semenenko N.N. et al. Diagnostika azotnogo pitaniya yarovoj pshe-nitsy na vysokookul'turennoj dernovo-podzolistoj legkosuglinistoj pochve [Diagnostics of nitrogen nutrition of spring wheat on highly cultivated sod-podzolic light loamy soil]. *Pochvovedenie i agrokhimiya = Soil Science and Agrochemistry*. 2021;1(66):60-72. (In Russ.).

12. Nesterenko V.A. Formirovanie urozhaya i kachestva yarovoj pshenitsy v zavisimosti ot doz azotnykh udobrenij i sodержaniya podvizhnogo fosfora v dernovo-podzolistoj pochve [Formation of crop and quality of spring wheat depending on doses of nitrogen fertilizers and content of mobile phosphorus in sod-podzolic soil]: dissertatsiya ... kandidata sel'skokhozyajstvennykh nauk: 06.01.04 = Candidate Dissertation in Agricultural Sciences: 06.01.04. Moscow; 2021. 131 p. (In Russ.).

13. Piskunova H.A., Fedorova A.V. Vliyanie azotnogo udobreniya na urozhajnost' i kachestvo prodovol'stvennogo zerna yarovoj pshenitsy [The influence of nitrogen fertilizer on the yield and quality of spring wheat food grain]. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya = Bulletin of the Agro-Industrial Complex of the Upper Volga region*. 2018;3(43):14-17. (In Russ.).

14. Reestr selektsionnykh dostizhenij. FGBU «Gossortkomissiya» [Register of Selection Achievements. State Commission of the Russian Federation for Selection Achievements]. URL: <https://reestr.gossortrf.ru/search/>. (In Russ.).

15. Fedotov V.A., Kadyrov S.V., Shchedrina D.I. et al. Rasteniyevodstvo Tsentral'nogo Chernozem'ya Rossii: uchebnik [Crop Production in the Central Chernozem: textbook]. Voronezh: Izdat-Chernozemie; 2019. 581 p. (In Russ.).

16. Fedotov V.A., Karasev G.N. Intensivnaya tekhnologiya vozdel'yvaniya ozimoy pshenitsy [Intensive technology of winter wheat cultivation]. Voronezh: Central Chernozem Publishing House; 1987. 192 p. (In Russ.).

17. Tsydygov B.S., Sobolev V.A., Batudaev A.P. Vliyanie gidrotermicheskogo koeffitsienta na urozhajnost' zerna yarovoj pshenitsy pri razlichnykh srokkakh poseva i norm vyseva zerna na chernozemnoj pochve v stepnoj zone Buryatii [Influence of the hydrothermal coefficient on the grain yield of spring wheat at different sowing dates and seeding rates on chernozem soil in the steppe zone of Buryatia]. *Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skokozyajstvennoj akademii imeni V.R. Filippova = Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov*. 2022;4(69):32-39. DOI: 10.34655/bgsha.2022.69.4.004. (In Russ.).

18. Yakushkin I.V. Rasteniyevodstvo: uchebnik. 2-e izd. [Crop Production: textbook. 2nd edition]. Moscow: Sel'khozizdat, 1953. 716 p. (In Russ.).

Информация об авторах

С.В. Кадыров – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ksabir@yandex.ru.

Н.В. Подлесных – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», env.05@mail.ru.

В.А. Задорожная – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», valyaz2015@mail.ru.

В.Н. Образцов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ovenenn@mail.ru.

Information about the authors

S.V. Kadyrov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, ksabir@yandex.ru.

N.V. Podlesnykh, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, env.05@mail.ru.

V.A. Zadorozhnaya, Candidate of Agricultural Sciences, Docent, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, valyaz2015@mail.ru.

V.N. Obratsov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, ovenenn@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 23.08.2023; одобрена после рецензирования 24.09.2023; принята к публикации 26.09.2023.

The article was submitted 23.08.2023; approved after reviewing 24.09.2023; accepted for publication 26.09.2023.

© Кадыров С.В., Подлесных Н.В., Задорожная В.А., Образцов В.Н., 2023