

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья
УДК 633.11(470.32)
DOI: 10.53914/issn2071-2243_2022_3_59

Потенциальная урожайность твердой озимой пшеницы
и возможность ее возделывания в условиях ЦЧР

Надежда Владимировна Подлесных^{1✉}, Сабир Вагидович Кадыров²

^{1,2}Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия
¹env.05@mail.ru✉

Аннотация. Представлены результаты исследований, показывающие возможность возделывания в Воронежской области озимой твердой и мягкой пшеницы. По статистическим данным за 2019 г., озимая пшеница занимает ведущее место в структуре посевных площадей РФ (19,8%) в целом и Воронежской области (28,6%) в частности, при этом в ЦЧР доля мягкой пшеницы превышает долю твердой. Особенности выращивания твердой озимой пшеницы малоизучены, несмотря на то что эта культура на сегодняшний день высоко востребована, так как только из сортов твердой пшеницы производят высококачественные макаронные изделия, а также булгур и кус-кус. По данным Центрально-Черноземного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, на территории ЦЧР достаточное количество радиационных ресурсов – от 2,2 до 3,5 млрд ккал/га. Расчет потенциально возможной урожайности в условиях Воронежской области показал, что при приходе ФАР 115,5 кДж/см² урожайность твердой пшеницы может достигать от 54,2 ц/га (при КПД ФАР 2%) до 81,3 ц/га (при КПД ФАР 3%), мягкой – соответственно от 60,2 до 90,2 ц/га. Однако фактическая продуктивность твердой озимой пшеницы значительно ниже в связи с тем, что она менее пластична к условиям внешней среды и в большей степени зависит от погодных условий (по сравнению с мягкой пшеницей). По результатам исследований авторов, проводимых на территории УНТЦ «Агротехнология» Воронежского ГАУ, в среднем за 2005/2006–2020/2021 гг. урожайность твердой озимой пшеницы составила 37,6 ц/га, мягкой – 44,6 ц/га, и только в 2008 г. была получена урожайность, близкая к потенциально возможной (твердая пшеница – 69,1 ц/га, мягкая – 71,8 ц/га). Показано, что для формирования потенциально возможной урожайности необходимо оптимизировать все факторы жизни растений, в том числе создать благоприятный экологический режим, повысить интенсивность и продуктивность фотосинтеза.

Ключевые слова: твердая и мягкая озимая пшеница, фотосинтетическая активная радиация (ФАР), КПД ФАР, потенциально возможная урожайность, территория Центрально-Черноземного региона

Для цитирования: Подлесных Н.В., Кадыров С.В. Потенциальная урожайность твердой озимой пшеницы и возможность ее возделывания в условиях ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15, № 3(74). С. 59–64. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_3_59–64.

GENERAL SOIL MANAGEMENT AND
CROP SCIENCE (AGRICULTURAL SCIENCES)

Original article

Potential yield of hard winter wheat variety
and justification of possibility of its cultivation
in conditions of the Central Chernozem Region

Nadezhda V. Podlesnykh^{1✉}, Sabir V. Kadyrov²

^{1,2} Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia
¹env.05@mail.ru✉

Abstract. The authors present the results of studies showing the possibility of hard and soft winter wheat cultivation in conditions of Voronezh Oblast. According to statistics for 2019, winter wheat occupies a leading place in the structure of the sown areas in the Russian Federation (19.8%) in general and Voronezh Oblast (28.6%) in particular, while the share of soft wheat in the CChR exceeds the share of hard wheat. Peculiar features of hard winter wheat cultivation are rather poorly studied, despite the fact that this crop is in demand today, since only high-quality pasta is produced from hard winter wheat varieties, as well as bulgur and couscous. According to the Central Chernozem Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring data, there is a sufficient amount of radiation resources on the territory of the CChR, i.e. from 2.2 to 3.5 billion kcal/ha. The calculation of the potential yield of winter wheat in conditions of Voronezh Oblast showed that when photosynthetic active radiation is equal to 115.5 kJ/cm² hard winter wheat crop productivity can be in the interval from 54.2 c/ha (at PAR efficiency of 2%) to 81.3 c/ha (at PAR efficiency of 3%), whereas the potential yield of soft winter wheat can be in the interval from 60.2 to 90.2 c/ha, respectively. However, the actual productivity of hard winter wheat is significantly lower due to the fact that it is less plastic to environmental conditions and more dependent on weather conditions (compared with soft wheat). According to the results of the authors' research conducted on the territory of "Agrotechnology" Scientific Educational and Technological Center of Voronezh State Agrarian University, on average for 2005/2006-2020/2021 the yield of hard

and soft winter wheat was 37.6 and 44.6 c/ha, respectively. Only in 2008 the yield was proximal to the potential, i.e. hard wheat was 69.1 c/ha and soft wheat was 71.8 c/ha. It is defined that in order to form a potentially possible yield, it is necessary to optimize all factors of plant life, including creating a favorable ecological regime, increasing the intensity and productivity of photosynthesis.

Keywords: hard and soft winter wheat, photosynthetic active radiation (PAR), PAR efficiency, potential yield, Central Chernozem Region (CChR) territory

For citation: Podlesnykh N.V., Kadyrov S.V. Potential yield of hard winter wheat variety and justification of possibility of its cultivation under conditions of the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(3):59-64. (In Russ.). https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_3_59-64.

О зимая пшеница в России, особенно в республиках и областях умеренного климата, является ведущей зерновой культурой, наиболее ценной и высокоурожайной. По данным службы государственной статистики, озимая пшеница занимает наибольшее количество посевных площадей РФ – 15835,174 тыс. га, что в структуре посевных площадей составляет 19,8% [3]. В Воронежской области площади посева озимой пшеницы наибольшие по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами, так как на ее долю приходится 28,6% (рис. 1).

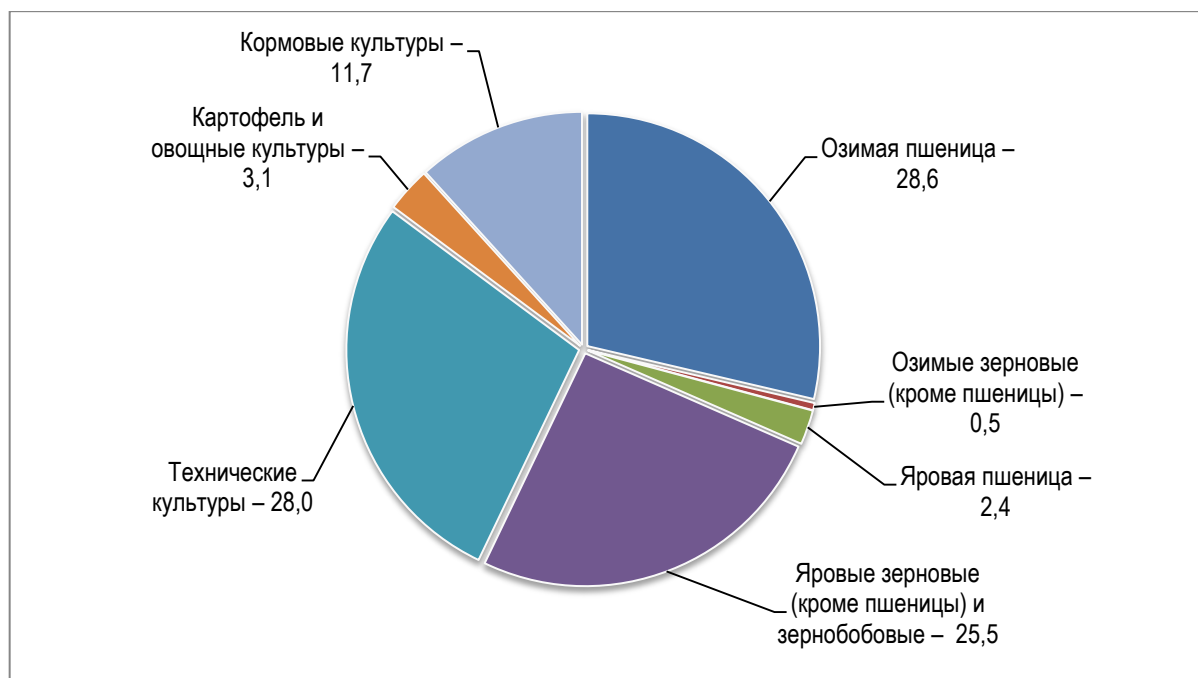


Рис. 1. Структура посевных площадей Воронежской области в 2019 г., %

В основном культура представлена озимой мягкой пшеницей, которая наиболее изучена, имеет лучшую зимостойкость и большую продуктивность по сравнению с озимой твердой пшеницей. Озимая твердая пшеница – культура относительно новая и малоизученная в условиях Центрально-Черноземного региона. В настоящее время она пользуется высоким спросом на российском рынке, что подтверждается увеличивающимися объемами производства макарон из твердых сортов, булгура и кус-куса. По словам директора информационно-аналитического департамента Российского зернового союза Сергея Шаховца, точных данных о количестве твердых сортов нет. Специально выделять и учитывать твердые сорта не принято, и если такая статистика ведется, то только на региональном уровне. По мнению эксперта, это связано с тем, что твердая пшеница выращивается в основном под заказ конкретных перерабатывающих компаний, таких как «Макфа» «Лимак», «Алтан» и др. [12].

В Центральной России твердая пшеница – редкий гость, хотя и очень востребована, так как 60% переработчиков сосредоточено именно в этом регионе европейской части России. В ЦЧР озимая твердая пшеница возделывается лишь на небольших пло-

шадях Аннинского и Хохольского районов Воронежской области и в некоторых южных районах Липецкой области. Это объясняется климатическими особенностями регионов и агротехнологиями, которые требуют серьезных вложений, а также невысокими закупочными ценами на сорта твердой пшеницы [2, 4, 9, 13–16].

В условиях производства любой культуры, в том числе и озимой пшеницы, для создания максимально возможной потенциальной урожайности требуются оптимальные значения факторов жизни: света, тепла, влаги и питания растений. Формирование продуктивности происходит за счет процесса фотосинтеза, на интенсивность которого влияет суммарный приход фотосинтетической активной радиации (ФАР) за период вегетации культуры.

По данным ФГБУ «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» территория ЦЧР располагает значительными радиационными ресурсами – от 2,2 до 3,5 млрд ккал/га. Информация о месячных и годовых суммах солнечной радиации за последние 20 лет представлена в таблице 1 [5, 6, 10, 11].

Таблица 1. Месячные и годовые суммы суммарной солнечной радиации (пункт наблюдения – Воронеж)

Месяцы												За год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Суммарная солнечная радиация, вКт·ч/м ² [10]												
30,7	60,1	117	129	169	166	176	151	120	81,8	50,3	37,1	1245
Суммарная солнечная радиация, кДж/см ² [11]												
8,4	14,2	28,9	38,5	56,5	62,0	59,0	47,3	32,6	17,6	8,0	5,0	
Поступление ФАР, кДж/см ² (по Е.П. Барашковой и др.) [5]												
4,19	7,12	14,65	19,3	28,5	30,98	29,3	23,86	12,56	8,79	4,19	2,51	186

Не вся солнечная радиация используется озимой пшеницей в процессе фотосинтеза. При обычной агротехнике посевы используют приходящую энергию ФАР с коэффициентом полезного действия (КПД) 0,5–1,0%. КПД ФАР зависит от многих факторов: биологических особенностей культуры, плодородия почвы, питания, климатических условий, применяемой агротехники [5, 7, 8].

По данным прихода ФАР за период вегетации озимой твердой и мягкой пшеницы рассчитали потенциальный урожай изучаемой культуры при разных КПД ФАР (табл. 2). Хорошие урожаи для ЦЧР обеспечиваются при усвоении ФАР на уровне 2–3%.

Таблица 2. Потенциальная продуктивность озимой твердой и мягкой пшеницы при различном использовании ФАР, ц/га

Приход ФАР за период вегетации, кДж/см ²	КПД ФАР, %										
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
Твердая пшеница											
115,47	13,5	27,1	40,6	54,2	67,7	81,3	94,8	108,4	121,9	135,5	149,0
Мягкая пшеница											
110,77	15,0	30,1	45,1	60,2	75,2	90,2	105,3	120,3	135,4	150,4	165,4

Расчеты показывают, что в условиях Воронежской области при приходе ФАР 115,47 кДж/см² и при 2% КПД ФАР продуктивность озимой твердой пшеницы может достигать 54,2 ц/га, а при 3% – 81,3 ц/га. Потенциальная продуктивность озимой мяг-

кой пшеницы выше (при 2% КПД ФАР – 60,2 ц/га, а при 3% – 75,2 ц/га), даже несмотря на то, что ее вегетационный период в среднем меньше на 5 дней и приход ФАР составляет 110,77 кДж/см². Но фактически получаемая урожайность изучаемой культуры значительно ниже у обоих изучаемых видов озимой пшеницы.

По данным наших исследований, проводимых на полях Воронежского ГАУ, максимальная урожайность, приближенная к потенциально возможной, была получена в 2008 г. и составила у твердой озимой пшеницы 69,1 ц/га, у мягкой – 71,8 ц/га (рис. 2, 3). Этому способствовали благоприятные погодные условия: продолжительная теплая осень с нормальным увлажнением в 2007 г., ранее наступление ВВВВ и умеренно влажная теплая погода в весенний период 2008 г. В среднем за 16 лет исследований урожайность твердой озимой пшеницы составила 37,6 ц/га, а мягкой озимой пшеницы – 44,6 ц/га, т. е. на 7 ц/га, или 18,6%, больше.

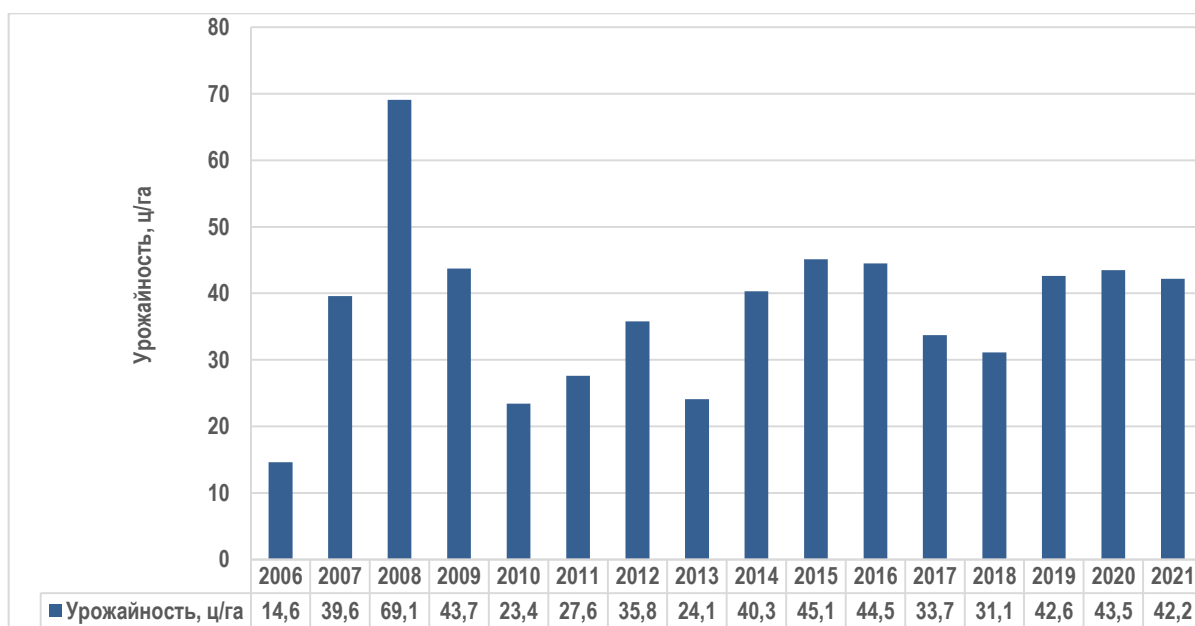


Рис. 2. Урожайность твердой озимой пшеницы в условиях Воронежской области, ц/га

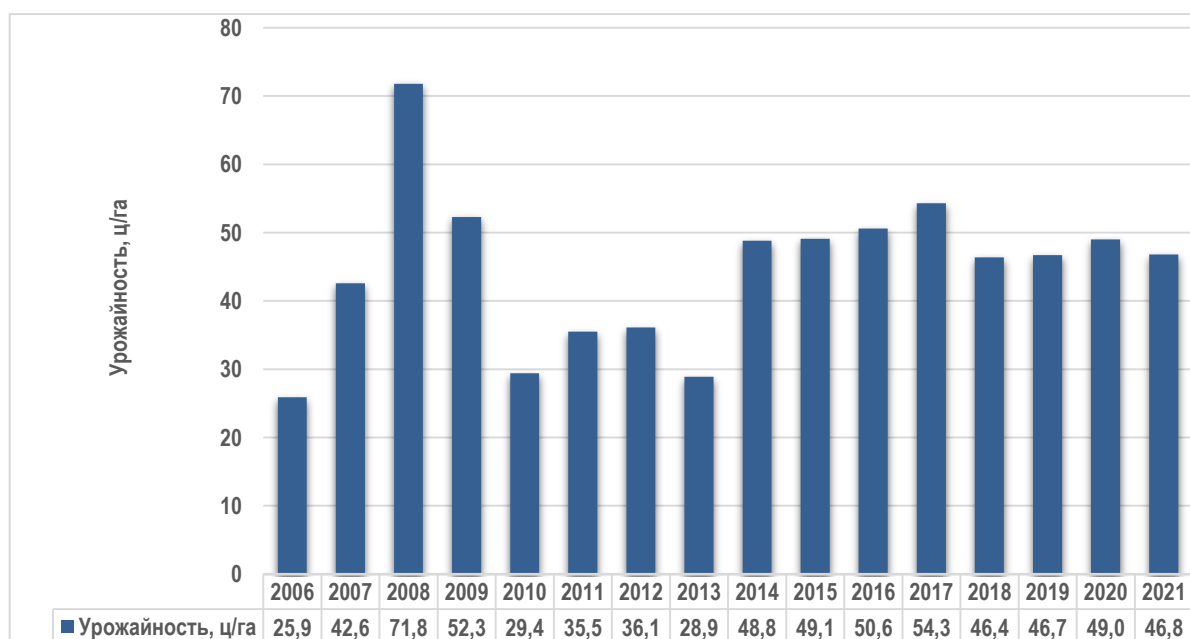


Рис. 3. Урожайность мягкой озимой пшеницы в условиях Воронежской области, ц/га

Такая разница в урожайности обусловлена недостаточной площадью листовой поверхности в начале вегетации и наличием фотосинтетически неактивных листьев в посевах твердой пшеницы из-за их физиологического возраста [5].

Одной из причин низкой и неустойчивой урожайности твердой озимой пшеницы также является зависимость формирования элементов структуры урожая от погодных условий. Установлено, что твердая озимая пшеница менее пластична к условиям внешней среды и в большей степени зависит от погодных условий по сравнению с мягкой пшеницей. По результатам проведенных исследований наименьшая урожайность была получена в 2006 г. (твердая озимая пшеница – 14,6 ц/га, мягкая – 25,9 ц/га), когда среднесуточная температура за период от посева до уборки составила всего 3,9°C, минимальная температура опускалась до –31,3°C (19 января), при этом количество осадков составило 271 мм [1].

Таким образом, проведенный анализ позволяет сделать вывод, что радиационный режим Центрального Черноземья позволяет выращивать не только мягкую озимую, но и обладающую более качественным зерном твердую пшеницу при достаточно высокой продуктивности – 6–8 т/га. Однако для формирования такого уровня урожайности необходимо оптимизировать все факторы жизни растений, в том числе создать благоприятный экологический режим, повысить интенсивность и продуктивность фотосинтеза.

Список литературы

1. Архив погоды в Воронеже // Официальный сайт ООО «Расписание погоды» [Электронный ресурс]. URL: https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Воронеже (дата обращения: 19.02.2022).
2. Буюкли П.И. Твердая озимая пшеница. Кишинев: Штиинца, 1983. 224 с.
3. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) // Официальный сайт Росстата [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/emiss> (дата обращения: 19.02.2022).
4. 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.
5. Кадыров С.В., Федотов В.А. Технологии программированных урожаев в ЦЧР: справочник. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2005. 544 с.
6. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур: справочник; 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Росагропромиздат, 1989. 368 с.
7. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва: Изд-во АН СССР, 1961. 136 с.
8. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. Москва: Изд-во АН СССР, 1956. 92 с.
9. Романенко А.А., Беспалова Л.А., Мудрова А.А. и др. Технологии возделывания озимой твердой пшеницы в Краснодарском крае. Краснодар: ЭДВИ, 2005. 62 с.
10. Солнечная инсоляция в городах России и СНГ // Официальный сайт ООО ПК «АНДИ Групп» [Электронный ресурс]. URL: <https://andi-grupp.ru/informatsiya/stati/solnechnaya-insolyatsiya-v-gorodakh-rossii/> (дата обращения: 19.02.2022).
11. Солнечная радиация. Таблицы инсоляции // Официальный сайт ООО «АльтЭнго» [Электронный ресурс]. URL: http://net220.ru/poleznye_statii/solnechnaya_radiatsiya_tablicy_insolyacii/ (дата обращения: 19.02.2022).
12. Твердая наука // Деловое издание для инвесторов в АПК и руководителей «Агроинвестор» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/14739-tverdaya-nauka/> (дата обращения: 19.02.2022).
13. Федотов В.А., Кадыров С.В., Щедрина Д.И. и др. Растениеводство Центрального Черноземья России: учебник. Воронеж: ООО «Издательство Черноземье», 2019. 581 с.
14. Федотов В.А., Подлесных Н.В., Цыкалов А.Н. и др. Озимая твердая и тургидная пшеница в ЦЧР: монография; под общ. ред. проф. В.А. Федотова. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. 223 с.
15. Федотов В.А., Карасев Г.Н. Интенсивная технология возделывания озимой пшеницы. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное издательство, 1987. 192 с.
16. Якушкин И.В. Растениеводство: учебник. 2-е изд. Москва: Сельхозиздат, 1953. 716 с.

References

1. Arhiv pogody v Voronezhe // Ofitsial'nyj sayt OOO «Raspisanie pogody» [Weather archive in Voronezh. Official website of OOO "Raspisanie pogody"]. URL: https://rp5.ru/Arhiv_pogody_v_Voronezhe. (In Russ.).
2. Buyukli P.I. Tverdaya ozimaya pshenitsa [Hard winter wheat]. Kishinev: Shtiintsa; 1983. 224 p. (In Russ.).
3. Edinaya mezhvedomstvennaya informatsionno-statisticheskaya sistema (EMISS) // Ofitsial'nyj sayt Rosstat [Unified Interdepartmental Information and Statistical System (EMISS). Official website of Rosstat]. URL: <https://rosstat.gov.ru/emiss>. (In Russ.).
4. Ermakova N.V. Osobennosti razvitiya, formirovaniya urozhaya i kachestva zerna ozimoy tverdoj i turgidnoj pshenitsy 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.).
5. Kadyrov S.V., Fedotov V.A. Tekhnologii programmirovannykh urozhaev v CChR: spravochnik [Technologies of programmed yields in the Central Chernozem Region]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2005. 544 p. (In Russ.).
6. Kayumov M.K. Programmirovaniye produktivnosti polevykh kul'tur: spravochnik; 2-e izd., pererab. i dop. [Field crops yield programming: guide; 2nd edition, revised and enlarged]. Moscow: Rosagropromizdat, 1989. 368 p. (In Russ.).
7. Nichiporovich A.A., Stroganova L.E., Chmora S.N. Fotosinteticheskaya deyatel'nost' rastenij v posevakh [Photosynthetic activity of plants in crop plantings]. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR; 1961. 136 p. (In Russ.).
8. Nichiporovich A.A. Fotosintez i teoriya polucheniya vysokikh urozhaev [Photosynthesis and the theory of obtaining high yields]. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR; 1956. 92 p. (In Russ.).
9. Romanenko A.A., Bespalova L.A., Mudrova A.A. et al. Tekhnologii vozdeleyvaniya ozimoy tverdoj pshenitsy v Krasnodarskom krae [Technologies for cultivation of winter hard wheat in Krasnodar territory]. Krasnodar: EDVI; 2005. 62 p. (In Russ.).
10. Solnechnaya insolyatsiya v gorodakh Rossii i SNG. Ofitsial'nyj sayt OOO PK "ANDI Grupp" [Solar insolation in the cities of Russia and the CIS. Official website of OOO Production Company ANDI Group]. URL: <https://andi-grupp.ru/informatsiya/stati/solnechnaya-insolyatsiya-v-gorodakh-rossii/>. (In Russ.).
11. Solnechnaya radiatsiya. Tablitsy insolyatsii. Ofitsial'nyj sayt OOO "Al'tEngo" [Solar radiation. Solar tables. Official website of OOO Al'tEngo]. URL: http://net220.ru/poleznye_statii/solnechnaya_radiatsiya_tablitsy_insolyatsii/. (In Russ.).
12. Tverdaya nauka [Durum Science]. Delovoe izdanie dlya investorov v APK i rukovoditelej "Agroinvestor" [Business edition for investors and administrators in the sphere of AIC]. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/14739-tverdaya-nauka/>. (In Russ.).
13. Fedotov V.A., Kadyrov S.V., Shchedrina D.I. et al. Rasteniyevodstvo Tsentral'nogo Chernozem'ya Rossii: uchebnik [Crop Production in the Central Chernozem Region: textbook]. Voronezh: OOO Izdat-Chernozemie; 2019. 581 p. (In Russ.).
14. Fedotov V.A., Podlesnykh N.V., Tsykalov A.N. et al. Ozimaya tverdaya i turgidnaya pshenitsa v CChR: monografiya; pod obshchej redaktsiej prof. V.A. Fedotova [Hard winter and turgid wheat in the Central Chernozem Region: monograph; under the general editorship of prof. V.A. Fedotov]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2016. 223 p. (In Russ.).
15. Fedotov V.A., Karasev G.N. Intensivnaya tekhnologiya vozdeleyvaniya ozimoy pshenitsy. Voronezh: Central ChHrnomez Publishing House; 1987. 192 p. (In Russ.).
16. Yakushkin I.V. Rasteniyevodstvo: uchebnik. 2-e izd. [Crop Production: textbook. 2nd edition]. Moscow: Sel'khozizdat; 1953. 716 p. (In Russ.).

Информация об авторах

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.

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.

Information about the authors

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.

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

Статья поступила в редакцию 23.04.2022; одобрена после рецензирования 15.06.2022; принята к публикации 29.06.2022.

The article was submitted 23.04.2022; approved after revision 15.06.2022; accepted for publication 29.06.2022.

© Подлесных Н.В., Кадыров С.В., 2022