

4.1.1. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО  
(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)

Научная статья  
УДК 633.11(470.32)  
DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2023\_3\_13

EDN: UOYPHX

**Биологический потенциал и перспективы повышения  
продуктивности твердой яровой пшеницы в условиях ЦЧР**

Надежда Владимировна Подлесных<sup>1✉</sup>, Сабир Вагидович Кадыров<sup>2</sup>,  
Владимир Николаевич Образцов<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I,  
Воронеж, Россия

<sup>1</sup>env.05@mail.ru✉

**Аннотация.** Представлены результаты исследований, проведенных с целью выявления возможности возделывания твердой и мягкой яровой пшеницы в условиях Центрального Черноземья (Воронежской области). Зерно твердой пшеницы характеризуется высокой стекловидностью эндосперма и высококачественной клейковиной, обладающей высокой упругостью. В мире на долю твердой пшеницы приходится около 9% валового производства зерна, что составляет 30–35 млн т в год. Основными производителями твердой пшеницы являются Канада, Италия, Турция. Министерство сельского хозяйства РФ в 2022 г. поставило задачу увеличить в ближайшей перспективе производство твердой пшеницы за счет планомерного расширения посевных площадей и внедрения интенсивных более урожайных сортов и технологий. По данным ФГБУ «Центрально-Черноземное управление 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 твердой яровой пшеницы в условиях Воронежской области показал, что при приходе ФАР 101,65 кДж/см<sup>2</sup> и при 2% КПД ФАР ее продуктивность может достигать 48,8 ц/га, а при 3% – 73,2 ц/га. Потенциальная продуктивность твердой яровой мягкой пшеницы ниже (при 2% КПД ФАР – 47,7 ц/га, а при 3% – 71,5 ц/га), за счет того, что вегетационный период в среднем меньше на 5 дней и приход ФАР составляет 96,95 кДж/см<sup>2</sup>. Действительно возможная урожайность твердой яровой пшеницы ниже потенциальной, но за последние годы в ЦЧР прослеживается тенденция ее увеличения вследствие изменения климатических условий (роста количества осадков за период вегетации). Показана возможность выращивания твердой яровой пшеницы с высоким качеством зерна и продуктивностью, достигающей 4,5–5,5 т/га.

**Ключевые слова:** твердая и мягкая яровая пшеница, фотоактивная синтетическая радиация (ФАР), КПД ФАР, потенциально возможная урожайность, действительно возможная урожайность

**Для цитирования:** Подлесных Н.В., Кадыров С.В., Образцов В.Н. Биологический потенциал и перспективы повышения продуктивности твердой яровой пшеницы в условиях ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 3(78). С. 13–21. [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_3\\_13-21](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_3_13-21).

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

Original article

**Biological potential and prospects for increasing the productivity  
of hard spring wheat in the conditions of the Central Chernozem Region**

Nadezhda V. Podlesnykh<sup>1✉</sup>, Sabir V. Kadyrov<sup>2</sup>, Vladimir N. Obratsov<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup>Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

<sup>1</sup>env.05@mail.ru✉

**Abstract.** The authors present the results of research conducted in order to confirm the possibility of cultivating hard and soft spring wheat in the conditions of the Central Chernozem Region (Voronezh Oblast). Hard wheat grain is characterized by high vitreousness of endosperm and high-quality gluten with high resilience. In the world, hard wheat accounts for about 9% of gross grain production, which is 30-35 million tons per year. The main producers of hard wheat are Canada, Italy, and Turkey. In 2022 the Ministry of Agriculture of the Russian Federation set the task of increasing the production of hard wheat in the near future through systematic expansion of crop acreage and implementation of more productive intensive cultivars and technologies. According to the Federal State Budgetary Institution "Central Chernozem Administration for Hydrometeorology and Environmental Monitoring", there is a sufficient amount of radiation resources in the territory of the Central Chernozem Region (from 2.2 to 3.5 billion kcal/ha). The calculation of the potential yield of hard spring wheat in the conditions of Voronezh Oblast has shown that with the inflow of 101.65 kJ/cm<sup>2</sup> of photosynthetically active radiation (PAR) and 2% PAR efficiency the productivity of

hard spring wheat can reach 48.8 c/ha, and 73.2 c/ha at 3% PAR efficiency. The potential productivity of soft spring wheat is lower (47.7 c/ha at 2% PAR efficiency, and 71.5 c/ha at 3% PAR efficiency) due to the fact that its growing season is shorter by 5 days on average and PAR inflow is 96.95 kJ/cm<sup>2</sup>. The actually possible yield of spring wheat is lower than potential, but in the Central Chernozem Region in recent years there has been a trend towards increasing the actually possible yield due to changes in climatic conditions (e.g. an increase in the amount of precipitation during the growing season). The research has shown the possibility of growing hard spring wheat with high grain quality and productivity reaching 4.5-5.5 tons/ha.

**Key words:** hard and soft spring wheat, photosynthetically active radiation (PAR), PAR efficiency, potentially possible yield, actually possible yield

**For citation:** Podlesnykh N.V., Kadyrov S.V., Obraztsov V.N. Biological potential and prospects for increasing the productivity of hard spring wheat in the conditions of the Central Chernozem Region. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(3):13-21. (In Russ.). [https://doi.org/10.53914/issn2071-2243\\_2023\\_3\\_13-21](https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2023_3_13-21).

Пшеница является одной из наиболее востребованных в мире продовольственных культур. На ее долю приходится 1/3 часть всех посевов зерновых. Пшеница твердая – второй по распространению вид пшеницы на земном шаре. Ее зерно характеризуется высокой стекловидностью эндосперма и высококачественной клейковиной, обладающей высокой упругостью. Содержание белка составляет от 13 до 23%, стекловидность – от 70 до 90%. В отличие от пшеницы мягкой, крахмал пшеницы твердой имеет кристаллическую форму, не разрушаемую при размоле. Среди минеральных элементов преобладают Si, B, Va, Mn, Se, Mo, P, Co, Cu. В зерне также присутствуют такие витамины, как B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>7</sub>, B<sub>9</sub>, K, E, A, бета-каротин [3, 18, 26–29].

Из зерна пшеницы производят муку для разнообразных хлебобулочных (хлеб, бараночные и сухарные продукты), макаронных и кондитерских изделий, крупы (манная, пшеничная, булгур, кус-кус, фрикe и др.), которые пользуются постоянным спросом населения. При употреблении изделий из твердой пшеницы человек не поправляется, так как крахмал пшеницы твердой не усваивается организмом. Помимо продовольственного значения твердая пшеница имеет и кормовое: зерно пшеницы твердой 5-го класса идет на кормовые цели и используется при производстве комбикормов. В 1 кг зерна содержится 1,2 к. ед. [18, 19, 26].

Не стоит забывать и о лекарственном значении этой культуры. Экстракт зародышей пшеницы применяется как иммуномодулятор, увеличивающий сопротивляемость организма действию внешних стрессов; как средство, ускоряющее заживление ожогов, ран, язв; как антиоксидант, укрепляющий стенки сосудов, препятствующий старению и развитию опухолей. Пшеничные отруби снижают риск сердечно-сосудистых заболеваний и предотвращают ожирение [18].

В мире доля зерна твердой пшеницы составляет около 9% валового производства (около 30–35 млн т в год). Основными производителями твердой пшеницы являются Канада, Италия, Турция (табл. 1). При этом, по оценкам экспертов, на внешний рынок идет всего около 8–9 млн т ежегодно, остальное зерно пшеницы твердых сортов производится для обеспечения внутренних потребностей стран [4, 7, 19, 26].

В РФ сбор статистической информации относительно площади посева, учета урожая пшеницы твердых сортов отдельно не ведется, деление на мягкие и твердые сорта отсутствует. Сложности в подсчетах статистики возникают еще и потому, что многие сельхозпроизводители называют «твердой» мягкую твердозерную пшеницу с высокой стекловидностью (более 65%). Но стекловидность настоящей твердой пшеницы должна быть не менее 70% [19]. По данным Министерства сельского хозяйства РФ, в 2022 г. посевы твердой пшеницы составили 790 тыс. га, что превысило среднесулетние значения за последние 5 лет (650–700 тыс. га с 2017 г.). В ближайшей перспективе появится возможность увеличить производство твердой пшеницы за счет планомерного расширения посевных площадей и внедрения интенсивных более урожайных сортов и технологий. Таким образом, ведомство рассчитывает увеличить валовый сбор твердой пшеницы к 2025 г. до 1,8 млн т [6, 11].

Таблица 1. Основные производители твердой пшеницы (по данным Международного совета по зерну (IGC), средние данные за 2002–2019 г. [7])

Страна производитель	Производство твердой пшеницы		
	млн т	млн га	т/га
Канада	5,5	2,3	2,1
Италия	4,2	1,4	3,0
Турция	3,8	1,5	2,1
Марокко	2,2	1,0	1,4
Франция	2,1	0,4	4,8
Мексика	2,1	0,2	4,5
Алжир	2,0	1,1	1,4
США	2,0	1,1	2,3
Испания	1,2	0,5	2,4
Греция	1,2	0,6	2,0
Индия	1,1	0,7	2,0
Китай	1,0	0,3	3,3
Сирия	0,9	1,1	2,5
Тунис	0,9	0,7	1,8
<b>Россия</b>	<b>0,8</b>	<b>0,65</b>	<b>2,0</b>
Казахстан	0,5	2,3	1,1

Планируемое увеличение производства твердой пшеницы связано с ее дефицитом, о чем в сентябре 2021 г. заявили представители предприятий-переработчиков, изготавливающих макаронные изделия и крупы (АО «Макфа», ООО «Альянс», АО «Лима», ООО «Алтан», АО «СИ Групп», ООО «Барилла Рус» и др.) [11].

В настоящее время около 80% урожая твердой пшеницы собирается в Алтайском крае, Оренбургской, Челябинской, Омской, Саратовской, Самарской и Волгоградской областях [11].

Для достижения максимальной потенциальной урожайности яровой пшеницы в производственных условиях необходимо оптимально управлять факторами, такими как освещение, тепло, влага и питание растений. Рост и развитие растений, а следовательно, и продуктивность, определяются процессом фотосинтеза, который зависит от интенсивности фотосинтетически активной радиации (ФАР) в течение всего периода вегетации культуры [8, 15, 16, 25].

Таблица 2. Поступление солнечной радиации, пункт наблюдения – Воронеж

Месяц	Месячные и годовые суммы		
	Суммарная солнечная радиация, вКт·ч/м <sup>2</sup> [21]	Суммарная солнечная радиация, кДж/см <sup>2</sup> [22]	Поступление ФАР, кДж/см <sup>2</sup> [8]
Январь	30,7	8,4	4,19
Февраль	60,1	14,2	7,12
Март	117,0	28,9	14,65
Апрель	129,0	38,5	19,30
Май	169,0	56,5	28,50
Июнь	166,0	62,0	30,98
Июль	176,0	59,0	29,30
Август	151,0	47,3	23,86
Сентябрь	120,0	32,6	12,56
Октябрь	81,8	17,6	8,79
Ноябрь	50,3	8,0	4,19
Декабрь	37,1	5,0	2,51
За год	1288,0	378,0	185,95

Данные, предоставленные ФГБУ «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», показывают, что территория ЦЧР обладает значительными радиационными ресурсами, которые колеблются в пределах от 2,2 до 3,5 млрд ккал на гектар. В таблице 2 приведены данные о ежемесячной и годовой сумме солнечной радиации за последние 20 лет [1, 7, 10, 14].

Используя данные о приходе фотосинтетически активной радиации (ФАР) в течение вегетационного периода яровой твердой и мягкой пшеницы, провели расчет потенциального урожая для исследуемой культуры при разных КПД ФАР, что отражено в таблице 3. Из результатов видно, что для достижения хороших урожаев на территории ЦЧР необходимо достигать усвоения ФАР на уровне 2–3%.

**Таблица 3. Потенциальная продуктивность яровой твердой и мягкой пшеницы при различном использовании ФАР, ц/га**

Приход ФАР за период вегетации, кДж/см <sup>2</sup>	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											
101,65	12,2	24,4	36,6	48,8	61,0	73,2	85,4	97,6	109,8	122,0	134,2
Мягкая пшеница											
96,95	11,9	23,9	35,8	47,7	59,6	71,5	83,4	95,3	107,2	119,1	131,0

В условиях Воронежской области при приходе ФАР 101,65 кДж/см<sup>2</sup> и при 2% КПД ФАР продуктивность яровой твердой пшеницы может достигать 48,8 ц/га, а при 3% – 73,2 ц/га. Потенциальная продуктивность яровой мягкой пшеницы ниже (при 2% КПД ФАР – 47,7 ц/га, а при 3% – 71,5 ц/га), за счет того, что вегетационный период в среднем меньше на 5 дней и приход ФАР составляет 96,95 кДж/см<sup>2</sup>. Но фактически получаемая урожайность культуры значительно ниже у обоих изучаемых видов озимой пшеницы.

В ЦЧР площади посева твердой пшеницы незначительны, хотя для Черноземья *Triticum durum* не является новой культурой. По мнению аграриев, в 60-е годы XX в. ее возделывали на площади до 150 тыс. га. С развитием в стране свиноводства возрос спрос на ячмень, посевы которого в яровом клине в свое время заместили твердые сорта пшеницы [7, 20, 23, 24].

Почвенно-климатические условия ЦЧР для возделывания твердой пшеницы как яровой [17], так и озимой [5] вполне благоприятны. Отметим, что твердая пшеница меньше страдает от ржавчины, мучнистой росы и головни, от гессенской и шведской мушек, а ее транспирационный коэффициент (расход воды на создание 1 ед. сухого вещества) ниже, чем у мягкой пшеницы: мягкая яровая – 415, твердая – 406; мягкая озимая – 450, твердая – 420, что является преимуществом в условиях ЦЧР, где лимитирующим урожайность фактором является влага [10, 12, 13, 17].

По данным многолетних исследований, проводившихся в Рамонском районе Воронежской области с 1945 по 2014 г., среднегодовая температура воздуха увеличилась на 3,5°, а количество осадков – на 150 мм. Осадки выпадают преимущественно в виде ливней, и за несколько дней может выпасть их месячная норма, что негативно сказывается на состоянии сельскохозяйственных культур [10].

Таблица 4. Погодные условия Воронежской области [1]

Период	Температура, °С			Количество осадков за период вегетации, мм	Число дней с осадками за период вегетации
	среднегодовая	абсолютный максимум	абсолютный минимум		
2022	8,2	32,6	-17,7	852	213
2021	8,4	35,7	-21,6	583	209
2020	9,5	38,0	-16,8	439	185
2019	9,0	33,8	-20,6	522	183
2018	7,7	33,3	19,8	611	185
2017	8,2	35,4	-25,4	643	217
2016	8,1	37,8	-23,6	789	220
2015	8,8	35,3	-23,5	532	179
2014	8,0	36,6	-29,5	434	168
2013	8,4	34,6	-19,4	643	198
2012	7,8	35,4	-27,8	382	161
2011	7,2	35,1	-26,0	140	140
2010	8,4	39,3	-31,7	189	89
2009	7,9	34,6	26,6	216	131
2008	8,2	36,0	-25,5	199	133
2007	8,3	36,3	-22,5	250	141
2006	6,6	33,6	-31,3	342	141
2005	8,4	32,4	-21,5	311	129

Уровень действительно возможной урожайности по лимитирующему в ЦЧР фактору – влагообеспеченность – определяют по формуле [8, 9]

$$Y_{дв} = \frac{100 (W_0 + P \times a + W_r - W_y)}{K_w} \times K_m,$$

где  $Y_{дв}$  – действительно возможная урожайность по влагообеспеченности, ц/га;  
 $W_0$  – запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на момент посева однолетних и возобновления вегетации многолетних культур (158 мм), мм;  
 $P$  – количество осадков, выпадающих за период вегетации культуры, мм;  
 $a$  – коэффициент полезного использования осадков (0,9);  
 $W_r$  – количество влаги, поступающей из грунтовых вод, мм (наблюдается в случае, если грунтовые воды располагаются на глубине до 3 м [2, 8]);  
 $W_y$  – запасы влаги на момент уборки культуры (40 мм), мм;  
 $K_w$  – коэффициент водопотребления (для твердой яровой пшеницы – 440, для мягкой – 430);  
 $K_m$  – коэффициент хозяйственной эффективности урожая при стационарной влажности (для современных низкорослых сортов твердой яровой пшеницы  $K_m$  может достигать 0,530, для мягкой яровой пшеницы – 0,550).

По результатам расчетов, приведенных в таблице 5, можно сделать вывод, что действительно возможная урожайность яровой пшеницы ниже потенциальной, но за последние годы в ЦЧР прослеживается тенденция ее увеличения вследствие изменения климатических условий (увеличения количества осадков за период вегетации).

Таблица 5. Действительно возможная урожайность мягкой и твердой яровой пшеницы в условиях лесостепи ЦЧР (Воронеж)

Период	Количество осадков за период вегетации культуры, мм	Количество влаги за период вегетации, мм	Действительно возможная урожайность по влагообеспеченности, ц/га	
			твердой пшеницы	мягкой пшеницы
2005	163	330,7	39,83	42,30
2006	113	285,7	34,41	36,54
2007	36	216,4	26,07	27,68
2008	72	248,8	29,97	31,82
2009	56	234,4	28,23	29,98
<b>Среднее за 2005/2009 гг.</b>	–	–	<b>31,70</b>	<b>33,67</b>
2010	90	265,0	31,92	33,90
2011	52	230,8	27,80	29,52
2012	6,8	190,1	22,90	24,32
2013	144	313,6	37,77	40,11
2014	150	319,0	38,43	40,80
<b>Среднее за 2010/2014 гг.</b>	–	–	<b>31,76</b>	<b>33,73</b>
2015	150	319,0	38,43	40,80
2016	246	405,4	48,83	51,85
2017	156	324,4	39,08	41,49
2018	191	355,9	42,87	45,52
2019	206	369,4	44,50	47,25
<b>Среднее за 2015/2019 гг.</b>	–	–	<b>42,74</b>	<b>45,38</b>
2020	176	342,4	41,24	43,80
2021	211	373,9	45,04	47,82
2022	212	374,8	45,15	47,94
<b>Среднее за 2020/2022 гг.</b>	–	–	<b>43,81</b>	<b>46,52</b>

По данным собственных исследований, в 2022 г. урожайность разных сортов яровой твердой пшеницы в условиях К(Ф)Х «Приволье» Липецкой области составила более 50 ц/га, а в условиях УНТЦ «Агротехнологии» Воронежского государственного аграрного университета (Воронеж) – более 40 ц/га.

Таким образом, учитывая радиационный режим, характерный для ЦЧР, а также достаточно благоприятные почвенно-климатические условия, выращивание яровой твердой пшеницы в условиях региона возможно при высоком качестве зерна и продуктивности, достигающей 4,5–5,5 т/га. Однако для достижения такой урожайности требуется оптимизация всех факторов, влияющих на жизнедеятельность растений, создание благоприятного экологического режима и повышение интенсивности и продуктивности фотосинтеза.

#### Список источников

1. Архив погоды в Воронеже [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООО «Расписание погоды». URL: [https://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Воронеже](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Воронеже) (дата обращения: 06.04.2023).
2. Бочаров В.Л., Бабкина О.А. Экологическая гидрогеология бассейна среднего течения реки Усмань (Воронежская область) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2001. № 12. С. 197–205.
3. Буюкли П.И. Твердая озимая пшеница. Кишинев: Штиинца, 1983. 224 с.
4. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс] // Официальный сайт Росстата. URL: <https://rosstat.gov.ru/emiss> (дата обращения: 19.02.2023).

5. 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.
6. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства: Концепция // Государственная программа «Перспективные процессы с.-х. производства». Пушино: Пушино научный центр Рос. акад. наук. Отд. науч.-техн. информации, 1995. 119 с.
7. Зайцева И. Возрождение твердой пшеницы [Электронный ресурс] // Сайт ИКАР – Институт Конъюнктуры Аграрного Рынка. Статьи экспертов. URL: <http://ikar.ru/articles/382.html> (дата обращения: 10.03.2023).
8. Кадыров С.В., Федотов В.А. Технологии программированных урожаев в ЦЧР: справочник. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2005. 544 с.
9. Каюмов М.К. Программирование продуктивности полевых культур: справочник; 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Росагропромиздат, 1989. 368 с.
10. Кравец М.В., Бартенев И.И., Борзенков С.П., Гаврин Д.С. Изменение климата и семеноводство сахарной свеклы в ЦЧР // Приемы и средства повышения продуктивности сахарной свеклы и других культур севооборота: сборник научных трудов. Воронеж: Воронежский ЦНТИ – филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2014. С. 87–90.
11. Максимова Е., Кулистикова Т. Минсельхоз рассчитывает увеличить производство твердой пшеницы. К 2025 году ее урожай может достигнуть 1,8 млн тон [Электронный ресурс] // Журнал «Агроинвестор». 21 января 2022. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/37398-minselkhoz-rasschityvaet-uvlechit-proizvodstvo-tverdou-pshenitsy/> (дата обращения: 10.03.2023).
12. Мальчиков П.Н., Мясникова М.Г. Сорты яровой твердой пшеницы для Средневолжского и Уральского регионов Российской Федерации // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29, № 10. С. 58–62.
13. Матвеева Н.В. Отзывчивость яровой пшеницы на предпосевную обработку семян регуляторами роста и микроудобрениями в северной лесостепи Тюменской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01. Тюмень, 2014. 26 с.
14. Мировой рынок твердой пшеницы и перспективы его развития [Электронный ресурс] // Центр селекции растений «Агролига». URL: [https://files.sk.ru/navigator/company\\_files/1121664/Агролига%20Премиальные%20сорты%20русского%20дурума.pdf](https://files.sk.ru/navigator/company_files/1121664/Агролига%20Премиальные%20сорты%20русского%20дурума.pdf) (дата обращения: 05.03.2023).
15. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва: Изд-во АН СССР, 1961. 136 с.
16. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. Москва: Изд-во Акад. наук СССР, 1956. 92 с.
17. 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. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_3\_59.
18. Пшеница твердая *Triticum durum* Desf. L. [Электронный ресурс] // Реклама для ООО «Сингента». URL: [https://www.pesticity.ru/Пшеница\\_твердая](https://www.pesticity.ru/Пшеница_твердая) (дата обращения: 05.03.2023).
19. Пшеница твердых сортов: особенности производства и перспективы [Электронный ресурс] // Ресурсосберегающее земледелие. 2018. № 1(37). URL: <https://agriecommission.com/base/pshenica-tverdyyh-sortov> (дата обращения: 07.03.2023).
20. Реестр селекционных достижений [Электронный ресурс] // ФГБУ «Госсорткомиссия». URL: <https://reestr.gossortrf.ru/search/> (дата обращения: 16.05.2023).
21. Солнечная инсоляция в городах России и СНГ [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООО ПК «АНДИ Групп». URL: <https://andi-grupp.ru/informatsiya/stati/solnechnaya-insolyatsiya-v-gorodakh-rossii/> (дата обращения: 19.02.2022).
22. Солнечная радиация. Таблицы инсоляции [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООО «АльтЭнго». URL: [http://net220.ru/poleznye\\_statii/solnechnaya\\_radiatsiya\\_tablicy\\_insolyatsii/](http://net220.ru/poleznye_statii/solnechnaya_radiatsiya_tablicy_insolyatsii/) (дата обращения: 19.02.2022).
23. Травин Г.Н., Савенков В.П. Адаптивность сортов твердой яровой пшеницы различного географического происхождения в условиях Липецкой области // Аспекты современных агротехнологий: сборник научных трудов конференции. Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2005. С. 30–32.
24. Травин Г.Н. Формирование высокопродуктивных посевов твердой яровой пшеницы в лесостепи ЦЧР с использованием адаптивных сортов, удобрений и фунгицидов: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Воронеж, 2007. 150 с.
25. Федотов В.А., Кадыров С.В., Щедрина Д.И. и др. Растениеводство Центрального Черноземья России: учебник. Воронеж: ООО «Изд-во Черноземье», 2019. 581 с.
26. Федотов В.А., Карасев Г.Н. Интенсивная технология возделывания озимой пшеницы. Воронеж: Центрально-Черноземное книжное издательство, 1987. 192 с.
27. 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.
28. Юсов В.С., Евдокимов М.Г., Мешкова Л.В., Глушаков Д.А. Создание сортов яровой твердой пшеницы, устойчивых к стеблевой ржавчине в Западной Сибири // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. № 182(2). С. 131–138. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-2-131-138.
29. Якушкин И.В. Растениеводство: учебник. 2-е изд. Москва: Сельхозиздат, 1953. 716 с.

## References

1. Arhiv pogody v Voronezhe. Offitsial'nyj sajt OOO «Raspisanie pogody» [Weather archive in Voronezh. Official website of OOO "Raspisanie pogody"]. URL: [https://rp5.ru/Arhiv\\_pogody\\_v\\_Voronezhe](https://rp5.ru/Arhiv_pogody_v_Voronezhe). (In Russ.).
2. Bocharov V.L., Babkina O.A. Ekologicheskaya gidrogeologiya bassejna srednego techeniya reki Usman' (Voronezhskaya oblast') [Ecological hydrogeology of the basin of the middle reaches of the Usman River (Voronezh Oblast)]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya = Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*. 2001;12:197-205. (In Russ.).
3. Buyukli P.I. Tverdaya ozimaya pshenitsa [Hard winter wheat]. Kishinev: Shtiintsa; 1983. 224 p. (In Russ.).
4. Edinaya mezhvedomstvennaya informatsionno-statisticheskaya sistema (EMISS). Offitsial'nyj sajt Rosstat [Unified Interdepartmental Information and Statistical System (EMISS). Official website of Rosstat]. URL: <https://rosstat.gov.ru/emiss>. (In Russ.).
5. Ermakova N.V. Osobennosti razvitiya, formirovaniya urozhaya i kachestva zerna ozimoy tvrdoj i turgidnoj pshenitsy v lesostepi TsChR [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.).
6. Zhuchenko A.A. Strategiya adaptivnoj intensivatsii sel'skogo khozyajstva: Kontseptsiya. Gosudarstvennaya programma "Perspektivnye protsessy sel'skokhozyajstvennom proizvodstve" [Strategy of adaptive intensification of agriculture: Concept. State Program "Promising Processes of Agricultural Production"]. Pushchino: Pushchino Scientific Center of RAS. Scientific-technical Information Department; 1995. 119 p. (In Russ.).
7. Zaitseva I. Vozrozhdenie tvrdoj pshentsy. Sajt IKAR – Institut Kon'yunktury Agrarnogo Rynka. Stat'i ekspertov [Revival of durum wheat. ICAR website – Institute of Agricultural Market Conjuncture. Article by experts]. URL: <http://ikar.ru/articles/382.html>. (In Russ.).
8. Kadyrov S.V., Fedotov V.A. Tekhnologii programirovannykh urozhaev v TsChR: spravochnik [Technologies of programmed yields in the Central Chernozem Region]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2005. 544 p. (In Russ.).
9. Kayumov M.K. Programirovanie produktivnosti polevykh kul'tur: spravochnik; 2-e izd., pererab. i dop. [Field crops yield programming: guide; 2<sup>nd</sup> ed., revised and enlarged]. Moscow: Rosagropromizdat; 1989. 368 p. (In Russ.).
10. Kravets M.V., Bartenev I.I., Borzenkov S.P., Gavrin D.S. Izmenenie klimata i semenovodstvo sakharnoj svekly v TsChR. Priemy i sredstva povysheniya produktivnosti sakharnoj svekly i drugikh kul'tur sevooborota: sbornik nauchnykh trudov [Climate change and sugar beet seed production in the TsChR. Techniques and means of increasing the productivity of sugar beet and other crops in crop rotation. Collection of scientific papers. Voronezh: Voronezh Scientific and Technical Information Center - Branch of the Federal State Budgetary Institution "REA" of the Ministry of Energy of Russia; 2014:87-90. (In Russ.).
11. Maksimova E., Kulistikova T. Minsel'khoz rasschityvaet uvelichit' proizvodstvo tvrdoj pshenitsy. K 2025 godu ee urozhaj mozhет dostignut' 1,8 mln ton [The Ministry of Agriculture expects to increase hard wheat production. By 2025, its harvest may reach 1.8 million tons]. *Zhurnal "Agroinvestor" = "Agroinvestor" Journal*. January 21, 2022. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/37398-minselkhoz-rasschityvaet-uvlichit-proizvodstvo-tverdoy-pshenitsy/>. (In Russ.).
12. Mal'chikov P.N., Myasnikova M.G. Sorta yarovoj tvrdoj pshenitsy dlya Srednevolzhskogo i Ural'skogo regionov Rossijskoj Federatsii [Varieties of spring durum wheat for the Middle Volga and Ural Regions of the Russian Federation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*. 2015;29(10):58-62. (In Russ.).
13. Matveeva N.V. Otzyvchivost' yarovoj pshenitsy na predposevnyuyu obrabotku semyan regulyatorami rosta i mikroudobreniyami v severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti [The responsiveness of spring wheat to pre-sowing treatment of seeds with growth regulators and microfertilizers in the northern forest-steppe of Tyumen Oblast]: dissertatsiya ... kandidata sel'skokhozyajstvennykh nauk: 06.01.01 = Candidate Dissertation in Agricultural Sciences: 06.01.01. Tyumen; 2014. 26 p. (In Russ.).
14. Mirovoj rynek tvrdoj pshenitsy i perspektivy ego razvitiya. Tsentr selektsii rastenij "Agroliga" [Global Hard Wheat Market and Development Prospects. "Agroliga" Plant Breeding Center]. URL: [https://files.sk.ru/navigator/company\\_files/1121664/Agroliga%20Premial'nye%20sorta%20russkogo%20duruma.pdf](https://files.sk.ru/navigator/company_files/1121664/Agroliga%20Premial'nye%20sorta%20russkogo%20duruma.pdf). (In Russ.).
15. 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.).
16. 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.).
17. Podlesnykh N.V., Kadyrov S.V. Potentsial'naya urozhajnost' tvrdoj ozimoy pshenitsy i vozmozhnost' ee vozdeleyvaniya v usloviyakh TsChR [Potential yield of hard winter wheat variety and justification of possibility of its cultivation in conditions of the Central Chernozem Region]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2022;15(3):59-64. DOI: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_3\_59. (In Russ.).
18. Pshenitsa tverdaya *Triticum durum* Desf. L. Reklama dlya OOO "Singenta" [Hard wheat *Triticum durum* Desf. L. Advertisement for Syngenta]. URL: [https://www.pesticity.ru/Pshenica\\_tverdaya](https://www.pesticity.ru/Pshenica_tverdaya). (In Russ.).



19. Pshenitsa tverdykh sortov: osobennosti proizvodstva i perspektivy [Durum wheat: production features and prospects]. *Resursosberegayushchee zemledelie = Resource-saving Agriculture*. 2018;1(37). URL: <https://agriecommission.com/base/pshenica-tverdyh-sortov>. (In Russ.).
20. 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.).
21. 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.).
22. 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\\_stati/solnechnaya\\_radiatsiya\\_tablicy\\_insolyatsii/](http://net220.ru/poleznye_stati/solnechnaya_radiatsiya_tablicy_insolyatsii/). (In Russ.).
23. Travin G.N., Savenkov V.P. Adaptivnost' sortov tverdoj yarovoj pshenitsy razlichnogo geograficheskogo proiskhozhdeniya v usloviyakh Lipetskoj oblasti. Aspekty sovremennykh agrotekhnologij: sbornik nauchnykh trudov konferentsii [Adaptability of varieties of hard spring wheat of various geographical origin in the conditions of Lipetsk Oblast. Aspects of modern agricultural technologies: Collection of Scientific Papers of the Conference]. Voronezh: Voronezh State Agrarian University Press; 2005:30-32. (In Russ.).
24. Travin G.N. Formirovanie vysokoproduktivnykh posevov tverdoj yarovoj pshenitsy v lesostepi TsChR s ispol'zovaniem adaptivnykh sortov, udobrenij i fungitsidov [Formation of highly productive crops of hard spring wheat in the forest-steppe of the Central Chernozem Region with the use of adaptive varieties, fertilizers and fungicides]: dissertatsiya ... kandidata sel'skokhozyajstvennykh nauk: 06.01.09 = Candidate Dissertation in Agricultural Sciences: 06.01.09. Voronezh; 2007. 150 p. (In Russ.).
25. 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 Press; 2019. 581 p. (In Russ.).
26. Fedotov V.A., Karasev G.N. Intensivnaya tekhnologiya vozdel'vaniya ozimoj pshenitsy [Intensive technology of winter wheat cultivation]. Voronezh: Central Chernozem Publishing House; 1987. 192 p. (In Russ.).
27. Fedotov V.A., Podlesnykh N.V., Tsykalov A.N. et al. Ozimaya tverdaya i turgidnaya pshenitsa v TsChR: monografiya; pod obshchej redaktsiej prof. V.A. Fedotova [Winter hard 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.).
28. Yusov V.S., Evdokimov M.G., Meshkova L.V., Glushakov D.A. Sozdanie sortov yarovoj tverdoj pshenitsy, ustojchivyykh k steblevoj rzhavchine v Zapadnoj Sibiri [Development of spring durum wheat cultivars resistant to stem rust in Western Siberia]. *Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selektsii = Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2021;182(2):131-138. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-2-131-138. (In Russ.).
29. Yakushkin I.V. Rasteniyevodstvo: uchebnik. 2-e izd. [Crop Production: textbook. 2<sup>nd</sup> 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.

В.Н. Образцов – доктор сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой земледелия, растениеводства и защиты растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», ovennn@mail.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 Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, ksabir@yandex.ru.

V.N. Obraztsov, Doctor of Agricultural Sciences, Docent, Head of the Dept. of Soil Management, Crop Science and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, ovennn@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.**

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

---

---