

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА И ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

А.В. Сидоров, Д.Ф. Федосенко, Н.С. Герасимова

Красноярский научный центр СО РАН, Красноярск, Россия

E-mail: asidorovs@list.ru

Для цитирования: Сидоров А.В., Федосенко Д.Ф., Герасимова Н.С. Влияние генотипа и погодных условий на содержание белка в зерне яровой мягкой пшеницы в условиях лесостепи Красноярского края // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 3 (76). – С. 190–197. – DOI: 10.31677/2072-6724-2025-76-3-190-197.

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, белок, температура, осадки, корреляция.

Реферат. В течение пяти лет исследований (2019–2023 гг.) было проанализировано влияние генотипа и метеорологических факторов на содержание белка в зерне пшеницы. Полевые опыты закладывали на опытных полях Красноярского НИИСХ, расположенных в лесостепной зоне. Предшественник – пар. Перед посевом вносили азотные удобрения в дозе N_{60} . Массовая доля белка в зерне определена по ГОСТ 10846–91. Было изучено десять сортов яровой мягкой пшеницы, в том числе семь сортов селекции Красноярского НИИСХ и три стандарта Новосибирская 15 (раннеспелый), Алтайская 70 (среднеранний), Алтайская 75 (среднеспелый). Среднее содержание белка по сортам колебалось от 12,74 до 15,09 %. Содержание белка выше 14 % сформировали скороспелые сорта Новосибирская 15, Канская, Уярочка, Алтайская 70 и среднеспелый Алтайская 75. Связь содержания белка с урожаем зерна во все годы была отрицательной и варьировала от слабой $r = -0,132$ до средней достоверной $r = -0,619$. Для формирования высокого содержания белка необходимы умеренные осадки и температура в репродуктивный период. Статистически значимая отрицательная корреляция между содержанием белка и осадками отмечена в июле ($r = -0,836$), со среднесуточной температурой в августе ($r = -0,520$). Отмечена сортовая специфика по реакции на осадки и температуру. Наиболее тесно с содержанием белка связано содержание клейковины. Во все годы выявлена достоверная положительная связь, которая колебалась от $r = 0,650$ до $r = 0,939$. Связь с качеством клейковины была слабой и неоднозначной, с силой муки во все годы положительной и колебалась от средней $r = 0,476$ до сильной $r = 0,868$. Связь объема хлеба и общей хлебопекарной оценки с содержанием белка была положительной с колебаниями от слабой до средней, с натурой зерна связь была отрицательной.

IMPACT OF GENOTYPE AND WEATHER CONDITIONS ON PROTEIN CONTENT IN SPRING SOFT WHEAT GRAIN UNDER FOREST-STEPPE CONDITIONS OF KRASNOYARSK REGION

A.V. Sidorov, D.F. Fedosenko, N.S. Gerasimova

Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

E-mail: asidorovs@list.ru

Keywords: spring wheat, variety, protein, temperature, precipitation, correlation.

Abstract. Based on 5 years of research (2019–2023), the impact of genotype and meteorological factors on the protein content of wheat grain was analyzed. Field experiments conducted on the experimental fields of the Krasnoyarsk RIA, located in the forest-steppe zone. The predecessor is bare fallow. Nitrogen fertilizers at a dose of N_{60} were applied prior to direct seeding. The mass fraction of protein in the grain is determined according to GOST 10846-91. 10 varieties of spring soft wheat were studied, including 7 varieties of selection of the Krasnoyarsk RIA and 3 standards Novosibirskaya 15 (early ripening), Altayskaya 70 (mid-early), Altayskaya 75 (mid-ripening). The average protein content by varieties ranged from 12,74 % to 15,09 %. The protein content above 14 % was formed by early ripening varieties Novosibirskaya 15, Kanskaya, Uyarochka, Altayskaya 70, and mid-ripening Altayskaya 75. The linkage of protein content with grain yield in all years was negative and ranged from weak $r = -0,132$ to medium significant $r = -0,619$. Moderate precipitation and temperature during the reproductive period are necessary for the formation of a high protein content. A statistically significant negative correlation between protein content and precipitation was noted in July ($r = -0,836$), with an average daily temperature in August (r

= -0,520). *Varietal specificity of the reaction to precipitation and temperature was noted. Gluten content is most closely related to protein content. In all years, a significant positive relationship was revealed, which ranged from $r = 0,650$ to $r = 0,939$. The linkage with gluten quality was weak and ambiguous, with flour strength in all years was positive and ranged from average $r = 0,476$ to strong $r = 0,868$. The linkage of bread volume and total baking score with protein content was positive with fluctuations from weak to medium, with grain nature the relationship was negative.*

Яровая пшеница является важной зерновой культурой, широко распространенной во всем мире. В 2023 г. среди зерновых культур, возделываемых в Российской Федерации, она уступала только озимой пшенице. Площадь ее посева составила 14,1 млн га [1].

Одной из основных задач, стоящих перед сельским хозяйством, является повышение объемов производства высококачественного зерна [2, 3]. Проблема повышения стабильности показателей качества также имеет большое значение [4]. Качество зерна пшеницы определяется как наследственными особенностями, так и условиями возделывания, оно включает в себя более 20 признаков, которые изучаются как в процессе селекционных исследований, так и при изучении сорта в государственном сортоиспытании [5].

Содержание белка в зерне является важнейшим признаком качества. С содержанием белка в зерне связана не только питательность хлеба, но и технологические и мукомольно-хлебопекарные свойства [6]. Значительный объем пшеничного зерна используется в качестве корма для сельскохозяйственных животных и высокое содержание белка в зерне положительно сказывается на их продуктивности [7].

Помимо содержания белка большое значение в селекции придается стабильности этого показателя по годам. Степень варьирования содержания белка помимо погодных условий определяется адаптивным потенциалом сорта. Степень адаптивности сорта оценивается такими показателями, как пластичность, стабильность, стрессоустойчивость и др. [8].

По поводу влияния погодных условий на содержание белка существуют различные мнения. Некоторые авторы указывают на существенное влияние количества осадков и температуры на содержание белка в период «колошение – восковая спелость» [9]. В исследованиях других авторов существенного влияния этих факторов на содержание белка не отмечено [10]. Очевидно, это объясняется региональными различиями по температурному режиму, объему и распределению осадков в течение вегетационного периода, а также различными наборами сортов в опытах.

Отрицательную корреляцию между содержанием белка и урожаем пшеницы отмечают практически все исследователи [11]. Кроме того, содержание белка находится в сложной связи с другими показателями качества, которая может колебаться от средней отрицательной до высокой положительной [12]. Все это указывает на сложность решения проблемы повышения количества белка методами селекции. Успех в селекции во многом зависит от знания закономерностей формирования количества белка в конкретном регионе.

Цель исследований: выявить закономерности формирования количества белка яровой пшеницы в условиях лесостепи Красноярского края.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты были заложены в 2019–2023 гг. на опытных полях Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства, расположенных в лесостепной зоне. Было изучено десять сортов яровой мягкой пшеницы, в том числе семь сортов селекции Красноярского НИИСХ и три стандарта Новосибирская 15 (раннеспелый), Алтайская 70 (среднеранний), Алтайская 75 (среднеспелый). Сорта Новосибирская 15 и Алтайская 75 относятся к сильной пшенице, Алтайская 70, Канская, Красноярская 12, Бейская – к ценной.

Предшественник – пар, норма высева – 500 всхожих семян на 1 м², площадь делянки – 30 м² в четырех повторениях. Перед посевом вносили азотные удобрения в дозе N₆₀. Закладку опыта, учеты и наблюдения проводили согласно Методике государственного сортоиспытания (1989). Массовая доля белка в зерне определена по ГОСТ 10846–91.

Метеорологические условия в годы исследований характеризовались сильной изменчивостью. В 2019 г. наблюдался недостаток влаги в июне (81 % к средней многолетней) и августе (60 %), при температуре в августе выше средней многолетней на 2,6 °C. В 2020 г. в течение вегетационного периода осадки были выше средней многолетней и составили в июне 182 %, в июле

131 %, в августе 122 % при пониженной температуре в июне на 1,5 °С. В 2021 г. в июне отмечено избыточное увлажнение (229 %) при пониженной температуре на 1,6 °С. В июле наблюдался недостаток осадков – 57 %.

В 2022 г. отмечено избыточное увлажнение в июне (141 %) при пониженных температурах в июле на 1,4 °С и августе на 0,7 °С, что привело к

значительному увеличению вегетационного периода. В целом лето 2023 г. можно считать жарким с дефицитом осадков. В июне осадков выпало 78 % к норме, в июле 58 %, в августе 46 %. Температура была выше в июне на 1,4 °С, в июле на 1,0 °С, в августе на 2,5 °С. Однако осадки выпадали в критические периоды для растений, поэтому урожай был достаточно высоким (табл. 1).

Таблица 1

Погодные условия в период вегетации яровой пшеницы
Weather conditions during the spring wheat growing season

Год	Май	Июнь	Июль	Август
Количество осадков, мм				
2019	6,6	43,1	82,3	38,8
2020	45,6	96,6	109,3	79,4
2021	30,3	121,8	48,0	62,1
2022	15,2	74,8	48,5	65,0
2023	39,7	41,6	48,6	30,0
Ср. многолетняя	34,8	53,1	83,6	64,9
Среднемесячная температура воздуха, °С				
2019	9,8	18,2	18,8	18,2
2020	14,0	15,7	18,9	17,3
2021	9,9	15,6	19,7	17,4
2022	13,9	17,0	17,7	14,9
2023	9,4	18,6	20,1	18,1
Ср. многолетняя	10,7	17,2	19,1	15,6

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В среднем за 5 лет (2019–2023 гг.) содержание белка по сортам колебалось от 12,74 % (Белоярская) до 15,09 % (Новосибирская 15). Содержание белка выше 14 % сформировали сорта Новосибирская 15, Канская, Уярочка,

Алтайская 70, Алтайская 75 (табл. 2). Однако наименьшее варьирование по этому показателю отмечено у сортов с пониженным содержанием белка, таких как Свирель, Белоярская, Красноярская 12. Самое высокое среднее содержание белка (14,70 %) отмечено в 2022 г., самое низкое (12,58 %) в 2020 г.

Таблица 2

Содержание белка в зерне яровой пшеницы (2019–2023 гг.)
Protein content in spring wheat grain (2019–2023)

Сорт	Содержание белка, %						
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее	V, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Новосибирская 15	14,53	13,44	15,48	16,07	15,93	15,09	7,3
Канская	13,65	14,38	15,83	16,04	13,52	14,68	8,1
Алтайская 70	14,45	11,92	15,20	14,66	14,64	14,17	9,1
Уярочка	15,26	12,53	15,18	15,03	13,32	14,26	8,8
Белоярская	12,27	11,96	13,37	13,82	12,26	12,74	6,4
Алтайская 75	14,79	12,88	15,80	13,90	13,27	14,13	8,4

1	2	3	4	5	6	7	8
Красноярская 12	13,28	13,82	13,14	15,20	12,93	13,07	6,7
Курагинская 2	12,78	11,64	14,29	14,45	13,22	13,28	8,7
Бейская	13,16	11,28	13,24	14,17	13,46	13,06	8,2
Свирель	13,04	11,90	13,57	13,67	12,95	13,03	5,4
Среднее по году	13,72	12,58	14,51	14,70	13,55		
НСР _{0,5}	0,39	0,40	0,33	0,51	0,46		

Связь содержания белка с урожаем зерна во все годы была отрицательной и варьировала от слабой ($r = -0,132$) в 2020 г. до средней достоверной ($r = -0,619$) в 2022 г.

Дисперсионный анализ показал, что содержание белка в зерне примерно в равной степени определяется условиями выращивания и сортовыми особенностями. Влияние фактора среды на содержание белка составило 38,1 %, сорта – 36,2 %, взаимодействие факторов – 23,9 %.

Чтобы оценить сортовую реакцию на накопление белка под влиянием температуры и количества осадков был проведен анализ погодных условий по отдельным периодам вегетации. Изучали влияние температуры и осадков на содержание белка по периодам «всходы – колошение», «ко-

лошение – восковая спелость», окончание налива и созревание (10 дней до наступления восковой спелости и 10 дней после).

В целом подтвердилась отрицательная зависимость содержания белка от количества осадков, но существует и сортовая специфика (табл. 3). Самая высокая отрицательная корреляция отмечена у более позднеспелых сортов $r = -0,729$ (Бейская) и $r = -0,542$ (Свирель).

В фазу «колошение – восковая спелость» на осадки сильнее всего реагировали скороспелые сорта Новосибирская 15 ($r = -0,872$) и Алтайская 70 ($r = -0,804$), в период «налив – созревание» Алтайская 75 ($r = -0,772$). Сорта Канская и Красноярская 12 во все фазы на осадки реагировали положительно.

Таблица 3

Влияние осадков на содержание белка в зерне яровой пшеницы (2019–2023 гг.)
Effect of precipitation on protein content in spring wheat grain (2019–2023)

Сорт	Период		
	«всходы – колошение»	«колошение – восковая спелость»	«налив – созревание»
Новосибирская 15	-0,275	-0,872*	-0,318
Канская	0,536	0,212	0,185
Алтайская 70	-0,362	-0,804*	-0,511
Уярочка	-0,182	-0,431	0,062
Белоярская	0,119	-0,368	0,451
Алтайская 75	-0,038	-0,021	-0,772*
Красноярская 12	0,044	0,363	0,226
Курагинская 2	-0,454	0,020	-0,383
Бейская	-0,792*	-0,418	-0,461
Свирель	-0,542	-0,659	-0,497

Примечание. *достоверно на уровне 5 %.

Связь среднесуточной температуры с содержанием белка у большинства сортов была отрицательной, но недостоверной (табл. 4). Причиной

является высокая среднесуточная температура в период «налив – созревание», которая наблюдалась четыре года из пяти.

Таблица 4

Влияние среднесуточной температуры на содержание белка в зерне пшеницы (2019–2023 гг.)
Effect of average daily temperature on protein content in wheat grain (2019–2023)

Сорт	Период		
	«всходы – колошение»	«колошение – восковая спелость»	«налив – созревание»
Новосибирская 15	0,201	0,180	0,233
Канская	-0,581	-0,493	-0,512
Алтайская 70	0,415	0,002	-0,389
Уярочка	-0,405	-0,265	-0,568
Белоярская	-0,229	-0,305	0,325
Алтайская 75	0,163	0,255	-0,490
Красноярская 12	-0,512	-0,079	0,309
Курагинская 2	-0,276	-0,372	-0,107
Бейская	-0,361	-0,593	-0,336
Свирель	0,166	-0,353	-0,535

Слабая положительная связь температуры с содержанием белка во все фазы развития отмечена только у сорта Новосибирская 15. В фазу «всходы – колошение» температура оказывала положительное влияние на сорта Алтайская 75 ($r = 0,163$) и Алтайская 70 ($r = 0,415$). В фазу «налив – созревание» на повышенную температуру положительно реагировали сорта Красноярская 12 ($r = 0,309$) и Белоярская ($r = 0,325$), что может говорить об их повышенной жаростойкости.

Определенный интерес представляет анализ связи содержания белка с другими показателями качества. Наиболее тесно с содержанием белка связано содержание клейковины. Во все годы выявлена достоверная положительная связь, которая колебалась от $r = 0,650$ в 2022 г. до $r = 0,939$ в 2023 г. (табл. 5). Связь с качеством клейковины была слабой и неоднозначной. В 2021 и 2023 гг. она была отрицательной, в остальные годы положительной.

Таблица 5

Корреляция содержания белка с другими показателями качества (2019–2023 гг.)
Correlation of protein content with other quality attributes (2019–2023)

Год	Натура, г/л	Содержание клейковины %	Качество клейковины, ед. ИДК	Сила муки, е.а.	Объем хлеба, мл.	Хлебопекарная оценка, балл
2019	0,001	0,703*	0,157	0,476	0,514	0,393
2020	-0,126	0,870*	0,045	0,630*	0,122	0,149
2021	-0,623	0,828*	-0,252	0,868*	0,126	0,282
2022	-0,130	0,650*	0,505	–	0,474	0,460
2023	-0,552	0,939*	-0,116	–	0,466	0,300

Примечание.*достоверно на уровне 5 %.

Связь содержания белка с силой муки была во все годы положительной и колебалась от средней ($r = 0,476$) в 2019 г. до сильной ($r = 0,868$) в 2021 г. В 2022 и 2023 гг. сила муки не определялась в связи с выходом из строя альвеографа. Связь с объемом хлеба и общей хлебопекарной оценкой во все годы была положительной и колебалась от слабой ($r = 0,122$) до средней ($r = 0,514$). Анало-

гичные результаты получены по общей хлебопекарной оценке. Между содержанием белка и натурой в 2019 г. связь отсутствовала. В остальные годы была отрицательной и колебалась от слабой ($r = -0,126$) до средней ($r = -0,552$).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Уровень содержания белка в зерне пшеницы зависит не только от генотипа сорта, но и от возможности его реализации в конкретных почвенно-климатических условиях.

Анализ полученных результатов показал, что у скороспелых сортов содержание белка выше, чем у более позднеспелых. Созревание скороспелых сортов проходит в более благоприятный по температурному режиму период. Корреляция между содержанием белка и продолжительностью вегетационного периода была отрицательной и колебалась от $r = -0,498$ в 2019 г. до $r = -0,684$ в 2022 г.

Ряд авторов указывают на отрицательное влияние осадков на содержание белка в зерне [13, 14]. Связь среднесуточной температуры с содержанием белка в зерне в основном положительная [15, 16]. В наших исследованиях достоверная отрицательная корреляция между осадками и содержанием белка отмечена в июле ($r = -0,836$). В августе она была слабой отрицательной ($r = -0,130$), а в июне слабой положительной ($r = 0,150$). Наиболее сильно отрицательное влияние на содержание белка в зерне оказывает количество осадков за летний период выше 200 мм и за август выше 60 мм.

Достоверная отрицательная корреляция со среднесуточной температурой ($r = -0,520$) отмечена в августе. Слабая отрицательная в июле ($r = -0,259$), а в июне практически отсутствовала ($r = 0,020$). Отрицательная корреляция объясняется тем, что все годы кроме 2022 г. в июле и первой половине августа фиксировалась довольно высокая среднесуточная температура в пределах 19–20 °С. Наблюдался большой перепад температуры в течение суток. Днем часто температура достигала 30–35 °С, понижаясь в ночные часы до 14–16 °С. Самое высокое содержание белка отмечено в 2022 г., когда температура в этот период была умеренной. Для формирования высокого содержания белка необходимы умеренные осадки и температура в репродуктивный период.

Осадки в вегетативный период непосредственно не влияют на накопление белка, но сдвигают период созревания на более прохладный период. Высокая температура в вегетативный период развития приводила к сокращению вегетационного периода, сдвигая созревание на более жаркий период, что в конечном итоге приводило к снижению содержания белка.

Результаты, полученные при анализе связи содержания белка с другими показателями качества, подтверждают мнение о сложности сочетания в одном сорте большинства показателей качества. Связь эта колебалась от высокой положительной до средней отрицательной. Кроме того, она в значительной мере колебалась в зависимости от условий года. Наиболее тесно с содержанием белка коррелирует содержание клейковины и сила муки.

ВЫВОДЫ

1. Влияние гидротермических условий и генотипических особенностей сорта на содержание белка в зерне пшеницы находится на близком уровне (38,1 и 36,2 %), при довольно высоком взаимодействии факторов.

2. Варьирование содержания белка по годам и по сортам слабое и не превышает 10 %. Наиболее стабильны по содержанию белка сорта с более низким его показателем.

3. Для использования в селекции на увеличение содержание белка рекомендуются сорта Новосибирская 15, Канская, Уярочка.

4. Самое высокое содержание белка формируется при умеренных осадках и умеренной среднесуточной температуре. Избыточные осадки (более 100 мм) и высокая температура (выше 28 °С) в генеративный период отрицательно сказываются на его содержании. Отмечены сортовые особенности по реакции на гидротермические условия.

5. Содержание белка наиболее тесно связано с содержанием клейковины ($r = 0,650–0,939$) и силой муки ($r = 0,650–0,868$).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Захаров В.Г., Яковлева О.Д. Сорта яровой мягкой пшеницы селекции Ульяновского НИИСХ для условий Волго-Вятского региона // Пермский аграрный вестник. – 2023. – № 3 (47). – С. 20–28. – DOI: 10.47737/2307-2873_2024_47_20.
2. Создание адаптивных к условиям Западной Сибири и Северного Казахстана сортов яровой мягкой пшеницы с использованием цитоплазмы других видов / Н.А. Поползухина, Н.Г. Мазепа, П.В. Поползухин [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2024. – № 1 (70). – С. 121–129. – DOI: 10.31677/2072-6724-2024-70-1-121-129.

3. *Models of grain quality in wheat – a review* / Nuttall J.G., O’Leary G.J., Panozzo J.F. [et al.] // *Field Crop Research*. – 2017. – Vol. 202. – P. 136–145. – DOI: 10.1016/j.fcr.2015.12.011.
4. Галушко Н.А., Комаров Н.М., Соколенко Н.И. Качество зерна новых сортов мягкой озимой пшеницы селекции Северо-Кавказского ФНАЦ // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2019. – № 2 (51). – С. 7–14. – DOI: 10.31677/2072-6724-2019-51-2-7-14.
5. Урожайность и качество зерна сортов озимой мягкой пшеницы селекции «ФИЦ «Немчиновка» / Б.И. Сандухадзе, Р.З. Мамедов, В.В. Бугрова [и др.] // *Зерновое хозяйство России*. – 2023. – № 3 (15). – С. 54–59. – DOI: 10.31367/2079-8725-2023-86-3-54-59.
6. Оценка сортообразцов яровой мягкой пшеницы по показателям качества зерна в изменяющихся условиях Средневолжского региона / Т.Ю. Таранова, С.Е. Роменская, Е.А. Дёмина [и др.] // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2024. – № 2 (74). – С. 25–31. – DOI: 10.12737/2073-0462-2024-25-31.
7. Исмагилов Р.Р., Абдуллоев В.Х. Кормовые качества зерна озимых зерновых культур в южной лесостепи Республики Башкортостан // *Пермский аграрный вестник*. – 2021. – № 1 (33). – С. 35–43. – DOI: 10.12345/2307-2873_2021_33_35.
8. Сухоруков А.Ф., Сухоруков А.А., Бугакова Н.Э. Адаптивный потенциал сортов пшеницы мягкой озимой по качеству зерна в Среднем Поволжье // *Зерновое хозяйство России*. – 2021. – № 6. – С. 62–66. – DOI: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-62-66.
9. Богдан П.М., Коновалова И.В., Клыков А.Г. Влияние абиотических факторов на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в условиях Приморского края // *Достижения науки и техники АПК*. – 2021. – № 1. – С. 16–20. – DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10103.
10. Сухоруков А.Ф., Сухоруков А.А., Бугакова Н.Э. Влияние метеорологических условий на качество зерна озимой пшеницы Бирюза // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. – 2021. – № 5. – С. 22–25. – DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/22-25.
11. Изучение исходного материала озимой пшеницы для селекции на качество зерна / Н.С. Кравченко, С.В. Подгорный, Н.Г. Игнатьева [и др.] // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. – 2023. – № 6. – С. 24–32. – DOI: 10.26898/0370-8799-2023-6-3.
12. Варьирование признаков качества зерна озимой пшеницы в степной зоне Ростовской области / М.А. Фоменко, Т.А. Олейникова, Е.А. Бабровская [и др.] // *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. – 2024. – № 3. – С. 4–10. – DOI: 10.31857/10.31857/S2500208224030018.
13. Обоснование влияния агрофизических факторов и климатических условий на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Нижнем Поволжье / А.П. Солодовников, Д.А. Уполовников, А.С. Линьков [и др.] // *Аграрный научный журнал*. – 2022. – № 4. – С. 48–52. – DOI: 10.28983/asj.y2022i4pp48-52.
14. Особенности формирования содержания белка в зерне пшеницы мягкой яровой в условиях Западной Сибири / И.В. Пахотина, Е.Ю. Игнатьева, Л.П. Россеева [и др.] // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2021. – № 5. – С. 37–45. – DOI: 10.36718/1819-4036-2021-5-37-45.
15. Дёмина Н.Ф. Влияние погодных условий на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2022. – № 4 (23). – С. 433–440. – DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.4.433-440.
16. Волкова Л.В. Влияние гидротермических условий Кировской области на продуктивность и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2023. – № 3 (24). – С. 377–388. – DOI: 10.30766/2072-9081.2023.24.3.377-388.

REFERENCES

1. Zakharov V.G., Yakovleva O.D., *Permskij agrarny`j vestnik*, 2023, No. 3 (47), pp. 20–28, DOI: 10.47737/2307-2873_2024_47_20. (In Russ.)
2. Popolzukhina N.A., Mazepa N.G., Popolzukhin P.V. [et al.], *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)*, 2024, No. 1, pp. 121–129, DOI: 10.31677/2072-6724-2024-70-1-121-129. (In Russ.)
3. Nuttall J.G., O’Leary G.J., Panozzo J.F. [et al.], *Models of grain quality in wheat – a review*, *Field Crop Research*, 2017, Vol. 202, pp. 136–145, DOI: 10.1016/j.fcr.2015.12.011.
4. Galushko N.A., Komarov N.M., Sokolenko N.I., *Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet)*, 2019, No. 2, pp. 7–14, DOI: 10.31677/2072-6724-2019-51-2-7-14. (In Russ.)
5. Sandukhadze B.I., Mamedov R.Z., Bugrova V.V. [et al.], *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, 2023, No. 3 (15), pp. 54–59, DOI: 10.31367/2079-8725-2023-86-3-54-59. (In Russ.)
6. Taranova T.Yu., Romenskaya S.E., Dyomina E.A. [et al.], *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2024, No. 2 (74), pp. 25–31, DOI: 10.12737/2073-0462-2024-25-31. (In Russ.)

7. Ismagilov R.R., Abdulloev V.Kh., *Permskij agrarnyj vestnik*, 2021, No. 1 (33), pp. 35–43, DOI: 10.12345/2307-2873_2021_33_35. (In Russ.)
8. Sukhorukov A.F., Sukhorukov A.A., Bugakova N.E., *Zernovoe khozyajstvo Rossii*, 2021, No. 6, pp. 62–66, DOI: 10.31367/2079-8725-2021-78-6-62-66. (In Russ.)
9. Bogdan P.M., Konovalova I.V., Kly`kov A.G., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2021, No. 1, pp. 16–20, DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10103. (In Russ.)
10. Sukhorukov A.F., Sukhorukov A.A., Bugakova N.E., *Vestnik Rossijskoj sel'skokhozyajstvennoj nauki*, 2021, №5, pp. 22–25, DOI: 10.30850/vrsn/2021/5/22-25. (In Russ.)
11. Kravchenko N.S., Podgorny`j S.V., Ignat`eva N.G. [et al.], *Sibirskij vestnik sel'skokhozyajstvennoj nauki*, 2023, No. 6, pp. 24–32, DOI: 10.26898/0370-8799-2023-6-3. (In Russ.)
12. Fomenko M.A., Olejnikova T.A., Babrovskaya E.A. [et al.], *Vestnik Rossijskoj sel'skokhozyajstvennoj nauki*, 2024, No. 3, pp. 4–10, DOI: 10.31857/10.31857/S2500208224030018. (In Russ.)
13. Solodovnikov A.P., Upolovnikov D.A., Lin`kov A.S. [et al.], *Agrarnyj nauchny`j zhurnal*, 2022, No. 4, pp. 48–52, DOI: 10.28983/asj.y2022i4pp48-52. (In Russ.)
14. Pakhotina I.V., Ignat`eva E.Yu., Rosseeva L.P. [et al.], *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2021, No. 5, pp. 37–45, DOI: 10.36718/1819-4036-2021-5-37-45. (In Russ.)
15. Dyomina N.F., *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2022, No. 4 (23), pp. 433–440, DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.4.433-440. (In Russ.)
16. Volkova L.V., *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2023, No. 3 (24), pp. 377–388, DOI:10.30766/2072-9081.2023.24.3.377-388. (In Russ.)

Информация об авторах:

А.В. Сидоров, кандидат сельскохозяйственных наук

Д.Ф. Федосенко, кандидат сельскохозяйственных наук

Н.С. Герасимова, младший научный сотрудник

Contribution of the authors:

A.V. Sidorov, Candidate of Agricultural Sciences

D.F. Fedosenko, Candidate of Agricultural Sciences

N.S. Gerasimova, junior researcher

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.