

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.П. Филиппова. 2023. № 4 (73). С. 29–37.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philipov. 2023;4(73):29–37.

Научная статья

УДК 633.11 : 664.761

doi: 10.34655/bgsha.2023.73.4.004

## ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ БЕЛКА В ЗЕРНЕ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Надежда Васильевна Шрам<sup>1</sup>, Виктория Викторовна Келер<sup>2</sup>,  
Сергей Витальевич Хижняк<sup>3</sup>, Софья Владимировна Овсянкина<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

<sup>1</sup> ndzdsram@gmail.com

<sup>2</sup> vica\_kel@mail.ru

<sup>3</sup> skhizhnyak@yandex.ru

<sup>4</sup> sofi-kras@mail.ru

**Аннотация.** Целью исследований являлось изучение динамики содержания белка в зерне яровой пшеницы сибирской селекции в условиях лесостепи Красноярского края под влиянием метеорологических условий периода вегетации и определение наиболее стабильных сортов в плане его накопления. Опыты проведены в 2016-2022 годах в лесостепной зоне Красноярского края. Объектами эксперимента стали пять сортов мягкой яровой пшеницы, районированные в Красноярском крае: Новосибирская 29, Новосибирская 31, Красноярская 12, Памяти Вавенкова и Алтайская 75, по группе качества относящиеся к ценным и сильным пшеницам. Самым высоким среди изучаемых сортов средним содержанием белка в зерне отличался сорт Новосибирская 29. Наименьший показатель белковости зерна был отмечен у сорта Красноярская 12. В целом, содержание протеина варьировало по годам преимущественно слабо ( $V = 8\%$ ), за исключением сортов Красноярская 12 и Памяти Вавенкова ( $V = 11-13\%$ ), что указывает на стабильность показателя в условиях лесостепной зоны Красноярского края. Белковость зерна исследуемых сортов, культивируемых в лесостепи Красноярского края, определяются, главным образом, погодными условиями июня, за исключением сорта Новосибирская 29, содержание протеина у которого не связано с метеорологическими факторами. Оптимальные значения тепло- и влагообеспеченности июня, при которых у районированных сортов в лесостепной зоне может формироваться 15,0-16,0 % белка и более, составляют: ГТК – 0,5-1,7, сумма осадков – 20-64 мм, средняя температура воздуха – 18,4-20,5 °С. Среди изученных в работе сортов для стабильного получения зерна с наиболее высоким содержанием белка в лесостепной зоне Красноярского края рекомендуется к возделыванию сорт мягкой яровой пшеницы Новосибирская 29. Он формирует зерно с большим количеством протеина независимо от погодных условий периода вегетации и является наиболее экологически стабильным.

**Ключевые слова:** сорт, пшеница, качество муки, качество зерна, белок, протеин.

**Благодарности.** Исследование выполнено при финансовой поддержке Краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках выполнения научных исследований и разработок по проекту № 2022030308327 «Паспортизация и разработка агротехнологий для реализации потенциальной урожайности наилучшего качества новых и перспективных сортов яровой пшеницы по почвенно-климатическим зонам Красноярского края».

## INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON PROTEIN ACCUMULATION IN SPRING WHEAT GRAIN

Nadezhda V. Shram<sup>1</sup>, Victoria V. Keler<sup>2</sup>, Sergey V. Khizhnyak<sup>3</sup>, Sofia V. Ovsyankina<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup> ndzdsram@gmail.com

<sup>2</sup> vica\_kel@mail.ru

<sup>3</sup> skhizhnyak@yandex.ru

<sup>4</sup> sofi-kras@mail.ru

**Abstract.** The aim of the research was to study the dynamics of protein content in spring wheat grains of Siberian breeding under the forest-steppe conditions of the Krasnoyarsk Territory and under the influence of climatic conditions during the growing period as well as to determine the most stable varieties in terms of protein accumulation. The experiments were conducted in 2016-2022 in the forest-steppes of the Krasnoyarsk Territory. The objects of the experiment were five varieties of soft spring wheat zoned in the Krasnoyarsk Territory: Novosibirskaya 29, Novosibirskaya 31, Krasnoyarskaya 12, Pamyati Vavenkova and Altajskaya 75, according to the quality group all varieties are related to valuable and strong wheat. The Novosibirskaya 29 variety was distinguished by the highest average protein content in grains among the studied varieties. The lowest index of grain protein content was noted in the Krasnoyarskaya 12 variety. In general, the protein content varied mainly weakly over the years ( $V = 8\%$ ), with the exception of the Krasnoyarskaya 12 and Pamyati Vavenkova varieties ( $V = 11-13\%$ ), which indicates the stability of the indicator under the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory. The protein content of grains of the studied varieties cultivated in the forest-steppe of the Krasnoyarsk Territory is determined mainly by the weather conditions of June, with the exception of the Novosibirskaya 29 variety, the protein content in the grains of which is not related to meteorological factors. The optimal values of heat and moisture availability in June, at which 15,0-16,0% or more protein can be formed in the zoned varieties in the forest-steppe zone, are: HTC – 0,5-1,7, precipitation – 20-64 mm, the average air temperature is 18,4-20,5 °C. Among the studied varieties, for stable production of grain with the highest protein content in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Territory, the Novosibirskaya 29 soft spring wheat variety is recommended for cultivation. It forms a grain with a large amount of protein regardless of the weather conditions of the growing season and is the most environmentally stable.

**Keywords:** variety, wheat, flour quality, grain quality, protein.

**Acknowledgements.** The research was carried out with the financial support of the Regional State Autonomous Institution “Krasnoyarsk Regional Fund for the Support of Scientific and Scientific and Technical Activities” within the framework of research and development on the project № 2022030308327 “Certification and development of agrotechnologies for the realization of the potential yield of the best quality of new and promising varieties of spring wheat in the soil and climatic zones of the Krasnoyarsk Territory”.

**Введение.** Сибирь – один из крупнейших регионов Российской Федерации по производству зерна пшеницы [1]. Степные и лесостепные зоны Сибири имеют большие возможности для производства высококачественного зерна с хорошими и отличными хлебопекарными качествами и высокой силой муки [2]. Яровая мягкая пшеница является основной продовольственной культурой Красноярского края и Восточной Сибири в целом. Важ-

нейшим показателем качества зерна мягкой яровой пшеницы является содержание в нем белка. Этот показатель определяет не только питательную ценность зерна, но и его технологические свойства. Количество белка в зерне пшеницы может варьировать в широких пределах – от 7 до 27 % [3, 4, 5].

Белковость зерна мягкой пшеницы также определяет характер его использования. Зерно сильной пшеницы (1-2 класс)

должно содержать не менее 13,5-14,5 % белка, а зерно средней пшеницы (3 класс) – 12 % [6]. Из такого зерна производится мука, обеспечивающая получение хлеба высокого и хорошего качества соответственно [7, 8, 9, 10].

Содержание белка в зерне пшеницы зависит от сорта, природно-климатических условий и агротехнических мероприятий [11, 12]. Многочисленными исследованиями доказано, что основными факторами, влияющими на содержание белка в зерне, является обеспеченность растений азотом, водой и теплом.

Так как климатические условия относятся к нерегулируемым факторам среды, особое внимание необходимо уделять повышению устойчивости растений к этим условиям. Поэтому одной из важнейших задач селекции является повышение экологической устойчивости сортов, их способности стабильно обеспечивать высокие показатели как продуктивности, так и качества получаемого зерна при меняющихся условиях произрастания. Эта способность зависит, в свою очередь, от нормы реакции генотипа сорта на факторы внешней среды, в том числе климатические. Сорт обладает узкой экологической устойчивостью. Если он генетически не способен реагировать на широкий спектр почвенно-климатических условий, такой сорт не может противостоять действию различных биотических и абиотических стрессов. Его противоположностью является адаптивный сорт, который характеризуется экологической пластичностью и приспособлен не только к оптимуму, но и к минимуму и максимуму внешних факторов среды [13, 14].

**Целью исследований** данной работы является определение влияния метеорологических факторов на количество

белка в зерне мягкой яровой пшеницы в условиях лесостепи Красноярского края.

**Материалы и методы исследования.** В качестве объектов исследования взяты сорта мягкой яровой пшеницы, относящиеся к разным биологическим группам: среднеранние – Новосибирская 29, Новосибирская 31, Памяти Вавенкова и среднеспелые – Алтайская 75, Красноярская 12, включенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ и допущенные для возделывания в Красноярском крае. Опыты проведены в 2016-2022 гг. в лесостепной зоне Красноярского края.

Опыт проведен по методике конкурсного сортоиспытания на чернозёме выщелоченном среднемощном легкоглинистого гранулометрического состава. Семена высевались после предварительного протравливания во вторую декаду мая с нормой 5,0 млн всх. з./га рядовым способом.

Общая площадь делянки 12,0 м<sup>2</sup>, размеры делянки: длина – 8 м, ширина – 1,6 м, повторность – четырехкратная, способ размещения делянок – системный.

Определение содержания белка в зерне проводилось в лаборатории с помощью инфракрасного анализатора «Спектран-119 М».

Для обработки данных методами математической статистики в качестве программного обеспечения использовали пакет StatSoft STATISTICA 8.0 [15].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В ходе исследований был проведен анализ метеорологических условий вегетации за период с 2016 по 2022 год (табл. 1).

**Таблица 1** – Метеорологическая характеристика вегетационных периодов 2016-2022 гг. в лесостепной зоне Красноярского края

Год	Месяц					За вегетацию
	май	июнь	июль	август	сентябрь	
Средняя температура воздуха, °С						
2016	18,4	18,4	20,4	17,0	11,4	17,1
2017	11,3	20,3	19,6	16,7	8,5	15,3
2018	8,1	20,0	18,6	18,3	10,1	15,0

2019	10,0	18,7	19,0	18,9	10,0	15,3
2020	14,0	16,3	19,5	18,1	11,0	15,8
2021	10,0	15,9	20,4	18,1	8,2	14,5
2022	13,5	17,4	18,2	15,0	9,0	14,6
Среднее	12,2	18,1	19,4	17,4	9,7	15,4
Сумма осадков, мм						
2016	52	20	57	55	24	208
2017	61	30	79	80	80	330
2018	28	28	33	21	60	170
2019	18	106	45	69	54	292
2020	51	103	59	51	50	314
2021	29	115	31	43	16	234
2022	27	86	70	70	63	253
Среднее	38	70	54	56	50	257
ГТК						
2016	-	0,5	1,2	1,5	-	0,9
2017	-	0,7	1,7	2,2	-	1,2
2018	-	0,6	0,8	0,5	-	0,6
2019	-	2,6	1,0	1,6	-	1,5
2020	-	3,0	1,3	1,3	-	1,3
2021	-	3,5	0,6	1,1	-	1,4
2022	-	2,3	1,7	2,3	-	1,6
Среднее	-	1,9	1,2	1,5	-	1,2

В июне первой половины периода исследований наблюдался дефицит осадков, за месяц выпадало всего 20-30 мм, что составляет 40-60 % нормы. Во второй половине, напротив, было отмечено переувлажнение – 86-115 мм (около двух норм). Среднемесячная температура июня изменялась от 15,9 до 20,3 °С и превышала норму на 1,0-5,0 °С, что характеризует месяц, как теплый (2016-2019) и умеренно теплый (2020-2022).

Для июля была характерна умеренно теплая погода с дефицитом влаги, за исключением 2017 и 2022 г., когда осадки выпали в избыточном количестве (110-120 % от нормы). Среднемесячная температура составляла 19,0-20,4 °С, что выше нормы на 1,0-2,0 °С. Сумма осадков за месяц варьировала по годам от 31 до 59 мм, или 30-90 % от нормы, в 2017 и 2022 годах она равнялась 79 и 70 мм соответственно. Август в целом характеризовался теплой, а в 2016-2017 годы умеренно теплой погодой. Осадков выпадало, в основном, мало – 21-55 мм (35-90 % от нормы), в 2017 и 2019 гг. наблюдался избыток осадков – 69-80 мм (120-140 % от нормы). Среднемесячная тем-

пература изменялась от 15,0 °С в 2022 году до 18,9 °С в 2019 году.

Сумма эффективных температур составляла на конец июня 490-740 °С, на конец июля – 970-1200 °С, августа - 1380-1600 °С, что превышает норму на 30-280, 120-350 и 190-410 °С соответственно. Выше всего показатель поднимался в каждый из месяцев 2017 и 2020 года, самые низкие значения были отмечены в 2021 и 2016 годах.

В течение шести лет ГТК июня изменялся достаточно сильно – от 0,5 (2016) до 3,5 (2021). Среднее его значение составило 1,9, что превышает норму для лесостепи Красноярского края. ГТК июля колебался от 0,6 до 1,7 при средней величине 1,2 и норме – 1,4. Среднее значение ГТК августа незначительно превысило норму, равную 1,2, и составило 1,5, показатель менялся от 0,5 в 2018 до 2,3 в 2022 году.

Анализ погодных условий периода вегетации в целом показал, что в период 2016-2022 гг. ГТК варьировал в широких пределах: от 0,5, что характеризует зону как очень засушливую, до 3,5, что указывает на избыточное увлажнение.

По результатам лабораторных исследований содержание белка в образцах варьировало от 11,58 % у сорта Красно-

ярская 12 (3 класс качества согласно ГОСТ 9353-2016) до 16,93 % у сорта Памяти Вавенкова (1 класс) (рис. 1).

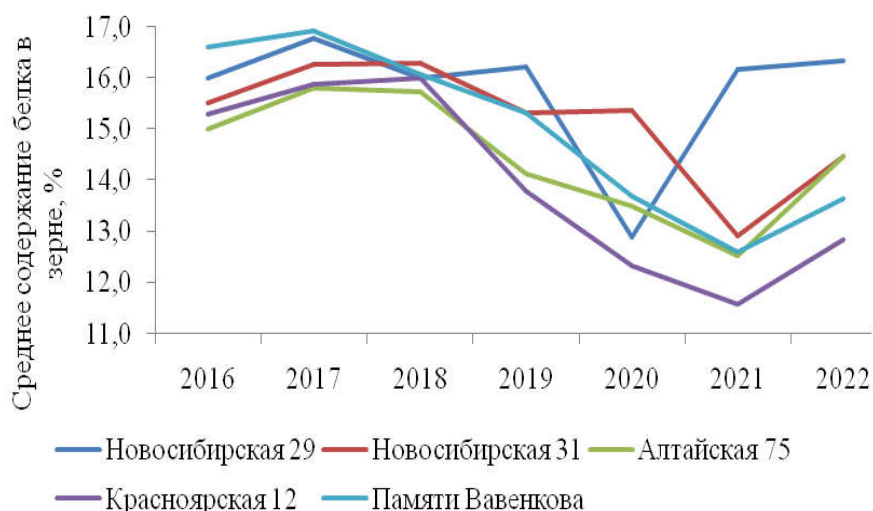


Рисунок 1. Изменение количества белка в зерне пшеницы в период исследования (2016-2022)

Самым высоким среди изучаемых сортов средним содержанием протеина в зерне отличился сорт Новосибирская 29. Наименьший показатель белковости зерна был отмечен у сорта Красноярская 12. В целом, содержание белка варьирова-

ло по годам преимущественно слабо ( $C_v=8,0\%$ ), за исключением сортов Красноярская 12 и Памяти Вавенкова ( $C_v=11,0-13,0\%$ ), что указывает на стабильность показателя в условиях лесостепной зоны Красноярского края (табл. 2).

Таблица 2 – Изменчивость содержания белка в зерне мягкой яровой пшеницы в лесостепной зоне Красноярского края (2016-2022)

Сорт	Содержание белка, %		
	lim	$M \pm m$	V, %
Новосибирская 31 (st)	12,90-16,30	$15,16 \pm 1,09$	7,8
Новосибирская 29	12,88-16,78	$15,77 \pm 1,21$	8,3
Алтайская 75	12,53-15,80	$14,45 \pm 1,10$	8,2
Красноярская 12	11,58-16,00	$13,96 \pm 1,66$	12,8
Памяти Вавенкова	12,60-16,93	$14,98 \pm 1,55$	11,2

Содержание белка в зерне пшеницы сорта Новосибирская 31, принятого за контрольный вариант, варьировало от 12,9 в 2021 году до 16,3 % в 2017 и 2018 годах. Среднее его значение составило 15,1 %, что соответствует 1-му классу качества согласно ГОСТ 9353-2016.

Анализ корреляционных связей между содержанием белка в зерне пшеницы изучаемых сортов и метеорологическими

факторами показал, что белковость зерна сортов Новосибирская 31, Алтайская 75, Красноярская 12 и Памяти Вавенкова определяются, главным образом, условиями июня. Это объясняется тем, что холодная и дождливая погода приводит к массовой распространенности болезней, в частности корневых гнилей, которые существенно снижают продуктивность зерна и его качество (табл. 3).

**Таблица 3** – Корреляция метеорологических факторов с формированием белка в зерне яровой пшеницы, г

Показатель	Сорт				
	Новосибирская 29	Новосибирская 31	Алтайская 75	Красноярская 12	Памяти Вавенкова
ГТК:					
- июня	-0,40	-0,77*	-0,94*	-0,96**	-0,92*
- июля	0,04	0,34	0,40	0,17	0,23
- августа	0,30	0,02	0,16	-0,02	0,10
- вегетации	-0,05	-0,55	-0,58	-0,71	-0,58
Сумма осадков за:					
- июнь	-0,35	-0,71*	-0,89*	-0,92*	-0,86*
- июль	0,02	0,35	0,40	0,20	0,30
- август	0,25	0,05	0,09	-0,03	0,15
Среднемесячная температура воздуха:					
- июня	0,52	0,82*	0,93*	0,95**	0,91**
- июля	-0,08	-0,31	-0,35	-0,12	0,01
- августа	-0,29	0,06	-0,27	-0,03	0,01
Сумма эффективных температур выше 5 °С на конец:					
- мая	-0,60	0,06*	-0,14*	-0,38*	-0,35*
- июня	-0,35	0,51*	0,36*	0,13*	0,12
- июля	-0,42	0,49	0,30	0,11	0,15*
- августа	-0,58	0,55	0,19	0,11	0,17

\* Достоверно при  $p < 0,05$

\*\* Достоверно при  $p < 0,001$

Между ГТК, а также осадками июня и содержанием протеина в зерне, обнаружена статистически значимая ( $p < 0,05$ ) сильная обратная связь, коэффициенты корреляции составили  $-0,77 \dots -0,96$  и  $-0,71 \dots -0,92$  соответственно. Связь накопления белка в зерне со среднемесячной температурой июня прямая, сильная по тесноте ( $r = 0,82 \dots 0,95$ ), статистически значимая на уровне  $p < 0,05$ . То есть недостаточная теплообеспеченность и избыточное увлажнение июня негативно отражаются на содержании белка в растениях пшеницы изучаемых сортов на начальных этапах онтогенеза.

Установлено также, что метеоусловия вегетационного периода, в частности июня, не оказывали влияния на формирование белка у сорта Новосибирская 29.

**Заключение.** Белковость зерна исследуемых сортов, культивируемых в ле-

состепи Красноярского края, определяются, главным образом, погодными условиями июня, за исключением сорта Новосибирская 29, содержание протеина у которого не связано с метеорологическими факторами.

Оптимальные значения тепло- и влагообеспеченности июня, при которых у районированных сортов в лесостепной зоне может формироваться 15,0-16,0 % и более белка, составляют: ГТК – 0,5-1,7, сумма осадков – 20-64 мм, средняя температура воздуха – 18,4-20,5 °С.

Среди изученных в работе сортов для стабильного получения зерна с наиболее высоким содержанием белка в лесостепной зоне Красноярского края рекомендуется к возделыванию сорт мягкой яровой пшеницы Новосибирская 29. Он формирует зерно с большим количеством протеина независимо от погодных условий

периода вегетации, является наиболее экологически стабильным.

#### Список источников

1. Келер В.В., Овчинникова Т.Г. Роль экологических условий в формировании клейковины у яровой пшеницы // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 5. С. 19-27. EDN: IOUUKP. doi: 10.26897/0021-342X-2021-5-19-27.

2. Мозговой С.С., Пантюхов И.В., Келер В.В. Экологическая пластичность сортов яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2020. № 9 (162). С. 121-128. EDN: FRKNID. doi: 10.36718/1819-4036-2020-9-121-128

3. Leonova I.N., Kiseleva A.A., Berezhnaya A.A., Stasyuk A.I., Likhenko I.E., Salina E.A. Identification of QTLs for Grain Protein Content in Russian Spring Wheat Varieties // Plants. 2022. Vol. 11. No. 3. EDN: OPOLSP. doi: 10.3390/plants11030437

4. Nadew B.B. Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seed: a review on selected factors // Advances in Crop Science and Technology. 2018. Vol. 6. № 2. P. 356. doi: 10.4172/2329-8863.1000356

5. Keler V.V., Martynova O.V., Demeneva A.A. Productivity and technological qualities of spring wheat grain in Krasnoyarsk region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 2020 / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Vol. 677. Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd. 2021. P. 32050. EDN: CMUXRV. doi: 10.1088/1755-1315/677/3/032050

6. ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия. М., 2016. 16 с. (Межгосударственная система стандартизации. Основные положения).

7. Биохимические показатели качества зерна у современных сортов яровой пшеницы / А.В. Амелин, Е.И. Чекалин, В.В. Заикин, В.И. Мазалов, В.Т. Городов, Р.А. Икусов // Вестник аграрной науки. 2019. № 2 (77). С. 3-11. EDN: ONMNBG. doi: 10.15217/issn2587-666X.2019.2.3

8. Панфилов А.Л., Чурбакова С.М. Влияние погодных факторов на накопление белка в зерне яровой мягкой пшеницы при выращивании на склоновых землях Оренбургского Предуралья // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2018. № 2. С. 8. EDN: XWPXDF

9. Белкина Р.И., Летяго Ю.А. Рациональное использование зерна сортов сильной и ценной пшеницы в Северном Зауралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (67). С. 19-21. EDN: ZSMJUF

10. Малыгина Н.С., Власова М.В. Исследование факторов, влияющих на урожайность и качество зерна пшеницы, выращенной на черноземах выщелоченных (на примере Покровского района Орловской области) // Вестник ОрелГИЭТ. 2018. № 2 (44). С. 21-26. EDN: XYZIIN

11. Продуктивность и качество мягкой яровой пшеницы в Западной Сибири / Т.Н. Капко, И.Е. Лихенко, В.В. Советов, Е.В. Агеева // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 10. С. 25-31. EDN: OABSSC. doi: 10.53859/02352451\_2021\_35\_10\_25

12. Особенности формирования содержания белка в зерне пшеницы мягкой яровой в условиях Западной Сибири / И.В. Пахотина, Е.Ю. Игнатьева, Л.П. Россеева, И.А. Белан, Л.В. Омельянюк // Вестник КрасГАУ. 2021. № 5 (170). С. 37-45. EDN: ICTGUP. doi: 10.36718/1819-4036-2021-5-37-45

13. Ресурсный потенциал сортов пшеницы мягкой яровой для условий Западной Сибири и Омской области (аналитический обзор) / И.А. Белан, Л.П. Россеева, Н.П. Блохина, Ю.П. Григорьев, Я.В. Мухина, Н.В. Трубочеева, Л.А. Першина // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. Т. 22. № 4. С. 449-465. EDN: NTNDZB.

14. Хлесткина Е.К., Журавлева Е.В., Пшеничникова Т.А. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием условий внешней среды: современные возможности улучшения качества зерна и хлебопекарной продукции (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 3. С. 501-514. EDN: YZKVHR. doi: 10.15389/agrobiology.2017.3.501rus.

15. Хижняк С. В. Пучкова Е.П. Математические методы в агроэкологии и биологии. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2019. 240 с. EDN: PHVKPX.

#### References

1. Keler V.V., Ovchinnikova T.G. The role of ecological conditions in the formation of gluten in spring wheat. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2021;5:19-27 (In Russ.) doi: 10.26897/0021-342X-2021-5-19-27

2. Mozgovoy S.S., Pantyukhov I.V., Keler V.V. Ecological plasticity of spring wheat varieties in the forest-steppe of the Krasnoyarsk region. *Bulletin of KSAU*. 2020;9(162):121-128 (In Russ.).  
doi: 10.36718/1819-4036-2020-9-121-128
3. Leonova I.N., Kiseleva A.A., Berezhnaya A.A., Stasyuk A.I., Likhenko I.E., Salina E.A. Identification of QTLs for Grain Protein Content in Russian Spring Wheat Varieties. *Plants*. 2022;11(3). doi: 10.3390/plants11030437
4. Nadew B.B. Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) seed: a review on selected factors. *Advances in Crop Science and Technology*. 2018;6(2):356.  
doi:10.4172/2329-8863.1000356
5. Keler V.V., Martynova O.V., Demeneva A.A. Productivity and technological qualities of spring wheat grain in Krasnoyarsk region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall*. Krasnoyarsk. 2021;677:32050.  
doi: 10.1088/1755-1315/677/3/032050
6. GOST 9353-2016. Wheat. Technical specifications. Moscow. 2016. 16 p. (Interstate standardization system. Basic provisions) (In Russ.)
7. Amelin A.V., Chekalin E.I., Zaikin V.V., Mazalov V.I., Gorodov V.T., Ikušov R.A. Biochemical indicators of quality of grain in modern varieties of spring wheat. *Bulletin of Agrarian Science*. 2019;2(77):3-11 (In Russ.).  
doi: 10.15217/issn2587-666X.2019.2.3
8. Panfilov A.L., Churbakova S.M. The influence of weather factors on the accumulation of protein in grain of the yaro-way of soft wheat in growing on the slope land of Orenburg Pre-prague. *Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2018;2:8. (In Russ.)
9. Belkina R.I., Letyago Yu.A. Rational use of grain of strong and valuable wheat varieties in North Zauralye. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. 2017;5(67):19-21 (In Russ.)
10. Malygina N.S., Vlasova M.V. Research of the factors influencing productivity and quality of wheat grain grown up on lixiviated chernozems (on the example of Pokrovsky area of Orel region). *Bulletin of OrelGIET*. 2018;2(44):21-26 (In Russ.)
11. Kapko T.N., Likhenko I.E., Sovetov V.V., Ageeva E.V. Productivity and quality of spring common wheat in Western Siberia. *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2021;35(10):25-31 (In Russ.).  
doi: 10.53859/02352451\_2021\_35\_10\_25
12. Pakhotina I.V., Ignatieva E.Yu., Rosseeva L.P., Belan I.A., Omelianyuk L.V. Specific features of protein content formation in soft spring wheat grain in the conditions of Western Siberia. *Bulletin of KSAU*. 2021;5(170):37-45 (In Russ.).  
doi: 10.36718/1819-4036-2021-5-37-45
13. Belan I.A., Rosseeva L.P., Blokhina N.P., Grigoriev Yu.P., Mukhina Ya.V., Trubacheeva N.V., Pershina L.A. Resource potential of soft spring wheat varieties for the conditions of Western Siberia and Omsk region (analytical review). *Agricultural science Euro-North-East*. 2021;22(4):449-465 (In Russ.)
14. Khlestkina E.K., Zhuravleva E.V., Pshenichnikova T.A. Realization of the genetic potential of soft wheat varieties under the influence of environmental conditions: modern possibilities for improving the quality of grain and bakery products (review). *Agricultural Biology*. 2017;52(3):501-514 (In Russ.)
15. Khizhnyak S.V., Puchkova E.P. Mathematical methods in agroecology and biology. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agrarian University, 2019. 240 p. (In Russ.)

### Информация об авторах

**Надежда Васильевна Шрам** – аспирант, кафедра растениеводства, селекции и семеноводства, институт агроэкологических технологий;

**Виктория Викторовна Келер** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра растениеводства, селекции и семеноводства, институт агроэкологических технологий;

**Сергей Витальевич Хижняк** – доктор биологических наук, профессор, кафедра экологии природопользования, институт агроэкологических технологий;

**Софья Владимировна Овсянкина** – кандидат биологических наук, заведующая научно-инновационной лаборатории сельскохозяйственной и экологической биотехнологии, институт агроэкологических технологий.



**Information about the authors**

**Nadezhda V. Shram** – Post-graduate Student, Chair of Plant Growing, Breeding and Seed Growing, Institute of Agroecological Technologies;

**Victoria V. Keler** – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Chair of Plant Growing, Breeding and Seed Growing, Institute of Agroecological Technologies;

**Sergey V. Khizhnyak** – Doctor of Science (Biology), Professor, Chair of Environmental Ecology, Institute of Agroecological Technologies;

**Sofya V. Ovsyankina** – Candidate of Science (Biology), Head of the Scientific and Innovative Laboratory of Agricultural and Environmental Biotechnology, Institute of Agroecological Technologies.

Статья поступила в редакцию 02.10.2023; одобрена после рецензирования 11.10.2023; принята к публикации 17.10.2023.

The article was submitted 02.10.2023; approved after reviewing 11.10.2023; accepted for publication 17.10.2023.