

Научная статья/Research Article

УДК 633.11 : 664.761

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-98-103

Надежда Васильевна Шрам¹, Виктория Викторовна Келер^{2✉}, Сергей Витальевич Хижняк³,
Софья Владимировна Овсянкина⁴

^{1,2,3,4}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹ndzdsram@gmail.com

²vica_kel@mail.ru

³skhizhnyak@yandex.ru

⁴sofi-kras@mail.ru

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В ЗЕРНЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Цель исследования – изучение динамики содержания белка в зерне яровой пшеницы сибирской селекции в условиях лесостепи Красноярского края и определение наиболее стабильных сортов в плане его накопления. опыты проведены в 2016–2022 гг. Объекты исследования – пять сортов мягкой яровой пшеницы, районированных в Красноярском крае: Новосибирская 29, Новосибирская 31, Красноярская 12, Памяти Вавенкова и Алтайская 75, – по группе качества относящихся к ценным и сильным пшеницам. Среди изучаемых сортов самым высоким 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. Дисперсионный анализ показал, что содержание белка в зерне яровой пшеницы статистически значимо ($p < 0,001$) зависит от сорта и условий года. Показатель силы влияния фактора «сорт» на содержание белка составляет 17,6 %, силы влияния фактора «год» – 59,2 %. Из изученных сортов для стабильного получения зерна с наиболее высоким содержанием белка в лесостепи Красноярского края рекомендуется сорт Новосибирская 29, так как он формирует высокобелковое зерно независимо от погодных условий периода вегетации и является наиболее экологически стабильным.

Ключевые слова: сорт, пшеница, качество муки, качество зерна, качество хлеба, белок, протеин

Для цитирования: Динамика содержания белка в зерне яровой мягкой пшеницы / Н.В. Шрам [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 11. С. 98–103. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-98-103.

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».

Nadezhda Vasilievna Shram¹, Victoria Viktorovna Keler^{2✉}, Sergey Vitalievich Khizhnyak³,
Sofya Vladimirovna Ovsyankina⁴

^{1,2,3,4}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹ndzdsram@gmail.com

²vica_kel@mail.ru

³skhizhnyak@yandex.ru

⁴sofi-kras@mail.ru

DYNAMICS OF PROTEIN CONTENT IN SPRING WHEAT GRAIN

The purpose of research is to study the dynamics of protein content in the grain of spring wheat of Siberian selection in the forest-steppe conditions of the Krasnoyarsk Region and to determine the most stable varieties in terms of its accumulation. The experiments were carried out in 2016–2022. The objects of the study are five varieties of soft spring wheat, zoned in the Krasnoyarsk Region: Novosibirskaya 29, Novosibirskaya 31, Krasnoyarskaya 12, Pamyati Vavenkova and Altayskaya 75, according to the quality group belonging to valuable and strong wheat. Among the varieties studied, the Novosibirskaya 29 variety had the highest average protein content in grain. The lowest grain protein content was noted in the Krasnoyarskaya 12 variety. In general, the protein content varied predominantly weakly over the years ($V = 8\%$), with the exception of the varieties Krasnoyarskaya 12 and Pamyati Vavenkova ($V = 11–13\%$), which indicates the stability of the indicator under the conditions of the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Region. Analysis of variance showed that the protein content in spring wheat grain statistically significantly ($p < 0.001$) depends on the variety and year conditions. The indicator of the strength of influence of the factor “variety” on protein content is 17.6 %, the strength of influence of the factor “year” is 59.2 %. Of the studied varieties, for the stable production of grain with the highest protein content in the forest-steppe of the Krasnoyarsk Region, the Novosibirskaya 29 variety is recommended, since it forms high-protein grain regardless of the weather conditions of the growing season and is the most environmentally stable.

Keywords: variety, wheat, flour quality, grain quality, bread quality, protein, protein

For citation: Dynamics of protein content in spring wheat grain / N.V. Shram [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(11): 98–103. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-98-103.

Acknowledgments: the study has been carried out with the financial support of the Regional State Autonomous Institution Krasnoyarsk Regional Fund for Support of Scientific and Scientific-Technical activities within the framework of research and development under 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 Region”.

Введение. Производство зерна в Российской Федерации играет стратегическую и системообразующую роль и является наиболее масштабной сферой сельскохозяйственного производства [1]. Зерно выступает главным фактором обеспечения национальной и продовольственной безопасности России, является стратегически воспроизводимым продуктом самообеспечения и торговли, основным условием устойчивого развития сельского хозяйства и агропромышленного производства в целом. Развитие зернового хозяйства является средством эффективного использования почвенно-климатических и погодных условий на большей территории страны [2].

Сибирь – один из крупнейших регионов Российской Федерации по производству зерна пшеницы [3, 4]. Степные и лесостепные зоны Сибири имеют большие возможности для производства высококачественного зерна с хорошими и отличными хлебопекарными качествами и высокой силой муки [5]. Яровая мягкая пшеница является основной продовольственной культурой Красноярского края и Восточной Сибири в целом.

Однако в последние годы при неуклонной тенденции увеличения производства пшеницы в стране и в частности в крае отмечается снижение ее качества. В связи с этим остро встает вопрос увеличения производства высококачественной пшеницы [6–8].

Одной из основных проблем, связанных со снижением качества пшеницы, является недостаточное обеспечение производства пшеницы сортами, способными формировать зерно планируемого качества. Так, среди районированных сортов яровой пшеницы зерно высокого качества способны формировать только 62 %. Еще одна проблема – слабое развитие рынка семян зерновых культур, что является фактором, сдерживающим внедрение новых сортов в производство [9, 10].

Особую ценность для мукомольной и хлебопекарной промышленности, а также экспорта имеет сильная мягкая пшеница, характеризующаяся большим содержанием в зерне белка и других ценных веществ [11]. В международной торговле продовольственное зерно оценивается в первую очередь по массовой доле белка. Именно содержание белка является главным

показателем для формирования товарных партий пшеницы [13–15].

Цель исследования – изучение динамики содержания белка в зерне яровой пшеницы сибирской селекции в условиях лесостепи Красноярского края и определение наиболее стабильных сортов в плане его накопления.

Объекты и методы. Опыты проведены в 2016–2022 гг. в лесостепной зоне Красноярского края.

Объекты эксперимента – пять сортов мягкой яровой пшеницы, районированных в Красноярском крае: Новосибирская 29, Новосибирская 31, Красноярская 12, Памяти Вавенкова и Алтайская 75, – по группе качества относящихся к ценным и сильным пшеницам.

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

Общая площадь делянки 12,0 м², размеры делянки: длина – 8 м, ширина – 1,6 м, повтор-

ность 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 [12].

Результаты и их обсуждение. По результатам лабораторных исследований содержание белка в образцах варьировало от 11,58 % у сорта Красноярская 12 (3-й класс качества) до 16,93 % у сорта Памяти Вавенкова (1-й класс качества). 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 (табл. 1).

Таблица 1

Содержание белка в пшенице районированных сортов (2016–2022 гг.), %

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

Исходя из полученных данных, установлено, что в целом из года в год количество белка в зерне пшеницы снижалось, начиная с 2017 г. (рис. 1). Если в 2017 г. оно составляло у разных сортов 15,8–18,4 %, то в 2021 г. уже 11,6–16,2 %. Только в 2022 г. тенденция изменилась: отмечалось повышение белковости зерна до 12,1–16,4 %.

Дисперсионный анализ показал, что содержание белка в зерне яровой пшеницы статистически значимо ($p < 0,001$) зависит от сорта. Ми-

нимальное содержание протеина отмечено у сорта Красноярская 12, максимальное – у сорта Новосибирская 29. Показатель силы влияния фактора «Сорт» на содержание белка составляет 17,6 % (табл. 2).

Установлено также, что количество белка статистически значимо ($p < 0,001$) различается по годам. Минимальное содержание белка отмечено в 2021 г., максимальное – в 2017. Показатель силы влияния фактора «год» на содержание белка составляет 59,2 %.

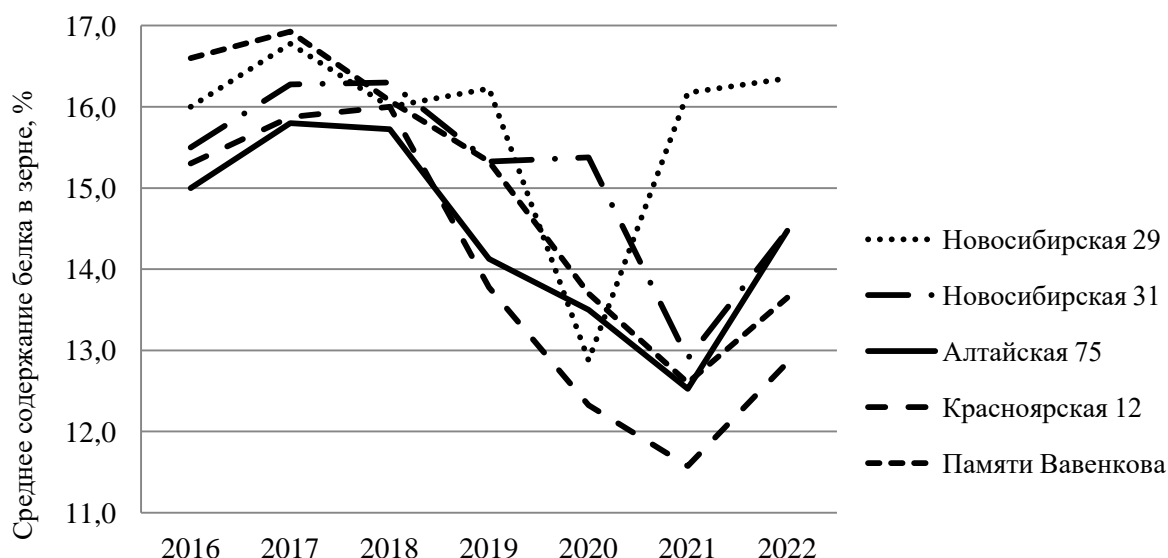


Рис. 1. Изменение количества белка в зерне пшеницы в период исследования (2016–2022 гг.), %

Таблица 2

Дисперсионный анализ влияния факторов «сорт» и «год» на содержание белка в зерне

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Сорт	13,449	4	3,362	4,537	0,007	2,776
Год	45,239	6	7,540	10,173	1,27189E-05	2,508
Погрешность	17,788	24	0,741			
Итого	76,476	34				

Корреляционный анализ показал, что между средним содержанием белка в зерне сортов Новосибирская 31, Алтайская 75, Красноярская 12 и Памяти Вавенкова существует статистически зна-

чимая (на уровне $p < 0,05$) сильная положительная связь, коэффициенты корреляции составили 0,85–0,96, это значит, что содержание белка по годам у них меняется одинаково (табл. 3).

Таблица 3

Корреляция между содержанием белка в зерне изучаемых сортов

Сорт	Новосибирская 29	Новосибирская 31	Алтайская 75	Красноярская 12
Новосибирская 29	1			
Новосибирская 31	-0,04	1		
Алтайская 75	0,39	0,86	1	
Красноярская 12	0,41	0,84	0,95	1
Памяти Вавенкова	0,36	0,85	0,89	0,96

Следовательно, в динамике содержание белка у данных сортов изменяется схожим образом. Связь проиллюстрирована на примере сортов Красноярская 12 и Памяти Вавенкова (рис. 2).

Содержание белка в зерне сорта Новосибирская 29 с белковостью зерна других сортов кор-

ррелирует слабо ($r \leq 0,4$), т. е. изменяется по годам нетипично для данного опыта. Рисунок 3 наглядно демонстрирует отсутствие связи на примере сортов Новосибирская 29 и Новосибирская 31.

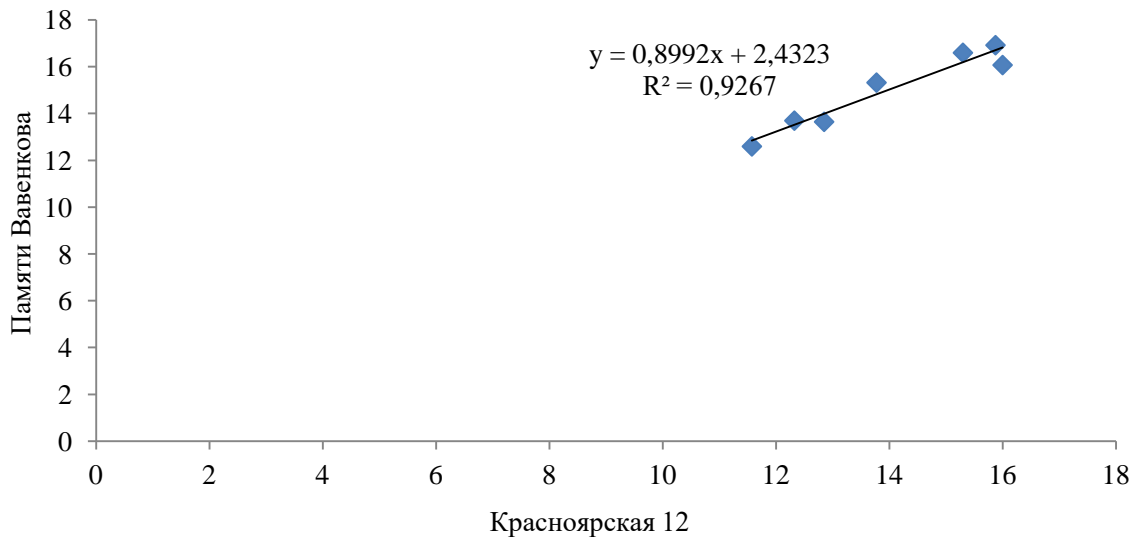


Рис. 2. Связь между содержанием белка сортов Красноярская 12 и Памяти Вавенкова

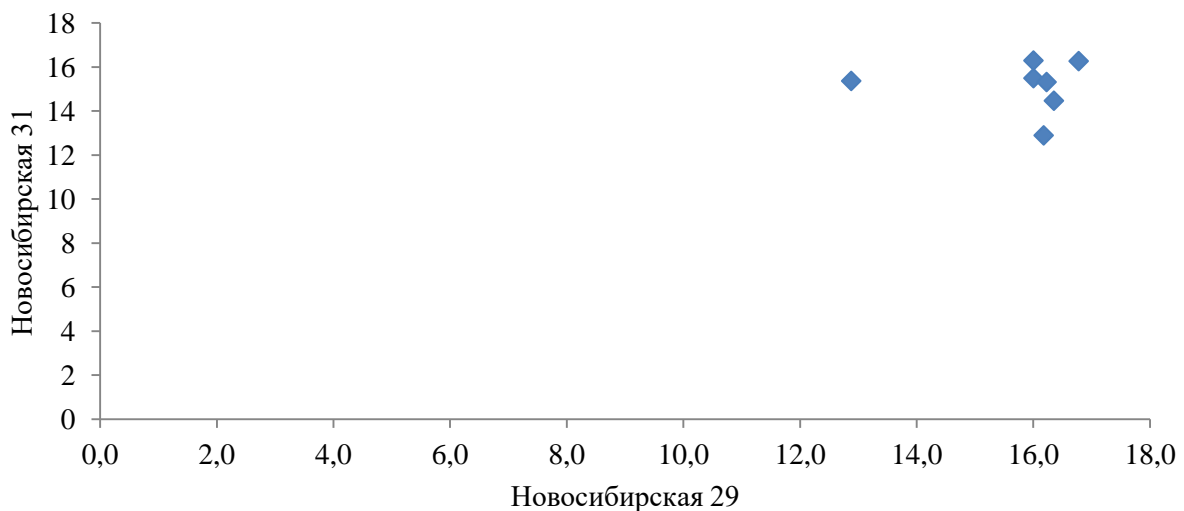


Рис. 3. Отсутствие связи между содержанием белка сортов Новосибирская 29 и Новосибирская 31

Заключение. За годы исследования содержание белка в изученных сортах варьировало от 11,58 % у Красноярской 12 (3-й класс качества согласно ГОСТ 9353-2016) до 16,93 % у Памяти Вавенкова (1-й класс). Изменчивость показателя составила 8–13 % (слабая и средняя). Сила влияния сорта на содержание протеина составляет 17,6 %, а условия года – 59,2 %. Среди исследованных в работе сортов для стабильного получения зерна с наиболее высоким содержанием белка в лесостепи Красноярского края рекомендуется сорт Новосибирская 29, так как он формирует высокобелковое зерно независимо от погодных условий периода вегетации и является наиболее экологически стабильным.

Список источников

1. Проблема повышения качества пшеницы в стране требует комплексного решения / А.И. Алтухов [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 2. С. 32–39. EDN PHACEU.
2. Биохимические показатели качества зерна у современных сортов яровой пшеницы / А.В. Амелин [и др.] // Вестник ОрелГАУ. 2019. № 2 (77). С. 3–11.
3. Келер В.В. Влияние гидротермических условий на формирование белка районированных сортов яровой пшеницы в лесостепи Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2008. № 1. С. 56–59. EDN IIRGYL.
4. Мальгина 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.
5. *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. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-9-121-128. EDN FRKNID.
 6. *Павлов А.Н.* Внешние условия и внутренние факторы, определяющие содержание белка в зерне пшеницы // Проблемы белка в сельском хозяйстве: науч. тр. ВАСХНИЛ. М.: Колос, 1975. С. 167–173.
 7. Продуктивность и качество мягкой яровой пшеницы в Западной Сибири / *Т.Н. Канко* [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35, № 10. С. 25–31. DOI: 10.53859/02352451_2021_35_10_25. EDN OABSSC.
 8. *Павлов А.Н.* Повышение содержания белка в зерне. М.: Наука, 1984. 119 с.
 9. Особенности формирования содержания белка в зерне пшеницы мягкой яровой в условиях Западной Сибири / *И.В. Пахомина* [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2021. № 5 (170). С. 37–45. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-5-37-45. EDN ICTGUP.
 10. *Вельмисева Л.Е.* Формирование продуктивности и качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от приемов возделывания в условиях лесостепи Среднего Поволжья: 06.01.09: дис. ... канд. с.-х. наук. Пенза, 2005. 179 с. EDN NNHNDP.
 11. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием условий внешней среды: современные возможности улучшения качества зерна и хлебопекарной продукции (обзор) / *Е.К. Хлесткина* [и др.] // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52, № 3. С. 501–514. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.501rus. EDN YZKVHR.
 12. *Хижняк С.В., Пучкова Е.П.* Математические методы в агроэкологии и биологии / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2019. 240 с. EDN PHVKPX.
 13. *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, 18–20 ноября 2020 г. / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Vol. Volume 677. Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. P. 32050. DOI: 10.1088/1755-1315/677/3/032050. EDN CMUXRV.
 14. *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.
 15. Identification of QTLs for Grain Protein Content in Russian Spring Wheat Varieties / *I.N. Leonova* [et al.] // Plants. 2022. Vol. 11, № 3. DOI: 10.3390/plants11030437. EDN OPOLSP.

Статья принята к публикации 02.10.2023 / The article accepted for publication 02.10.2023.

Информация об авторах:

Надежда Васильевна Шрам¹, аспирант 1-го курса

Виктория Викторовна Келер², доцент кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Сергей Витальевич Хижняк³, профессор кафедры экологии и природопользования, доктор биологических наук, профессор

Софья Владимировна Овсянкина⁴, заведующая лабораторией сельскохозяйственной и экологической биотехнологии, кандидат биологических наук

Information about the authors:

Nadezhda Vasilievna Shram¹, 1st year Postgraduate Student

Viktoriya Viktorovna Keler², Associate Professor at the Department of Plant Growing, Selection and Seed Production, Candidate of Agricultural Sciences, Docent

Sergey Vitalievich Khizhnyak³, Professor at the Department of Ecology and Environmental Management, Doctor of Biological Sciences, Professor

Sofya Vladimirovna Ovsyankina⁴, Head of the Laboratory of Agricultural and Environmental Biotechnology, Candidate of Biological Sciences