

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

М.М. Шостак¹, *В.Л. Татаринцев², Л.М. Татаринцев³

¹Алтайский филиал ФГБУ «Центр оценки качества зерна», Россия, Барнаул

²Алтайский государственный университет, Россия, Барнаул

³Алтайский государственный аграрный университет, Россия, Барнаул

e-mail: *kafzem@bk.ru

Приведены результаты исследования изменчивости качества зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от физико-географических условий. Количество клейковины характеризуется интервалом от 2 % до 8 % в направлении с востока на запад Алтайского края, а число падения – с 69 до 131 секунды. Натурный вес зерна варьирует по подзонам от 59 (умеренно-засушливая степь) до 92 (засушливая степь) г/л. В остальных подзонах варьирование натурности изменяется от 66 до 72 г/л. Размах варьирования показателя качества клейковины по подзонам составил 14-17 единиц ИДК, а стекловидности – 10-16 %.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, пространственная изменчивость качества зерна, количество и качество клейковины, число падения, стекловидность, натура, Алтайский край.

Введение

Количество, качество сельскохозяйственной продукции и сырья является приоритетным направлением совместной деятельности многих государств, которое закреплено во множестве долгосрочных межгосударственных документов [1-4]. Продовольственная безопасность РФ и других стран обозначена на государственном уровне в различных стратегиях и программах [5-7]. Дефицит того или иного продовольствия пытаются решить посредством его импорта, обмена, производства оригинальной продукции и продуктов-аналогов на собственной территории с применением инновационных агротехнологий и техники, зачастую связанных со значительной капиталом-, фондо- и землеемкостью, учитывающих природные особенности территории. Так, например, за рубежом популярным и стремительно развивающимся направлением по интенсификации выращивания сельскохозяйственных культур, в частности, пшеницы яровой мягкой и повышению ее качественного состава является биофортификация [8]. Исследователи пытаются активизировать почвенную микрофлору посредством инокуляции семян или прямого внесения в почву полимерных наночастиц, железа и прочих веществ [9, 10]. Также ученые предпринимают попытки по моделированию посевов в разные агросроки, различными по спелости сортами и гибридами пшеницы, применяя дополнительное орошение и иные мелиоративные приемы в критические фазы развития растений [11-13]. Управление биологическими процессами в поле посредством нарушения традиционных агротехнологий с использованием биотехнологий на основе генетического анализа культуры позволяет ученым из Индии, Китая и других густонаселенных стран добиться повышения продуктивности и качества яровой пшеницы [14-17]. В нашей стране также активно проводятся исследования в направлениях, связанных с качеством зерна преобладающей в структуре посевных площадей культуре – яровой мягкой пшеницы. Качество зерна яровой пшеницы изучают в связи с внесением удобрений [18], в различных севооборотах [19], по разным предшественникам [20], в зависимости от климата, склонов и их экспозиций [21, 22]. Однако до реализации научных инноваций в производственном процессе новинкам

предстоит долгий путь вывода на рынок, где они будут конкурировать среди прочих продуктов, методов, механизмов и инструментов, предназначенных для сельскохозяйственного производства. Также следует учитывать, что большинство средних и мелких сельхозтоваропроизводителей не имеют возможности к использованию ГИС-технологий и искусственного интеллекта на территории своих аграрных землепользований. Предложенный авторами настоящего научного исследования уникальный подход, реализованный на примере крупнейшего аграрного землепользования РФ – Алтайского края, направлен на оценку и определение качества зерна яровой мягкой пшеницы через призму природного потенциала территории, являющегося основой эффективности и устойчивости сельскохозяйственного природопользования [23, 24]. Полученные в результате работы аналитические материалы позволят управлять агроландшафтами посредством моделирования и оптимизации производственных ресурсов [25, 26], повышая их устойчивость [27]. Исходя из этого целью настоящего научного исследования стало изучение количества и качества клейковины, числа падения, стекловидности, натуры зерна яровой мягкой пшеницы по природным зонам (подзонам) Алтайского края. Для достижения поставленной цели следовало решить задачи, а именно: исследовать распределение проб по качеству зерна на территории Алтайского края и подзональное распределение значений количества и качества клейковины, числа падения, стекловидности, натуры зерна.

Материалы и методы

Материалами научного исследования стали обследования (протоколы испытаний проб зерна яровой мягкой пшеницы), проведенные Алтайским филиалом ФГБУ «Центр оценки качества зерна» по сельскохозяйственным организациям Алтайского края, хозяйствующим в разных природных зонах, согласно утвержденных ГОСТов и методик определения качественных характеристик [28]. Основными методами исследования, используемыми в работе, стали общепринятые научные методы: географический, монографический, анализа и синтеза. Статистическую обработку аналитических данных производили по методике Б.А. Доспехова [29].

Результаты и обсуждение

Использование современных методов исследования качества зерна яровой мягкой пшеницы на территории Алтайского края позволило впервые изучить зональную (подзональную) изменчивость физико-химических показателей и установить закономерности пространственной изменчивости. Шестилетние (2016-2021 гг.) экспериментальные исследования произведены в пяти подзонах Алтайского края, с количеством вариантов, совпадающим с подзонами средней и южной лесостепи, а также подзонами умеренно-засушливой, засушливой и сухой степи (рис. 1). Варианты имеют отличия по географическим, агроклиматическим, почвенным, микробиологическим свойствам, отражающимся на продуктивности пшеницы и качестве ее зерна. В подзоне предусмотрены 10-12 повторностей согласно количеству муниципальных районов и сельскохозяйственных организаций, по которым отобраны протоколы испытаний проб зерна, что дало возможность изучить качество зерна в зависимости от физико-географических условий. Объектом исследования стала проба зерна, а их группа – генеральной совокупностью, величина которой равна 300.

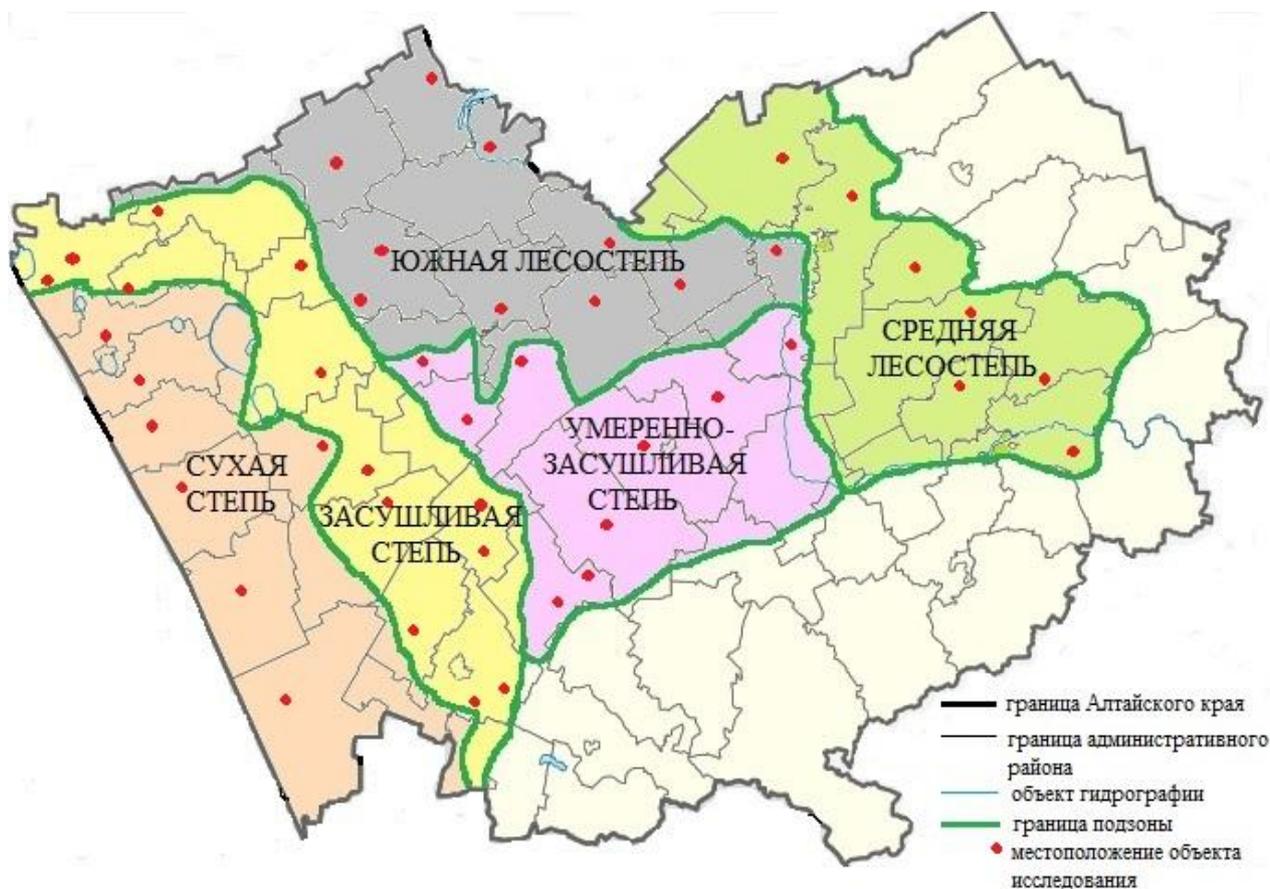


Рисунок 1 – Изучаемая территория по качеству зерна

Известно, что возделывание яровой мягкой пшеницы в разных физико-географических условиях сказывается на ее продуктивности [30-33]. Значит по основным качественным характеристикам зерна (количество и качество клейковины, число падения, стекловидность, натура) также должны быть различия [34, 35], которые в конечном итоге отразятся на востребованности зерна на рынке [36] и, как следствие, рентабельности производства данной сельскохозяйственной культуры.

В таблице 1 приведены статистические характеристики территориальной изменчивости физико-химических показателей качества зерна яровой пшеницы в целом на территории Алтайского края.

Таблица 1 – Пространственная изменчивость показателей качества зерна

Показатели качества	Статистические характеристики				
	I*	\bar{x}	S	S_x	V, %
Количество клейковины, %	23-30	23,9	0,4	0,2	1,7
Качество клейковины, ед. ИДК	73-90	80,1	1,1	0,4	1,4
Число падения, с	189-320	257,6	2,1	0,7	0,8
Стекловидность, %	39-55	44,7	0,6	0,2	1,3
Натура, г/л	712-804	763,8	3,2	1,0	0,4

*) Примечание: I – размах варьирования, \bar{x} – средняя арифметическая, S – стандартное отклонение, S_x – ошибка выборочной средней, V, % – коэффициент вариации

Размах варьирования качественных характеристик зерна яровой мягкой пшеницы находится в пределах, обозначенных ГОСТами. Показатели отмечены «незначительным» [30] коэффициентом вариации (<10 %).

Распределение проб зерна внутри генеральной совокупности по Алтайскому краю по показателям качества позволяет их структурировать (рис. 2).

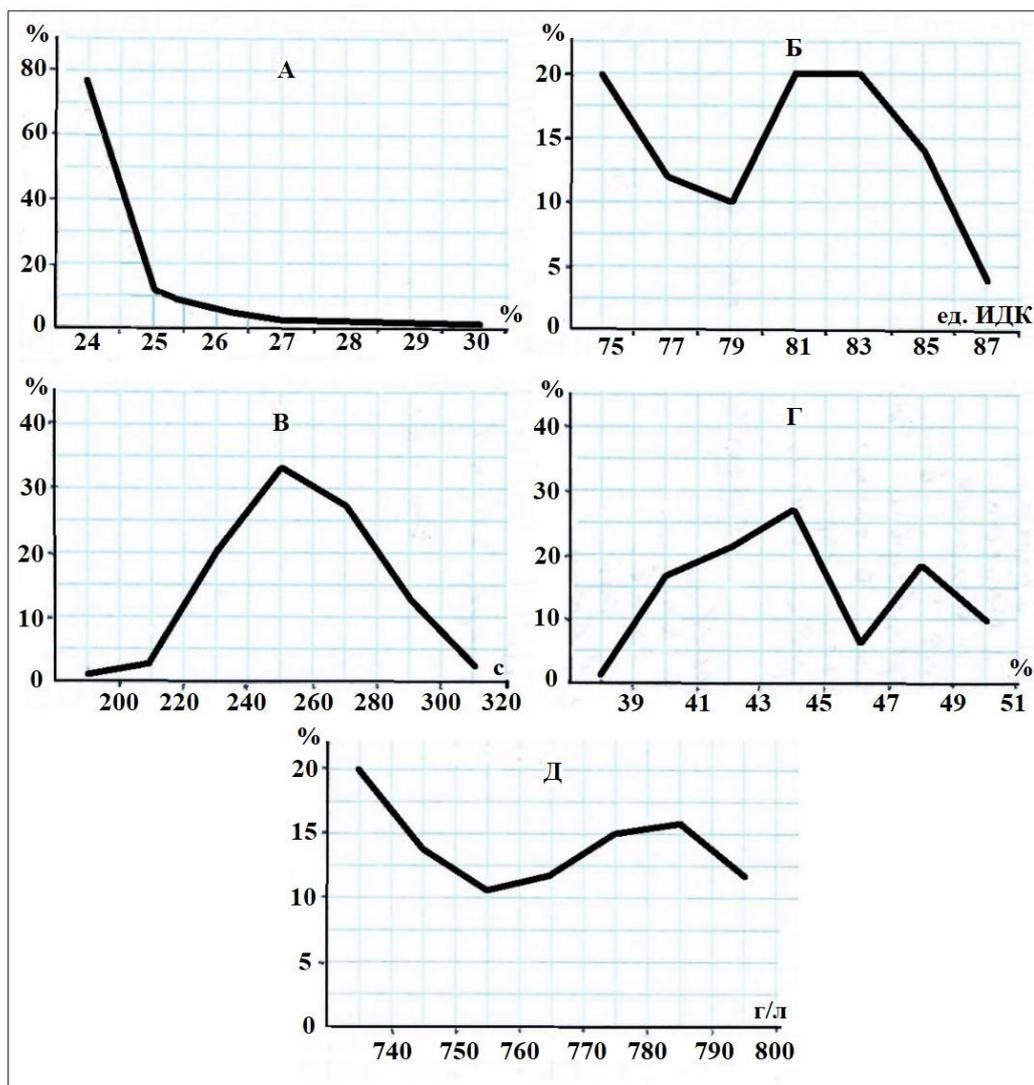


Рисунок 2 – Распределение проб зерна по количеству клейковины (А), качеству клейковины (Б), числу падения (В), стекловидности (Г), натуре (Д)

Экспоненциальный характер распределения имеет показатель количества глютена – в генеральной совокупности преобладают показатели, лежащие в интервале 23-25 %. S-образный профиль характеризует величину ИДК и натуру зерна. Показатель качества характеризуется двумя максимумами: первый позволяет отнести зерно к I группе, а второй – ко II по качеству глютена. Два максимума (рис. 2 Г) имеются и при распределении проб по натуре зерна, все пробы соответствуют нормативному значению – не ниже 730 г/л. Величины, характеризующие распределение проб по числу падения, генеральной совокупности, распределились «нормально», и такое распределение называют распределением Стьюдента – в центре распределения находится генеральная средняя, 80 %

Выводы

По мере движения с запада Алтайского края (сухая степь) на восток (средняя лесостепь) средняя арифметическая величина количества клейковины уменьшается с 24,2 до 23,5 %. Индекс деформации клейковины (ИДК), как показатель качества зерна, наоборот увеличивается с 79,4 до 81,4 единиц ИДК, что свидетельствует о снижении качества клейковины. Средние арифметические значения стекловидности очень близки по подзонам и находятся в пределах 45%. Также слабо изменяется по подзонам средняя арифметическая величина натуры. Средняя арифметическая величина числа падения колеблется от 255 сек. (южная лесостепь) до 261 сек. (сухая степь). Средние арифметические значения всех показателей качества зерна входят в доверительные интервалы для генеральной средней изучаемых показателей качества зерна при 95%-ном уровне вероятности и анализируемом числе степеней свободы. Результаты исследований можно использовать на практике при оценке устойчивости аграрных землепользований на локальном и региональном уровнях, прогнозировании внутреннего потребления и экспорта зерна яровой мягкой пшеницы, расчете схемы сырьевого конвейера, а также решении прочих вопросов, связанных с развитием АПК Алтайского края.

Список литературы

1. Всеобщая декларация о ликвидации голода и недоедания // Организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/hunger.shtml (дата обращения: 01.07.2023).
2. Римская декларация о всемирной продовольственной безопасности [Электронный ресурс]. URL: <http://www.g20civil.com/ru/documents/205/577/> (дата обращения: 01.07.2023).
3. Всемирная Продовольственная Программа ООН [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wfp.org/o-нас> (дата обращения: 01.07.2023).
4. FAO, UNDP (United Nations Development Programme) & UNEP (United Nations Environment Programme). 2021. A multi-billion-dollar opportunity – Repurposing agricultural support to transform food systems. Rome [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.4060/cb6562en> (дата обращения: 01.07.2023).
5. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/73438425/> (дата обращения: 01.07.2023).
6. Стратегия устойчивого развития Германии до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: <https://ekapraekt.by/wp-content/uploads/2019/06/nachhaltigkeitsstrategie-rs.pdf> (дата обращения: 01.07.2023).
7. Стратегия «Казахстан 2050» [Электронный ресурс]. URL: <https://primeminister.kz/ru/gosprogrammy/strategiya-kazahstan-2050?ysclid=lchkz3d7ys99226891> (дата обращения: 01.07.2023).
8. Riaz A., Huda N., Abbas A., Raza S. Biofortification of Wheat with Iron. Int. J. Adv. Sci. Res. 2017. no. 3. pp. 69-76. [Электронный ресурс]. URL: <https://ssjournals.com/index.php/ijasr/article/view/4275> (дата обращения: 21.08.2023).
9. Merinero M., Alcludia A., Begines B., Martínez G., Martín-Valero M.J., Pérez-Romero J.A., Mateos-Naranjo E., Redondo-Gómez S., Navarro-Torre S., Torres Y., Merchan F., Rodrigues Liorente I.D., Pajuelo E. Assessing the Biofortification of Wheat Plants by Combining a Plant Growth-Promoting Rhizobacterium (PGPR) and Polymeric Fe-Nanoparticles: Allies or Enemies?

Agronomy 2022. vol. 12. no. 228. pp. 1-20. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy12010228> (дата обращения: 21.08.2023).

10. Wang J., Li R., Zhang H., Gehong W., Zhefei, L. Beneficial bacteria activate nutrients and promote wheat growth under conditions of reduced fertilizer application. *BMC Microbiol.* 2020. vol. 20. no. 38. pp. 1-12.

11. Bana R.S., Bamboriya S.D., Padaria R.N., Dhakar R.K., Khaswan S.L., Choudhary R.L., Bamboriya J.S. Planting Period Effects on Wheat Productivity and Water Footprints: Insights through Adaptive Trials and APSIM Simulations. *Agronomy* 2022. vol. 12, no. 226. pp. 1-14. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy12010226> (дата обращения: 21.08.2023).

12. Kumar A., Rana K.S., Choudhary A.K., Bana R.S., Pradhan A. Effect of nutrient and moisture management practices on growth and yield of pigeonpea in conservation agriculture based pigeonpea (*Cajanus cajan*)-wheat (*Triticum aestivum*) cropping system under limited irrigation. *Ann. Agric. Res.* 2019. no. 40. pp. 300-308. pp. 1-17.

13. Gu J. Ecophysiological Crop Modelling Combined with Genetic Analysis Is a Powerful Tool for Ideotype Design. *Agronomy* 2022. vol. 12. no. 215. pp. 1-15. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy12010215> (дата обращения: 21.08.2023).

14. Vashisht B.B., Maharjan B., Jalota S.K. Management practice to optimize wheat yield and water use in changing climate. *Arch. Agron. Soil Sci.* 2019. no. 65. pp. 1802-1819.

15. Dubey R., Pathak H., Singh S., Chakravarti B., Thakur A.K., Fagodia R.K. Impact of sowing dates on terminal heat tolerance of different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Natl. Acad. Sci. Lett.* 2019. no. 42. pp. 445-449.

16. Rivera-Amado C., Trujillo-Negrellos E., Molero G., Reynolds M.P., Sylvester-Bradley R., Foulkes M.J. Optimizing dry-matter partitioning for increased spike growth, grain number and harvest index in spring wheat. *Field Crop Res.* 2019. no. 240. pp. 154-167.

17. Ding Y., Tang X., Zhang X., Zhu M., Li C., Zhu X., Ding J., Guo W. Effects of Weak- and Semi-Winter Cultivars of Wheat on Grain Yield and Agronomic Traits by Breaking through Traditional Area Planting. *Agronomy* 2022. vol. 12. no. 196. pp. 1-16. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy12010196> (дата обращения: 21.08.2023).

18. Петрова Л.И., Митрофанов Ю.И., Первушина Н.К., Лапушкина В.Н. Влияние удобрений и погодных условий на формирование урожая яровой пшеницы на осушаемых землях // *Земледелие*. 2020. № 4. С. 12-15.

19. Постников П.А., Попова В.В., Тиханская Е.Л. Урожайность яровой пшеницы в севооборотах и биохимический состав зерна // *Вестник КрасГАУ*. 2022. № 5. С. 9-16.

20. Пахотина И.В., Игнатьева Е.Ю., Зелова Л.А., Юшкевич Л.В., Пристаюк А.Л. Формирование качества зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от предшественника и средств химизации // *Известия Оренбургского ГАУ*. 2018. № 1 (69). С. 28-31.

21. Умаева Л.З., Токарев В.С., Лисунова Л.И. Влияние погодных условий на качество зерна мягкой пшеницы // *Кормопроизводство*. 2017. № 10. С. 22-25.

22. Кузнецова Т.В. Влияние частей склона на плодородие выщелоченного чернозема, урожайность и качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Приангарья: Дисс. ... канд. с-х. наук. Иркутск. 2010. 155 с.

23. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Власова Т.В. Экологические аспекты сельскохозяйственного землепользования в Алтайском крае // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2010. № 1 (63). С. 49-52.

24. Татаринцев Л.М., Татаринцев В.Л., Будрицкая И.А., Латышева О.А. Концепция управления земельными ресурсами Алтайского края в современных условиях // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014. № 1 (111). С. 137-142.

25. Бунин А.А., Латышева О.А., Татаринцев В.Л., Татаринцев Л.М. Повышение эффективности сельскохозяйственного землепользования в Алтайском крае // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (151). С. 35-43.
26. Мягкий П.А., Репенек Д.А., Татаринцев В.Л., Татаринцев Л.М. Моделирование сельскохозяйственного землепользования в Алтайском крае // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (161). С. 26-32.
27. Татаринцев В.Л., Татаринцев Л.М., Мацюра А.В., Бондарович А.А. Организация устойчивого сельскохозяйственного землепользования в Алтайском крае с применением ландшафтного анализа // Устойчивое развитие горных территорий. 2020. Т. 12. № 3. С. 339-349. DOI: 10.21177/1998-4502-2020-12-3-339-348
28. Алтайский филиал «Центр оценки качества зерна». ГОСТы и методики определения качества зерна [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fczerma.ru/services/inspections/barnaul/> (дата обращения: 01.07.2023).
29. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
30. Ещенко Е.Г., Ещенко С.И., Татаринцев В.Л., Татаринцев Л.М. Варьирование урожайности сельскохозяйственных культур под воздействием различных факторов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 9 (167). С. 46-52.
31. Белкина Р.И., Летяго Ю.А., Выдрин В.В., Федорук Т.К. Качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы в условиях подтаежной зоны Тюменской области // Вестник КрасГАУ. 2021. № 3. С. 15-21.
32. Асеева Т.А., Карачева Г.С., Лобакина И.В., Рубан З.С. Влияние погодных условий на формирование урожая и качество зерна яровой пшеницы в среднем Приамурье // Вестник ДРО РАН. 2016. № 2. С. 64-70.
33. Габдрахимов О.Б., Солодун В.И., Султанов Ф.С. Качество зерна районированных сортов яровой пшеницы в Иркутской области // Вестник КрасГАУ. 2019. № 1. С. 3-7.
34. Гладышева О.В., Барковская Т.А. Оценка продуктивности и качества зерна яровой мягкой пшеницы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 6. С. 46-48.
35. Фатыхов И.Ш., Корепанова Е.В., Борисов Б.Б. Реакция яровой пшеницы Ирень на абиотические условия химическим составом зерна // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2017. Т. 12. № 2 (44). С. 42-47.
36. Бундина О.И., Хухурин А.С. Повышение экономической эффективности и конкурентоспособности производства зерна в России: синергетический подход // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2018. № 11. С. 26-29.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 12.07.2023

Принята к публикации 11.09.2023

SPATIAL VARIABILITY OF GRAIN QUALITY OF SPRING SOFT WHEAT IN ALTAI KRAI

M. Shostak¹, *V. Tatarintsev², L. Tatarintsev³

¹ Grain Quality Assessment Center, Russia, Barnaul

² Altai State University, Russia, Barnaul

³ Altai State Agrarian University, Russia, Barnaul

e-mail: *kafzem@bk.ru

The results of the study of grain quality variability of spring soft wheat depending on physical and geographical conditions are presented. The amount of gluten is characterized by an interval from 2 % to 8 % in the direction from east to west of the Altai Krai, and the falling number is from 69 to 131 seconds. The natural weight of grain varies by subzones from 59 (moderate arid steppe) to 92 (dry steppe) g/l. In other subzones, the variation in nature varies from 66 to 72 g/l. The range of variation of the gluten quality index by subzones was 14-17 units of IDK, and vitreousness – 10-16 %.

Key words: spring soft wheat, spatial variability of grain quality, quantity and quality of gluten, falling number, vitreousness, nature, Altai Krai.

References

1. Vseobshchaya deklaratsiya o likvidatsii goloda i nedoedaniya. Organizatsiya Ob"edinennykh Natsii. [Elektronnyi resurs]. URL: http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/hunger.shtml (data obrashcheniya: 01.07.2023).

2. Rimskaya deklaratsiya o vsemirnoi prodovol'stvennoi bezopasnosti [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.g20civil.com/ru/documents/205/577/> (data obrashcheniya: 01.07.2023).

3. Vsemirnaya Prodovol'stvennaya Programma OON [Elektronnyi resurs]. URL: <http://ru.wfp.org/o-нас> (data obrashcheniya: 01.07.2023).

4. FAO, UNDP (United Nations Development Programme) & UNEP (United Nations Environment Programme). 2021. A multi-billion-dollar opportunity – Repurposing agricultural support to transform food systems. Rome [Elektronnyi resurs]. URL: <https://doi.org/10.4060/cb6562en> (data obrashcheniya: 01.07.2023).

5. Ukaz Prezidenta RF ot 21 yanvarya 2020 g. N 20 "Ob utverzhdenii Doktriny prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii" [Elektronnyi resurs]. URL: <https://base.garant.ru/73438425/> (data obrashcheniya: 01.07.2023).

6. Strategiya ustoichivogo razvitiya Germanii do 2030 goda. [Elektronnyi resurs]. URL: <https://ekapraekt.by/wp-content/uploads/2019/06/nachhaltigkeitsstrategie-rs.pdf> (data obrashcheniya: 01.07.2023).

7. Strategiya "Kazakhstan 2050" [Elektronnyi resurs]. URL: <https://primeminister.kz/ru/gosprogrammy/strategiya-kazahstan-2050?ysclid=lchkz3d7ys99226891> (data obrashcheniya: 01.07.2023).

8. Riaz A., Huda N., Abbas A., Raza S. Biofortification of Wheat with Iron. Int. J. Adv. Sci. Res. 2017. no. 3. pp. 69-76. [Электронный ресурс]. URL: <https://ssjournals.com/index.php/ijasr/article/view/4275> (дата обращения: 21.08.2023).

9. Merinero M., Alcudia A., Begines B., Martínez G., Martín-Valero M.J., Pérez-Romero J.A., Mateos-Naranjo E., Redondo-Gómez S., Navarro-Torre S., Torres Y., Merchan F., Rodrigues Liorente I.D., Pajuelo E. Assessing the Biofortification of Wheat Plants by Combining a Plant Growth-Promoting Rhizobacterium (PGPR) and Polymeric Fe-Nanoparticles: Allies or Enemies? Agronomy 2022. vol. 12. no. 228. pp. 1-20. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy12010228> (дата обращения: 21.08.2023).

10. Wang J., Li R., Zhang H., Gehong W., Zhefei, L. Beneficial bacteria activate nutrients and promote wheat growth under conditions of reduced fertilizer application. *BMC Microbiol.* 2020. vol. 20. no. 38. pp. 1-12.
11. Bana R.S., Bamboriya S.D., Padaria R.N., Dhakar R.K., Khaswan S.L., Choudhary R.L., Bamboriya J.S. Planting Period Effects on Wheat Productivity and Water Footprints: Insights through Adaptive Trials and APSIM Simulations. *Agronomy* 2022. vol. 12, no. 226. pp. 1-14. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy12010226> (дата обращения: 21.08.2023).
12. Kumar A., Rana K.S., Choudhary A.K., Bana R.S., Pradhan A. Effect of nutrient and moisture management practices on growth and yield of pigeonpea in conservation agriculture based pigeonpea (*Cajanus cajan*)-wheat (*Triticum aestivum*) cropping system under limited irrigation. *Ann. Agric. Res.* 2019. no. 40. pp. 300-308. pp. 1-17.
13. Gu J. Ecophysiological Crop Modelling Combined with Genetic Analysis Is a Powerful Tool for Ideotype Design. *Agronomy* 2022. vol. 12. no. 215. pp. 1-15. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy12010215> (дата обращения: 21.08.2023).
14. Vashisht B.B., Maharjan B., Jalota S.K. Management practice to optimize wheat yield and water use in changing climate. *Arch. Agron. Soil Sci.* 2019. no. 65. pp. 1802-1819.
15. Dubey R., Pathak H., Singh S., Chakravarti B., Thakur A.K., Fagodia R.K. Impact of sowing dates on terminal heat tolerance of different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Natl. Acad. Sci. Lett.* 2019. no. 42. pp. 445-449.
16. Rivera-Amado C., Trujillo-Negrellos E., Molero G., Reynolds M.P., Sylvester-Bradley R., Foulkes M.J. Optimizing dry-matter partitioning for increased spike growth, grain number and harvest index in spring wheat. *Field Crop Res.* 2019. no. 240. pp. 154-167.
17. Ding Y., Tang X., Zhang X., Zhu M., Li C., Zhu X., Ding J., Guo W. Effects of Weak- and Semi-Winter Cultivars of Wheat on Grain Yield and Agronomic Traits by Breaking through Traditional Area Planting. *Agronomy* 2022. vol. 12. no. 196. pp. 1-16. [Электронный ресурс]. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy12010196> (дата обращения: 21.08.2023).
18. Petrova L.I., Mitrofanov Yu.I., Pervushina N.K., Lapushkina V.N. Vliyanie udobrenii i pogodnykh uslovii na formirovanie urozhaya yarovoi pshenitsy na osushaemykh zemlyakh. *Zemledelie.* 2020. N 4. S. 12-15.
19. Postnikov P.A., Popova V.V., Tikhanskaya E.L. Urozhainost' yarovoi pshenitsy v sevooborotakh i biokhimicheskii sostav zerna. *Vestnik KrasGAU.* 2022. N 5. S. 9-16.
20. Pakhotina I.V., Ignat'yeva Ye.YU., Zelova L.A., Yushkevich L.V., Pristayuk A.L. Formirovanie kachestva zerna yarovoi myagkoi pshenitsy v zavisimosti ot predshestvennika i sredstv khimizatsii. *Izvestiya Orenburgskogo GAU.* 2018. N 1 (69). S. 28-31.
21. Umaeva L.Z., Tokarev V.S., Lisunova L.I. Vliyanie pogodnykh uslovii na kachestvo zerna myagkoi pshenitsy. *Kormoproizvodstvo.* 2017. N 10. S. 22-25.
22. Kuznetsova T.V. Vliyanie chastei sklona na plodorodie vyshchelochennogo chernozema, urozhainost' i kachestvo zerna yarovoi pshenitsy v lesostepi Priangar'ya: Diss. ... kand. s-kh. nauk. Irkutsk. 2010. 155 s.
23. Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L., Vlasova T.V. Ekologicheskie aspekty sel'skokhozyaistvennogo zemlepol'zovaniya v Altaiskom krae. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2010. N 1 (63). S. 49-52.
24. Tatarintsev L.M., Tatarintsev V.L., Budritskaya I.A., Latysheva O.A. Kontseptsiya upravleniya zemel'nymi resursami Altaiskogo kraja v sovremennykh usloviyakh. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2014. N 1 (111). S. 137-142.
25. Bunin A.A., Latysheva O.A., Tatarintsev V.L., Tatarintsev L.M. Povyshenie effektivnosti sel'skokhozyaistvennogo zemlepol'zovaniya v Altaiskom krae. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2017. N 5 (151). S. 35-43.

26. Myagkii P.A., Repenek D.A., Tatarintsev V.L., Tatarintsev L.M. Modelirovanie sel'skokhozyaistvennogo zemlepol'zovaniya v Altaiskom krae. Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. N 3 (161). S. 26-32.
27. Tatarintsev V.L., Tatarintsev L.M., Matsyura A.V., Bondarovich A.A. Organizatsiya ustoichivogo sel'skokhozyaistvennogo zemlepol'zovaniya v Altaiskom krae s primeneniem landshaftnogo analiza. Ustoichivoe razvitie gornykh territorii. 2020. T. 12. N 3. S. 339-349. DOI: 10.21177/1998-4502-2020-12-3-339-348
28. Altaiskii filial «Tsentr otsenki kachestva zerna». GOSTy i metodiki opredeleniya kachestva zerna [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.fczerna.ru/services/inspections/barnaul/> (data obrashcheniya: 01.07.2023).
29. Dospel'kov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
30. Eshchenko E.G., Eshchenko S.I., Tatarintsev V.L., Tatarintsev L.M. Var'irovanie urozhainosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur pod vozdeistviem razlichnykh faktorov. Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018. N 9 (167). S. 46-52.
31. Belkina R.I., Letyago Yu.A., Vydrin V.V., Fedoruk T.K. Kachestvo zerna sortov yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh podtaezhnoi zony Tyumenskoi oblasti. Vestnik KrasGAU. 2021. N 3. S. 15-21.
32. Aseeva T.A., Karacheva G.S., Lobakina I.V., Ruban Z.S. Vliyanie pogodnykh uslovii na formirovanie urozhaya i kachestvo zerna yarovoi pshenitsy v srednem Priamur'e. Vestnik DRO RAN. 2016. N 2. S. 64-70.
33. Gabdrakhimov O.B., Solodun V.I., Sultanov F.S. Kachestvo zerna raionirovannykh sortov yarovoi pshenitsy v Irkutskoi oblasti. Vestnik KrasGAU. 2019. N 1. S. 3-7.
34. Gladysheva O.V., Barkovskaya T.A. Otsenka produktivnosti i kachestva zerna yarovoi myagkoi pshenitsy. Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki. 2016. N 6. S. 46-48.
35. Fatykhov I.Sh., Korepanova E.V., Borisov B.B. Reaktsiya yarovoi pshenitsy Iren' na abioticheskie usloviya khimicheskim sostavom zerna. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. T. 12. N 2 (44). S. 42-47.
36. Bundina O.I., Khukhurin A.S. Povyshenie ekonomicheskoi effektivnosti i konkurentosposobnosti proizvodstva zerna v Rossii: sinergeticheskii podkhod. Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii. 2018. N 11. S. 26-29.

Сведения об авторах:

- Мария Михайловна Шостак
 Директор, Алтайский филиал Центр оценки качества зерна, заместитель директора,
 Центр оценки качества зерна
 ORCID 0000-0003-1236-6109
 Maria Shostak
 Director, Altai branch of the Grain Quality Assessment Center, Deputy Director, Grain
 Quality Assessment Center
- Владимир Леонидович Татаринцев
 Д.с.-х.н., профессор, профессор кафедры экономической географии и картографии,
 Алтайский государственный университет
 ORCID 0000-0002-5368-726X
 Vladimir Tatarintsev
 Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Economic
 Geography and Cartography, Altai State University

Леонид Михайлович Татаринцев

Д.б.н., профессор, профессор кафедры землеустройства, земельного и городского кадастра, Алтайский государственный аграрный университет

ORCID 0000-0002-4308-6110

Leonid Tatarintsev

Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Land Management, Land and Urban Cadastre, Altai State Agrarian University

Для цитирования: Шостак М.М., Татаринцев В.Л., Татаринцев Л.М. Пространственная изменчивость качества зерна яровой мягкой пшеницы в Алтайском крае // Вопросы степеведения. 2023. № 3. С. 116-127. DOI: 10.24412/2712-8628-2023-3-116-127