

УДК 633.111«321»:631.527

СОДЕРЖАНИЕ КЛЕЙКОВИНЫ В ЗЕРНЕ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СРЕДНЕВОЛЖСКОГО РЕГИОНА

© 2024 С.Е. Роменская

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Поволжский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства
им. П.Н. Константинова, г. Кинель, пгт. Усть-Кинельский, Россия

Статья поступила в редакцию 14.03.2024

В статье приводятся результаты исследований по определению количества и качества клейковины в зависимости от агрометеорологических условий на территории Средневолжского региона. Исследования проводились в период с 2019 по 2024 гг. на 36 образцах яровой мягкой пшеницы конкурсного сортоиспытания лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы. Предшественник – чистый пар. Среднее содержание клейковины за годы исследований составляло 25,0-37,0 %, ИДК 85,1-99,9 ед. Проведенный корреляционный анализ данных позволяет отметить тенденцию положительной зависимости между показателями содержание клейковины с температурой июня ($r=0,635$), между ИДК и температурой июня ($r=0,571$). Отрицательная зависимость присутствовала между показателями содержание клейковины и осадками за вегетацию ($r=-0,555$), между ИДК и температурой июля ($r=-0,459$), между ИДК и ГТК июня ($r=-0,575$). Отмечена отрицательная связь между содержанием клейковины и ГТК за вегетацию ($r=-0,702$).

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, урожайность, количество клейковины, индекс деформации клейковины, агрометеорологические условия.

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-1-26-30

EDN: RССКJE

ВВЕДЕНИЕ

Спрос на натуральные продукты питания прямо пропорционален росту населения. За счет совершенствования технологических процессов происходит увеличение производства высококачественной пищевой продукции [1]. Хлеб и хлебобулочные изделия занимают лидирующее место в питании человека, являются основными источниками энергии и некоторых пищевых веществ, обеспечивающие потребности человека в углеводах, отдельных витаминах, минеральных веществах и пищевых волокнах [2].

Гулаева Надежда Васильевна, научный сотрудник лаборатории селекции перспективного генетического материала и молекулярно-генетических и физиологических исследований. E-mail: gulaewanw@mail.ru

Бакунов Алексей Львович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных растений. E-mail: bac24@yandex.ru

Рубцов Сергей Леонидович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных растений. E-mail: rubcov_sl@mail.ru

Милехин Алексей Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией биотехнологии сельскохозяйственных растений. E-mail: alekseimilehin@mail.ru

Вязовой Артём Алексеевич, инженер-исследователь лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных растений. E-mail: artioo11201@gmail.com

Дмитриева Надежда Николаевна, научный сотрудник лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных растений. E-mail: dmitrievanad55@yandex.ru

Пшеница является основным продуктом питания почти всего населения Земли. В России на долю пшеницы приходится около 50% урожая всех зерновых, зернобобовых и крупяных культур [3].

Урожайность яровой пшеницы и химический состав зерна могут значительно изменяться [4,5]. Сорт пшеницы, применяемые удобрения и агротехнические мероприятия, а также уровень плодородия почвы, агроклиматические условия – все это оказывает существенное влияние на урожайность и качество зерна [6,7].

Продовольственное предназначение яровой пшеницы обуславливается преимущественно качеством ее зерна [8]. Известно, что качество зерна пшеницы улучшается с повышением содержания белка и сырой клейковины [9]. Содержание белка, клейковины и ее качество позволяют подразделить яровую пшеницу на классы: сильная (содержание белка выше 14 %, содержание клейковины – 28 % и более, первая группа качества клейковины), ценная (белка – 11-13 %, клейковины – 25-27 % со второй группой качества) и слабая (содержание белка менее 11 %, клейковины – менее 25 %, группа качества – третья) [8]. Клейковина – это первоначальный ориентир качества зерна пшеницы при оценке его технологической и пищевой ценности. Наилучшей считается клейковина, которая обладает хорошей упругостью и растяжимостью [10].

На качественные показатели зерна пшеницы влияют изменяющиеся погодные условия. Климат Среднего Поволжья умеренно-контин-

ментальный, с проявлением региональных типов засух, скачкообразным распределением температурного режима и влагоресурсов как по годам, так и в течение всего вегетационного периода яровой пшеницы [11, 12].

Цель исследований: выявить влияние погодных условий на значение показателей количества и качества клейковины зерна яровой пшеницы в условиях Среднего Поволжья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевые работы проводились на полях первого селекционного севооборота Поволжского научно-исследовательского института селекции и семеноводства имени П.Н. Константинова в 2019-2024 гг. Исследования проводились на 36 образцах яровой мягкой пшеницы конкурсного сортоиспытания лаборатории селекции и семеноводства яровой пшеницы. Предшественник – чистый пар. Площадь делянок – 25 м². Четырехкратная повторность. Норма высева 5 млн. всхожих семян на 1 га. Оценка сортов яровой мягкой пшеницы была проведена по методике государственного сортоиспытания [13].

Определение содержания клейковины и индекс деформации клейковины выполняли на приборе ИнфраЛЮМ ФТ-12 211192 с использованием ГОСТ Р 54478-2011 и ГОСТ 9353-2016.

Метеорологические данные получены с метеостанции «Усть-Кинельская» Поволжского НИИСС – филиала СамНЦ РАН.

Математическую обработку полученных данных выполняли по Б.А. Доспехову [14] с использованием компьютерной программы «Microsoft Office Excel».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Климатические условия вегетационного периода яровой пшеницы в годы исследований были разнообразными.

В 2019-2021 гг. метеоусловия были засушливыми, но отличались друг от друга по выпавшим атмосферным осадкам и неравномерному тем-

пературному режиму. Температурный режим вегетационного периода (май–август) в 2019 г. – 19,1 °С, 2020 г. – 19,3 °С, 2021 года – 23,0 °С. Дефицит осадков отмечен в 2019, 2021 гг. Выпавшие осадки за вегетацию в 2019 г – 110,6 мм, в 2020 г. – 130,5 мм, в 2021 г. – 111,4 мм. Гидротермический коэффициент (по Г.Т. Селянинову) май–август в 2019 г. – 0,48, в 2020 г. – 0,52, в 2021 г – 0,39.

Вегетация яровой пшеницы 2022 года проходила в контрастных условиях по температурному режиму и выпавшим осадкам. Начало вегетационного периода (май) проходило в условиях пониженных среднесуточных температур воздуха и избыточного количества выпавших осадков. Температурный режим 2022 – 19,2 °С. Обилие осадков наблюдалось в 2022 г., выпало 174,9 мм осадков, ГТК – 0,78.

Вегетация яровой пшеницы в 2023 г. проходила в контрастных по температурному режиму и влагообеспеченности посевов условиях. Основная часть вегетации протекала в засушливых условиях. Среднесуточная температура воздуха за вегетацию составила 21,2 °С (многолетнее значение – 18,1 °С), выпало 106,5 мм осадков (при норме – 163 мм). Гидротермический коэффициент май–август имел значение 0,41, при многолетней величине коэффициента в регионе – 0,73.

В 2024 г. основная часть вегетации протекала в засушливых и временами острозасушливых условиях. Среднесуточная температура воздуха за вегетацию составила 18,9 °С, выпало 94,1 мм осадков. Гидротермический коэффициент (ГТК) май–август имел значение 0,39.

За 6 лет исследований средняя температура воздуха составила 20,1°С, (многолетнее значение – 18,1 °С). Минимальная температура была отмечена в 2024 году – 18,9 °С, максимальная в 2021 году – 23,0 °С.

Среднее многолетнее количество осадков за годы исследуемого периода – 121,3 мм. (при норме – 163 мм) (таблица 1).

По показателю количество и качество клейковины проведена оценка 36 образцов яровой мягкой пшеницы конкурсного сортоиспытания в 2019-2024 гг. (рис. 1).

Коэффициент вариации (V) признака содержание клейковины по годам исследования изме-

Таблица 1. Погодные условия, 2019-2024 гг.

Год исследования	Температура воздуха за вегетацию, °С	Осадки за вегетацию, мм	ГТК за вегетацию
2019	19,1	110,6	0,48
2020	19,3	130,5	0,52
2021	23,0	111,4	0,39
2022	19,2	174,9	0,78
2023	21,2	106,5	0,41
2024	18,9	94,1	0,39
Среднее многолетнее значение	18,1	163,0	0,73

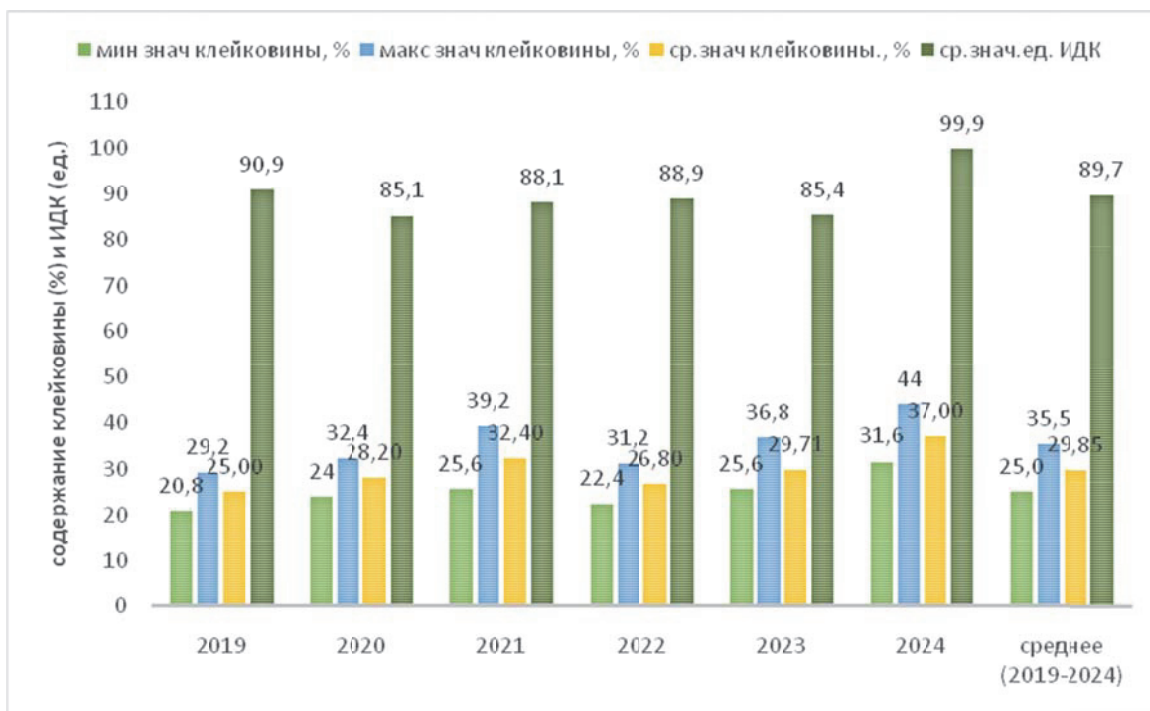


Рис. 1. Содержание клейковины (%), ИДК (ед.) в зерне яровой пшеницы

нялся от 7,3 до 12,8 %. Наибольшее значение коэффициента вариации (V) отмечено в 2024 году (12,8 %), наименьшее – в 2019 и 2020 гг. (7,3 %).

Коэффициент вариации (V) ИДК максимальный отмечен в 2023 и 2024 гг. (10,6 %), минимальный в 2019 году (8,1 %).

Минимальное содержание клейковины за исследуемый период варьировало от 20,8 (2019 г.) до 31,6 % (2024 г.) и в среднем составило – 25,0%. Максимальное количество клейковины изменялось от 29,2 (2019 г.) до 44,0 % (2024 г.), в среднем за период исследований имело значение – 35,5 %. Среднее содержание клейковины колебалось от 25,0 (2019 г.) до 37,0 % (2024 г.) и за исследуемый период имело среднее значение – 29,8 %. Таким образом, из представленных значений видно, что 2019 год оказался менее благоприятным для накопления в зерне клейковины, а 2024 г. – наиболее благоприятным.

Индекс деформации клейковины (ИДК) варьировал от 85,1 (2020 г.) до 99,9 ед. (2024 г.), в среднем за исследуемый период имел значение – 89,7 ед. (II группа качества – 80-100 ед. ИДК).

Проведя корреляционный анализ данных отмечена тенденция положительной зависимости между показателями содержание клейковины с температурой июня ($r=0,635$), между ИДК и температурой июня ($r=0,571$). Отрицательная зависимость присутствовала между показателями содержание клейковины и осадками за вегетацию ($r=-0,555$), между ИДК и температурой июля ($r=-0,459$), между ИДК и ГТК июня ($r=-0,575$). Следует отметить отрицательную связь между содержанием клейковины и ГТК за вегетацию ($r=-0,702$).

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показали тенденцию влияния агрометеорологических условий на содержание клейковины и ИДК в зерне яровой мягкой пшеницы. Величина показателей клейковины и ИДК зависят от значений температуры, осадков и гидротермического коэффициента. Высокая температура июня положительно влияет на содержание клейковины, увеличивает ее количество и повышает индекс деформации клейковины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зайнобиддинов М-З.* Сравнительный анализ химического состава и технологических свойств зерна местной ржи / Зайнобиддинов М-З., Додаев К., Равшанов С. // Химия и химическая технология. 2022. № 3. С. 76-81.
2. *Погонец Е.В.* Влияние сухой пшеничной клейковины на качество пшенично-тритикалевого хлеба/ Погонец Е.В. //Техника и технология пищевых производств. 2014. № 2 С. 61-65.
3. *Таранова Т.Ю.* Влияние агроклиматических условий на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в условиях Средневолжского региона / Таранова Т.Ю., Роменская С.Е. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Сельскохозяйственные науки. 2023. Т. 2. № 2. С. 15-20.
4. *Wang X.* Factors controlling regional grain yield in China over the last 20 years / X. Wang, D. Cai, C. Grant, W.B. Hoogmoed, O. Oenema // Agronomy for Sustainable Development. 2015. Vol. 35. P. 1127–1138. doi:10.1007/s13593-015-0288-z.
5. *Mukherjee A.* Examination of the climate factors

- that reduced wheat yield in Northwest India during the 2000s / A.Mukherjee, S.-Y.S.Wang, P.Promchote // *Water*. 2019. Vol. 11. Issue 2. P. 343–355. doi.org/10.3390/w11020343.
6. Xue C. Protein composition and baking quality of wheat flour as affected by split nitrogen application / C. Xue, A. Matros, H.P. Mock, K.H. Mühling // *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. 11 p. doi.org/10.3389/fpls.2019.00642.
 7. Zörb C. Perspective on wheat yield and quality with reduced nitrogen supply / Zörb C., Ludewig U., Hawkesford M.J. // *Trends in plant science*. 2018. Vol. 23. Issue 11. P. 1029–1037. doi.org/10.1016/j.tplants.2018.08.012.
 8. Габдрахимов О.Б. Качество зерна районированных сортов яровой пшеницы в Иркутской области/ Габдрахимов О.Б., Солодун В.И., Султанов Ф.С. // *Вестник КрасГАУ*. 2019. № 1. С. 1–6.
 9. Ma G. Determining the optimal N input to improve grain yield and quality in winter wheat with reduced apparent N loss in the North China Plain / G. Ma, W. Liu, S. Li, P. Zhang, C. Wang, H. Lu, et al. // *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. P. 181. doi.org/10.3389/fpls.2019.00181.
 10. Ахтариева М. К. Белок и клейковина в зерне мягкой пшеницы сортов сибирской селекции в условиях Северного Зауралья / Ахтариева М. К., Белкина Р. И. // *Пермский аграрный вестник*. 2018. №4 (24). С. 34–40.
 11. Кривобочек В. Г. Итоги и перспективы селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья / Кривобочек В. Г. // *Пенза: Пензенский ГАУ*. 2018. С. 180.
 12. Дёмина И.Ф. Влияние погодных условий на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья/ Дёмина И.Ф. // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022. № 23 (4). С. 433–440. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.4.433-440.
 13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. М., 2019. – 329 с.
 14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: «Колос», 1979. 415 с.

GLUTEN CONTENT IN SPRING WHEAT GRAIN DEPENDING ON THE AGROMETEOROLOGICAL CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

© 2024 S. E. Romenskaya

Samara Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences,
Volga Research Institute of Breeding and Seed Production
named after P.N. Konstantinov, Kinel, Ust-Kinelsky, Russia

The article presents the results of research to determine the quantity and quality of gluten depending on the agrometeorological conditions in the territory of the Middle Volga region. The research was conducted between 2019 and 2024. on 36 samples of spring soft wheat of the competitive variety testing of the laboratory of breeding and seed production of spring wheat. The predecessor is pure steam. The average gluten content over the years of research was 25.0–37.0%, IDC 85.1–99.9 units. The correlation analysis of the data allows us to note a trend of positive dependence between the gluten content and the June temperature ($r=0.635$), between the IDC and the June temperature ($r=0.571$). A negative relationship was present between the gluten content and precipitation during the growing season ($r=-0.555$), between the IDC and the temperature in July ($r=-0.459$), between the IDC and the SCC in June ($r=-0.575$). A negative relationship was noted between the gluten content and GTK during the growing season ($r=-0.702$).

Keywords: spring soft wheat, yield, quantity of gluten, gluten deformation index, agrometeorological conditions.

DOI: 10.37313/2782-6562-2024-3-1-26-30

EDN: RCCKJE

REFERENCES

1. Zajnobiddinov M-Z. Sravnitel'nyj analiz himicheskogo sostava i tekhnologicheskikh svojstv zerna mestnoj rzhi / Zajnobiddinov M-Z., Dodaev K., Ravshanov S. // *Himiya i himicheskaya tekhnologiya*. 2022. № 3. S. 76–81.
2. Pogonec E.V. Vliyanie suhoj pshenichnoj klejkoviny na kachestvo pshenichno-tritikalevogo hleba/ Pogonec E.V. // *Tekhnika i tekhnologiya pishchevyyh proizvodstv*. 2014. № 2 S. 61–65.
3. Taranova T.Yu. Vliyanie agroklimaticheskikh uslovij na urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj myagkoj pshenicy v usloviyah Srednevolzhskogo regiona / Taranova T.Yu., Romenskaya S.E. // *Izvestiya Samar-skogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. Sel'skohozyajstvennye nauki*. 2023. T. 2. № 2. S. 15–20.
4. Wang X. Factors controlling regional grain yield in China over the last 20 years / X. Wang, D. Cai, C. Grant, W.B. Hoogmoed, O. Oenema // *Agronomy for Sustainable Development*. 2015. Vol. 35. P. 1127–1138. doi:10.1007/s13593-015-0288-z.
5. Mukherjee A. Examination of the climate factors that reduced wheat yield in Northwest India during the 2000s / A.Mukherjee, S.-Y.S.Wang, P.Promchote // *Water*. 2019. Vol. 11. Issue 2. P. 343–355. doi.org/10.3390/w11020343.
6. Xue C. Protein composition and baking quality of wheat flour as affected by split nitrogen application / C. Xue, A. Matros, H.P. Mock, K.H. Mühling // *Frontiers in Plant Science*. 2019. Vol. 10. P. 181. doi.org/10.3389/fpls.2019.00181.

- Frontiers in Plant Science. 2019. Vol. 10. 11 p. doi.org/10.3389/fpls.2019.00642.
7. Zörb C. Perspective on wheat yield and quality with reduced nitrogen supply / Zörb C., Ludewig U., Hawkesford M.J. //Trends in plant science. 2018. Vol. 23. Issue 11. P. 1029–1037. doi.org/10.1016/j.tplants.2018.08.012.
 8. Gabdrahimov O.B. Kachestvo zerna rajonirovannyh sortov yarovoj pshenicy v Irkutskoj oblasti/ Gabdrahimov O.B., Solodun V.I., Sultanov F.S. // Vestnik KrasGAU. 2019. № 1.S. 1-6.
 9. Ma G. Determining the optimal N input to improve grain yield and quality in winter wheat with reduced apparent N loss in the North China Plain / G. Ma, W. Liu, S. Li, P. Zhang, C. Wang, H. Lu, et al. //Frontiers in Plant Science. 2019. Vol. 10. P. 181. doi.org/10.3389/fpls.2019.00181.
 10. Ahtarieva M. K. Belok i klejkovina v zerne myagkoj pshenicy sortov sibirskoj selekcii v usloviyah Severnogo Zaural'ya / Ahtarieva M. K., Belkina R. I// Permskij agrarnyj vestnik. 2018.№4 (24). S. 34-40.
 11. Krivoboček V. G. Itogi i perspektivy selekcii yarovoj myagkoj pshenicy v lesostepi Srednego Povolzh'ya / Krivoboček V. G. //Penza: Penzenskij GAU. 2018. S. 180.
 12. Dyomina I.F. Vliyanie pogodnyh uslovij na urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy v lesostepi Srednego Povolzh'ya / Dyomina I.F. //Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2022. № 23 (4). S. 433-440. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.4.433-440.
 13. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. Vyp. 1. M., 2019. – 329 s.
 14. Dospëkhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: «Kolos», 1979. 415 s.