

УДК 633.112.9

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ ТРИТИКАЛЕ

Э.А. ЧЕРНЫШОВА, А.Г. МЯКИНЬКОВ, А.А. СОЛОВЬЕВ

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

В статье приведены результаты технологической оценки зерна четырех сортов озимой тритикале. Для этого были определены показатели, характеризующие выполненность зерна, его амилолитическую активность, количество и качество клейковины в нем. Представлены результаты оценки сортового помола исследуемых образцов, анализа полученной муки и лабораторной пробной выпечки. Полученные результаты свидетельствуют о пригодности изучаемых сортов на хлебопекарные цели и могут быть использованы для дальнейшей оптимизации процессов помола и выпечки в будущем.

Ключевые слова: озимая тритикале, технологические качества, хлебопекарные качества, выполненность зерна, клейковина, объемный выход хлеба, формоустойчивость хлеба.

Тритикале является перспективной сельскохозяйственной культурой, посевные площади которой расширяются с каждым годом. Высокая и стабильная урожайность, устойчивость к стрессовым факторам и высокая пищевая ценность делают эту культуру хорошим сырьем для комбикормовой промышленности. Перспективно использование тритикале для производства хлеба, хлебобулочных, макаронных, кондитерских изделий, продуктов детского и диетического питания, сухих завтраков. Зерно и продукты его переработки находят применение в пивоваренной, крахмалопаточной, спиртовой, бумажной и других отраслях промышленности. В настоящее время ведутся исследования по использованию тритикале в качестве возобновляемого источника энергии [10]. Неуклонно растут объемы тритикале, используемой на зеленый корм и для производства сенажа. Ежегодно Государственный реестр селекционных достижений пополняется новыми сортами озимой и яровой тритикале, демонстрирующими высокую продуктивность и хорошую пригодность для переработки [6].

Ввиду гибридного происхождения культуры использование тритикалевой муки для выпечки хлеба сталкивается с рядом трудностей. Так, по фракционному составу высокомолекулярные запасные белки тритикале занимают промежуточное положение между белками пшеницы и ржи, образуя клейковину в количественном отношении, близком к пшеничной, но более низкого качества [1]. При этом на качество зерна значительно влияют сортовые особенности, агротехника и природно-климатические условия возделывания.

Отсюда следует, что широкое использование тритикале в хлебопекарной промышленности невозможно без выявления сортов, сочетающих в себе высокую

продуктивность с высоким содержанием и качеством клейковинных белков в зерне [9, 14]. Такие сорта могут служить ценным материалом для реализации селекционных программ в данной области.

Оценка хлебопекарных качеств ряда новых сортов озимой тритикале является целью данного исследования.

Материал и методика

Объектом исследования послужили гексаплоидные сорта озимой тритикале Немчиновский 56, Вокализ, Валентин 90 и Тимирязевская 150 урожая 2013 г. Первые три сорта являются новыми, включены в Госреестр соответственно в 2006, 2011 и 2007 гг. Сорт Тимирязевская 150, выведенный РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, в 2013 г. был передан на Государственное сортоиспытание, в связи с чем представляет особый интерес для исследования.

Материал для изучения был получен в 2013 г. на базе Полевой опытной станции РГАУ-МСХА в соответствии с общепринятыми методиками.

Выращивание растений проводили на высоком агрофоне. Предшественник – однолетние травы на зеленый корм (вико-овсяная смесь). Во время предпосевной обработки было внесено комплексное минеральное удобрение азофоска $N_{16} P_{16} K_{16}$, из расчета 200 кг/га. Также проводили весеннюю подкормку аммиачной селитрой из расчета N_{90} . Для борьбы с сорняками и предотвращения поражения растений в зимний период снежной плесенью осенью обрабатывали посевы баковой смесью гербицида Линтур (170 г/га) и фунгицида Амистар Экстра (0,5 л/га).

Анализ технологических свойств зерна озимой тритикале был произведен по общепринятым методикам в соответствии со следующими нормативными документами:

1. ГОСТ 54895-2012 Зерно. Методы определения природы [4].
2. ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян [2].
3. ГОСТ Р 54478-2011 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице [5].
4. ГОСТ 30498-97 Зерновые культуры. Определение числа падения [3].

Определение содержания белка и сырой клейковины в зерне производили на спектрофотометре «Спектран ИТ». Определение стекловидности зерна производили на диафаноскопе марки ДСЗ-3.

Сортовой помол исследуемого зерна был произведен на базе Всероссийского научно-исследовательского института зерна и продуктов его переработки на мельнице РСА-2 по схеме (рис. 1).

Лабораторную выпечку проводили по ускоренной методике ВЦОКС. На 100 г муки брали 2,5 г сахара, 1,3 г соли и 3 г прессованных дрожжей. Водопроводную воду добавляли в соответствии с ВПС муки. Осуществляли интенсивный замес теста в течение 7 мин. Полученное тесто помещали в термостат при температуре 32°C на 10 мин., поддерживая относительную влажность воздуха в термостате на уровне 95%. Затем проводили обминку теста и разделение его по массе на 3 равные куса. Два куса формировали и клали в смазанные маслом формы, один кусок — на под. Формы с тестом ставили в термостат на расстойку, окончание которой определяли органолептически. После расстойки тесто переносили в печь и выпекали хлеб при температуре 220°C в течение 15–20 мин.

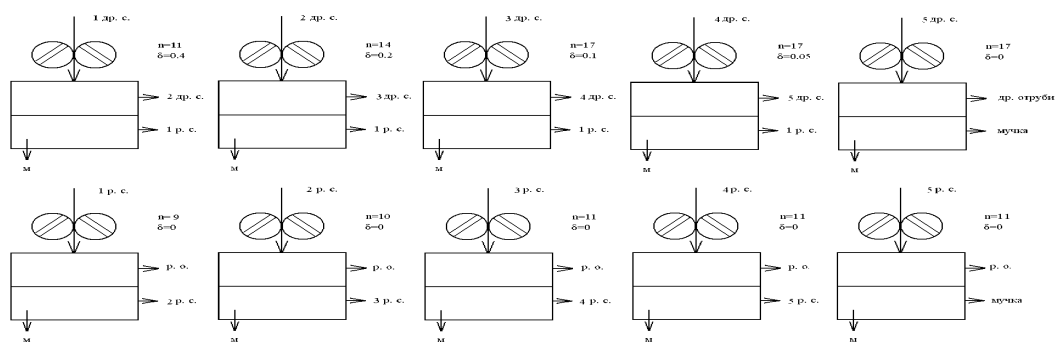


Рис. 1. Схема технологического процесса переработки зерна тритикале в муку 75% выхода

Анализ хлеба был проведен через сутки после выпечки. Для формового хлеба был определен объемный выход, для подового — формоустойчивость.

Результаты и их обсуждение

На основе проведенных исследований были получены показатели, характеризующие технологическую ценность зерна озимой тритикале (табл. 1).

Таблица 1

Физические и биохимические показатели качества зерна озимой тритикале

Варианты	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Полная стекловидность, %	Общая стекловидность, %	Содержание		Число падения, с
					белка, %	клейковины, %	
Немчиновский 56	52,6	700	16	44	12,6	14,2	65,0
Вокализ	53,7	730	9	44	11,8	12,5	61,0
Валентин 90	56,7	710	20	41	12,4	13,8	63,0
Тимирязевская 150	48,4	760	31	58	13,5	15,9	67,5
НСР ₀₅	5,4	42	14,6	12,2	1,1	2,2	4,4

Показатели массы 1000 зерен и натуры характеризуют выполненность зерна, имеющую большое технологическое значение, ввиду связи этого показателя с содержанием эндосперма в зерне, влияющим на выход муки при переработке [1, 14, 15].

Показатели содержания белка и сырой клейковины характеризуют состояние белково-протеиназного комплекса исследуемых образцов, а показатель числа падения — углеводно-амилазного комплекса. Для определения данных показателей исследуемое зерно подвергали размолу на лабораторной мельнице ЛМТ-1 для получения шрота. Число падения (ЧП) определяли на приборе ПЧП-3 с погрешностью измерений 1 с.

В качестве контрольного варианта при сравнении изучаемых сортов был выбран сорт Немчиновский 56, поскольку он является районированным для данной зоны и демонстрирует стабильно высокие урожаи в сочетании с высоким технологическим качеством зерна [11, 12].

Как свидетельствуют данные таблицы 1, по большинству показателей образцы зерна исследуемых сортов не имеют статистически достоверных отличий от контрольного сорта Немчиновский 56. Только показатель натуры зерна сорта Тимирязевская 150 имеет статистически значимое превышение над контролем. Все изученные образцы демонстрируют низкое число падения, что, однако, может быть следствием избыточного количества осадков в период уборки урожая и могло привести к интенсификации амилотических процессов в зерне.

Самое низкое содержание белка и клейковины наблюдалось у сорта Вокализ. В целом технологические свойства изученного в данной работе образца зерна этого сорта достаточно сильно отличаются от таковых в исследовании Э.В. Засориной [8], где данный сорт имел менее выполненное зерно, но значительно большее содержание клейковины. Полученные расхождения, однако, не могут быть вызваны исключительно различием агроклиматических условий зон выращивания и нуждаются в дальнейшем изучении.

Большой интерес с технологической точки зрения представляет показатель общей стекловидности, рассчитанный как сумма процента стекловидных зерен и половины процента частично стекловидных (табл. 1). Этому показателю придается большое значение. По нему судят о консистенции эндосперма, твердости зерна, его структуре, выходе муки. Достоверно более высокую общую стекловидность демонстрирует сорт Тимирязевская 150. Сорта Вокализ и Валентин 90 были на уровне контроля.

Представленные в таблице 2 коэффициенты корреляции отражают сильную взаимосвязь показателей, характеризующих белково-протеиназный комплекс зерна с показателем числа падения, а также сильную взаимосвязь стекловидности с этими показателями. Последние данные сходны с результатами исследований технологических свойств различных сортов, проведенных другими авторами [1, 8, 11].

Таблица 2

Взаимосвязь между технологическими свойствами зерна озимой тритикале

Показатели	Содержание белка, %	Содержание клейковины, %	Число падения, с	Масса 1000 зерен, г	Общая стекловидность, %	Полная стекловидность, %
Натура, г/л	0,52	0,53	0,44	-0,74	0,88	0,59
Содержание белка, %	—	0,99	0,98	-0,73	0,82	0,96
Содержание клейковины, %	—	—	0,98	-0,74	0,82	0,96
Число падения, с	—	—	—	-0,78	0,80	0,89
Масса 1000 зерен, г	—	—	—	—	-0,94	-0,60
Общая стекловидность, %	—	—	—	—	—	0,78

Следует обратить внимание на показатель массы 1000 зерен, который имеет отрицательную связь средней силы со всеми остальными показателями.

Большой интерес для исследования представляет корреляция показателя полной стекловидности с другими технологическими свойствами, поскольку известно, что этот показатель более тесно связан с хлебопекарными качествами, чем общая стекловидность. Согласно полученным данным, представленным в таблице 2, полная стекловидность демонстрирует сильную связь с содержанием белка и клейковины в зерне, а также с числом падения.

В ходе дальнейшего изучения образцов зерна озимой тритикале был произведен сортовой помол, результатом которого явилось изменение физико-химического состава и свойств объекта изучения. Данные изменения отражены в таблице 3. У сорта Вокализ, демонстрировавшего пониженную массовую долю белка в зерне, был отмечен наименьший выход муки. Также образец данного сорта обладает практически неотмываемой клейковиной, ввиду чего представляется невозможным определение ее качества. В исследовании Э.В. Засориной [8], напротив, сорт Вокализ содержит в шроте 20,6% сырой клейковины при ИДК 77,5, что указывает на высокие хлебопекарные качества этого сорта.

Т а б л и ц а 3

Технологические свойства сортовой муки из зерна озимой тритикале

Вариант	Выход муки в/с, %	Белизна муки, ед. прибора	Число падения, с	Содержание клейковины в муке, %	Растяжимость, см	ИДК
Немчиновский 56	75,6	43	65	27,4	11	73
Вокализ	74,0	40	61	3,4	—	—
Валентин 90	75,3	45	86	20,5	7	70
Тимирязевская 150	75,0	47	112	26,2	11	86
НСР ₀₅	1,1	4,8	37	17,4	—	—

Изменение амилолитической активности сортовой муки озимой тритикале в сравнении со шротом обуславливается крайне низким содержанием в первой периферийных слоев зерна и зародыша, в области которых локализуются амилолитические ферменты [7, 13, 14]. Отделение отрубянистых частиц и зародыша зерновки от эндосперма при сортовом помоле в значительной степени повышает показатель числа падения. Однако анализ сортовой муки исследуемых образцов показал значительное увеличение показателя числа падения только у сорта Тимирязевская 150. При этом следует отметить, что число падения образца сорта Валентин 90 незначительно возросло, однако у сортов Немчиновский 56 и Вокализ осталось без изменений (табл. 1, 2).

С использованием полученной муки была произведена пробная выпечка. Результаты исследования хлебопекарных качеств образцов отражены в таблице 4.

Анализ показал статистически значимо больший объемный выход формового хлеба из муки сорта Валентин 90 (рис. 2). При этом содержание белка и клейковины у этого сорта было невысоким, а число падения — низким. Сорт Тимирязевская 150

Хлебопекарные качества сортовой муки из зерна озимой тритикале

Сорт	Объемный выход хлеба, мл	Формоустойчивость	Титруемая кислотность, град.
Немчиновский 56	302,5	0,271	5,6
Вокализ	272,5	0,277	6,4
Валентин 90	385,0	0,103	5,0
Тимирязевская 150	352,5	0,117	5,2
НСР ₀₅	79,98	0,15	0,98

продемонстрировал незначительное превышение объемного выхода над стандартом. При выпечке подового хлеба эти сорта, напротив, продемонстрировали значительное снижение формоустойчивости, что показано на рисунке 3.



Рис. 2. Формовые хлебцы из муки озимой тритикале: 1 — Тимирязевская 150; 2 — Валентин 90; 3 — Немчиновский 56; 4 — Вокализ



Рис. 3. Подовые хлебцы из муки озимой тритикале: 1 — Тимирязевская 150; 2 — Валентин 90; 3 — Немчиновский 56; 4 — Вокализ

После определения комплекса показателей, характеризующих технологические и хлебопекарные качества изучаемых сортов, было произведено ранжирование образцов по каждому из определенных показателей с целью выявления различий между сортами по комплексу признаков. Ранжирование производилось в том числе

и по признакам, по которым не была выявлена статистически значимая разница между образцами и имелась цель охарактеризовать совокупную хлебопекарную ценность каждого сорта. Результаты представлены в таблице 5.

Т а б л и ц а 5

Комплексная оценка сортов озимой тритикале*

Сорт	Натура, г/л	Содержание белка в зерне, %	Содержание клейковины в зерне, %	Число падения зерна, с	Общая стекловидность, %	Масса 1000 зерен, г	Выход муки в/с, %	Белизна муки, ед. прибора	Число падения муки, с	Содержание клейковины в муке, %	Объемный выход хлеба, мл	Формоустойчивость	Суммарный ранг
Немчиновский 56	4	2	2	2	2/3	3	1	3	3	1	3	2	28,5
Вокализ	2	4	4	4	2/3	2	4	4	4	4	4	1	39,5
Валентин 90	3	3	3	3	4	1	2	2	2	3	1	4	31
Тимирязевская 150	1	1	1	1	1	4	3	1	1	2	2	3	21

* Каждому сорту был присвоен ранг от 1 до 4 по каждому из исследуемых показателей. Ранг присуждался в порядке снижения изучаемого показателя. Таким образом, ранг 1 соответствует наилучшему результату по данному признаку, 4 — наихудшему.

Подсчет суммарного ранга показал, что по комплексу признаков технологических и хлебопекарных качеств зерна наилучшим образцом является Тимирязевская 150. Зерно этого образца обладает наиболее выполненным, стекловидным зерном, что не могло не отразиться на качестве полученной муки и на что также указывают высокая белизна муки и ее число падения. Хлеб из муки данного сорта демонстрирует также хороший объемный выход. Наилучшую формоустойчивость, однако, показал сорт Вокализ, имеющий наихудший суммарный ранг.

Выводы

1. Анализ технологических свойств зерна исследуемых образцов озимой тритикале показал, что наиболее выполненным и стекловидным зерном обладал сорт Тимирязевская 150. При изучении содержания белка и клейковины в зерне не были найдены статистически значимые различия между всеми исследуемыми сортами. Все исследуемые образцы обладают высокой амилотитической активностью и не имеют по этому показателю статистически значимых различий между собой.

2. Относительно высоким качеством муки после сортового помола обладает сорт Тимирязевская 150. У сортов Немчиновский 56 и Вокализ амилотитическая активность осталась неизменной, в то время как у сортов Валентин 90 и Тимирязевская 150 — понизилась. Мука сорта Вокализ обладает практически неотмываемой клейковиной, что требует дальнейшего изучения изменения свойств зерна этого сорта при размоле.

3. При выпечке мука из зерна сортов Валентин 90 и Тимирязевская 150 обеспечивает высокий объемный выход формового хлеба, однако низкую формоустойчивость подового хлеба. У сортов Немчиновский 56 и Вокализ наблюдается обратная картина. Объемный выход хлеба изученных сортов не зависит от числа падения, содержания белка и клейковины.

4. При анализе совокупности технологических и хлебопекарных свойств изученных образцов сорт Тимирязевская 150 показал лучшие результаты, что имеет предпосылки для активного изучения этого сорта и внедрения его в производство.

Авторы выражают особую благодарность канд. с.-х. наук, научному сотруднику Полевой опытной станции Игнину Владимиру Николаевичу за предоставленный материал для исследований.

Библиографический список

1. Анискин В.И., Еркинбаева Р.К., Налеев А.О. Технологические особенности зерна тритикале и пути повышения эффективности его использования. М., 1992. 51 с.
2. ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян.
3. ГОСТ 30498-97 Зерновые культуры. Определение числа падения.
4. ГОСТ 54895-2012 Зерно. Методы определения натуре.
5. ГОСТ Р 54478-2011 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице.
6. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорты растений: Официальное издание. М.: Росинформагротех, 2014. С. 16–17.
7. Жуков С.В. Разработка технологических решений по совершенствованию сортовых помолов ржи: Автореф. дис. ...канд. тех. наук. МГУПП. Москва, 2008. 20 с.
8. Засорина Э.В., Горчин С.А., Голикова Н.А. Агробиологическая оценка сортов тритикале в Центральном Черноземье // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. Курск, 2013. Вып. 6. С. 54–57.
9. Кочурко В.И. Технология возделывания озимой тритикале. Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. Горки, 2001. 40 с.
10. Тертычная Т.Н., Манжесов В.И., Жуков А.М. Тритикале в ЦЧР: перспективы выращивания и применения. Воронеж: ВГАУ, 2009. 247 с.
11. Третьякова Ю.Ю. Продуктивность озимых зерновых культур (ржи, пшеницы, тритикале) при программном выращивании в условиях верхневолжья: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Тверь: Тверская ГСХА, 2009. 22 с.
12. Усанова З.И., Третьякова Ю.Ю. Продуктивность сортов озимой тритикале на разных фонах минерального питания в условиях Верхневолжья // Достижения науки и техники АПК. Тверь, 2009. Вып. 11. С. 11–13.
13. Daniel J. Collins. Diseases of Barley, Rye, and Triticale in Alabama [Text] — ANR — 903, New April, 1995.
14. Kuchel H., Langridge P., Mosione L., Williams K., Jeffries S.P. The genetic control of milling yield, dough rheology and baking quality of wheat // Theor Appl Genet. 21 March, 2006.
15. Zhang J., Wellings C.R., McIntosh R.A., Park R.F. Seedling resistances to rust diseases in international triticale germplasm [Text] // Crop and Pasture Science 61 (12), 2010.

COMPARATIVE ANALYSIS OF GRAIN TECHNOLOGICAL QUALITIES OF WINTER TRITICALE VARIETIES

E.A. CHERNYSHOVA, A.G. MYAKINKOV, A.A. SOLOVIEV

(Russian Timiryazev State Agrarian University)

This work is devoted to a subject of technological and baking properties studying of some winter triticale cultivars, in order to detect the cultivar of the best qualities. For this purpose, such characteristic as grain hardness, amylase activity, and gluten index and quality were detected. Then the triticale graded flour was obtained. The experimental baking, as well as preceding analyses, showed questionable results because of complex baking quality origin. However, the further research in this fields needs in deeper biochemical and genetic analysis and new processing development.

Key words: winter triticale, technological qualities, backing qualities, grain hardness, gluten, backing volume yield, backing scoop ability.

Чернышова Эльвира Алексеевна — магистрант кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (917) 531-57-69).

Мякинников Андрей Геннадьевич — к. с.-х. н., доц. кафедры хранения, переработки и товароведения продуктов растениеводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (915) 160-49-08).

Соловьев Александр Александрович — д. б. н., проф., зав. кафедрой генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел.: (926) 164-16-30; e-mail: a.soloviev70@gmail.com).

Chernyshova El'vira Alekseevna — a master student of the Department of Genetics, Biotechnology, Breeding and Seed Production, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (917) 531-57-69).

Myakinkov Andrey Gennadievich — PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Storage, Processing and Merchandising of Crop Production, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (915) 160-49-08).

Soloviev Aleksandr Aleksandrovich — Doctor of Biological Sciences, Professor of Genetics, Biotechnology, Breeding and Seed Production, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49; tel.: +7 (926) 164-16-30; e-mail: a.soloviev70@gmail.com).