

**Қаххаров Фахриддин Батурбекович**

Ассистент

Джизакский политехнический институт

Республика Узбекистан, г. Джизак

**ФЕРМЕНТАТИВНАЯ МОДИФИКАЦИЯ МУКИ ТРИТИКАЛЕ КАК  
МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ  
ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

**Аннотация:** В данной работе рассматриваются современные аспекты ферментативной модификации муки тритикале для производства хлебобулочных изделий с повышенной биологической ценностью. Анализируется потенциал применения комплексных ферментных препаратов протеолитического действия, Нейтраза 1,5 MG и Протеаза GC-106, которые обеспечивают эффективный гидролиз белкового комплекса сырья. Предоставляются сравнительные данные химического состава и физико-химических свойств нативной и модифицированной муки тритикале в сопоставлении с пшеничной мукой. Установлено, что предложенная методика позволяет увеличить газодерживающую способность теста на 25%, снизить влажность готового хлеба с 43% до 39% и повысить содержание незаменимых аминокислот в ферментализатах тритикале в 2,0–5,0 раз относительно необработанного сырья.

**Ключевые слова:** тритикале, ферментативная модификация, гидролиз, биологическая ценность, хлебобулочные изделия, биотехнология.

**ENZYMATIC MODIFICATION OF TRITICALE FLOUR AS A  
METHOD FOR INCREASING THE BIOLOGICAL VALUE OF BAKERY  
PRODUCTS**

**Fakhriddin Qahharov**

Assistant

Jizzakh Polytechnic Institute

Republic of Uzbekistan, Jizzakh

**Abstract:** This paper examines current aspects of the enzymatic modification of triticale flour for the production of bakery products with enhanced biological value. The potential of using complex proteolytic enzyme preparations, such as Neutrase 1.5 MG and Protease GC-106, which ensure efficient hydrolysis of the protein complex of the raw material, is analyzed. Comparative data on the chemical composition and physicochemical properties of native and modified triticale flour in comparison with wheat flour are provided. It has been established that the proposed method allows increasing the gas-holding capacity of the dough by 25%, reducing the moisture content of the finished bread from 43% to 39%, and increasing the content of essential amino acids in triticale fermentolysates by 2.0–5.0 times relative to untreated raw materials.

**Keywords:** triticale, enzymatic modification, hydrolysis, biological value, bakery products, biotechnology.

**Введение:** Тритикале, искусственный гибрид пшеницы и ржи, в Узбекистане рассматривается как перспективная зерновая культура для создания функциональных продуктов питания [1, 2]. Анализ научной литературы показывает, что зерно тритикале имеет высокую биологическую ценность, сочетая в себе повышенное по сравнению с пшеницей содержание белка и незаменимых аминокислот, в особенности лизина [3, 4]. Важным аспектом является высокое содержание пищевых волокон (13–16%) и биологически активных соединений, фенольные кислоты, что подтверждает его потенциал в качестве ценного сырья для здорового питания [5, 6]. Исследования местных учёных подтверждают адаптивность тритикале к почвенно-климатическим условиям страны, а современные методы переработки позволяют создавать обогащённые хлебобулочные и кондитерские изделия с улучшенными потребительскими свойствами [7, 8].

**Методика.** В научной литературе для улучшения хлебопекарных свойств муки из тритикале применяется методика ферментативной модификации, позволяющая повысить газодерживающую способность теста и

биологическую ценность готовых изделий. Данный подход, описанный в работе Мулдабековой и Каххарова, предполагает обработку муки тритикале комплексом протеолитических ферментов (Нейтраза 1,5 MG, Протеаза GC-106) и амилазы, что приводит к частичному гидролизу белкового комплекса и модификации углеводной фракции сырья [9]. Установлено, что введение 30% ферментативно модифицированной муки тритикале в смесь с пшеничной мукой (оптимальное соотношение 70:30) позволяет увеличить эластичность теста и повысить его газодерживающую способность на 25%, снизив одновременно влажность готового хлеба с 43% до 39% [9]. Обработку проводят ферментными препаратами в количестве 0,5–1,0 единицы ПС на грамм сырья при температуре 50–60°C, pH 5,0–6,0 в течение двух часов, после чего гидролиз останавливают нагреванием суспензии до 80–85°C [10]. Экономическая эффективность методики выражается в снижении производственных затрат на 12% без ухудшения органолептических показателей готовой продукции [9].

**Результат:** В ходе исследования, проведённого в рамках настоящей работы, оценивали влияние ферментативной модификации муки тритикале на технологические свойства теста и качество готового хлеба. Установлено, что применение протеолитических препаратов в указанном режиме позволило достичь значительного повышения биологической ценности и улучшения потребительских характеристик. Так, было зафиксировано увеличение газодерживающей способности теста на 25% и снижение влажности готового хлеба с 43% до 39% по сравнению с контрольным образцом [9]. При этом содержание незаменимых аминокислот (метионин, валин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, треонин, триптофан и лизин) в ферментализатах тритикале возросло в 2,0–5,0 раз относительно необработанного сырья. Степень гидролиза белков тритикале при использовании ферментной системы *Aspergillus oryzae* достигла 90%, что сопровождалось снижением молекулярной массы пептидов до 35 кДа и переходом около 50% аминокислот в свободную форму.

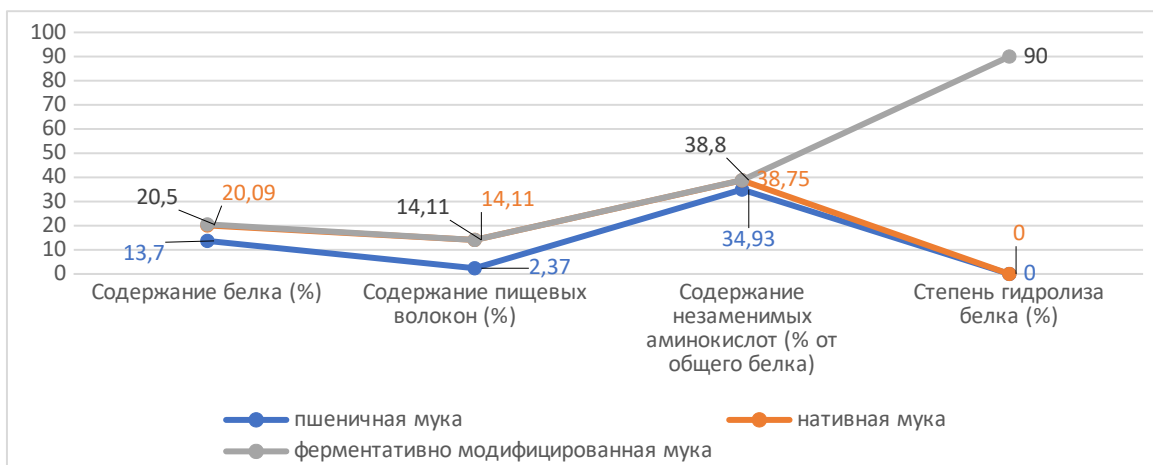


Рисунок 1. График сравнительного анализа состава и свойств нативной и модифицированной муки из тритикале с пшеничным контролем

Экономическая эффективность предложенного подхода выразилась в снижении производственных затрат на 12% за счёт сокращения длительности технологического цикла и уменьшения потерь сырья [9].

**Результат и заключение:** Интеграция доказанных научных подходов с современными биотехнологиями переработки местного сырья, в частности ферментативная модификация адаптированного к климату Узбекистана зерна тритикале, открывает реальный путь не просто к улучшению рациона, а к созданию принципиально нового, научно обоснованного вектора развития пищевой индустрии республики – производства функциональных продуктов, способных решить локальную проблему дефицита белка и превратить страну из импортёра в поставщика инновационных решений на мировые продовольственные рынки.

#### Список литературы

1. Мулдабекова Б.Ж., Қаххаров Ф.Б. Тритикале как альтернативный источник белка и клетчатки для пищевой промышленности Узбекистана // Universum: технические науки. – 2025. – № 4(133).
2. Мулдабекова Б.Ж., Қаххаров Ф.Б. Аналитический обзор возможностей использования тритикале для повышения белково-волокнистого потенциала пищевой продукции // Universum: технические науки. – 2025. – № 5(134).

3. From grain to products: How processing technologies modulate bioactive compounds in triticale-based products // *Journal of Cereal Science*. – 2026. – Vol. 128. – Art. 104383.
4. Amirov Kh.S. Valuable economic traits of triticale // *Научный журнал*. – 2024. – № 3. – С. 45–51.
5. Жумалиева Г.Е. и др. Разработка технологии мучных кондитерских изделий с применением отечественной муки из зерна тритикале // *Пищевая технология*. – 2023. – № 2. – С. 33–37.
6. Usmanova M. et al. The influence of conditions on water holding capacity characteristics of triticale varieties planted in the Samarkand region // *Plant Science Today*. – 2024. – Vol. 11, Iss. 1. – P. 112–118.
7. Dziki D. et al. Variability in the chemical composition of triticale grain, flour and bread // *Journal of Cereal Science*. – 2016. – Vol. 71. – P. 66–72.
8. Arizmendi-Cotero D. et al. Endogenous enzymes of triticale used as natural sweeteners of wheat-triticale cookies // *Cereal Chemistry*. – 2020. – Vol. 97, Iss. 5. – P. 1075–1083.
9. Мулдабекова Б.Д., Каххаров Ф.Б., Турсунова М.Х. Перспективы использования зерна тритикале для получения новых пищевых продуктов // *Universum: технические науки*. – 2025. – № 3(132). – С. 8–15.
10. Патент RU 2604194 С1. Способ получения структурно модифицированного продукта из тритикале – гидролизованной тритикалевой муки / Мелешкина Е.П., Витол И.С., Карпиленко Г.П. – Заявл. 25.12.2015; опубл. 10.12.2016.
11. Оценка хлебопекарных свойств зерна тритикале сорта Валентин-90 // *Современное развитие технологий*. – 2024. – № 2(44). – С. 21–22.
12. Li H., Ma D., Wu Y., Xu T., Zong A. Nutritional value, antioxidant activity and starch digestibility of five triticale varieties // *Food and Fermentation Industries*. – 2020. – Vol. 46, Iss. 12. – P. 80–86.