

DOI <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2025-25-3-27>

УДК 633.111:664.64.016.8

В. В. Желєзна, канд. с.-г. наук

ORCID: 0000-0002-1874-2155

О. М. Нос, здобувач вищої освіти

ORCID: 0009-0001-7836-9612

Уманський національний університет

e-mail: valieriia.voziiian07@gmail.com

ТРИТИКАЛЕ ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЦІЛЬНОЗЕРНОВИХ ПРОДУКТІВ: ПЕРСПЕКТИВИ І ВИКЛИКИ

Анотація. Тритикале – міждодовий гібрид пшениці та жита, що був створений як перспективна зернова культура для поєднання високих хлібопекарських якостей пшениці та стійкості жита до несприятливих умов вирощування. У сучасному агропромисловому комплексі тритикале займає особливе місце серед зернових культур, оскільки характеризується підвищеною адаптивністю до різних кліматичних зон, високою врожайністю, стійкістю до шкідників і хвороб, а також збалансованим біохімічним складом зерна. У зв'язку з глобальними тенденціями до переходу на здорове харчування, зростанням попиту на продукти з високим вмістом харчових волокон та біологічно активних речовин тритикале розглядається як перспективна сировина для виробництва цільнозернових продуктів.

У статті проведено комплексний аналіз харчового потенціалу тритикале, особливостей його обробки та перспектив технологічного впровадження. Особливу увагу приділено досвіду вітчизняних і зарубіжних науковців, які зробили внесок у вивчення складу, властивостей та методів переробки цієї культури. Запропоновано шляхи вирішення наявних проблем і сформовано науково обґрунтовану стратегію розроблення технологій виробництва цільнозернових продуктів із зерна тритикале.

Ключові слова: тритикале, пшениця, жито, технологічні властивості, хімічний склад.

Постановка проблеми. У сучасних умовах глобальних викликів продовольча безпека, зростаючі потреби у здоровому харчуванні та екологічно збалансованому сільському господарстві потребують нових підходів до використання рослинних ресурсів [1]. Однією з перспективних культур, що поєднує високий аграрний потенціал із цінними харчовими властивостями, є тритикале (*× Triticosecale* Wittmack) – міждодовий гібрид пшениці (*Triticum*) і жита (*Secale*). Він об'єднує високу врожайність пшениці з витривалістю жита до несприятливих кліматичних умов, кислотності ґрунтів та дефіциту вологи [2]. У зв'язку із цим тритикале розглядається як культура, що здатна не лише підвищити ефективність агровиробництва, а й забезпечити нові можливості для харчової промисловості, зокрема у виробництві цільнозернових продуктів функціонального призначення [3].

Цільнозернові продукти набувають усе більшого значення завдяки зростаючій популярності здорового харчування. Відомо [4], що вживання цільнозернових виробів знижує ризик розвитку серцево-судинних захворювань, цукрового діабету II типу, ожиріння та деяких форм онкологічних патологій. Це пояснюється високим вмістом харчових волокон, вітамінів групи В, фенольних сполук та мінералів у зародку й алейроновому шарі зерна, які у процесі традиційного помелу, на жаль, видаляються. Тож розроблення технологій, що дають змогу максимально зберегти ці біоактивні компоненти, є актуальним [5].

Аналіз останніх досліджень. Зерно тритикале є джерелом низки цінних нутрієнтів [6]. Його хімічний склад відзначається високим вмістом білків, зокрема лізину – незамінної амінокислоти, що часто є обмежувальною у злакових культурах [7]. Окрім того, тритикале містить значну кількість харчових волокон, вітамінів групи В, заліза, цинку, магнію та інших мікроеле-

ментів [8–10]. Особливо варто відзначити фенольні сполуки, зокрема ферулову кислоту, яка виконує антиоксидантну функцію та чинить протизапальну дію [11].

Такий склад робить тритикале привабливою сировиною для виробництва функціональних харчових продуктів, що відповідають вимогам здорового способу життя.

Однак попри визнані харчові переваги застосування тритикале у виробництві хлібобулочних і злакових виробів, зокрема цільнозернових, стикається з низкою технологічних проблем. Зерно тритикале має нижчу порівняно з пшеницею якість клейковини, що обмежує його хлібопекарські властивості. Висока активність амілази також впливає на структуру м'якушки готових виробів, ускладнюючи підтримку стабільної якості продукту. Помел тритикале потребує адаптації стандартних схем, оскільки його фізичні властивості (щільність, форма, розмір зерна) суттєво відрізняються від пшениці [12; 13]. Саме ці чинники зумовлюють потребу в глибокому дослідженні можливостей удосконалення технологій переробки тритикале, зокрема за збереження цілісності зернового компонента.

Нині зростає інтерес до застосування біотехнологічних підходів до покращення харчової якості злаків [13; 14]. Одним із таких методів є пророщування зерна, яке дає змогу підвищити вміст біологічно активних речовин, зменшити кількість антинутрієнтів (наприклад, фітатів), а також поліпшити засвоюваність білків і мінералів. Пророщене зерно тритикале, згідно з дослідженнями Каманова et al. [17], має вищий антиоксидантний потенціал і здатне слугувати джерелом цінних нутрієнтів у функціональному харчуванні. Також перспективним є підхід до збагачення цільнозернових продуктів тритикале висівками, зародками, що зберігаються в результаті мінімального помелу або фракційної обробки.

Із погляду аграрної практики тритикале є перспективним для використання в регіонах із нестабільними кліматичними умовами, що робить його важливою культурою для майбутнього продовольчого забезпечення. У таких країнах, як Польща, Німеччина, Україна, Канада, вирощування тритикале набуває усе більшого значення. При цьому наукові дослідження зосереджено як на селекційному вдосконаленні сортів (зокрема, з кращими технологічними властивостями), так і на розробленні нових схем його переробки [15; 16].

Таким чином, розвиток технології виробництва цільнозернових продуктів із тритикале є надзвичайно актуальним як із погляду задоволення потреб здорового харчування, так і в контексті забезпечення продовольчої безпеки. Водночас досягнення цієї мети потребує подолання низки викликів: адаптації технологічних процесів, підвищення стабільності якості готових продуктів, а також упровадження інноваційних підходів до зберігання і підготовки сировини. Дослідження, що розглядає тритикале як цільнозернову сировину в усій її складності, дасть змогу закласти наукові основи для широкого впровадження цієї культури у виробництво продуктів функціонального харчування.

Формулювання мети статті (постановка завдання). Вивчити хімічний склад, технологічні властивості зерна тритикале як сировини для виробництва цільнозернових продуктів.

Основна частина. Науковцями [17] систематизовано сучасні дані про нутрітивні властивості тритикале. Автори відзначають, що зерно тритикале є багатим джерелом білків (>13%), дієтичного волокна (>14%), фенольних сполук і мінералів. Ці компоненти асоціюються зі зниженням ризиків серцево-судинних захворювань, ожиріння, діабету другого типу та деяких онкозахворювань, а також із підтримкою імунної та кишкової функцій. Огляд обґрунтовує потенціал тритикале як перспективної культури для виробництва функціональних цільнозернових продуктів.

У роботі [20] вчені порівнюють технологічні та харчові властивості тритикале з пшеницею та житом. Дослідження показало, що параметри зерна (розмір зерна, маса 1 000 зерен, вміст клейковини) перебувають між пшеницею й житом, іноді перевищуючи їх. Тритикале містить



значну кількість Ca, Mg, P, Cu, Zn, а рівень харчових волокон (10–15%) близький до жита. Водночас окремі технологічні параметри (низький уміст глютену) обмежують застосування тритикале в традиційній випічці, що змушує шукати комбіновані підходи з іншими зернами.

Biel, Kazimierska і Bashutska [21] порівняли хімічний склад пшениці, тритикале, ячменю та вівса. Установлено, що тритикале має аналогічний до пшениці білковий профіль із кращим умістом лізину, хоча вміст жиру є нижчим. Уміст дієтичного волокна також відрізняється від жита й пшениці, його рівень впливає на функціональні характеристики готових продуктів. Це дає підґрунтя для розроблення цільнозернових виробів із тритикале як здорової альтернативи.

У дослідженні [22] вивчали фізико-хімічні властивості, поліфеноли та мінеральний склад різних сортів тритикале. Виявлено, що зерно тритикале багате на фенольні кислоти (ферулову, кавову, п-кумарову, ванілінову), які забезпечують антиоксидантну активність. Також зафіксовано високий уміст мінералів: Ca, K, Mg, Fe, Zn, Cu, P та дієтичного волокна (>13%). Такі характеристики є важливими для функціонального харчування й підсилюють якість цільнозернових продуктів.

Cervini et al. [23] дослідили технологічні й нутрітивні властивості сухої пасти із заміною тритикале борошна на цільнозернове до 75%. Було встановлено, що заміна до 50% підвищує уміст дієтичного волокна, знижує швидкорозчинний крохмаль, покращує *in vitro* засвоюваність білка, але також збільшує втрати під час варіння та липкість. Такий досвід є прикладом технологічної апробації цільнозернового тритикале продукції в індустріальних рецептурних схемах (паста).

Melnyk V. et al. [24] провели селекційну оцінку сортів тритикале за показником твердості ядра. Виявлено генотипи з твердим ядром (до 247 Н), що за показником рівняється із сортами твердих пшениць. Такі сорти мають високий потенціал для помелу й виробництва борошна з менш роздібленими структурними компонентами, що особливо важливо для цільнозернових продуктів.

Установлено [25], що хлібопекарські властивості українських і польських сортів визначили критерії сортового добору для виробництва цільнозернового борошна.

Борошно тритикале має високу амілазну активність, тому тісто не завжди може бути повністю пропечене [26].

Автори [27] провели порівняльний аналіз фізико-хімічних і технологічних властивостей тритикале, жита та пшениці. Серед досліджених культур тритикале мало найнижчі показники часу розвитку тіста, його стабільності та стійкості до розрідження. Хоча тісто було недостатньо пластичним, результати показали, що хліб із тритикале мав вищу якість порівняно з житнім.

Науковці [28] вивчали деякі хімічні та технологічні властивості турецьких генотипів тритикале і виявили суттєві відмінності між ними за такими показниками, як вологість зерна, уміст білка, уміст клейковини, індекс клейковини, зелений і модифікований осад, кількість осипання та зольність. Результати показали, що генотипи тритикале мають найгіршу хлібопекарську якість і можуть використовуватися в сумішах із пекарською пшеницею.

Дослідники розробили методи, які дають змогу виготовляти вироби з борошна тритикале без додавання пшеничного борошна [2]. В Австралії та США борошно із зерна тритикале широко використовується для випікання хліба, мафінів, тортів, печива та інших хлібобулочних виробів [14].

Нестача білка в організмі людини пов'язана зі зростанням ризику таких захворювань, як порушення ліпідного обміну та серцево-судинні хвороби.

Уміст амінокислот у зерні озимого тритикале є генетично зумовленою ознакою, однак також залежить від технології вирощування, частки зернових у сівозміні та погодних умов [29].



Тритикале, як і інші зернові культури, вирізняється високою поживною цінністю, зокрема завдяки підвищеному вмісту лізину – основної лімітуючої амінокислоти у злаках.

Navarro-Contreras et al. [30] виявили, що білки тритикале містять вищу частку глобулінів (19,7–30,2%), альбумінів (38–45,4%), гліадину (11,4–26,1%) і нижчий уміст глютену (6,8–9,6%).

Проте Mitchell et al. [31] виявили, що вміст лунасіну в тритикале значно вищий – 6,5 мг/г порівняно з 0,23 мг/г у пшениці та 1,5 мг/г у житі. Згідно з дослідженнями [32], зерно тритикале може відігравати важливу роль у функціональному харчуванні.

Цільнозернові продукти містять необхідні для організму людини елементи: внутрішня оболонка висівків містить фосфати та інші мінеральні солі, а зародковий елемент – вітаміни групи В і Е [8].

Зерно тритикале містить: вітамін Е – 0,47 мг%, вітамін Р – 4,5 мг%, вітамін С – 2,3 мг%, що відрізняється від пшениці [33]. Buchholz et al. [34] встановили, що загальний уміст тіаміну в тритикале становить 9,69 нмоль/г сухої речовини, тоді як у пшениці – 7,67 нмоль/г.

У зерні пшениці: вітамін Е – 0,34 мг%, вітамін Р – 3,9 мг%, вітамін С – 2,6 мг% [33].

Уміст фітинової кислоти в зерні тритикале становить 1,92 мг/г, що істотно вище, ніж у пшениці (0,26 мг/г). Фітинова кислота може зв'язувати мінерали, зменшуючи їх біодоступність. Загальний уміст фосфору в тритикале – 3,48 мг/г, що співвідноситься з його рівнем у пшениці та житі. Фітаза здатна підвищити біодоступність мінералів шляхом повного гідролізу фітинової кислоти [35].

Хімічний склад тритикале відрізняється від жита та пшениці, займаючи проміжне положення між ними. Зерно тритикале містить більше магнію (Mg), кальцію (Ca), калію (K), цинку (Zn), натрію (Na) та міді (Cu), аніж зерно пшениці [36].

Щодо вмісту калію (K) – 5,03 г/кг – тритикале перевищує пшеницю, заліза (Fe) – 31,5 мг/кг, марганцю (Mn) – 29,8 мг/кг – поступається житу й пшениці. Уміст K і Ca в зерні тритикале вищий, аніж у пшениці, але нижчий, аніж у жита. Уміст Mg вищий, аніж у жита, але нижчий, аніж у пшениці [22].

Zhu [1] вивчав концентрацію макро- та мікроелементів у різних сортах тритикале і встановив: калій (K) – 466 мг/100 г, фосфор (P) – 321 мг/100 г, магній (Mg) – 153 мг/100 г, кальцій (Ca) – 35 мг/100 г, натрій (Na) – 2 мг/100 г, залізо (Fe) – 2,59 мг/100 г, цинк (Zn) – 2,66 мг/100 г, марганець (Mn) – 3,2 мг/100 г. Високий уміст магнію у зерні тритикале забезпечує чудовий захист для людей, які залежать від інсуліну. Магній відіграє важливу роль у глюконеогенезі через низку ферментативних шляхів.

Основним джерелом селену в харчуванні людини є зернові культури. У середньому яра пшениця містить 72 мг/кг, а яре жито – 85 мг/кг селену. Уміст селену в зерні ярого тритикале становив 81 мг/кг, що перевищує рівень у пшениці та знаходиться на рівні жита [41].

Rodehutsord et al. [36] досліджували вміст амінокислот у різних злаках і виявили варіації між генотипами. Зерно тритикале містить більше метіоніну (1,57 г/100 г), аніж пшениця (1,47 г/100 г) і жито (1,52 г/100 г).

Висівки зернових культур багаті на фенольні сполуки [37]. Фенольні кислоти цільнозернових культур мають протиракові, антибактеріальні, антиоксидантні та протизапальні властивості [38; 39].

У тритикале виявлено як вільні, так і зв'язані форми фенольних кислот, зокрема кумарову, ферулову, галову, гідроксибензойну, ванілінову, сириггову та синапову кислоти [40].

Ферулова кислота становить до 90% усіх фенольних кислот у зерні. Завдяки цьому ферментовані висівки тритикале можуть бути цінним функціональним інгредієнтом у харчуванні [32].

Kaszuba et al. [40] дослідили вміст фенольних кислот у зерні тритикале та встановили, що зерно містить 13 типів фенольних кислот, із яких 42–44% становить ферулова кислота.



У борошні тритикале вміст фенольних кислот був значно нижчим, аніж у зерні. Установлено, що значна частина фенольних кислот знаходиться у висівках, тому додавання висівок до рецептури хліба збільшує вміст фенольних кислот у 3,5 рази.

За даними [39], більшість фенольних кислот у пшениці, житі та вівсі присутні у зв'язаній формі. Уміст вільних фенолів (мг/100 г) у висівках: тритикале – 9,9, пшениця – 13,7, жито – 12,3, овес – 2,8. Уміст зв'язаних фенолів (мг/100 г): тритикале – 270,7, пшениця – 439,9, жито – 253,4, овес – 85,1.

Автори [41] наголошують на необхідності оптимізації процесу помелу через фізичні властивості зерна тритикале. Дослідження підтверджують, що промислова помельна схема має бути адаптована до специфіки тритикале, аби зберегти високий вміст біоактивних компонентів у цільнозерновому борошні.

Науковці [42] дослідили роль ензимного оброблення та екструзії у підвищенні харчової цінності тритикале, особливо у комбікормній практиці, але з потенціалом для людського харчування. Enzymatic treatment може знизити антинутриєнти, підвищити доступність білка і волокон, а екструзія – формувати стійкі структури продуктів із тритикале.

Liubych et al. [43] установлено, що зерно чотиривидового тритикале підходить для круп'яного виробництва або у складі композиційних сумішей під час виробництва хлібобулочних продуктів.

Kandrokov et al. [44] розробили технологічну схему для помелу тритикале, яка дає змогу отримати фракційне борошно зі збереженням біоактивних компонентів

Висновки. Отже, зерно тритикале має великий потенціал як сировина для виробництва функціональних цільнозернових продуктів. Проведений аналіз свідчить, що тритикале є перспективною зерновою культурою для використання у виробництві цільнозернових продуктів завдяки поєднанню високої харчової цінності, адаптивності до різних агрокліматичних умов та технологічної універсальності. Основними перевагами тритикале є:

- підвищений вміст білка, лізину та мінеральних речовин порівняно з пшеницею та житом;
- висока врожайність і стійкість до стресових чинників довкілля;
- придатність для виробництва борошна, круп, хлібобулочних і функціональних продуктів.

Разом із тим існують певні виклики, що стримують широке використання тритикале:

- обмежена вивченість функціональних властивостей цільнозернового борошна тритикале;
- недостатня розробленість технологій переробки та рецептур, орієнтованих на споживчі потреби;
- низька поінформованість виробників і споживачів про переваги продуктів із тритикале.

Таким чином, подальші дослідження мають бути спрямовані на оптимізацію технологічних процесів переробки тритикале, створення інноваційних продуктів із підвищеною біологічною цінністю та популяризацію цієї культури на ринку. Реалізація зазначених напрямів сприятиме розширенню асортименту здорових харчових продуктів і зміцненню продовольчої безпеки.

Список використаних джерел

1. Zhu F. Triticale: Nutritional composition and food uses. *Food Chem.* 2018. № 241. P. 468–479.
2. Kamanova S., Yermekov Y., Shah K. et al. Review on nutritional benefits of tritical. *Czech J. Food Sci.* 2023. № 41. P. 248–262.
3. Pattison A.L., Trethowan R.M. Characteristics of modern triticale quality: Commercially significant flour traits and cookie quality. *Crop. Pasture Sci.* 2013. № 64. P. 874–880.
4. Tohver M., Kann A., Täht R. et al. Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread-making in northern conditions. *Food Chem.* 2005. № 89. P. 125–132.
5. Piazza I., Carnevali P., Faccini N. et al. Combining native and malted triticale flours in biscuits: Nutritional and technological implications. *Foods.* 2023. № 12. P. 3418.



6. Agil R., Patterson Z.R., Mackay H. et al. Triticale bran alkylresorcinols enhance resistance to oxidative stress in mice fed a high-fat diet. *Foods*. 2016. № 5. P. 5.
7. Straumite E., Galoburda R., Tomsone L. et al. Nutritional Quality of Triticale (×Triticosecale Wittm.) Grown under Different Cropping Systems. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*. 2017. № 71. P. 481–485.
8. Piazza I., Carnevali P., Faccini N. et al. Combining native and malted triticale flours in biscuits: Nutritional and technological implications. *Foods*. 2023. № 12. P. 3418. DOI: 10.3390/foods12183418.
9. Cervini M., Lobbuono C., Volpe F. et al. Replacement of Native with Malted Triticale (x Triticosecale Wittmack) Flour in Dry Pasta: Technological and Nutritional Implications. *Foods*. 2024. № 13(15). P. 2315. DOI: 10.3390/foods13152315.
10. Pattison A.L., Trethowan R.M., Pattison A.L. et al. Characteristics of modern triticale quality: Commercially significant flour traits and cookie quality. *Crop Pasture Sci*. 2013. № 64. P. 874–880. DOI: 10.1071/CP13056.
11. Aprodu I. et al. Technological performance of various flours by multigrain milling. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol*. 2019. № 55. P. 27–34.
12. Pankratov G. N. et al. Technological development trends in milling industry. *Food Industry*. 2017. № 8. P. 44–49.
13. Korge M., Alaru M., Keres I. et al. The influence of cropping system, weather conditions and genotype on arabinoxylan content in wheat and barley grains. *Journal of Cereal Science*. 2023. P. 103–116.
14. Laddomada B., Caretto S., Mita G. Wheat bran phenolic acids: Bioavailability and stability in whole wheat-based foods. *Molecules*. 2015. 20. P. 15666–15685.
15. Любич В.В., Железна В.В., Стратуца Я.С. Перспективи використання тритикале в хлібопекарській промисловості. *Таврійський науковий вісник. Серія «Технічні науки»*. 2022. № 3. С. 133–143.
16. Penko Spetsov, Nadia Daskalova. Allelic Variation of High-Molecular-Weight Glutenin Genes in Triticum Species and Triticale (× Triticosecale Wittmack). *OBM Genetics*. 2024. № 08(02). P. 1–40. DOI: <https://doi.org/10.21926/obm.genet.2402225>.
17. Kamanova S., Yermenkov Y., Shan K. et al. Review on nutritional benefits of triticale. *Czech Journal of Food Sciences*. 2023. № 41(4). P. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.17221/67/2023-CJFS>.
18. Любич В.В., Железна В.В., Стратуца Я.С. Хлібопекарські особливості зерна тритикале. *The XXIII International Scientific and Practical Conference «Theoretical and science bases of actual tasks»*. 2022. Lisbon, Portugal. P. 27.
19. He X., Wu K., Zhang X. et al. Dietary intake of fiber, whole grains and risk of colorectal cancer: An updated analysis according to food sources, tumor location and molecular subtypes in two large US cohorts. *International Journal of Cancer*. 2019. № 145. P. 3040–3051.
20. Bona L., Acs E., Lantos C. et al. Human utilization of triticale: technological and nutritional aspects. *Commun Agric Appl Biol Sci*. 2014. № 79(4). P. 139–152.
21. Biel W., Kazimierska K., Bashutska U. Nutritional value of wheat, triticale, barley and oat grains. *Acta Sci. Pol. Zootechnica*. 2020. № 19(2). P. 19–28. DOI: 10.21005/asp.2020.19.2.03.
22. Codină G.G., Ursachi F., Dabija A. et al. Physicochemical Properties, Polyphenol and Mineral Composition of Different Triticale Varieties Cultivated in the Republic of Moldova. *Molecules*. 2025. № 30. P. 12–23. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules30061233>.
23. Cervini M., Lobbuono C., Volpe F. et al. Replacement of Native with Malted Triticale (x Triticosecale Wittmack) Flour in Dry Pasta: Technological and Nutritional Implications. *Foods*. 2024. № 13. P. 23–32. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13152315>.
24. Melnyk V.S., Chernobai S.V., Riabchun V.K. Selection of Triticale Sources of High Kernel Hardness Plant Breeding & Seed Production. 2024. № 125. P. 32–45. DOI: 10.30835/2413-7510.2024.306964.
25. Kaszuba J., Woś H., Shchipak G. V. Bread making quality parameters of some Ukrainian and Polish triticale cultivars. *Euphytica*. 2024. № 220. P. 15–19.
26. Woś H., Brzeziński W. Triticale for food – The quality driver. In: Eudes F. (ed.): *Triticale*. Switzerland, Springer. 2015. P. 213–232.
27. Aprodu I., Banu I. Comparative analyses of physicochemical and technological properties of triticale, rye and wheat. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI-Food Technology*. 2016. № 40. P. 31–39.



28. Tayyar S. Some chemical and technological properties of Turkish triticale (*Triticosecale* Wittm.) genotypes. *Romanian Biotechnological Letters*. 2014. № 19. P. 98–102.
29. Jaśkiewicz B., Szczepanek M. Amino acids content in triticale grain depending on meteorological, agrotechnical and genetic factors. *Research for Rural Development*. 2018. № 2. P. 28–34.
30. Navarro-Contreras A.L., Chaires-González C.F., Rosas-Burgos E.C. et al. Comparison of protein and starch content of substituted and complete triticales (*X Triticosecale* Wittmack): Contribution to functional properties. *International Journal of Food Properties*. 2014. № 17. P. 421–432.
31. Mitchell R.A., Lovegrove A., Shewry P.R. Lanasin in cereal seeds: What is the origin? *Journal of Cereal Science*. 2013. № 57. P. 267–269.
32. Nakurte I., Klavins K., Kirhnere I. et al. Discovery of lanasin peptide in triticale (*X Triticosecale* Wittmack). *Journal of Cereal Science*. 2012. № 56. P. 510–514.
33. Bazhay-Zhezherun S., Romanovska T., Antoniuk M. Improving the nutritional value of grains by biological activation. *Ukrainian Food Journal*. 2016. № 5. P. 476–484.
34. Buchholz M., Drotle A.M., Ternes W. Viamin (vita-min B1) and thiamin phosphate esters in five cereal grains during maturation. *Journal of Cereal Science*. 2012. № 56. P. 109–114.
35. Mikulski D., Kłosowski G. Phytic acid concentration in selected raw materials and analysis of its hydrolysis rate with the use of microbial phytases during the mashing process. *Journal of the Institute of Brewing*. 2015. № 121. P. 213–218.
36. Rodehutsord M., Rückert C., Maurer H.P. et al. Variation in chemical composition and physical characteristics of cereal grains from different genotypes. *Archives of Animal Nutrition*. 2016. № 70. P. 87–107.
37. Shahidi F., Yeo J. Bioactivities of phenolics by focusing on suppression of chronic diseases: A review. *International Journal of Molecular Sciences*. 2018. № 19. P. 1573.
38. Irakli M.N., Samanidou V.F., Biliaderis C.G., Papadoyan-nis I.N. Development and validation of an HPLC-method for determination of free and bound phenolic acids in cereals after solid-phase extraction. *Food Chemistry*. 2012. 134. P. 1624–1632.
39. Agil R., Hosseinian F. Determination of water-extractable polysaccharides in triticale bran. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2014. № 34. P. 12–17.
40. Kaszuba J., Kapusta I., Posadzka Z. Content of phenolic acids in the grain of selected Polish triticale cultivars and its products. *Molecules*. 2021. № 26. P. 562.
41. Dziki D. et al. Grinding Characteristics of New Varieties of Winter Triticale Grain. *Processes*. 2023. № 11(5). P. 1477.
42. Pattison A.L. et al. Characteristics of modern triticale quality: glutenin subunits. *J. Agric. Food Chem.* 2024. № 62(21). P. 4924–4931.
43. Liubych V. et al. Comparative characteristics of technological properties of four-species triticale grain comparative to classic triticale and common wheat grain. *Technology audit and production reserves*. 2020. № 2/3(52). P. 41–45. DOI: 10.15587/2312-8372.2020.203643.
44. Kandrov R.H., Pankratov G.N., Meleshkina E.P. Effective technological scheme for processing triticale grain into graded flour. *Foods Raw Mater.* 2019. № 7(1). P. 107–117.

Стаття надійшла до редакції 30.09.2025

Стаття прийнята 15.10.2025

Статтю опубліковано 25.11.2025





V. Zheliezna, O. Nos
Uman National University

TRITICALE AS A RAW MATERIAL FOR WHOLE GRAIN PRODUCTS: PROSPECTS AND CHALLENGES

Summary

Triticale is an intergeneric hybrid of wheat and rye, developed to combine the high baking qualities of wheat with the increased resistance of rye to unfavorable growing conditions. In modern agro-industrial production, this crop occupies a special place among cereals due to its high ecological plasticity, resistance to diseases and pests, and ability to ensure stable yields in diverse climatic conditions. The biochemical composition of triticale grain is characterized by a balanced content of protein, dietary fiber, minerals, and vitamins, making it a valuable raw material for the food industry and a promising component in the diet of healthy nutrition.

Considering the global trends toward an increased demand for foods with high nutritional and biological value, triticale is regarded as one of the most promising crops for the production of whole-grain bakery and dietary products. The use of the grain in its whole-grain form makes it possible to preserve its beneficial components to the maximum extent and to expand the range of functional food products.

The article presents a comprehensive analysis of the nutritional potential of triticale, the peculiarities of its technological processing, and the possibilities of its industrial application. The scientific contributions of domestic and foreign researchers regarding the study of the grain composition, biological properties, and processing methods have been analyzed. The main challenges limiting the wide use of this crop in the food industry have been identified, including the imperfection of milling technologies and the need to adapt traditional recipes. Solutions to these issues are proposed, and the prospects for developing new technologies for the production of whole-grain products from triticale grain are substantiated, combining high nutritional value, good organoleptic properties, and compliance with modern requirements of rational nutrition.

Keywords: triticale, wheat, rye, technological properties, chemical composition.