

УДК 633.111:664.64.016.8

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.3.15>

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТРИТИКАЛЕ В ХЛІБОПЕКАРСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Любич В. В. – доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри харчових технологій
Уманського національного університету садівництва
ORCID ID: 0000-0003-4100-9063

Жельзна В. В. – кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри харчових технологій
Уманського національного університету садівництва
ORCID ID: 0000-0002-1874-2155

Стратуца Я. С. – аспірант кафедри харчових технологій
Уманського національного університету садівництва
ORCID ID: 0000-0002-1485-1119

У статті наведено результати аналітичного огляду щодо переваг зерна тритикале в хлібопекарській промисловості. Тритикале – перспективна зернова культура, оскільки має підвищену морозостійкість в порівнянні з озимою пшеницею, стійкість до грибних і вірусних захворювань, не вимоглива до родючості ґрунту. Тритикале може успішно вирощуватися в тих же районах, що й озима пшениця і жито. Основним показником, що визначає цінність білкових речовин у зерні тритикале є клейковина, вміст якої становить до 34% залежно від сорту, а індекс деформації клейковини становить від 60 до 120 о. п. Вміст білка в зерні тритикале становить від 10,0 до 25,0% залежно від сорту. Вміст вуглеводів у зерні тритикале становить близько 70,0%, зокрема – крохмалю – 49–67%, цукрів – 3,3–4,9, клітковини – 2,7–3,2%. Встановлено, що в зерні тритикале вміст золи становить 1,69–2,35%.

Тритикале порівняно із зерном пшениці містить більший вміст вітамінів групи: В, РР, Е та провітамінного складу, зокрема вітаміну V_1 – 0,56, V_2 – 0,18 і РР – 4,2 мг/100 г. Зерно тритикале багате мінеральними речовинами, такимі як фосфор, калій, марганець, кальцій, натрій, кремній, сірка, хлор, окрім того в зерні присутні цинк, мідь, кобальт. Накопичуються мінеральні речовини переважно в алейроновому шарі й оболонках зерна. Зерно тритикале має збалансований амінокислотний склад, що характеризується значним вмістом глютамінової та аспарагінової кислот, проліну та лейцину. Продукти перероблення зерна тритикале добре засвоюються, що пояснюється високою перетравністю білка (до 90,3%).

Тритикале представляє великий інтерес для хлібопекарської галузі. У загальній проблемі тритикале належить вирішити завдання поліпшення якості зерна та ефективного використання його для виробництва хлібобулочних виробів і інших видів продуктів харчування.

Ключові слова: тритикале, якість, білок, клейковина, борошно, хліб.

Liubych V. V., Zheliezna V. V., Staratutsa Ya. S. Prospects of using triticale in the bakery industry

The article presents the results of an analytical review of the benefits of triticale grain in the baking industry. Triticale is a promising grain crop, as it has increased frost resistance compared to winter wheat, resistance to fungal and viral diseases, not demanding to soil fertility. Triticale can be successfully grown in the same areas as winter wheat and rye. The main indicator that determines the value of protein substances in triticale grain is gluten, the content of which is up to 34% depending on the variety. The deformation index of gluten is from 60 to 120 units of instrument. The protein content in triticale grain is from 10.0 to 25.0% depending on the variety. The content of carbohydrates in triticale grain is about 70.0%, in particular –

starch – 49–67%, sugars – 3.3–4.9, fiber – 2.7–3.2%. It was found that the ash content of triticale grain is 1.69–2.35%.

Compared to wheat grain, triticale contains a higher content of vitamins: B, PP, E and provitamin composition, vitamin B1 – 0.56, B2 – 0.18 and PP – 4.2 mg/100 g, in particular. Triticale grain is rich in minerals such as phosphorus, potassium, manganese, calcium, sodium, silicon, sulfur, chlorine. In addition, the grain contains zinc, copper, cobalt. Minerals accumulate mainly in the aleurone layer and grain shells. Triticale grain has a balanced amino acid composition, characterized by a significant content of glutamic and aspartic acids, proline and leucine. The products of triticale grain processing are well digested, which is due to the high protein digestibility (up to 90.3%).

Triticale is of great interest to the bakery industry. The general target of triticale is to solve the problem of improving grain quality and its efficient use for the production of bakery products and other foods.

Key words: triticale, quality, protein, gluten, flour, bread.

Постановка проблеми. Аналіз структури харчування населення в останнє десятиліття практично у всіх країнах світу виявив збільшення попиту на хлібобулочні вироби. Хліб вживається в їжу щодня і може виступати у ролі продукту, який має сприятливий вплив на діяльність підприємств життєзабезпечення систем організму людини. Тому закономірно, що в світовій практиці все більшого поширення набувають роботи по створенню зернових хлібобулочних виробів, що відрізняються підвищеним вмістом біологічно активних речовин і харчових волокон. За статистичними даними випуск даної групи виробів в даний час не перевищує 15,6% [1; 2].

При регулярному вживанні хліба з цілого зерна організм очищається від шлаків, канцерогенних і токсичних речовин, нормалізуються обмінні процеси, поліпшується моторика кишечника, знижується ризик захворювань серцево-судинної системи. Доведено також, що цільнозернові продукти сприяють зниженню рівня холестерину в крові. Тому створення технологій зернового хліба є актуальним і має важливе теоретичне і практичне значення [3; 4].

Перспективною культурою для розширення сировинної бази хлібопекарської промисловості в технології зернових хлібобулочних виробів є тритикале. Тритикале (*Triticosecale*) – відносно нова зернова культура, створена людиною шляхом гібридизації пшениці та жита. Тритикале має підвищену морозостійкість, в порівнянні з озимою пшеницею, стійкістю до грибних і вірусних захворювань. Вона не вимоглива до родючості ґрунту, хоча повністю свій потенціал, як і всі злаки, тритикале реалізує при високому агрономічному тлі ґрунту будь-якого типу. Тритикале може успішно вирощуватися в тих же районах, що і озима пшениця та жито. Основні країни-виробники зерна тритикале: Польща, Німеччина, Франція, Білорусія та Австралія [5; 6]. Тритикале представляє інтерес для хлібопекарської, кондитерської, пивоварної, спиртової, харчеконцентратної та інших галузей промисловості. У загальній проблемі тритикале належить вирішити завдання поліпшення якості зерна та ефективного використання його для виробництва хлібобулочних виробів і інших видів продуктів харчування [7].

Аналіз останніх досліджень. Вміст окремих компонентів хімічного складу зерна тритикале та його біохімічні показники в основному успадковуються по проміжному типу, але деякі з них відрізняються від вихідних форм [8]. Основним показником, що визначає цінність білкових речовин у зерні тритикале є клейковина, вміст якої змінюється від 4 до 34% залежно від сорту, а індекс деформації клейковини становить від 60 до 120 о. п. [1; 7; 10].

Для хлібопекарського виробництва важливі технологічні властивості, які багато в чому залежать від властивостей клейковинного комплексу тритикале,

успадкованого від пшениці – проламінової і глютелінової фракцій білка, що утворюють в процесі приготування тіста пружноеластичний каркас – клейковину [2; 9; 11]. Білок тритикале може містити: 26–28% водорозчинних білків, 7–8 – солерозчинних, 25–26 – спирторозчинних і 18–20% білків розчинних у кислоти [12]. Фракційний склад білків зерна тритикале змінюється в значних межах: альбуміни 16,7–36,3%, глобуліни 14,4–18,4, проламіни 7,3–26,0, глютеліни 22,9–31,1, нерозчинний осад 9,5–14,0 [13, 14]. Для порівняння доцільно привести дані про фракційному складі зерна пшениці Миронівська 808 і зерна жита Харківська 55: альбуміни 17,2 і 36,3, глобуліни 14,4 і 18,4, проламіни 23,8 і 7,3, глютеліни 34,2 і 22,9, нерозчинний залишок 10,2 і 14,0 [15]. Підвищений вміст водо- і солерозчинних фракцій білка в зерні тритикале, багатих незамінними амінокислотами, зумовлює високу його цінність, а тому має широкий спектр застосування в сільськогосподарському та промисловому виробництві [10; 12].

Таким чином, деякі особливості клейковини тритикале змушують дослідників розробляти способи поліпшення технологічних властивостей борошна з даної культури.

Мета статті – обґрунтування використання зерна тритикале в хлібопекарській промисловості.

Результати і обговорення. Тритикале містить у зерні на 2–3% більше повноцінного білка, що краще засвоюється порівняно з білком пшениці [16]. Вміст білка в зерні тритикале становить від 10,0 до 25,0% залежно від сорту [3; 7; 10; 16]. Продукти перероблення зерна тритикале добре засвоюються організмом людини, що пояснюється високою перетравністю білка (до 90,3%) [15]. Аналіз наукових джерел дає можливість стверджувати, що зерно тритикале має збалансований амінокислотний склад, що характеризується значним вмістом глютамінової та аспарагінової кислот, проліну та лейцину [4; 6].

Загальний вміст незамінних амінокислот в зерні тритикале становить 3731 мг/100 г проти 3257 і 2770 мг/100 г відповідно в зерні пшениці та жита. Загальний вміст заміних амінокислот у зерні тритикале становить 8663 мг/100 г проти 7452 і 6791 мг/100 г у зерні пшениці та жита. Вміст глютамінової кислоти в зерні тритикале, пшениці та жита становить відповідно 3670 мг/100 г 3106 і 2660 мг/100 г [16].

Тритикале займає проміжне місце між житом і пшеницею за вмістом лізину, лейцину та ізолейцину, поступаються за вмістом триптофану, перевищує за вмістом метіоніну, фенілаланіну, треоніну, валіну, аспарагінової кислоти, проліну та аланіну [17].

Вуглеводний комплекс будь-якої зернової культури входять вищі полісахариди (крохмаль, декстрини, клітковина, геміцелюлози), олігосахариди (дисахариди – мальтоза, сахароза, трисахариди – рафіноза) і невелика кількість моносахаридів – глюкоза, фруктоза [14].

За кількісним вмістом крохмалю зерно тритикале мало відрізняється від батьківських форм. Важливе технологічне значення має початкова температура клейстеризації крохмалю. Однак щодо неї для зерна тритикале думки дослідників розходяться. Деякі джерела стверджують, що температура початку клейстеризації крохмалю становить 58°C – 59,5°C, т. е. ближче до пшениці [18], інші – дають цифру, близьку до значення цієї величини у крохмалю жита – 56,5°C. Американськими вченими в дослідах з ізольованим крохмалем тритикале та пшениці було встановлено, що температура початку клейстеризації та руйнування крохмальних зерен у тритикале нижче, ніж у пшеничного борошна [19].

Крохмаль тритикале має більш низький вміст амілози, ніж крохмаль пшениці та жита. Відзначено також, що крохмаль тритикале менш схильний до механічних пошкоджень. Крохмаль у зерні тритикале накопичується у великих кількостях в ендоспермі та становить близько 85% його маси. До його складу входять два полісахариди: амілоза та амілопектин, що становлять відповідно 23–25% і 73–75% [17; 18]. Клейстеризований крохмаль тритикале за величиною відносною в'язкості близький до пшеничного, але в той же час, максимум в'язкості досягається швидше і при більш низькій температурі. Це має велике значення для ферментативного гідролізу крохмалю в м'якушці хліба при випічці [19]. Важливе значення мають крупність та цілісність крохмальних зерен, так як це впливає на консистенцію тіста та вміст у ньому цукрів. Низкою авторів [11; 15; 20] зазначено, що в зерні тритикале зустрічаються як дрібні, так і великі зерна крохмалю. А в цілому, за величиною крохмальних зерен тритикале займає проміжне положення між пшеницею та житом [20].

Вміст вільних цукрів у зерні тритикале більший, ніж у пшениці, а вміст пентозанів знаходиться на одному рівні з пшеницею або трохи вищий. Склад вільних цукрів характеризується наявністю до 3,0% спиртоторозчинних цукрів, з яких близько 70,0% складають олігосахариди, до 7,0% – фруктоза. Вміст глюкози варіює від 2,0% до 3,0%, мальтози – від 4,0% до 8,0%. Загальний вміст вільних цукрів може досягати 5,0%, тобто більше, ніж у пшениці і близько до величини цього показника для жита [21]. Вміст вуглеводів у зерні тритикале становить близько 70,0%, зокрема – крохмалю – 49–67%, цукрів – 3,3–4,9, клітковини – 2,7–3,2% [20].

Перетравність поживних речовин залежить від кількості клітковини. Чим вищий вміст клітковини, тим енергетична цінність продуктів нижча. Клітковина у зерні тритикале є складовою полісахаридів, що входить до складу клітинних стінок. Вона становить від 6 до 12% маси його зернівки [22]. Встановлено, що в зерні тритикале вміст золи становить 1,69–2,35% [2; 3; 17; 20].

Тритикале порівняно із зерном пшениці містить більший вміст вітамінів групи: В, РР, Е та провітамінного складу, зокрема вітаміну В₁ – 0,56, В₂ – 0,18 і РР – 4,2 мг/100 г [2; 5; 14; 18]. Вміст β-каротину в тритикале і пшениці становить відповідно 0,015 і 0,014 мг/100 г, флоацину – відповідно 37,3 мкг і 35,0 мкг, холіну – 36,0 мг і 90,0 мг [23].

Вміст основних мінеральних речовин у зерні складає: фосфору – 750–800 мг%, калію – 500–550 мг%, марганцю – 180–220 мг%, кальцію – 40–60 мг%, натрію – 30–40 мг%, кремнію – 30–40 мг%, сірки й хлору – близько 10 мг%; окрім того в зерні присутні цинк, мідь, кобальт [24]. Накопичуються мінеральні речовини переважно в алейроновому шарі й оболонках зерна.

Відомо, що цільове використання сировини зумовлено показниками маси 1000 зерен, склоподібності та натурі. Доведено, що маса 1000 зерен характеризує запас поживних речовин у зернівках. У рівних умовах зерно з підвищеною масою 1000 зерен має більш розвинений ендосперм. Тритикале характеризується високою масою 1000 зерен, яка може змінюватись від 36,0 г до 53,0 г [3; 7; 11; 13; 25].

За натурою зерно тритикале поступається пшениці. Так, цей показник у пшениці становить 785–810 г/л, а в тритикале знаходиться в межах 560–767 г/л [8; 11; 20; 26; 27]. Нижча натура зерна тритикале порівняно із зерном пшениці зумовлена більшою довжиною його зернівки та меншою сферичністю [26; 27].

Геометричні розміри зерна тритикале істотно залежать від сорту та умов вирощування. Довжина зернівки тритикале варіює від 5,0 до 10,0 мм, ширина – від 1,4 до 3,6, товщина – від 1,2 до 3,5 мм [12; 28]. Зерно тритикале за виповненістю

наближається до пшениці [26]. Так, порівняно з пшеницею, тритикале має в 1,4 рази більший об'єм зернівки [27].

Встановлено, що під час фракціонування зерна тритикале схід сита $3,0 \times 20$ мм становить від 5,9 до 43,3%; схід сита $2,5 \times 20$ мм – від 3,5 до 14,0; схід сита $2,0 \times 20$ мм – від 0,2 до 8,0; схід сита $1,7 \times 20$ мм – від 0,2 до 2,4% [29].

Дослідженнями Г. А. Єгорова [30] встановлено, що вміст ендосперму в крупній фракції вищій (83,5%) порівняно з дрібною (72,5%). Зменшення крупності зерна істотно знижує вихід цілого ядра внаслідок збільшення кількості оболонки. Нагура зерна крупної фракції становить 757 г/л, середньої – 746, дрібної – 684 г/л, а маса 1000 зерен – відповідно 44 г, 33 і 21 г [31].

Показниками якості зерна тритикале визначається діапазон його використання. Нині якість зерна слід розглядати в аспектах з погляду його харчової цінності, що залежить від вмісту та якості білка та його технологічних властивостей. Вона також складається із багатьох ознак, що визначаються видовими та сортовими особливостями, фізичними характеристиками та хімічними показниками [11].

Важливо відзначити, що при виробництві борошна із зерна тритикале створення особливих технологічних умов для його розмелу не потрібно. Переробляти зерно тритикале можна на борошномельних заводах сортового житнього помелу, без зміни технологічної схеми. Рекомендується лише подовжити протяжність дрального і розмельного процесів на одну систему кожен [32]. Борошно тритикале відмінно підходить для тіста без дріжджів, при приготуванні печива, крекерів. У США її застосовують при випічці цукрового, вівсяного, кокосового і шоколадного печива, тортів, пончиків, приготуванні оладок, млинців, вафель, макаронних виробів, кексів [33].

Автори [34] констатують, що існує ряд специфічних властивостей тритикале, що мають значення з точки зору споживчого його використання. До них відносяться аномалії в будові зерна, зморщені зернівки, низька якість клейковини, підвищена кількість розчинних у воді білків, більш висока ферментативна активність і схильність до проростання. Ці властивості тритикале безпосередньо впливають на процес помелу та якість хліба.

Випічка хліба з тритикалевого борошна в Угорщині в виробничих умовах показала, що борошно типу сіяного дає хліб високої якості, проміжний за своїми властивостями між пшеничним і житнім [34]. Борошно тритикале є сировиною для виробництва кондитерських виробів, перспективними є печиво, торти, сухарі. Борошно з тритикале можна використовувати для виробництва сухих сніданків, паличок і дієтичного хліба, включаючи зерновий хліб та хрусткі хлібці [35].

Доведено, що якість хліба, виготовленого із суміші борошна пшениці та тритикале (до 50–70%), майже подібна до пшеничного продукту [36]. У той же час є багато свідчень про успішне використання борошна різних гібридних сортів у складі збагачувальних добавок [37]. Aprodu I. та ін. [38] запропонували метод, який передбачає змішування зерен різних злаків, у тому числі тритикале, з наступним подрібненням у вальцьовому млині для отримання багатокомпонентної борошняної суміші. Багатокомпонентну суміш можна використовувати для приготування хлібобулочних виробів.

Дослідження зарубіжних вчених також свідчать про перспективність використання тритикале для продовольчих цілей. Найбільш широко дослідження проводяться в Польщі, США, Німеччині, Англії, Австралії і т. д. [39]. Польськими вченими розроблені технології, що дозволяють отримати вироби з борошна тритикале без додавання пшеничного. Ними встановлено ефективність приготування тіста

трьох етапним способом (закваска – опара – тісто). Готові вироби мали сухіший і розпушений м'якуш, в порівнянні з хлібом, отриманим двох етапним способом (закваска – тісто). У Польщі печуть житній хліб на основі особливого ферментативного тіста з добавкою тритикалевого борошна. Європейці охоче купують хліб із суміші пшеничного, тритикалевого та соєвого борошна. В Америці запатентований спосіб приготування хліба з високим вмістом клітковини, причому борошно складається з заваленої лущиння гороху і зерна тритикале [39; 40].

Незважаючи на численні дослідження використання тритикале в хлібопекарській промисловості, нині, недостатньо інформації про властивості та цільове застосування окремих сортів і гібридів цієї культури, враховуючи вплив регіону вирощування тритикале. Технологічні способи переробки зерна тритикале в харчові продукти також не повністю розроблені.

Нині, коли з'явилися нові сорти тритикале, врожайні, з поліпшеними якістьми зерна, доцільно продовжити наукові дослідження в цьому напрямку. Потенційна вигода використання хлібної високоврожайної культури, що відрізняється цінними біохімічними властивостями для вироблення хлібобулочних виробів є перспективною.

Висновки. Тритикале – є перспективною зерновою культурою для використання в хлібопекарській промисловості, оскільки має підвищену морозостійкість, в порівнянні з озимою пшеницею, стійкість до грибних і вірусних захворювань, не вимоглива до родючості ґрунту. Тритикале може успішно вирощуватися в тих же районах, що і озима пшениця та жито. Основним показником, що визначає цінність білкових речовин у зерні тритикале є клейковина, вміст якої становить до 34% залежно від сорту, а індекс деформації клейковини становить від 60 до 120 о. п. Вміст білка в зерні тритикале становить від 10,0 до 25,0% залежно від сорту. Вміст вуглеводів у зерні тритикале становить близько 70,0%, зокрема – крохмалю – 49–67%, цукрів – 3,3–4,9, клітковини – 2,7–3,2%. Встановлено, що в зерні тритикале вміст золи становить 1,69–2,35%. Тритикале порівняно із зерном пшениці містить більший вміст вітамінів групи: В, РР, Е та провітамінного складу, зокрема вітаміну В1 – 0,56, В2 – 0,18 і РР – 4,2 мг/100 г. Зерно тритикале багате мінеральними речовинами, такими як фосфор, калій, марганець, кальцій, натрій, кремній, сірка, хлор, окрім того в зерні присутні цинк, мідь, кобальт. Накопичуються мінеральні речовини переважно в алеїроновому шарі й оболонках зерна.

Продукти перероблення зерна тритикале добре засвоюються, що пояснюється високою перетравністю білка (до 90,3%). Тритикале представляє великий інтерес для хлібопекарської галузі. У загальній проблемі тритикале належить вирішити завдання поліпшення якості зерна та ефективного використання його для виробництва хлібобулочних виробів і інших видів продуктів харчування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Martinek P. Agronomic and Quality Characteristics of Triticale (*X Triticosecale Wittmack*) with HMW Glutenin Subunits 5+10. *Journal of Cereal Science*. 2008. 47. P. 68–78.
2. Fraś A. Variability in the Chemical Composition of Triticale Grain, Flour and Bread. *Journal of Science*. 2016. 71. P. 66–72.
3. Любич В. В., Железна В. В., Грабова Д. М. Якість кексів з тритикале, збагаченого пастою гарбузовою. *Збірник Уманського НУС*. 2021. Вип. 99. С. 17–28.
4. Gil Z. Effect of Physical and Chemical Properties of Triticale Grain on its Milling Value. *Plant Breeding and Plant Science*. 2002. 46. P. 23–29.

5. Kandrov R. H., Pankratov G. N., Meleshkina E. P. Effective technological scheme for processing triticale grain into high-quality baker's grade flour. *Foods and Raw Materials*. 2019. V. 7(1). P. 107–117.
6. Esra A. Ç., Ugur B. K. Grain yield and quality of triticale lines. *Journal of Food Agriculture and Environment*. 2010. 8(2). P. 558–564.
7. Dennett A. L., Trethowan R. M. The influence of dual-purpose production on triticale grain quality. *Cereal Research Communications*. 2013. vol. 41(3). P. 448–457.
8. Tayyar S. Some Chemical and Technological Properties of Turkish Triticale (*Triticosecale* Wittm.) Genotypes. *Romanian Biotechnological Letters*. 2014. № 19. P. 9891–9898.
9. Зайцев О., Ковальов В. Нові сорти тритикале: морфобіологічні і технологічні особливості. *Пропозиція*. 2003. № 11. С. 50–52.
10. Господаренко Г. М., Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна тритикале ярого за різних норм і строків внесення азотних добрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 1. С. 6–9.
11. Liubych V., Novikov V., Zheliezna V., Prykhodko V., Petrenko V., Khomenko S. et al. Improving the process of water-heat treatment and peeling of different fractions of grain triticale during the production of cereals. *Easten-european journal of enterprise technologies*. 2020. Vol. 3, No 11 (99). P. 40–51.
12. Сухомуд О. Г., Любич В. В. Вміст клейковини в зерні тритикале ярого залежно від рівня азотного живлення. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2013. № 2 (38). 8 с.
13. Рибалка О. І., Моргун В. В., Моргун Б. В., Починок В. М. Агрономічний потенціал і перспективи тритикале. *Физиология растений и генетика*. 2015. Т. 47. № 2. С. 95–111.
14. Каленська С. М., Блажевич М. Ю., Кравченко Л. О. Фізичні та технологічні властивості зерна тритикале ярого залежно від абіотичних і біологічних факторів. *Наукові доповіді НУБіП*. 2010. Вип. 18. С. 25.
15. Любич В. В., Новіков В. В. Порівняльна характеристика технологічних властивостей зерна тритикале озимого та пшениці озимої. *Зернові продукти і комбікорми*. 2015. № 4. С. 14–18.
16. Бажай-Жежерун, С. А, Береза-Кіндзерська Л.В. Біологічне активування зерна тритикале. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського*. 2020. Том 31 (70). № 2. С. 73–78
17. Васильев С. В. Народногосподарське значення тритикале та перспективи його використання для розширення сировинної бази харчових виробництв. *Зернові продукти і комбікорми*. 2016. Vol. 62. С. 13–18.
18. Rakha A., Aman P., Andersson R. Rheological characterisation of aqueous extracts of triticale grains and its relation to dietary fibre characteristics. *Journal of Cereal Science*. 2013. Vol. 57. №. 2. P. 230–236.
19. Щипак Г., Панченко І., Доскоч І. Нові сорти тритикале: морфобіологічні і технологічні особливості. *Пропозиція*. 2003. № 11. С. 50–55.
20. Щипак Г. В., Щипак В. Г., Вось Х. Раритетне зібрання. Створено сорти зі стабільно високими хлібопекарськими властивостями. *Зерно*. 2019. № 7 (160). С. 58–64.
21. Любич В. В. Сучасні досягнення круп'яного виробництва. *Вісник Уманського НУС*. 2021. №1. С. 78–82.
22. Рибалка О. І., Моргун В. В., Моргун Б. В. та інш. Агрономічний потенціал і перспективи тритикале. *Физиология растений и генетика*. 2015. Т. 47. № 2. С. 95–111.
23. Любич В. В., Железна В. В., Костецька К. В. Порівняльна характеристика технологічних властивостей зерна 4-видового тритикале. *Вісник Уманського НУС*. 2021. №2. С. 63–68.

24. Leonova S., Badamshina E., Koshchina E., Kalugina O., Gareeva I., Leshchenko N. Triticale flour in bakery and rusk products. *Food Sci Technol Int*. 2021 Jun 16. Article number 10820132211023273.
25. Rimareva L.V. Fursova N.A., Sokolova E.N., Volkova G.S., Borshova Y.A., Serba E.M., Krivova A.Y. Biodegradation of proteins of grain raw materials for the production of new bakery products. *Vopr Pitan*. 2018. Vol. 87(6). P. 67–75.
26. Властовий О. В. Властивості зерна тритикале. *Агрохолдінг союз: інтернет-журн*. 2008. Вип. 1. 8 с.
27. Лісничий В., Рябчун В., Панченко І. Яре тритикале відрізняється високою пружністю клейковини. *Зерно і хліб*. 2010. № 3. С. 40–43.
28. Любич В. В., Желєзна В. В., Улянич І. Ф. Геометрична характеристика зерна тритикале залежно від сорту. *Агробіологія*. 2018. №1 (138). С. 164–171.
29. Дмитрук С. А., Любич В. В., Новіков В. В. Фракційний склад та деякі фізичні характеристики нерухомого шару зерна тритикале. *Наукові праці НУХТ*. 2015. № 6. С. 48–53.
30. Любич В. В. Селекційна цінність нових сортів тритикале ярого. *Збірник Уманського НУС*. 2021. Вип. 97. С. 3–11.
31. Kweon M., Slade L., Levine H., Gannon D. Cookie-versus cracker-baking what's the difference? Flour functionality requirements explored by SRC and alveography. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2014. Vol. 54(1). P. 115–138.
32. Bona L., Acs E., Lantos C., Tomoskozi S., Lango B. Human utilization of triticale: technological and nutritional aspects. *Commun Agric Appl Biol Sci*. 2014. Vol. 79(4). P. 139–152.
33. Pattison A. L., Appelbee M., Trethowan R. M. Characteristics of Modern Triticale Quality: Glutenin and Secalin Subunit Composition and Mixograph Properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014. Vol. 62 (21). P. 4924–4931.
34. Zhukov A. M., Anosova M. V., Popov I. A. Triticale. The techniques of cultivation and processing. *Conference Series Earth and Environmental Science*. 2020. Vol. 422(1). P. 255–261.
35. Kandrokov R. H., Pankratov G. N., Meleshkina E. P. Effective technological scheme for processing triticale (*Triticosecale L.*) grain into graded flour. *Foods and Raw Materials*. 2019. Vol. 7 (1). P. 107–117.
36. Tohver M., Kann A., Täht R. Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread-making in Northern conditions. *Food Chemistry*. 2005. Vol. 89(1). P. 125–132.
37. Torbica A., Blažek K. M., Belović M. Quality prediction of bread made from composite flours using different parameters of empirical rheology. *Journal of Cereal Science*. 2019. Vol. 89. 102–108.
38. Aprodu I., Horincar G., Andronoiu D. Technological performance of various flours obtained through multigrain milling. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2019. Vol. 55. P. 27–34.
39. Fardet A. Complex foods versus functional foods, nutraceuticals and dietary supplements: Differential health impact (part 1). *Agro FOOD Industry Hi Tech*. 2015. Vol. 26 (2). P. 20–24.
40. Zhu F. Triticale: Nutritional composition and food uses. *Food Chemistry*. 2018. Vol. 241. P. 468–479.

REFERENCES:

1. Martinek, P. (2008). Agronomic and Quality Characteristics of Triticale (*X Triticosecale* Wittmack) with HMW Glutenin Subunits 5+10. *Journal of Cereal Science*, 47, 68–78.
2. Fraš, A. (2016). Variability in the Chemical Composition of Triticale Grain, Flour and Bread. *Journal of Science*, 71, 66–72.
3. Liubych, V. V., Zheliezna, V. V., Hrabova, D. M. (2021). Yakist keksiv z trytykale, zbahachenoho pastoiu harbuzovoju [Quality of triticale cakes enriched with pumpkin

- paste]. *Zbirnyk Umanskooho NUS – Collection of Uman NUS*, 99, 17–28. [in Ukrainian].
4. Gil, Z. (2002). Effect of Physical and Chemical Properties of Triticale Grain on its Milling Value. *Plant Breeding and Plant Science*, 46, 23–29.
 5. Kandrovkov, R. H., Pankratov, G. N., Meleshkina, E. P. (2019). Effective technological scheme for processing triticale grain into high-quality baker's grade flour. *Foods and Raw Materials*, 7(1), 107–117.
 6. Esra, A. Ç., Ugur, B. K. (2010). Grain yield and quality of triticale lines. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 8(2), 558–564.
 7. Dennett, A. L., Trethowan, R. M. (2013). The influence of dual-purpose production on triticale grain quality. *Cereal Research Communications*, 41(3), 448–457.
 8. Tayyar, S. (2014). Some Chemical and Technological Properties of Turkish Triticale (*Triticosecale* Wittm.) Genotypes. *Romanian Biotechnological Letters*, 19, 9891–9898.
 9. Zaitsev, O., Kovalov, V. (2003). Novi sorty trytykale: morfobiologichni i tekhnologichni osoblyvosti [New varieties of triticale: morphobiological and technological features]. *Propozytsiia – Proposal*, 11, 50–52. [in Ukrainian].
 10. Hospodarenko, H. M., Liubych, V. V. (2010). Khlibopekarski vlastyivosti zerna trytykale yarohto za riznykh norm i strokiv vnesennia azotnykh dobrovyv [Baking properties of spring triticale grain at different rates and terms of nitrogen fertilizers]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 6–9. [in Ukrainian].
 11. Liubych, V., Novikov, V., Zheliezna, V., Prykhodko, V., Petrenko, V., Khomenko, S. et al. (2020). Improving the process of water-heat treatment and peeling of different fractions of grain triticale during the production of cereals. *Easten-european journal of enterprise technologies*, 3, 11 (99), 40–51.
 12. Sukhomud, O. H., Liubych, V. V. (2013). Vmist kleikovyny v zerni trytykale yarohto zalezno vid rivnia azotnoho zhyvlennia [Gluten content in spring triticale grain depending on the level of nitrogen nutrition]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy – Scientific reports of NULES of Ukraine*, 2 (38), 8. [in Ukrainian].
 13. Rybalka, O. I., Morhun, V. V., Morhun, B. V., Pochynok, V. M. (2015). Ahronomichni potentsial i perspektyvy trytykale [Agronomic potential and prospects of triticale]. *Fyziolohyia rastenyi y henetyka – Plant physiology and genetics*, 47(2), 95–111. [in Ukrainian].
 14. Kalenska, S. M., Blazhevych, M. Yu., Kravchenko, L. O. (2010). Fyzychni ta tekhnologichni vlastyivosti zerna trytykale yarohto zalezno vid abiotychnykh i biologichnykh faktoriv [Physical and technological properties of spring triticale grain depending on abiotic and biological factors]. *Naukovi dopovidi NUBiP – Scientific reports of NULES*, 18, 25. [in Ukrainian].
 15. Liubych, V. V., Novikov, V. V. (2015). Porivnialna kharakterystyka tekhnologichnykh vlastyivostei zerna trytykale ozymoho ta pshenytsi ozymoi [Comparative characteristics of technological properties of winter triticale grain and winter wheat]. *Zernovi produkty i kombikormy – Cereals and animal feeds*, 4, 14–18. [in Ukrainian].
 16. Bazhai-Zhezherun, S. A., Bereza-Kindzerska, L.V. (2020). Biologichne aktyvuвання zerna trytykale [Biological activation of triticale grain]. *Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu imeni V.I. Vernadskoho – Scientific notes of Tavriya National University named after VI Vernadsky*, 31 (70), 73–78. [in Ukrainian].
 17. Vasyliiev, S. V. (2016). Narodnohospodarske znachennia trytykale ta perspektyvy yoho vykorystannia dlia rozshyrennia syrovynnoi bazy kharchovykh vyrobnytstv [The economic value of triticale and prospects for its use to expand the raw material base of food production]. *Zernovi produkty i kombikormy – Cereals and animal feeds*, 62, 13–18. [in Ukrainian].
 18. Rakha, A., Aman, P., Andersson, R. (2013). Rheological characterisation of aqueous extracts of triticale grains and its relation to dietary fibre characteristics. *Journal of Cereal Science*, 57, 2, 230–236.
-

19. Shchypak, H., Panchenko, I., Doskoch, I. (2003). Novi sorty trytykale: morfolohichni i tekhnolohichni osoblyvosti [New varieties of triticale: morphobiological and technological features]. *Propozytsiia – Proposal*, 11, 50–55. [in Ukrainian].
20. Shchypak, H. V., Shchypak, V. H., Vos, Kh. (2019). Rarytetne zibrannia. Stvoreno sorty zi stabilno vysokymy khlibopekarskymy vlastyvostrami [Varieties with consistently high baking properties have been created]. *Zerno – Grain*, 7 (160), 58–64. [in Ukrainian].
21. Liubych, V. V. (2021). Suchasni dosiahnennia krupianooho vyrobnytstva [Modern achievements of cereal production]. *Visnyk Umanskoho NUS – Bulletin of Uman NUS*, 1, 78–82. [in Ukrainian].
22. Rybalka, O. I., Morhun, V. V., Morhun, B. V. (2015). Ahronomichnyi potentsial i perspektyvy trytykale [Agronomic potential and prospects of triticale]. *Fyzyolohyia rasteniy y henetyka – Plant physiology and genetics*, 47(2), 95–111. [in Ukrainian].
23. Liubych, V. V., Zheliezna, V. V., Kostetska, K. V. (2021). Porivnialna kharakterystyka tekhnolohichnykh vlastyvostrai zerna 4-vydovoho trytykale [Comparative characteristics of technological properties of 4-species triticale grain]. *Visnyk Umanskoho NUS – Bulletin of Uman NUS*, 2, 63–68. [in Ukrainian].
24. Leonova, S., Badamshina, E., Koshchina, E., Kalugina, O., Gareeva, I., Leshchenko, N. (2021). Triticale flour in bakery and rusk products. *Food Sci Technol Int*, 16. Article number 10820132211023273.
25. Rimareva, L.V. Fursova, N.A., Sokolova, E.N., Volkova, G.S., Borshova, Y.A., Serba, E.M., Krivova, A.Y. (2018). Biodegradation of proteins of grain raw materials for the production of new bakery products. *Vopr Pitan*, 87(6), 67–75.
26. Vlastovyi, O. V. (2008). Vlastyvostrai zerna trytykale [Properties of triticale grain]. *Ahrokholdinh soiuz: internet-zhurn – Agroholding Union: online journal*, 1, 8. [in Ukrainian].
27. Lisnychyi, V., Riabchun, V., Panchenko, I. (2010). Yare trytykale vidrizniaetsia vysokoiu pruzhnistiu kleikovyny [Yarn triticale has a high elasticity of gluten]. *Zerno i khlib – Grain and bread*, 3, 40–43. [in Ukrainian].
28. Liubych, V. V., Zheliezna, V. V., Ulianych, I. F. (2018). Heometrychna kharakterystyka zerna trytykale zalezhno vid sortu [Geometric characteristics of triticale grain depending on the variety]. *Ahrobiolohiia – Agrobiology*, 1 (138), 164–171. [in Ukrainian].
29. Dmytruk, Ye. A., Liubych, V. V., Novikov, V. V. (2015). Fraktsiynyi sklad ta deiaki fizychni kharakterystyky nerukhomoho sharu zerna trytykale [Fractional composition and some physical characteristics of the fixed layer of triticale grain]. *Naukovi pratsi NUKhT – Scientific works of NUHT*, 6, 48–53. [in Ukrainian].
30. Liubych, V. V. (2021). Selektiina tsinnist novykh sortiv trytykale yaroho [Selection value of new varieties of spring triticale]. *Zbirnyk Umanskoho NUS – Collection of Uman NUS*, 97, 3–11. [in Ukrainian].
31. Kweon, M., Slade, L., Levine, H., Gannon, D. (2014). Cookie-versus cracker-baking what's the difference? Flour functionality requirements explored by SRC and alveography. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 54(1), 115–138.
32. Bona, L., Acs, E., Lantos, C., Tomoskozi, S., Lango, B. (2014). Human utilization of triticale: technological and nutritional aspects. *Commun Agric Appl Biol Sci*, 79(4), 139–152.
33. Pattison, A. L., Appelbee, M., Trethowan, R. M. (2014). Characteristics of Modern Triticale Quality: Glutenin and Secalin Subunit Composition and Mixograph Properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62 (21), 4924–4931.
34. Zhukov, A. M., Anosova, M. V., Popov, I. A. (2020). Triticale. The techniques of cultivation and processing. *Conference Series Earth and Environmental Science*, 422(1), 255–261.
35. Kandrov, R. H., Pankratov, G. N., Meleshkina, E. P. (2019). Effective technological scheme for processing triticale (*Triticosecale L.*) grain into graded flour. *Foods and Raw Materials*, 7 (1), 107–117.
-

36. Tohver, M., Kann, A., Täht, R. (2005). Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread-making in Northern conditions. *Food Chemistry*, 89(1), 125–132.
 37. Torbica, A., Blažek, K. M., Belović, M. (2019). Quality prediction of bread made from composite flours using different parameters of empirical rheology. *Journal of Cereal Science*, 89, 102–108.
 38. Aprodu, I., Horincar, G., Andronoiu, D. (2019). Technological performance of various flours obtained through multigrain milling. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 55, 27–34.
 39. Fardet, A. (2015). Complex foods versus functional foods, nutraceuticals and dietary supplements: Differential health impact (part 1). *Agro FOOD Industry Hi Tech*, 26 (2), 20–24.
 40. Zhu, F. (2018). Triticale: Nutritional composition and food uses. *Food Chemistry*, 241, 468–479.
-