

## ХЛІБОПЕКАРСЬКИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО (*TRITICOSECALE WITTMACK EL. CAMUS*) ПОЛІСЬКОГО ЕКОТИПУ

А.М. Кирильчук

Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України» (м. Київ, Україна)  
e-mail: [angela.kyrylchuk@gmail.com](mailto:angela.kyrylchuk@gmail.com); ORCID: 0000-0003-3948-5810

Висвітлено результати експериментальної роботи з оцінки хлібопекарської здатності нових сортів тритикале озимого поліського екотипу, які проводили у відділі селекції і насінництва зернових культур ННЦ «Інститут землеробства НААН», розташованого в Фастівському р-ні Київської обл. у 2016–2018 рр. Пружність (P) тіста в середньому по сортах виявлена на рівні 67,2 мм, що відповідає за показником пшениці «добрий філер», та по сортах варіювала від 44 мм (показник «слабкої пшениці») у сорту Аристократ до 87 мм («задовільний полішувач») у сорту Котигорошко. Розтяжність (L) тіста по сортах варіювала від 18 мм (Аристократ) до 30 мм (Любомир) і в середньому становила 23,5 мм. Розтяжність тіста тісно корелює з такими показниками, як С, індексом розширення та площею середньої діаграми ( $r=0,62-0,67$ ). За результатами розрахунків відношення P/L у сортів тритикале озимого поліського екотипу варіювало від 1,7 одиниці у сорту Волемир до 4,4 од. у сорту Котигорошко, та в середньому виявлено на рівні 2,9 од., ближчим до оптимального значення є сорт тритикале озимого поліського екотипу Волемир. За показником альвеографа «сила» борошна, було виділено сорти тритикале озимого поліського екотипу Солодюк та Любомир, які достовірно переважали над сортом стандартом Поліський 7 ( $НІР_{05}=17$ ) й становили відповідно 93 Дж і 76 Дж. Кількість «сирої» клейковини по сортах тритикале озимого варіювала від 6,4% у сорту Аристократ до 15,0% у зразка КС 9-17 та в середньому становила 11,8%. Після висушування кількість «сухої» клейковини варіювала від 2,38% до 5,04%, та в середньому становила 3,9%, що сягало 33% від кількості «сирої» клейковини. Найвищий показник гідратаційної здатності (233,3%) спостерігався в сорту Петрол порівняно до сорту стандарту Поліський 7 достовірно перевищив його на 47,6 од. ( $НІР_{05}=14$ ). Клейковина тритикале за фізичними властивостями нагадує слабку пшеничну з низькою пружністю і еластичністю. Туга клейковина тритикале дає можливість спекти добрий хліб. Об'ємний вихід хлібців із тритикалевого борошна в середньому становив 298 мл та варіював від 260 мл у сорту Поліський 7 до 345 мл у сортів Фанат і Солодюк. Виділені сорти тритикале озимого поліського екотипу з задовільною хлібопекарською якістю, за пшеничною технологією випічки без додавання полішувачів, доцільно використовувати в хлібопекарській промисловості.

**Ключові слова:** білок, пружність, еластичність, клейковинний комплекс, газоутворювальна здатність, хлібопекарські властивості.

### ВСТУП

Тритикале (*Triticosecale Wittmack el. Camus*) — перша зернова культура, якої в природі не існує. Його отримали методом схрещування пшениці (*Triticum aestivum* L.) з житом (*Secale cereale* L.) шляхом поєднання хромосомних комплексів двох різних ботанічних родів, із метою поєднати в одному зерні хлібопекарні властивості пшениці та непримхливість жита.

Цікавість до тритикале викликана великими можливостями цієї культури. Злак володіє відмінним потенціалом урожайності, підвищеною морозостійкістю, стійкістю до вірусів і грибів (майже не вражається борошністою рососою, твердою та летючою сажкою, бурою іржею), не вимагає високих показників родючості ґрунту. Тритикале чудово переносить посуху та заморозки, його можна вирощувати на таких ділянках, де вирощування традиційних сортів пшениці озимої досить ускладнене. Пере-

вагою тритикале є висока пристосованість до різних типів ґрунтів, спроможність рости на всіх ґрунтах, у т. ч. на кислих і переволожених ґрунтах Полісся.

До недоліків, властивих тритикале, належать: велика варіація врожайності за роками, схильність до вилягання та проростання зерна в колосі, слабка виповненість зерна у деяких форм, пізньостиглість, ураження сніговою пліснявою та кореневими гнилями. Однак усунути перелічені недоліки можливо за допомогою селекції — створення нових сортів тритикале з високим потенціалом продуктивності, стійкості проти вилягання та проростання зерна, з гарною зимостійкістю та більш коротким періодом вегетації.

Основна частина врожаю *Triticosecale Wittmack el. Camus* використовується для виробництва комбікормів. Однак борошно з цього злаку — рідкий гість у пекарнях, більше того, мало хто про такий навіть чув. Та завдяки специфічним властивостям білків, клейковини борошно з тритикале широко використовується в кондитерській промисловості. Кекси, печиво, пряники, з борошна тритикале отримують більш якісними, ніж продукція, виготовлена з пшеничного борошна, випічка має високі смакові якості та повільно черствіє.

Високу поживну цінність продуктів із тритикале забезпечує білок, який має підвищений вміст незамінних амінокислот. У білка присутні такі незамінні речовини, як лізин, валін, треонін, гліцин, аргінін та ін. За вмістом лізину тритикале значно переважає пшеницю, в зерні якого знаходиться близько 3% від загальної кількості білка. За своїми харчовими якостями тритикале переважає пшеницю, а за хлібопекарними — жито.

Зерно тритикале характеризується підвищеною зольністю, більш низьким вмістом вуглеводних компонентів і присутністю в ньому специфічного вуглеводу жита — трифруктозану. Білки зерна тритикале в середньому містять 5–10% альбумінів, 6–7 глобулінів, 30–37 проламінів і 15–20% глютамінів. У зерні міститься велика кількість  $\beta$ -каротину, фосфору, калію, міді, цинку,

кальцію, натрію, марганцю, заліза, вітаміни групи В, РР і Е.

За вмістом клейковини утворюючих білків тритикале дещо переважає жито та наближається до пшениці. Кількість клейковини в зерні тритикале наближається до її вмісту в пшениці. За якістю клейковини тритикале в більшості випадків має нижчі показники через вміст у ній білків житнього типу.

**Мета досліджень** полягала у вивченні нових сортів тритикале озимого поліського екотипу власної селекції на вміст і якість клейковини в борошні та оцінки хлібопекарської якості з метою використання в хлібопеченні.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У сільськогосподарському виробництві світу культура *Triticosecale Wittmack el. Camus* займає з кожним роком більш помітне місце, станом на 2016 р. площі посівів досягали 4,0 млн га. Зацікавленість до цієї культури в світі велика. Про це свідчить той факт, що міжнародне сортовипробування тритикале проводиться в 75 країнах світу [1]. В Україні ж по цій культурі статистику площ та валових зборів навіть не проводять, її фіксують тільки поєднуючи з пшеницею [2]. За даними Державної служби статистики України, в господарствах усіх категорій під урожай 2018 р. пшеницею засіяно — 6,274 млн га, житом — 149,4 тис. га, тритикале — 16 тис. га [3]. Під урожай 2019 р., посівна площа озимих зернових в Україні становила 7,58 млн га, зокрема пшеницею засіяно 6,45 млн га, житом — 115,1 тис. га, тритикале — 13,3 тис. га [3]. Під урожай 2020 та 2021 рр. площі засіяні тритикале скоротились і становили 11,6 тис. га й 10,4 тис. га відповідно [4].

Глобальною проблемою сучасності є дефіцит білка. Останній не тільки «будівний» матеріал для створення клітин, тканин і органів, він бере безпосередню участь у синтезі ферментів, гормонів, необхідний для утворення гемоглобіну, підтримки імунітету, для здійснення обмінних процесів тощо. Впровадження у виробництво ви-

соковрожайних сортів пшениці збільшив валовий збір зерна, проте вміст білка в ньому різко зменшився. Тому, в плані рішення проблеми рослинного білка, безперечний інтерес має тритикале, що за вирощування в рівних умовах, накопичує в зерні білка більше, ніж пшениця та жито, відповідно на 1,0–2,0% та 3,0–4,0% [5].

Наразі актуальним є розробка комплексної технології перероблення зерна тритикале, спрямованої на істотне зниження дефіциту білка та інших цінних речовин у раціоні населення. Для вирішення цього завдання було проведено дослідження щодо глибокої переробки зерна тритикале, які включали три основні напрями: підготовка зерна до помелу, отримання концентрованих білково-вуглеводних і білково-ліпідних продуктів, отримання різних видів харчового тритикалевого борошна і круп [6].

Із зерна тритикале виробляють борошно першого, другого ґатунку і обойне. Згідно з нормативною документацією вміст клейковини має бути: у борошні першого ґатунку не менше 18%, другого та обойного — 16% [7].

Дослідження хімічного складу борошна тритикале, проведені Т.О. Федоровою, показали: масова частка білка в обойному тритикалевому борошні становить у середньому 12,8%, що перевищує його вміст у пшеничному і житньому обойному борошні. Встановлено, що обойне борошно із зерна тритикале з перевагою фенотипу жита має кращий, ніж пшеничне, хімічний склад за вмістом незамінних амінокислот, мінеральних речовин, вітамінів. У тритикалевому борошні міститься 4,1–4,7% моно- і дисукрів, що перевищує їх вміст у пшеничному борошні на 0,5–1,1% і менше, ніж у житньому, на 1,1–1,5% і має забезпечити його високу газоутворювальну здатність [8].

Хлібопекарські властивості зерна та якість борошна оцінюють за вмістом і якістю клейковини. Встановлено, що зерно тритикале, порівняно з пшеницею, характеризується нижчим вмістом клейковини. За різними літературними даними, вміст клейковини в зерні тритикале варіює від

18 до 29% залежно від погодних умов та від норм і строків застосування азотних добрив [9–12].

Низку досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених було присвячено розробці науково обґрунтованих рецептур і технологічних параметрів приготування хлібобулочних виробів із борошна тритикале. На думку авторів, *Triticosecale Wittmack* еl. *Samus* є перспективною культурою для розширення сировинної бази хлібопекарської галузі в технології зернових хлібобулочних виробів, доцільно застосовувати додавання борошна з тритикале при випіканні хліба з пшеничного борошна, оскільки вона збільшує засвоюваність і поживну цінність пшеничного хліба. Визначено й рекомендовано раціональне співвідношення борошна пшеничного вищого сорту та тритикалевого борошна, яке має становити 40:60 [8; 13; 14].

Широко дослідження хлібопекарських властивостей тритикале проводяться в Польщі, США, Німеччині, Англії, Австралії. В Америці запатентовано спосіб приготування хліба з високим вмістом клітковини. Згідно з рецептурою способу з борошна складається з лушпиння гороху і зерна тритикале. У Німеччині проведено комплексні дослідження хлібопекарських властивостей борошна тритикале з високоактивною  $\alpha$ -амілазою. Німецькі вчені обґрунтували можливість застосування борошна тритикале для підвищення якості хліба з житнього та пшеничного борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями. В Австралії розроблено велику кількість рецептур виробів із борошна тритикале та з його додаванням [15].

Борошно тритикале відмінно підходить для бездріжджового тіста, яке використовується для приготування печива, крекерів. У Польщі печуть житній хліб на основі особливого ферментативного тіста з додаванням тритикалевого борошна. Важливе місце тритикале займає у виготовленні дієтичного хліба для осіб, які страждають порушенням обміну речовин [8].

Третичною Т.М. рекомендовано рецептури виробів із тритикале, які належать

до групи продуктів лікувально-профілактичного призначення [16].

За твердженням вчених, вафельні вироби зі 100% борошна тритикале відрізняються найбільшою крихкістю і вираженими хрусткими властивостями [17].

Як зазначає Т.О. Федорова, тісто із тритикалевого борошна за властивостями ближче до житнього. Зерно тритикале доцільно переробляти у борошно обойне (95%) та обдирне (87%) за традиційними схемами помелу жита. Хліб із такого борошна, випечений за схемою житнього хліба (приготовлений на густих заквасках), наближається за якістю до аналогічних виробів із жита [8]. Крохмаль тритикале клейстеризується за температури 56,5°C, жита — 52–55°C, тоді як пшеничний — 60–67°C [18].

Хліб із борошна тритикале має характерний трохи солодкий смак, відрізняється від хліба із борошна пшеничного вищою кислотністю та вологістю. Натомість хліб пшеничний має більший об'єм та шпаруватість. При виготовленні житнього хліба житнє борошно можна повністю замінювати борошном тритикале, яке вигідно підвищує біологічну цінність продукту [19].

У численних працях українських і зарубіжних науковців переконливо доведено можливість і доцільність застосування зерна тритикале для виробництва зернового хліба з високими фізико-хімічними й органолептичними показниками якості. Розроблено низку рецептур виготовлення хліба та хлібобулочних виробів із борошна тритикале. Розроблені методики передбачають як використання борошна тритикале в якості поліпшувача, так і для виробництва хліба з тритикалевого борошна в чистому вигляді.

В умовах загострення проблеми залежності зернового господарства від зовнішнього середовища, саме з тритикале пов'язують потужний фактор стабілізації вирощування зернових у специфічних ґрунтово-кліматичних умовах Полісся і західних районах України. Тритикале володіє величезним потенціалом урожайності, підвищеною морозостійкістю, стійкістю

проти вірусів і грибів, не потребує високих показників родючості ґрунту, чудово переносить посуху і приморозки, його можливо вирощувати на таких ділянках, де вирощування традиційних сортів пшениці озимої вельми складне [11]. Порівняно із зерновими, в зв'язку з високою поживною цінністю зерна тритикале, вивчення сортів останнього за хлібопекарською якістю є актуальним.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні роботи з оцінки хлібопекарської здатності нових сортів тритикале озимого поліського екотипу проводили у відділі селекції і насінництва зернових культур ННЦ «Інститут землеробства НААН» у 2016–2018 рр.

Зерно *Triticosecale Wittmack* el. *Samus* відбирали згідно з ДСТУ [20]. Аналіз показників якості насіння визначали на приладі Infratec 1241. Аналіз показника кількості сирової клейковини визначали на приладі ВДК-1. Визначення маси сухої клейковини та її гідратаційної здатності проводили згідно з Методичними вказівками [21; 22].

Фізичні властивості тіста визначали за допомогою приладу альвеографа, розробленого французькою компанією Шопен (Chopin), хлібопекарні властивості — за Методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур [23].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Одним з основних видів сировини хлібопекарських підприємств України є пшеничне та житнє борошно. Культура тритикале та її борошно, через низьку поінформованість залишається для українських виробників сільськогосподарської продукції малопривабливою та неактуальною. Однак у системі агропромислового комплексу успішні мають лише ті господарі, які застосовують новітні технології виробництва.

Згідно з ДСТУ 4762:2007 «Тритикале. Технічні умови» [20] для виробництва борошна використовують зерно тритикале

першого та другого класів. В основі механізмів ціноутворення на продовольче зерно та борошно лежить об'єктивність визначення хлібопекарської якості тритикале. Реологічні властивості тіста – це комплексний показник, який описує стан і поведінку тіста під час замісу впродовж усього технологічного процесу. Маючи інформацію щодо пружності тіста, розтяжності, водопоглинальної здатності – можна стверджувати про характеристику та якість готового продукту [24].

Пружність (Р) тіста, здатність тіста відновлювати форму після деформації, в середньому по сортах виявлена на рівні 67,2 мм, що відповідає за показником пшениці «добрий філер», та по сортах коливалась від 44 мм (показник «слабкої пшениці») у сорту Аристократ до 87 мм («задовільний поліпшувач») у сорту Котигорошко (табл. 1). Встановлений пряий кореляційний зв'язок між показниками пружність тіста та співвідношення Р/Л ( $r=0,80$ ) і сила борошна ( $r=0,74$ ).

Розтяжність (L) тіста, питомі витрати енергії на деформацію тіста, по сортах варіювала від 18 мм (Аристократ) до 30 мм (Любомир) і в середньому становила

23,5 мм. Розтяжність тіста тісно корелює з такими показниками, як С, індексом розширення та площею середньої діаграми ( $r=0,62-0,67$ ).

За результатами розрахунків відношення Р/Л у сортів тритикале озимого польського екотипу коливалось від 1,7 од. у сорту Волемир до 4,4 од. у сорту Котигорошко, та в середньому виявлено на рівні 2,9 од. Відомо, що співвідношення Р/Л – 1,2–1,3 од. характерне для тіста з високою якістю клейковини [25], отже ближчим до оптимального значення є сорт тритикале озимого польського екотипу Волемир, який може бути використаний у хлібопеченні.

Для тіста із борошна тритикале з низьким умістом клейковини та пониженою розтяжністю характерним є недостатня збалансованість відношення пружності (Р) до розтяжності (L), воно виражається підвищеними значеннями відношення Р/Л.

Показник С – величина, яка залежить від індексу розширення G, її знаходять за таблицею поданою в Методиці проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні «Значення С залежно від показника G», або за формулою  $S=1,2G^2$ .

Таблиця 1. Зміна показників альвеографа залежно від сорту тритикале озимого польського екотипу

Сорт	Показник альвеографа						
	пружність (Р), мм	розтяжність (L), мм	Р/Л	С	індекс розширення G	площа середньої діаграми (S), см <sup>2</sup>	сила борошна (W), Дж
Поліський 7	64	23	2,8	100	9,1	10,1	48
Мольфар	66	23	2,9	106	9,4	11,4	58
Петрол	77	24	3,2	106	9,4	13,0	63
Волемир	50	29	1,7	91	8,7	11,8	41
Фанат	66	24	2,8	96	8,9	10,3	45
Солодюк	72	25	2,9	120	10,0	17,7	93
Любомир	79	30	2,6	135	10,6	15,3	76
Котигорошко	87	20	4,4	94	8,6	12,6	65
Маєток поліський	76	21	3,6	96	8,9	11,2	55
Аристократ	44	18	2,4	82	8,3	5,3	27
КС 9-17	58	22	2,6	94	8,6	8,9	42
НІР <sub>05</sub>	12	3	1,0	14	1,0	3,0	17

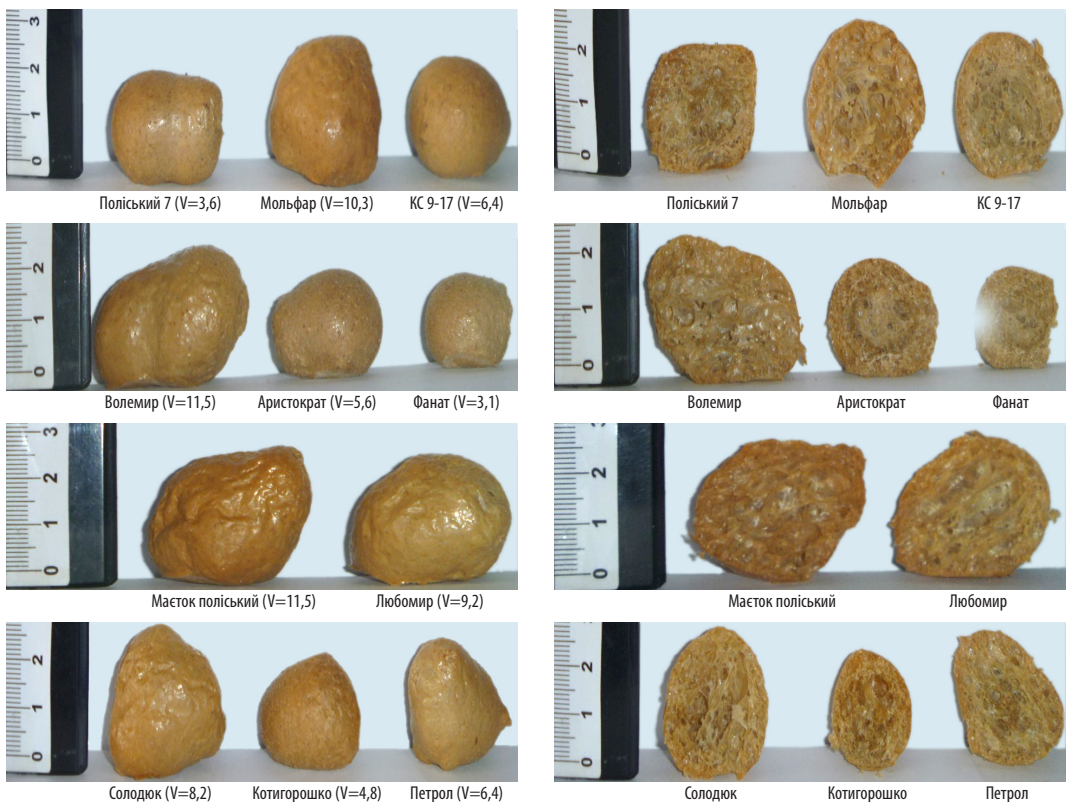
Індекс розширення ( $G, \text{cm}^3$ ) відповідає кількості повітря, яка була використана для надування бульбашки з тіста та тісно залежить від площі середньої діаграми і сили борошна ( $r=0,80-0,81$ ). Цей показник коливався від 8,3 од. у сорту Аристократ до 10,6 од. у сорту Любомир, та в середньому по сортах становив 9,1 од.

Площа середньої діаграми в середньому по сортах становила  $11,6 \text{ cm}^2$ , та варіювала від  $5,3 \text{ cm}^2$  у сорту Аристократ до  $17,7 \text{ cm}^2$  у сорту Солодюк.

Показник  $W$  (сила борошна) — робота, витрачена на деформацію під час надування тіста в бульбашку та визначається за площею альвіограми ( $r=0,95$ ), у середньому становив 55,7 Дж та відповідав за характеристикою «слабкій пшениці», та по сортах коливався від 27 Дж у сорту Аристократ до 93 Дж у сорту Солодюк.

За показником альвеографа «сила» борошна, було виділено сорти тритикале озимого поліського екотипу Солодюк та Любомир, які достовірно переважали над сортом стандартом Поліський 7 ( $\text{НІР}_{05}=17$ ) й становили відповідно 93 Дж і 76 Дж.

Метод прямого визначення «сили» за допомогою альвеографа є доволі трудомістким і тривалим у часі та потребує наважку зразка зерна не менше одного кілограма, а перед помелом зерна потребує гідротермічної підготовки зразка та використання спеціального досить коштовного лабораторного млина. Тому в своїй роботі використано методику пробної випічки відмитої клейковини сортів тритикале з визначенням маси сухої клейковини та її гідратаційної здатності. Пробну випічку клейковини сортів тритикале наведено на *рис. 1*. З розмеленого зерна виділили на-



**Рис. 1.** Пробна випічка клейковини сортів тритикале озимого поліського екотипу

важку борошна 25 г, для того щоб забезпечити вихід сирої клейковини 4 г.

Найважливішим показником хлібопекарських властивостей борошна є клейковина, яка міститься в зерні в сухому стані, але за замісу тіста її частинки набухають, злипаються один з одним і після відмивання крохмалю утворюють цілісну масу – «сиру» клейковину, висушуючи відмиту клейковину отримують «суху». «Сира» клейковина містить 2/3 води і 1/3 сухої речовини, яка переважно складається з білка. Відмита клейковина *Triticosecale Wittmack* el. Саму була з гарною еластичністю сирого та світло-сірого кольору. Після випічки колір поверхні кульок клейковини змінювався від світло-коричневого до темно-коричневого, клейковина мала сильно виражений солодкуватий запах. Тобто в цій клейковині присутні моно- і дицукри, що мають забезпечити її високу газоутворювальну здатність.

Вологість сирої клейковини ( $W_{\text{клейк}}$ ) відмитої зі шматочка тіста по сортах коливалась від 65,0 до 70,0% та в середньому становила 66,8% (табл. 2).

Виявлено слабкий кореляційний зв'язок між вологістю клейковини та вмістом крохмалю в зерні ( $r=0,28$ ), розтяжністю ( $r=0,29$ ), площею середньої діаграми

( $r=0,26$ ) та «силою» борошна ( $r=0,15$ ) (табл. 3).

Кількість «сирої» клейковини по сортах тритикале озимого коливалась від 6,4% у сорту Аристократ до 15,0% у зразка КС 9-17, та в середньому становила 11,8%. Після висушування кількість «сухої» клейковини варіювала від 2,38% до 5,04%, і в середньому становила 3,9%, та від кількості «сирої» клейковини сягало 33%. Встановлений прямий зв'язок між обома змінними ( $r=0,98$ ), зі збільшенням кількості «сирої» клейковини, збільшується і кількість «сухої». За кількістю сухої клейковини можна одержати приблизну кількість вмісту білків. Як правило, вміст білків на 1–3% більше, ніж кількість «сухої» клейковини.

Виявлена позитивна кореляція між змінними кількістю «сирої» клейковини та вміст протеїну в зерні, клейковини та показник Зелені ( $r=0,48-0,50$ ) означає, що змінні рухаються в одному напрямі, збільшення однієї змінної призводить до збільшення іншої. Від'ємна кореляція між двома змінними кількістю «сирої» клейковини та пружність ( $r=-0,67$ ), відношення P/L ( $r=-0,57$ ), площа середньої діаграми ( $r=-0,32$ ) та сила борошна ( $r=-0,33$ ) означає, що змінні рухаються в протилежних

Таблиця 2. Кількість сухої клейковини та її гідратаційна здатність залежно від сорту тритикале озимого поліського еко типу

Сорт	$W_{\text{клейк}}, \%$	$G_{\text{сир.кл.}}, \%$	$G_{\text{сух.кл.}}, \%$	$\Gamma, \%$	$V_{\text{кульок}}, \text{см}^3$
Поліський 7	65,0	14,0	5,04	185,7	3,6
Мольфар	65,0	11,6	4,06	185,7	10,3
Петрол	70,0	9,2	2,76	233,3	6,4
Волемир	67,5	13,6	4,42	207,7	11,5
Котигорошко	67,5	8,8	2,86	207,7	4,8
Солодюк	67,5	13,2	4,29	207,7	8,2
Фанат	67,5	10,4	3,38	207,7	3,1
Аристократ	65,0	6,4	2,38	185,7	5,6
Маєток Поліський	67,5	14,2	4,68	207,7	11,5
Любомир	67,5	14,2	4,55	207,7	9,2
КС 9-17	65,0	15,0	4,90	185,7	6,4
НІР <sub>05</sub>	2,0	3,0	1,00	14,0	3,0

Таблиця 3. Кореляційна залежність якісних показників тритикале озимого поліського екотипу

Показники	Пружність (P), мм	Розтяжність (L), мм	P/L	Площа середньої діаграми (S), см <sup>2</sup>	Сила борошна (W), Дж	W <sub>клейк.</sub> , %	G <sub>сир.кл.</sub> , %	G <sub>сух.кл.</sub> , %	Г, %	V <sub>кульок</sub>
Розтяжність (L), мм	0,1									
P/L	0,8	-0,5								
Площа середньої діаграми (S), см <sup>2</sup>	0,66	0,62	0,2							
Сила борошна (W), Дж	0,74	0,39	0,38	0,95						
W <sub>клейк.</sub> , %	0,04	0,29	-0,18	0,23	0,15					
G <sub>сир.кл.</sub> , %	-0,67	-0,06	-0,57	-0,32	-0,33	-0,12				
G <sub>сух.кл.</sub> , %	-0,62	-0,1	-0,5	-0,33	-0,33	-0,3	0,98			
Г, %	0,06	0,28	-0,16	0,23	0,15	1,0	-0,14	-0,31		
V <sub>кульок</sub>	-0,38	-0,17	-0,18	-0,16	-0,22	0,13	0,43	0,38	0,11	
Вміст у зерні білка	-0,63	-0,05	-0,46	-0,31	-0,35	-0,65	0,48	0,57	-0,66	0,35
Вміст у зерні крохмалю	-0,27	-0,15	-0,15	0,03	0,04	0,28	0,13	0,02	0,28	0,01
Вміст у зерні клейковини	-0,61	-0,07	-0,07	-0,3	-0,33	-0,65	0,48	0,58	-0,66	0,34
Показник Зелені	-0,48	0,07	0,07	-0,16	-0,23	-0,65	0,5	0,58	-0,65	0,21

напрямах, збільшення однієї змінної призводить до зменшення іншої.

Кореляційний аналіз тісноти зв'язку «сухої» клейковини виявив значну залежність між вмістом білка в зерні ( $r=0,57$ ), клейковини ( $r=0,58$ ) та показником Зелені ( $r=0,58$ ).

Різниця між кількістю «сухої» та «сирої» клейковини визначає її гідратаційну здатність, а значить і якість. Гідратаційна здатність, що характеризує здатність клейковинних драглів поглинати воду при набуханні білкових речовин борошна, змінювалась від 185,7 до 233,3%. Найвищий показник (233,3%) спостерігався в сорту Петрол порівняно до сорту стандарту Поліський 7 достовірно перевищив його на 47,6 од. ( $HP_{05}=14$ ).

Перевірка значущості кореляційного відношення гідратаційної здатності виявила слабку залежність із вмістом крохмалю в зерні ( $r=0,28$ ), розтяжністю ( $r=0,28$ ), пло-

щею середньої діаграми ( $r=0,23$ ) та «силою» борошна ( $r=0,15$ ). Чим більша гідратаційна здатність клейковини, тим вона менш пружна ( $r=0,06$ ), більш розтяжна ( $r=0,28$ ).

Об'єм висушених кульок клейковини в середньому становив 7,3 см<sup>3</sup> та коливався від 3,1 см<sup>3</sup> у сорту Фанат до 11,5 см<sup>3</sup> у сортів Волемир і Масто́к Поліський. Оцінка за вибірковими даними коефіцієнтів кореляції між об'ємом кульок та іншими показниками виявила помірну залежність зі вмістом білка ( $r=0,35$ ) й клейковини ( $r=0,34$ ) у зерні, кількістю сухої клейковини ( $r=0,38$ ); слабку залежність із показником Зелені ( $r=0,21$ ) у зерні.

Специфіка тритикале полягає в якості клейковини, яка має безпосередній вплив на пластичні властивості тіста. Клейковина тритикале озимого поліського екотипу має слабку розтяжність і тугу пружність, що дає можливість спекти добрий хліб.



Прямим методом оцінки хлібопекарських властивостей є пробна лабораторна випічка хліба з оцінкою його якості за об'ємним виходом, формостійкістю, зовнішнім виглядом, станом м'якуша, шпаруватістю та іншим показником. Пробні випічки з борошна тритикале для визначення хлібопекарських властивостей у хлібопекарській лабораторії проведено безопарним методом з інтенсивним замісом тіста за пшеничною технологією, без поліпшувачів, через труднощі приготування і підтримування стабільної якості заквасок, на яких виготовляють хліб із тритикалевого борошна, що не дає змоги актуально оцінити якість випечених хлібців (рис. 2).

Якість хліба з тритикале оцінюють за тими самими показниками, що і якість пшеничного хліба, проте значення цих показників різко різняться. Для тритикалевого хліба характерний менший об'єм, менш виражена шпаруватість, більш липкий м'якуш.

Об'ємний вихід хлібців із тритикалевого борошна в середньому становив 298 мл та варіював від 260 мл у сорту Поліський 7 до 345 мл у сортів Фанат і Солодюк (табл. 4).

За органолептичною оцінкою хліба оцінювали зовнішній вигляд, правильність форми. Хлібці були плескатої (Мольфар, Петрол, Волемир), напівовальної (Полісь-

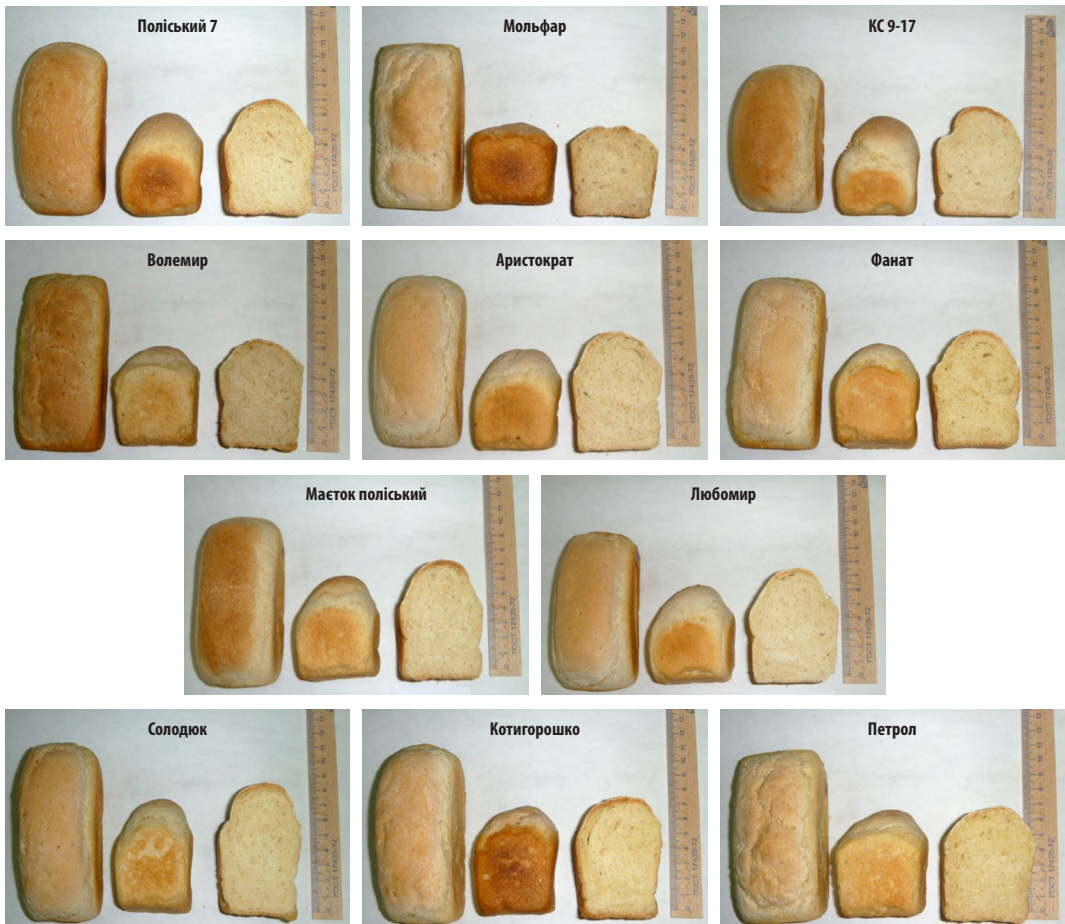


Рис. 2. Пробна випічка хліба сортів тритикале озимого поліського екотипу

Таблиця 4. Хлібопекарська оцінка основних ознак якості хліба сортів тритикале озимого польського екотипу

Сорт	Об'ємний вихід хліба		Форма	Поверхня		Забарвлення шкоропки	Забарвлення	Шпаруватість	Еластичність	Смак	Загальна оцінка
	мл	бал		зовнішній вигляд	м'якуш						
Польський 7	260	0,1	напів-овальна	рівна	світло-коричневе	світлий з сіруватим відтінком	дрібна нерівномірна	недостатньо еластичний	смачний, властивий хлібу з борошна тритикале	задовільна	2,9
Мольфар	270	0,1	плеската	шорстка, горбувата	те саме	те саме	те саме	недостатньо еластичний	те саме	задовільна	2,8
Петрол	295	0,4	плеската	те саме	те саме	світлий з сіруватим відтінком	дрібна рівномірна	еластичний	те саме	задовільна	3,1
Волемир	300	0,5	плеската	те саме	те саме	те саме	дрібна нерівномірна	недостатньо еластичний	те саме	задовільна	2,8
Фанат	345	1,0	овальна	рівна	те саме	світлий з жовтуватим відтінком	дрібна рівномірна	недостатньо еластичний	дуже смачний, властивий хлібу з борошна тритикале	досить задовільна	3,4
Солодюк	345	1,0	овальна	рівна	те саме	те саме	те саме	недостатньо еластичний	дуже смачний	те саме	3,6
Любомир	285	0,3	напів-овальна	рівна	жовто-золотаве	світлий з сіруватим відтінком	дрібна нерівномірна	недостатньо еластичний	смачний, властивий хлібу з борошна тритикале	задовільна	2,8
Котигорошко	290	0,3	напів-овальна	рівна	те саме	те саме	те саме	недостатньо еластичний	те саме	задовільна	2,9
Маєток польський	310	0,6	овальна	гладка, блискуча	світло-коричневе	те саме	те саме	недостатньо еластичний	те саме	задовільна	3,1
Аристократ	265	0,1	овальна	рівна	жовто-золотаве	світлий з жовтуватим відтінком	дрібна рівномірна	еластичний	те саме	досить задовільна	3,3
КС 9-17	315	0,6	овальна	гладка, блискуча	світло-коричневе	те саме	те саме	еластичний	дуже смачний, властивий хлібу з борошна тритикале	досить задовільна	3,6

кий 7, Любомир, Котигорошко) та овальної (Фанат, Солодюк, Маєток поліський, Аристократ, КС 9-17) форми, з рівною поверхнею та світло-коричневим забарвленням скоринки. М'якуш світло-сіруватого та світло-жовтуватого відтінку з рівномірною шпаруватістю та недостатньою еластичністю. За смаком хліб із тритикале озимого дуже смачний, солодкуватий. Загальна хлібопекарська оцінка хліба з тритикале озимого поліського екотипу задовільна.

## ВИСНОВКИ

Використання борошна тритикале озимого поліського екотипу є актуальним з огляду на створення якісних харчових продуктів та раціонального використання в хлібопекарській промисловості. Тритикале озиме поліського екотипу хлібопекарського напрямку може бути широким джерелом харчування для населення.

Для визначення якості хліба недостатньо знати якісні показники борошна, вказані в нормативній документації на нього. Важливе значення мають показники, які характеризують його хлібопекарські властивості. «Сила» борошна, що визначає його хлібопекарські властивості (пружність, еластичність, пластичність, в'язкість) під час дозрівання, вистоювання тіста в про-

цесі випікання та спроможна забезпечити приготування з нього хліба певної якості, є основним фактором.

Головним показником «сили» борошна є кількість і фізичні властивості клейковини. Кількість «сирої» клейковини залежить від ступеня набухання білків борошна. Чим більша гідратаційна здатність клейковини, тим вона менш пружна, більш розтяжна.

Сформовані без поліпшувачів за пшеничною технологією з борошна тритикале озимого поліського екотипу тістові заготовки, під час вистоювання і випікання зберігають форму, не розпливаються, достатньо збільшуються в об'ємі. Результати пробних випічок виявили, що хліб із тритикале озимого поліського екотипу має невеликий об'єм, не зважаючи на добру газоутворювальну здатність борошна, правильну форму, м'якуш щільний недостатньо еластичний, приємного кольору та дуже смачний із солодкуватим присмаком.

Виділені сорти тритикале озимого поліського екотипу з задовільною хлібопекарською якістю, за пшеничною технологією випічки без додавання поліпшувачів, доцільно використовувати в хлібопекарській промисловості.

## ЛІТЕРАТУРА

- Лілік Т. В., Бортновський В.М., Бугайова Н.А. Методи і результати селекції тритикале озимого фуражного типу використання. *Корми і кормовиробництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2013. Вип. 77. С. 9–15.
- Селекція і насінництво в Україні: дефіцит коштів та науковці-ентузіасти. 2016. URL: <https://kurkul.com/blog/279-seleksiya-i-nasinnitstvo-v-ukrayini-defitsit-koshtiv-ta-naukovtsi-entuziasti>
- Під урожай 2018 року озимими зерновими засіяно 8,3 млн га площ. 2017. URL: <https://superagronom.com/news/2968-pid-urojay-2018-roku-ozimimi-zernovimi-zasiyano-83-mln-ga-plosch>
- Посівні площі сільськогосподарських культур за їх видами. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
- Рибалка О.І., Моргун В.В., Моргун Б.В., Починок В.М. Агрономічний потенціал і перспективи тритикале. *Фізіологія рослин і генетика*. 2015. Т. 47. № 2. С. 95–111.
- Урубков С.А., Смирнов С.О. Исследование физико-механических свойств зерна тритикале и разработка технологического процесса его очистки перед помолом. *Хранение и переработка зерна*. 2014. № 11 (188). С. 60–63.
- ДСТУ 4690:2008. Борошно із зерна тритикале. Технічні умови. [Чинний від 2008–03–26]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 15 с.
- Федорова Т.О. Розроблення технології хліба з борошна тритикале: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01. Київ, 2004. 19 с.
- Білітюк А.П., Гірко В.С., Каленська С.М., Андрушків М.І. Тритикале в Україні / за ред. А. П. Білітюка. Київ, 2004. 376 с.
- 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.
- Кирильчук А.М. Оцінка генофонду тритикале озимого для створення сортів поліського екотипу. *Селекція і насінництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2014. Вип. 106. С. 24–33.
- Кирильчук А.М. Вміст клейковини в зерні тритикале озимого (*Triticosecale Wittmack* el. Camus)

- для використання в хлібопекарській промисловості. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 4. С. 98–105. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252962>
13. Рябчун В. К., Шатохин В.И., Панченко И.А. Хлебопекарное качество зерна новых линий яровых гексаплоидных тритикале. *Наукові основи стабілізації виробництва продукції рослинництва*: Міжнар. конф. Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 1999. С. 199–200.
  14. Погонєв Е.В. Технологические достоинства зерна тритикале продовольственного назначения и разработка направлений его использования: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.01. Уфа, 2015. 158 с.
  15. Діордієва І.П. Створення та оцінка чотиривидових форм тритикале: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.05. Умань, 2015. 211 с.
  16. Тертычная Т.Н. Теоретические и практические аспекты использования тритикале в производстве хлебоулучных и мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности: дис. ... д-ра с.-х. наук: 05.18.01. Москва, 2010. 466 с.
  17. Кондратенко Р.Г., Урбанчик Е.Н., Гутько А.Л. Мука тритикалевая кондитерская. *Хранение и переработка зерна*. 2003. № 7. С. 50–51.
  18. Харчові технології. Хлібопекарні властивості борошна. URL: <https://foodtechnology.pro/tehnologiya-virobnytstva-hliba/hlibopekarni-vlastivosti-boroshna>
  19. Осокіна Н.М., Костецька К.В. Порівняльна оцінка круп'яних властивостей зерна ярих пшениці, тритикале та ячменю. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2014. № 1. С. 79–83.
  20. ДСТУ 4762:2007. Тритикале. Технічні умови. [Чинний від 2007–08–01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2007. 14 с.
  21. Голодняк, В., Гурговий О. Жигунов Д. та ін. Зерно. Методи визначення кількості та якості клейковини в пшениці: ДСТУ. Київ: Мінекономрозвиток України, 2015. 27 с. URL: [https://institut-zerna.com/methods-for-determining-the-quantity-and-quality-of-gluten-in-wheat\\_version2](https://institut-zerna.com/methods-for-determining-the-quantity-and-quality-of-gluten-in-wheat_version2)
  22. Торгачова К.Г., Гордієнко Л.В., Павловський С.М. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Загальні технології харчової промисловості». Одеса: ОНАХТ, 2011. 70 с.
  23. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. 2016. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f41997447d.pdf>
  24. Про затвердження Інструкції з технології виробництва хлібопекарського сортового і обойного борошна із зерна тритикале та Інструкції щодо технології зберігання зерна у зернохосвищах із застосуванням полімерних зернових рукавів: наказ від 04.02.2011 р. № 10. Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0175-11#Text>
  25. Іжевська О.П. Дослідження впливу шроту насіння льону на перебіг мікробіологічних та біохімічних процесів у пшеничному тісті. *Хранение и переработка зерна*. 2017. № 2. С. 38–43.

## REFERENCES

1. Lilyk, T.V., Bortnovskiy, V.M. & Buhaiova, N.M. (2013). Metody i rezultaty selektsii trytykale ozymoho furazhnoho typu vykorystannia [Methods and results of selection of triticale winter forage type of use]. *Kormy i kormozyrobnytstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk – Fodder and fodder production: interdepartmental thematic scientific collection*, 77, 9–15 [in Ukrainian].
2. Seleksiya i nasinnnytstvo v Ukraini: defitsyt koshtiv ta naukovsi-entuziasty [Breeding and seed production in Ukraine: shortage of funds and enthusiastic scientists]. (2016). URL: <https://kurkul.com/blog/279-selektsiya-i-nasinnnytstvo-v-ukrayini-defitsyt-koshtiv-ta-naukovsi-entuziasty> [in Ukrainian].
3. Pid urozhai 2018 roku ozymyму zernovomy zasiano 8,3 mln. ha plosch [For the 2018 harvest, 8.3 million hectares of land were sown with winter cereals]. (2017). URL: <https://superagronom.com/news/2968-pid-urojay-2018-roku-ozymimi-zernovimi-zasiyano-83-mln-ga-plosch> [in Ukrainian].
4. Posivni ploschchi silskohospodarskykh kultur za yikh vydamy [Sown areas of agricultural crops by their types]. (nd.). URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
5. Rybalka, O.I., Morhun, V.V., Morhun, B.V. & Pochynok, V.M. (2015). Ahronomichni potentsial i perspektvy trytykale [Agronomic potential and prospects of triticale]. *Fiziologiya roslin i henetyka – Physiology of plants and genetics*, 47, 2, 95–111 [in Ukrainian].
6. Urubkov, S.A. & Smirnov, S.O. (2014). Issledovanie fiziko-mehaniicheskikh svoystv zerna tritikale i razrabotka tehnologicheskogo processa ego ochistki pered pomolom [Study of the physical and mechanical properties of triticale grain and development of a technological process for its purification before grinding]. *Hranenie i pererabotka zerna – Storage and processing of grain*, 11 (188), 60–63 [in Russian].
7. Boroshno iz zerna trytykale. Tekhnichni umovy [Triticale flour. Specifications]. (2008). *DSTU 4690: 2008 from 26<sup>th</sup> March 2008*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].
8. Fedorova, T.O. (2004). Rozroblennia tekhnologii khliba z boroshna trytykale [Development of bread technology from triticale flour]. *Abstract of the dissertation of the candidate of technical sciences*. Kyiv [in Ukrainian].
9. Bilitiuk, A.P. (Ed.), Hirko, V.S., Kalenska, S.M. & Andrushkiv, M.I. (2004). *Trytykale v Ukraini [Triticale in Ukraine]*. Kyiv [in Ukrainian].
10. Hospodarenko, H.M. & Liubych, V.V. (2010). Khlibopekarski vlastyvoli zerna trytykale yarohto za riznykh norm i strokiv vnesennia azotnykh dobryv [Breadmaking properties of spring triticale grain un-

- der different norms and periods of nitrogen fertilizer application]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi aharnoi akademii – Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 6–9 [in Ukrainian].
11. Kyrylchuk, A.M. (2014). Otsinka henofondu trytykale ozymoho dlia stvorennia sortiv poliskoho ekotypu [Evaluation of the gene pool of winter triticale for the creation of varieties of the Polisky ecotype]. *Selektsiia i nasinnnytstvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk – Breeding and seed production: interdepartmental thematic scientific collection*, 106, 24–33 [in Ukrainian].
  12. Kyrylchuk, A.M. (2021). Vmist kleikovyny v zerni trytykale ozymoho (*Triticosecale Wittmack* el. *Camus*) dlia vykorystannia v khlibopekarskii promyslovosti [Gluten content in winter triticale grains (*Triticosecale Wittmack* el. *Camus*) for use in the bakery industry]. *Ahroekolohichniy zhurnal – Agroecological journal*, 4, 98–105. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252962> [in Ukrainian].
  13. Rjabchun, V.K., Shatohin, V.I. & Panchenko, I.A. (1999). Hlebopekarnoe kachestvo zerna novykh liniy jarovykh geksaploidnykh tritikale [Breadmaking quality of the grain of new spring hexaploid triticale]. *Naukovi osnovy stabilizatsiyi vyrobnytstva produktsiyi roslynnytstva: Mizhnarodna konferentsiia Instytutu roslynnytstva im. V.Ya. Yur'yeva [Scientific basis of plant production stabilization: International conference of the Institute of plant breeding named after V. Yuryev]*. (pp. 199–200). Harkiv [in Russian].
  14. Pogonec, E.V. (2015). Tehnologicheskie dostoinstva zerna tritikale prodovol'stvennogo naznachenija i razrabotka napravlenij ego ispol'zovanija [Technological advantages of triticale grain for food purposes and the development of directions for its use]. *Candidate's thesis*. Ufa [in Russian].
  15. Diordiieva, I.P. (2015). Stvorennia ta otsinka chotyryvydovykh form trytykale [Creation and evaluation of four-species forms of triticale]. *Candidate's thesis*. Uman [in Ukrainian].
  16. Tertychnaja, T.N. (2010). Teoreticheskie i prakticheskie aspekty ispol'zovanija tritikale v proizvodstve hlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdelij povyshennoj pishhevoj cennosti [Theoretical and practical aspects of the use of triticale in the production of bakery and flour confectionery products of increased nutritional value]. *Doctor's thesis*. Moskva [in Russian].
  17. Kondratenko, R.G., Urbanchik, E.N. & Gut'ko, A.L. (2003). Muka tritikalevaja konditerskaja [Confectionery triticale flour]. *Hranenie i pererabotka zerna – Storage and processing of grain*, 7, 50–51 [in Russian].
  18. Kharchovi tekhnologii. Khlibopekarni vlastyvoli boroshna [Food technologies. Baking properties of flour]. (nd.). URL: <https://foodtechnology.pro/tehnologiya-virobnitstva-hliba/hlibopekarni-vlastyvoli-boroshna> [in Ukrainian].
  19. Osokina, N.M. & Kostetska, K.V. (2014). Porivnialna otsinka krupianykh vlastyvopei zerna yarykh pshenytsi, trytykale ta yachmeniu [Comparative assessment of cereal grain properties of spring wheat, triticale and barley]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, 1, 79–83 [in Ukrainian].
  20. Trytykale. Tekhnichni umovy [Triticale Specifications]. (2007). *DSTU 4762:2007 from 1st Juli 2007*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
  21. Holodnyak, V., Gurtovy, O., Zhigunov, D. et al. (2015). Zerno. Metody vyznachennia kilkosti ta yakosti kleikovyny v pshenytsi. *DSTU. Methods of determining the quantity and quality of gluten in wheat: DSTU*. Kyiv [in Ukrainian].
  22. Iorhachova, K.H., Hordiienko, L.V. & Pavlovskiy, S.M. (2011). *Metodychni vkazivky do vykonannia laboratornykh robiz z kursu «Zahalni tekhnologii kharchovoi promyslovosti» [Methodical instructions for performing laboratory work from the course «General technologies of the food industry»]*. Odesa [in Ukrainian].
  23. Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi eksperytyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti produktsiyi roslynnytstva [Methodology for the qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. Methods of determining plant production quality indicators]. (2016). URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f41997447d.pdf> [in Ukrainian].
  24. Pro zatverdzhennia Instruksii z tekhnologii vyrobnytstva khlibopekarskoho sortovoho i oboinoho boroshna iz zerna trytykale ta Instruksii shchodo tekhnologii zberihannia zerna u zernoskhovyshchakh iz zastosuvanniam polimernykh zernovykh rukaviv: nakaz vid 04.02.2011 [On the approval of the Instruction on the technology of production of bakery grade and wallpaper flour from triticale grain and the Instruction on the technology of grain storage in granaries using polymer grain sleeves: order of 4.02. 2011]. *Ministerstvo ahraryoi polityky ta prodovol'stva Ukrayiny – Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine*, 10. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0175-11#Text> [in Ukrainian].
  25. Izhevskaya, O.P. (2017). Doslidzhennia vplyvu shrotu nasinnia lonu na perebih mikrobiolohichnykh ta biokhimichnykh protsesiv u pshenychnomu tisti [Study of the influence of flax seed meal on the course of microbiological and biochemical processes in wheat dough]. *Khranenye y pererabotka zerna – Grain storage and processing*, 2, 38–43 [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 05.07.2022