



В.В. Любич,
доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри технології зберігання і переробки зерна, Уманського національного університету садівництва м. Умань, Україна
E-mail: LyubichV@gmail.com



В.В. Железна,
кандидат технічних наук, ст. викладач кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва м. Умань, Україна
E-mail: valieria.voziiian07@gmail.com



К.В. Костецька,
кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва м. Умань, Україна
E-mail: kostetskakateryna@gmail.com

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНА 4-ВИДОВОГО ТРИТИКАЛЕ

У статті наведена характеристика технологічних властивостей зерна 4-видового тритикале та запропоновано перспективні шляхи його використання. Проведено комплексне порівняння властивостей зерна 4-видового тритикале, зерна класичного тритикале та пшениці м'якої. Технологічні властивості зерна 4-видового тритикале, класичного тритикале та пшениці достовірно відрізняються. Зерно 4-видового тритикале має ознаки сировини для круп'яного виробництва, що зумовлено високою склоподібністю (97–98 %) і крупністю (маса 1000 зерен – 48–54 г). Показники активності амілолітичних ферментів, кількість та якість клейковини 4-видового тритикале гірші порівняно із пшеницею, що свідчить про його низькі хлібопекарські властивості.

Показник маси 1000 зерен має високу пряму кореляційну залежність із крупністю зерна, проте у випадку, коли зерно недостатньо виповнене, ця закономірність відсутня. Зерно тритикале досліджуваних сортів характеризувалось високими показниками маси 1000 зерен порівняно із зерном тритикале сорту Хлібодар харківський і пшениці сорту Подолянка, що зумовлено їх високою крупністю. Сорт Хлібодар харківський мав на 4,5 г меншу масу 1000 зерен порівняно із зерном пшениці (45,5 г), а сорти 4-видового тритикале мали більшу на 4,1–9,1 г масу, що пояснюється їх більшою сферичністю та геометричними розмірами, кращою виповненістю. Натура зерна тритикале відповідала першому та другому класам. Вона змінювалась залежно від сорту та становила від 643 до 690 г/л, що на 38–85 г/л менше порівняно з натурою зерна пшениці (728 г/л). Це зумовлено більшою шпаруватістю зерна тритикале. За вмістом клейковини зерно 4-видового тритикале відповідало першому та другому класу (19,6–25,3 %), тоді як зерно тритикале сорту Хлібодар харківський відповідало першому класу, оскільки вміст клейковини становив 24,0 %. Зерно 4-видового тритикале сортів Стратег, Алкід і Тактик мали хорошу клейковину першої групи оскільки індекс її деформації цих сортів становив відповідно 78 од. п., 77 і 69 од. п. Якість клейковини зерна пшениці та тритикале сорту лінія LP 195 була задовільною слабкою другої групи.

Ключові слова: тритикале, технологічні властивості зерна, сорт, лінія, клейковина.

V. V. Liubych,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Technology of Storage and Processing of Grain of the Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine

V.V. Zheliezna,

PhD of Agricultural Sciences, Senior Teacher Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine

K.V. Kostetska,

PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor Uman National University of Horticulture (Uman), Ukraine

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF 4-SPECIES TRITICALE GRAIN

The article presents the characteristics of technological properties of 4-species triticale grain and offers promising ways to use it. A comprehensive comparison of 4-species triticale grain properties, classical triticale grain and soft wheat was performed. Technological properties of 4-species triticale grain, classical triticale and wheat differ significantly. 4-species triticale has the characteristics of raw materials for cereal production due to high vitreousness (97–98%) and grain size (thousand grain weight – 48–54 g). Amylolytic activity, gluten and quality of 4-species triticale are worse than wheat, which indicates its low baking properties.

Thousand grain weight has a high direct correlation with the grain size, but in case when the grain is not sufficiently filled, this pattern is absent. Triticale grain of the studied varieties was characterized by high thousand grain weight in comparison with triticale grain of Kharkiv

Khlibodar variety and wheat of Podolianka variety, which is due to their high size. Kharkiv Khlibodar variety had 4.5 g less thousand grain weight compared to wheat grain (45.5 g), and 4-species triticale varieties had 4.1–9.1 g more weight, which is explained by their greater sphericity and geometric size, better performance. Triticale grain unit corresponded to the first and second class. It varied depending on the variety and ranged from 643 to 690 g/l, which is 38–85 g/l less than the grain unit of wheat grain (728 g/l). This is due to greater porosity of triticale grain. In terms of gluten content, the grain of 4-species triticale corresponded to the first and second class (19.6–25.3%), while the grain of triticale Kharkiv Khlibodar variety corresponded to the first class, as gluten content was 24.0%. The grain of 4-species triticale Strateg, Alkid and Tactic varieties had good gluten of the first group because the deformation index of gluten of these varieties was, respectively, 78 units of instrument, 77 and 69 units of instrument. Gluten quality in wheat and triticale grain variety of LP 195 line was satisfactorily weak in the second group.

Key words: triticale, technological properties of grain, variety, line.

Постановка проблеми. Нині набувають популярності продукти високої біологічної цінності. При цьому купівельна спроможність споживачів знижується, тому пошук перспективних шляхів зниження собівартості готової продукції та одночасне поліпшення її якості є пріоритетним завданням для сучасної харчової промисловості. Одним зі способів вирішення відповідного завдання є розширення сировинної бази завдяки новим сортам і гібридам, що мають високу біологічну та господарську цінність. Одним із перспективних видів сировини може бути зерно чотиривидового тритикале.

Зерно тритикале з'явилося на ринку відносно недавно та є першим штучно створеним гібридом пшениці та жита [1]. Проте через низьку якість перших сортів тритикале, його використання в харчовій промисловості було недоцільним. Тому традиційно зерно тритикале позиціонується як сировина для комбікормового виробництва.

Незважаючи на вузьку галузь застосування зерна тритикале, робота селекціонерів щодо поліпшення його характеристик не припинялась. Це сприяло виведення нових сортів, що істотно переважають за якістю та безпечністю своїх попередників [1]. У результаті схрещування зерна тритикале із продуктивними пшеницями (полба, спельта) були отримані сорти 4-видового тритикале.

Сорти 4-видового тритикале здатні формувати стійкі врожаї, мають низьку собівартість виробництва та підвищений вміст білка, збалансованого за амінокислотним складом, що зумовлює можливість розширення галузі його застосування.

Тритикале є гібридом пшениці та жита і вважається потенційною альтернативою пшениці для різних хлібобулочних виробів [2]. Встановлено [3], що тритикале поєднує в собі найважливіші властивості зерна пшениці та жита, такі як високий потенціал урожайності та якість зерна пшениці, стійкість до збудників хвороб.

Попри зовнішню подібність зерна тритикале та пшениць, їх технологічні властивості відрізняються, що зумовлює актуальність проведення додаткових досліджень та наукового обґрунтування перспективних шляхів застосування зерна тритикале в харчовій промисловості.

Аналіз останніх досліджень. Зерно тритикале надає будь-якому продукту, в який добавляється, високу поживну цінність. У білку даної злакової культури міститься підвищений вміст необхідних організму амінокислот, наприклад, лізину, гліцину, валіну та багатьох інших [4, 5]. Самого ж білка в зерні тритикале більше, ніж у знаменитих прабатьків злаку, – на 4 % вміст білка перевищує цей показник жита та на 1,5 % рівень білка у пшениці. У розрізі протеїнової цінності зерно гібриду жита та пшениці перевищує цей показник пшениці на 9,5 %, а ячменю та кукурудзи – на цілих 40 %. Дуже багато в тритикале міститься вітамінів, мінералів і мікроелементів. У злаку міститься мідь, магній, калій, фосфор, цинк, залізо та вітаміни групи В, Е та РР [6, 7].

За біохімічним складом тритикале зазвичай займає проміжне положення між пшеницею і житом. Середній вміст білка в зерні тритикале складає 13,5–14,0 %, що відповідає критерію для пшениць I класу. В зерні тритикале спостерігається більше, ніж у пшениці водо- та солерозчинник фракції білка (+3,3 %), а клейковинні білки характеризуються більшим вмістом гліадину (+0,6 %). У тритикале, на відміну від жита, спостерігається

переважання нерозчинної фракції, що дуже важливо у хлібопеченні, тому що спирторозчинні (гліадини) і лужнорозчинні (глютеніни) протеїни входять до складу клейковини [8].

Поживність зерна, його біологічна цінність визначається не тільки кількістю, але й якістю білка. Поживна якість білка характеризується амінокислотним складом, зокрема кількістю незамінних амінокислот. Тритикале переважає пшеницю і жито за вмістом лізину, метіоніну, аргініну, аспарагінової кислоти, серину, гліцину, валіну, лейцину [1, 5].

Завдяки особливим біохімічним властивостям зерно тритикале має високу поживну цінність. Важливе значення для формування хлібопекарських властивостей має кількість та якість клейковини. Якість клейковини зазвичай відповідає I групі: 50–70 од. п. ВДК. Середній вміст клейковини у борошні складає 23 %. Вона характеризується високою пружністю (55–70 мм) [6].

Згідно з результатами досліджень встановлено, що натура зерна тритикале становить 693–725 г/л, маса 1000 зерен – 38,9–46,6 г, вміст клейковини змінюється від 21,5 до 22,3, вміст протеїну – 13,2–13,7 % залежно від сорту [9].

Дослідженнями встановлено, що за вмістом білка зерно тритикале перевищує пшеницю озиму на 0,7–1,2; жито – на 3,0–4,4 абсолютних відсотки. Виявлено, що сорти тритикале виявилися кращими, ніж сорти жита та пшениці, за вмістом клітковини на 25,8 %, а за кількістю золи перевершили жито на 0,37–0,39 % і пшеницю на 0,28–0,48 % [10].

Показник «число падання» (ПП) нових сортів тритикале Арктур (179 с) і Спіка (241 с) знаходився на однаковому рівні із сортами озимого жита (188–239 с). За ознаками пористості (3,0–4,2 бала), смак (4,0–4,5 бала) і еластичність хліба (3–4 бала) сорту тритикале наближались до рівня пшениці (відповідно 4,0; 4,4; 4,0 бала) та жита (3,9–4,1; 4,5; 3,8–3,9 бала). Показник об'єму хліба з борошна тритикале загалом був нижчим, ніж із борошна пшениці. Проте об'єм хліба з борошна зерна сорту Арктур і лінії 97-67 Т6 П 20 у розмірі 424–427 см³ складався на рівні сорту жита озимого Антарес (426 см³) [11].

Отже, дослідження властивостей зерна чотиривидового тритикале проводилась вітчизняними і зарубіжними вченими [4, 7, 12–15]. Проте ці дослідження не мають комплексного характеру та вимагають уточнення.

Мета статті – визначити відмінності між технологічними властивостями зерна 4-видового тритикале та зерна класичного тритикале і обґрунтувати раціональні напрямки його використання.

Методика досліджень. Об'єктом дослідження було зерно 4-видового тритикале озимого сортів Алкід, Тактик, Стратег і лінії LP 195 (отримані гібридизацією *Triticosecale Witt.* / *Triticum spelta L.*), зерно тритикале ярого сорту Хлібодар харківський та зерно пшениці озимої сорту Подолька, що були вирощені в умовах Правобережного Лісостепу. Дослідження проводили у навчально-науковій лабораторії «Оцінювання якості зерна і продуктів його перероблення» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва. Визначення показників якості проводили згідно чинних на момент досліджень методик. Масу 1000 зерен визначали за ДСТУ ISO 520:2015, натуру зерна – за ДСТУ ГОСТ 10840:2019, склоподібність – за ДСТУ ГОСТ 29144:2009, вміст і якість клейковини – за ДСТУ ISO 21415-1:2009, число падання – за ДСТУ ГОСТ

29144:2009. Дисперсійним аналізом підтверджували або спростовували «нульову гіпотезу». Для цього визначали значення коефіцієнта «р», який показував ймовірність відповідної гіпотези. У випадках коли $p < 0.05$ «нульова гіпотеза» спростовувалась, а вплив чинника був достовірним.

Результати дослідження. Показник маси 1000 зерен має високу пряму кореляційну залежність із крупністю зерна, проте у випадку, коли зерно недостатньо виповнене, ця закономірність відсутня. Зерно трити-

кале досліджуваних сортів характеризувалось високими показниками маси 1000 зерен порівняно із зерном тритикале сорту Хлібодар харківський і пшениці сорту Подільянка, що зумовлено їх високою крупністю (рис. 1).

Сорт Хлібодар харківський мав на 4,5 г меншу масу 1000 зерен порівняно із зерном пшениці (45,5 г), а сорти 4-видового тритикале мали більшу на 4,1–9,1 г масу, що пояснюється їх більшою сферичністю та геометричними розмірами, кращою виповненістю.

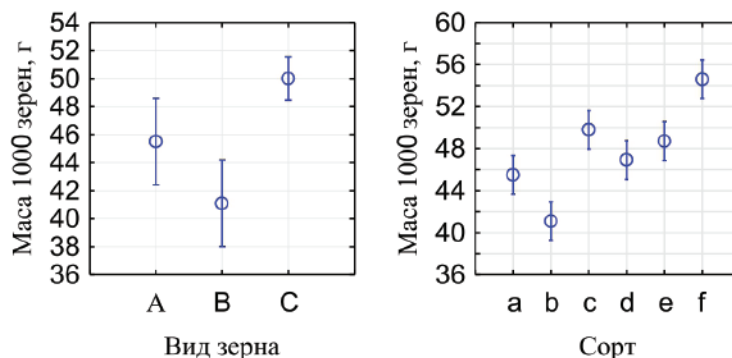


Рис. 1 Маса 1000 зерен тритикале та пшениці:

A – зерно пшениці; B – зерно класичного тритикале; C – зерно 4-видового тритикале; a – сорт пшениці Подільянка; b – сорт тритикале Хлібодар харківський; c – сорт 4-видового тритикале Алкід; d – сорт 4-видового тритикале Тактик; e – сорт 4-видового тритикале Стратег; f – сорт 4-видового тритикале лінія LP 195

Натура зерна тритикале відповідала першому і другому класу (рис. 2). Вона змінювалась залежно від сорту та становила від 643 до 690 г/л, що на 38–85 г/л менше порівняно з натурою зерна пшениці (728 г/л). Це зумовлено більшою шпаруватістю зерна тритикале.

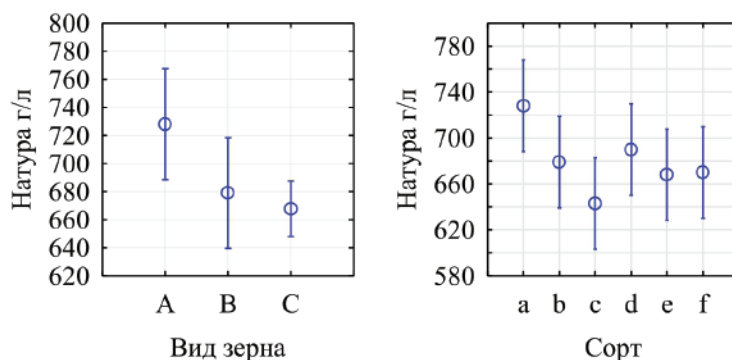


Рис. 2 Натура зерна тритикале та пшениці:

A – зерно пшениці; B – зерно класичного тритикале; C – зерно 4-видового тритикале; a – сорт пшениці Подільянка; b – сорт тритикале Хлібодар харківський; c – сорт 4-видового тритикале Алкід; d – сорт 4-видового тритикале Тактик; e – сорт 4-видового тритикале Стратег; f – сорт 4-видового тритикале лінія LP 195

Склоподібність – один із важливих технологічних показників зерна, що має сильний кореляційний зв'язок з його твердістю. За нею доцільно формувати помельні партії цільового спрямування сировини на борошномельних заводах. Зерно зі склоподібністю $\geq 90\%$ рекомендовано переробляти на круп'яні продукти. Згідно чинних

вимог і норм показник склоподібності визначають для зерна пшениці та рису, проте, з урахуванням подібності зерна тритикале до зерна пшениці, доцільно визначити його значення для зерна тритикале.

Встановлено, що зерно тритикале високосклоподібне (98–99 %) (рис. 3). Склоподібність зерна 4-видового тритикале істотно не змінювалась залежно від сорту. Не виявлено відмінностей між зерном 4-видового тритикале та класичного тритикале за показником склоподібності, проте цей показник був істотно більший (на 9 %) порівняно із зерном пшениці.

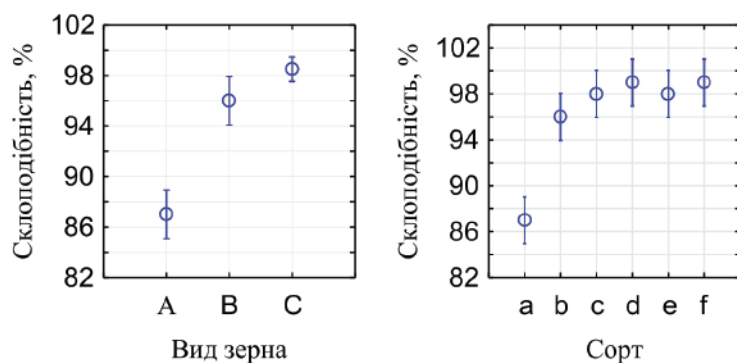


Рис. 3 Склоподібність зерна тритикале та пшениці:

A – зерно пшениці; B – зерно класичного тритикале; C – зерно 4-видового тритикале; a – сорт пшениці Подольянка; b – сорт тритикале Хлібодар харківський; c – сорт 4-видового тритикале Алкід; d – сорт 4-видового тритикале Тактик; e – сорт 4-видового тритикале Стратег; f – сорт 4-видового тритикале лінія LP 195

Клейковина є білковим комплексом, що здатний утворювати стійку високорозвинену тонкостінну губчасту структуру під впливом діоксиду вуглецю, що виділяється під час бродіння. У порах цієї структури утримується ве-

лика кількість газу, що добре розпушує тісто. Чим вища якість клейковини, тим більше діоксиду вуглецю вона може утримувати в порах тіста. Чим більше в борошні міститься клейковини доброї якості, тим вища газотримувальна здатність цього борошна [16].

За вмістом клейковини зерно 4-видового тритикале відповідало першому та другому класу (19,6–25,3%), тоді як зерно тритикале сорту Хлібодар харківський відповідало першому класу, оскільки вміст клейковини становив 24,0% (рис. 4).

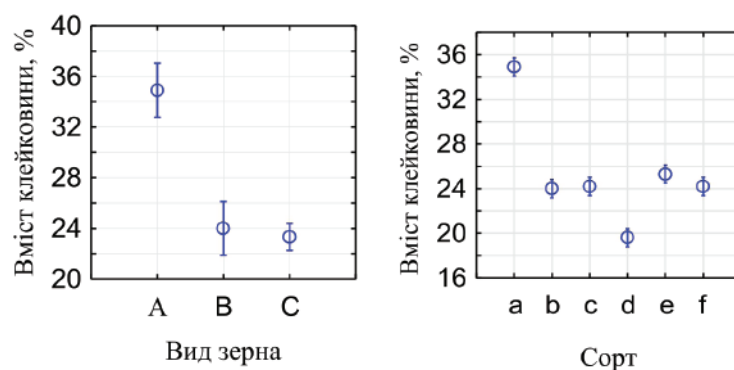


Рис. 4 Вміст клейковини у зерні тритикале та пшениці:

A – зерно пшениці; B – зерно класичного тритикале; C – зерно 4-видового тритикале; a – сорт пшениці Подольянка; b – сорт тритикале Хлібодар харківський; c – сорт 4-видового тритикале Алкід; d – сорт 4-видового тритикале Тактик; e – сорт 4-видового тритикале Стратег; f – сорт 4-видового тритикале лінія LP 195

Якість клейковини за індексом її деформації

змінювалась від задовільно слабкої до середньої залежно від сорту (рис. 5). Зерно 4-видового тритикале сортів Стратег, Алкід і Тактик мали якісну клейковину першої групи оскільки індекс її деформації цих сортів становив відповідно 78 од. п., 77 і 69 од. п. Якість клейковини пшениці та зерна тритикале сорту лінія LP 195 була задовільною слабкою другої групи.

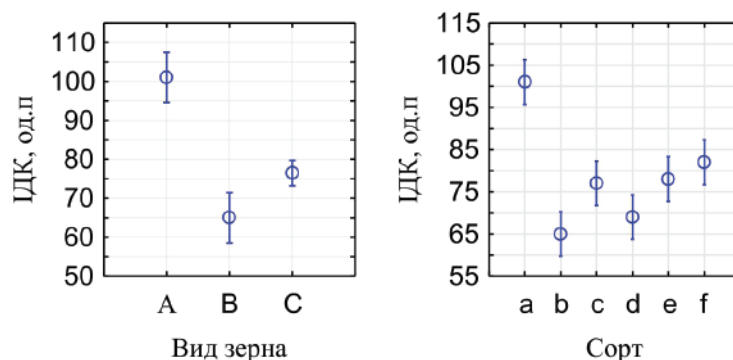


Рис. 5 Індекс деформації клейковини зерна тритикале та пшениці:

А – зерно пшениці; В – зерно класичного тритикале; С – зерно 4-видового тритикале; а – сорт пшениці Подільянка; b – сорт тритикале Хлібодар харківський; с – сорт 4-видового тритикале Алкід; d – сорт 4-видового тритикале Тактик; е – сорт 4-видового тритикале Стратег; f – сорт 4-видового тритикале лінія LP 195

За показником числа падання (280 с) зерно пшениці відповідало першому класу (рис. 6). Також першому класу відповідало зерно тритикале сорту Тактик, оскільки число падання становило 185 с, проте інші досліджувані сорти за цим показником відносились до другого (107–135 с) та третього класів (94 с).

Одержані дані підтверджують дослідження [7, 21, 22], де число падання зерна пшениці мало вищі значен-

ня (315 с) порівняно зі зразками жита та тритикале. На підставі цього спостереження можна зробити висновок, що тритикале має більш високу активність α -амілази і вищу сприйнятливості до проростання порівняно зі зразками жита. За даними Weidner et al. [17], сорти, стійкі до проростання, мають меншу частку схожості, ніж ті, що схильні до проростання. Крім того, вчені вказували, що у жита схожість була меншою порівняно з пшеницею та тритикале. Припускають [18], що європейські сорти тритикале мають високу активність α -амілази та низькі значення числа падання. Повідомляється [19] про середні значення числа падання близько 210 с, тоді як Erekul і Kohn [20] згадували значення в діапазоні від 62 до 180 с, з величиною числа падання в середньому 100 с.

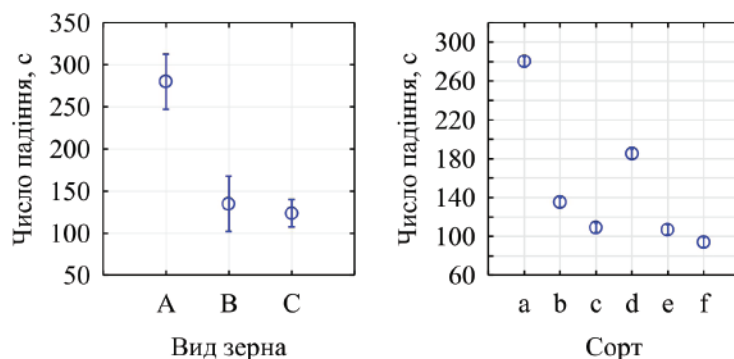


Рис. 6 Число падання зерна тритикале та пшениці:

А – зерно пшениці; В – зерно класичного тритикале; С – зерно 4-видового тритикале; а – сорт пшениці Подільянка; b – сорт тритикале Хлібодар харківський; с – сорт 4-видового тритикале Алкід; d – сорт 4-видового тритикале Тактик; е – сорт 4-видового тритикале Стратег; f – сорт 4-видового тритикале лінія LP 195

Висновки. Технологічні властивості зерна 4-видового тритикале, класичного тритикале та пшениці достовірно відрізняються. Зерно 4-видового тритикале має ознаки сировини для круп'яного виробництва, що зумовлено високою склоподібністю (97–98 %) і крупністю зерна (маса 1000 зерен – 48–54 г). Показники активності амілолітичних ферментів, кількість та якість клейковини 4-видового тритикале гірші порівняно із пшеницею, що свідчить про його низькі хлібопекарські властивості.

Література

- Pattison A.L., Appelbee M., Trethowan R.M. Characteristics of modern triticale quality: glutenin and secalin subunit composition and mixograph properties. *J Agric Food Chem.* 2014. 62(21): P. 4924–4931.
- Dennett A.L., Trethowan R.M. Milling efficiency of triticale grain for commercial flour production. *Journal of Cereal Science.* 2013. № 57. P. 527–530.
- Jonnala R.S., Irmak S., MacRitchie, F., Bean, S.R. Phenolics in the bran of waxy wheat and triticale lines. *Journal of Cereal Science.* 2010. № 52. P. 509–515.
- Любич В. В., Новіков В. В. Сравнительная характеристика физических свойств зерна тритикале озимого и пшеницы озимой. *Вестник Прикаспия.* 2015. 4. С. 20–23.
- Якість зерна тритикале та продуктів його перероблення: моногр. / Г. М. Господаренко, В. В. Любич, В. В. Новіков, В. В. Желзна; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2019. 176 с.
- Кобелев К. В. Свойства тритикале и перспективы ее использования. *Хранение и переработка сельхозсырья.* 2013. № 5. С. 51–53.
- Грабовец А. И., Бирюков К. Н., Фоменко М. А. Сравнительная характеристика урожайности и количества белка в зерне у сортов озимой пшеницы и тритикале на Дону. *Земледелие.* 2020. No 7. С. 25–28.

8. Пшениця спельта / Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич та ін.; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 2016. 312 с.

9. Salmon D. F., Hartman M., Schoff T. *Triticale*. Alberta Agriculture, Food and Rural Development Agdex. 2012. 118. P. 67.

10. Salmanowicz B.P. et al., Molecular, physicochemical and rheological characteristics of introgressive Triticale/Triticum monococcum ssp. monococcum lines with wheat 1D/1A chromosome substitution. *Int J Mol Sci.* 2013. 14(8). P. 15595–15614.

11. Любич В. В. Кормові властивості зерна тритикале ярого залежно від доз і строків застосування азотних добрив. *Збірник наукових праць Уманського НУС.* 2019. Вип. 95. С. 8–17.

12. Naik H.R., Sekhon K.S., Wani A.A., Physicochemical and dough-handling characteristics of Indian wheat and triticale cultivars. *Food Sci Technol Int.* 2010. 16(5). P. 371–379.

13. Zdunczyk Z., et al. In vitro antioxidant activities of barley, husked oat, naked oat, triticale, and buckwheat wastes and their influence on the growth and biomarkers of antioxidant status in rats. *J Agric Food Chem.* 2006. 54(12). P. 4168–4175.

14. Iskierko J., Gorski A. Comparative analysis of proteins of wheat, rye and 2 varieties of Triticale T-275 and T-294. V. Physicochemical and biological properties of gliadins and glutenins. *Ann Univ Mariae Curie Sklodowska Med.* 2000. 35. P. 179–186.

15. Aprodu I., Banu I. Comparative analyses of physicochemical and technological properties of triticale, rye and wheat. *Food Technology.* 2016. 40(2), 31–39.

16. Лисицын А. Б., Чернуха И. М., Горбунова Н. А. Научное обеспечение инновационных технологий при производстве продуктов здорового питания. *Хранение и переработка сельхозсырья.* 2012. № 10. С. 8–14.

17. Weidner S., Amarowicz R., Karamac M. Phenolic acids in caryopses of two cultivars of wheat, rye and triticale that display different resistance to pre-harvest sprouting. *European Food Research Technology.* 1999. № 210. P. 109–113.

18. Martinek P., Vinterova M., Buresova I., Vyhnanek

T. Agronomic and quality characteristics of triticale (X *Triticosecale* Wittmack) with HMW glutenin subunits 5+10. *Journal of Cereal Science*. 2008. № 47. P. 68–78.

19. Tayyar S. Some chemical and technological properties of Turkish triticale (*Triticosecale* Wittm.) genotypes. *Romanian Biotechnological Letters*. 2014. № 19. P. 9891–9898.

20. Erekul O., Kohn, W. Effect of weather and soil conditions on yield components and breadmaking quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in north-east Germany. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2006. № 192. P. 452–464.

21. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 95. С. 146–161.

22. Криштопа Н. І., Богуславський Р. Л., Любич В. В. Селекційна цінність видів пшениці (м'яка, спельта, шаро-зерна, петропавловського) за хлібопекарськими властивостями зерна. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2019. Вип. 94. С. 221–231.

References

1. Pattison, A.L., Appelbee, M., Trethowan, R.M. (2014). Characteristics of modern triticale quality: glutenin and secalin subunit composition and mixograph properties. *J Agric Food Chem*, 62(21). P. 4924–4931. (in English).

2. Dennett, A.L., Trethowan, R.M. (2013). Milling efficiency of triticale grain for commercial flour production. *Journal of Cereal Science*, 57. P. 527–530. (in English).

3. Jonnala, R.S., Irmak, S., MacRitchie, F., Bean, S.R. (2010). Phenolics in the bran of waxy wheat and triticale lines. *Journal of Cereal Science*, 52. P. 509–515. (in English).

4. Lyubich, V.V., Novikov, V.V. (2015). Comparative characteristics of the physical properties of winter triticale grain and winter wheat. *Caspian Bulletin*, 4. P. 20–23. (in Ukrainian).

5. Hospodarenko, H.M., Liubych, V.V., Novikov, V. V. (2019). Quality of grain of triticale and products of the third processing: monograph. Kiev: SIK GROUP UKRAINE, 176 p. (in Ukrainian).

6. Kobelev, K.V. (2013). Properties of triticale and the prospects for its use. Storage and processing of agricultural raw materials, 5. P. 51–53. (in Russian).

7. Grabovets, A.I., Biryukov, K.N., Fomenko, M.A. (2020). Comparative characteristics of the yield and the amount of protein in grain in winter wheat and triticale varieties on the Don. *Agriculture*, 7. P. 25–28. (in Russian).

8. Hospodarenko, G.M., Kostogryz, V.P., Liubych, V.V. (2016). Wheat spelt. Kyiv: SIK GROUP UKRAINE, 312 p. (in Ukrainian).

9. Salmon, D. F., Hartman, M., Schoff, T. (2012). Triticale. *Alberta Agriculture, Food and Rural Development Agdex*, 118. P. 67. (in English).

10. Salmanowicz, B.P. (2013). Molecular, physicochemical and rheological characteristics of introgressive Triticale/*Triticum monococcum* ssp. *monococcum* lines with wheat 1D/1A chromosome substitution. *Int J Mol Sci*, 14(8). P. 15595–15614. (in English).

11. Liubych, V.V. (2019). Fodder properties of spring triticale grain depending on doses and terms of nitrogen fertilizers application. *Collection of scientific works of Uman NUS*, 95. P. 8–17. (in Ukrainian).

12. Naik, H.R., Sekhon, K.S., Wani, A.A. (2010). Physicochemical and dough-handling characteristics of Indian wheat and triticale cultivars. *Food Sci Technol Int*, 16(5). P. 371–379. (in English).

13. Zdunczyk, Z. (2006). In vitro antioxidant activities of barley, husked oat, naked oat, triticale, and buckwheat wastes and their influence on the growth and biomarkers of antioxidant status in rats. *J Agric Food Chem*, 54(12). P. 4168–4175. (in English).

14. Iskierko, J., Gorski, A. (2000). Comparative analysis of proteins of wheat, rye and 2 varieties of Triticale T-275 and T-294. V. Physicochemical and biological properties of

gliadins and glutenins. *Ann Univ Mariae Curie Sklodowska Med.*, 35. P. 179–186. (in English).

15. Aprodu, I., Banu, I. (2016). Comparative analyses of physicochemical and technological properties of triticale, rye and wheat. *Food Technology*, 40(2), 31–39. (in English).

16. Lisitsyn, A.B., Chernukha, I.M., Gorbunova, N.A. (2012). Scientific support of innovative technologies in the production of healthy food. Storage and processing of agricultural raw materials, 10. P. 8–14. (in Russian).

17. Weidner, S., Amarowicz, R., Karamac, M. (1999). Phenolic acids in caryopses of two cultivars of wheat, rye and triticale that display different resistance to pre-harvest sprouting. *European Food Research Technology*, 210. P. 109–113. (in English).

18. Martinek, P., Vinterova, M., Buresova, I., Vyhnanek, T. (2008). Agronomic and quality characteristics of triticale (X *Triticosecale* Wittmack) with HMW glutenin subunits 5+10. *Journal of Cereal Science*, 47. P. 68–78. (in English).

19. Tayyar, S. (2014). Some chemical and technological properties of Turkish triticale (*Triticosecale* Wittm.) genotypes. *Romanian Biotechnological Letters*, 19. P. 9891–9898. (in English).

20. Erekul, O., Kohn, W. (2006). Effect of weather and soil conditions on yield components and breadmaking quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in north-east Germany. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 192. P. 452–464. (in English).

21. Liubych, V. V. (2017). Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors. *Ukrainian Black Sea region agrarian science*, 95. P. 146–161. (in Ukrainian).

22. Kryštopta, N.I., Boguslavsky, R.L., Liubych, V.V. (2019). Selection value of wheat species (soft, spelted, grain, Petropavlovskiyi) by baking properties of grain. *Collection of scientific works of Uman NUS*, 94. P. 221–231. (in Ukrainian).