

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 664.1-663

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-1-1>

РОЗРОБЛЕННЯ СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ПЛАСТІВЦІВ ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ОСНОВІ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ

С. А. БАЖАЙ-ЖЕЖЕРУН, кандидат технічних наук, доцент;

Л. В. БЕРЕЗА-КІНДЗЕРСЬКА, кандидат хімічних наук, доцент;

А. О. БАШТА, кандидат технічних наук, доцент
(Національний університет харчових технологій)

Анотація. *Визначено основні показники якості зерна тритикале. Відмічено що вітчизняні сорти тритикале мають високі значення об'ємної маси та повністю відповідають встановленим нормам для зерна І класу якості.*

Нами розроблено та науково обґрунтовано спосіб отримання пластівців підвищеної біологічної цінності з зерна тритикале. Технологічний процес включає етапи: підготовку зерна до перероблення, гідротермічне оброблення підготовленої сировини за низьких температурних режимів в три цикли, кожен з яких включає інтенсивне зволоження та тривале відволожування, що сприяє біологічному активуванню зерна; плющення, підсушування пластівців; провіювання, фасування. Після першого інтенсивного зволоження зерна передбачено його оброблення інфрачервоним опроміненням при постійному перемішуванні, товщина шару зерна 20...25 см. При цьому потужність ламп інфрачервоного опромінення – 230...260 Вт/м², відстань від площини розміщення зерна до лампи складає 25...30 см, тривалість процесу 58...60 с. Експериментально встановлено, що ІЧ-опромінення попередньо замоченого протягом 2...4 год зерна, стимулює фізіологічні показники, зокрема енергію та здатність проростання, додатково інтенсифікує процеси синтезу вітамінів у зерні. Відмічено, що у процесі зазначеного комплексного оброблення, кількість вітаміну С збільшується у 2...3 рази, токоферолів – у 3...4 рази, порівняно з початковим вмістом у зерні тритикале, значно зростає вміст тіаміну та рибофлавіну.

Встановлено, що опромінення зерна довше, ніж 60 секунд є небажаним через надмірне перегрівання зерна, що негативно впливає на процес біологічного активування. Досліджено вплив біологічного активування, яке поєднано з ІЧ-опроміненням, на зміну вмісту вітамінів. Визначено показники мікробіологічної стійкості пластівців на основі зерна тритикале, підготовлених за розробленим способом. Мікробіологічна обсемененість не перевищує показники допустимих значень і протягом 6 місяців зберігання такі зернові продукти є безпечними з точки зору мікробіологічної чистоти.

Ключові слова: *спосіб підготовки, зерно тритикале, харчова цінність, вітаміни, пластівці, оздоровчі продукти.*

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Підвищення якості зернової сировини, збереження у її складі комплексу природних макро- та мікронутрієнтів вимагає постійного розвитку зернопереробної галузі; актуальним завданням є удосконалення методів підготовки зернових матеріалів для виробництва харчових продуктів оздоровчого спрямування.

Одними з перспективних напрямків поліпшення якісних показників зерна та насіння є застосування фізичних методів впливу, зокрема інфрачервоного опромінення. Оброблення інфрачервоним опроміненням, або мікронізація, покращує харчову цінність зерна, здійснює його термічну дезінсекцію та дезінфекцію, сприяє підвищенню схожості та енергії проростання зерна [1].

Застосування інфрачервоного оброблення зерна, поєднаного із використанням імпульсного

режиму, сприяє знезараженню зерна, скороченню енерговитрат і збільшенню ефективності сушіння, поліпшує якість зерна [2].

Доцільним є застосування змінного теплового потоку при інфрачервоному обробленні зерна, оскільки при використанні прямого теплового впливу ускладнюється рівномірність обробки соєвих бобів або зернових культур [3].

Біохімічні зміни в зерновій сировині, які відбуваються під дією ІЧ-випромінювання внаслідок резонансного поглинання енергії випромінювання молекулами білків і полісахаридів, сприяють частковій декстринізації крохмалю, легкій денатурації білка, що підвищує їх засвоюваність [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Розробленням та удосконаленням способів виробництва пластівців займалося ряд вітчизняних та зарубіжних науковців: Шаповаленко О.І.

[5], Д.О. Жигунов, М.Р. Мардар, Волошенко О.С. [6], Фесенко О. [7], Kanchana. A., Agun A. [8], Фоміна І.М., Ізмайлова О.О. [9] та інші.

Вивченням впливу інфрачервоного оброблення на якість зернової сировини займалися Бандура В.М., Кірієнко О.О. [1], Калініченко Р.А. [2], Мунтян В.О. [4], Дринча В.М., Цынендоржиев Б.Д. [3] та інші науковці.

Дослідженню технологічних, круп'яних властивостей зерна тритикале, способів його підготовки для перероблення присвячені роботи Васильєва С.В. [10], Любича В.В., Новікова В.В. [11], Осокіної Н.М., Костецької К.В. [12], Урубкова С.А., Смирнова С.О. [13], Дмитрука Є.А. [14].

Формування цілей статті. Метою нашої роботи було наукове та практичне обґрунтування способу виробництва пластівців підвищеної харчової цінності з зерна тритикале, який передбачає застосування ІЧ-опромінення зерна у процесі його біологічного активування.

Задля досягнення мети було поставлено вирішити такі завдання: 1) дослідити основні показники якості зерна тритикале; 2) розробити та науково обґрунтувати спосіб отримання пластівців підвищеної біологічної цінності; 3) дослідити вплив режиму оброблення на вміст вітамінів у зерні; 4) дослідити показники мікробіологічної стійкості пластівців; 5) визначити вміст основних поживних речовин зернових пластівців.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом досліджень є спосіб отримання пластівців оздоровчого призначення з зерна тритикале. Предметом дослідження є вміст вітамінів і енергогенних сполук у зерні тритикале, підготовленому за запропонованим способом; мікробіологічні показники пластівців.

Вітаміни В₁, В₂, визначали флуорометрично, вітамін Е визначати колориметрично. Визначення вітаміну С проводили титриметричним методом. Метод ґрунтується на екстрагуванні вітаміну С з досліджуваного зразка розчином кислоти (соляної, метафосфорної чи сумішшю оцтової та метафосфорної)

з подальшим титруванням розчином 2,6-дихлорфеноліндофенолу натрію.

Результати дослідження. Зернові продукти здавна були і донині залишаються основним складником харчового раціону людини. Тритикале – злакова культура, створена селекціонерами схрещуванням жита з пшеницею, вирощується як продовольча і зернофуражна сировина. Зерно тритикале, яке містить на 1,0–2,5% вище білка, ніж у пшениці, використовують у хлібопекарському виробництві, для створення борошнених сумішей, виробництва кондитерських та макаронних виробів, круп, харчових концентратів тощо.

Нами визначено важливі фізико-хімічні властивості зерна тритикале сортів вітчизняної селекції Алкід, Поліський 7, Мольфар. Об'ємна маса зерна складає 712,00...740 г/л, маса 1000 зерен – 60...68 г, вміст сирої клейковини – 23,5...25%

Відмічено, що зерно тритикале, відповідає встановленим нормам згідно ДСТУ 4762:2007. Високі значення об'ємної маси, показують, що партії зерна тритикале сортів Алкід, Поліський 7 та Мольфар є вирівняними, зерно дозріле, виповнене, згідно норм його можна віднести до I класу якості.

Основними показниками фізіологічної цінності зерна є енергія та здатність проростання, життєздатність зерна, та водочутливість. Знаючи енергію проростання зерна, можна прогнозувати тривалість підготовки основної сировини при біологічному активуванні. Результати дослідження фізіологічних показників кожної партії зерна наведено в табл. 1.

Відмічено, що для кожної партії зерна тритикале, яке використовувалося, значення енергії проростання та здатності проростання перевищують 95%. Життєздатність зародка, потенційна здатність зерна до пророщування є нормальною, оскільки їх значення не нижче 90%. Найвищу здатність має зерно сорту Мольфар (98%). Водочутливість зерна сортів Алкід, Поліський 7, Мольфар для часу пророщування 24, 48 та 72 год складає, відповідно, 73, 91 та 98 штук. Тобто

Таблиця 1

Фізіологічні показники зерна

Поліський 7	Алкід	Поліський 7	Мольфар
Кількість зерен, пророслих через 3 доби, шт.	477	486	474
Енергія проростання, %	91,7	94,2	95,0
Середнє квадратичне відхилення	0,98	1,11	0,84
Коефіцієнт варіації, %	1,02	1,15	0,88
Кількість зерен, пророслих через 5 діб, шт.	488	490	492
Здатність проростання, %	96,5	95,0	98,6
Середнє квадратичне відхилення	0,28	0,42	0,28
Коефіцієнт варіації, %	0,29	–	0,29
Життєздатність, %	97,2	92,0	98,0
Середнє квадратичне відхилення	0,71	2,10	0
Коефіцієнт варіації, %	0,72	2,28	–

дані сорти тритикале не є водочутливим. Пророщування такого зерна слід проводити при режимах з достатнім зволоженням.

Нами запропоновано спосіб отримання пластівців підвищеної біологічної цінності із зерна тритикале. Початковий етап включає підготовку зерна до перероблення, що передбачає очищення зерна від домішок, сортування, провіювання, відділення феромагнітних домішок, миття та дезінфекцію. Далі проводиться процес луцання зерна. Наступним етапом є гідротермічне оброблення підготовленої сировини за температури 12...16 °С в три цикли, кожен з яких включає інтенсивне зволоження зерна протягом 4 год. з наступним відволожуванням протягом 4...6 год. загальною тривалістю 18...30 год. Внаслідок активізації ферментного комплексу, відбуваються біологічні зміни у структурі зерна, воно починає проростати, перебуває у так званому «пробудженому стані», зерно є біологічно активованим.

Після першого інтенсивного зволоження зерна передбачено його оброблення інфрачервоним опроміненням. Вплив біологічного активування, яке поєднано з ІЧ-опроміненням, на вміст вітамінів у зерні тритикале наведено у табл. 2.

Початковий вміст вітамінів у зернових культурах складає: вітаміну С – 2...3 мг%; вітамінів групи В – 0,1...1,3 мг%; вітаміну Е – 0,2...4,0 мг%.

У процесі тривалого гідротермічного оброблення (ГТО) за холодних режимів – 12...16 °С відбувається біологічне активування зерна. У результаті активізації ферментативних процесів, стимулюється синтез важливих для розвитку проростка біологічно активних речовин, зокрема вітамінів та вітаміноподібних речовин. Експериментально встановлено, що ІЧ-опромінення попередньо замоченого протягом 2...4 год зерна стимулює

фізіологічні показники, зокрема енергію та здатність проростання, додатково інтенсифікує процеси синтезу вітамінів у зерні. Відмічено, що у процесі зазначеного комплексного оброблення кількість вітаміну С збільшується у 2...3 рази, токоферолів – у 3 рази, зростає вміст вітамінів групи В.

Встановлено, що опромінення зерна довше, ніж 60 секунд є небажаним через надмірне перегрівання зерна, що негативно впливає на процес біологічного активування. Так при інфрачервоному опроміненні 70-80 с. показники фізіологічної цінності зерна знижуються на 15...20%, при дії інфрачервоного опромінення 80...100 с. – на 25...30%. Оптимальною є відстань від площини розміщення зерна до джерела інфрачервоного випромінювання 25...30 см. При цьому потужність ламп інфрачервоного опромінення складає 230...260 Вт/м². За такого впливу досягається бажаний ефект підвищення показників фізіологічної повноцінності зерна, вища потужність є недоцільною, знижується якість сировини, збільшуються енерговитрати. Для рівномірного оброблення ІЧ-опроміненням усієї зернової маси, товщина шару зерна не повинна перевищувати 20...25 см.

Для виготовлення пластівців, зерно після гідротермічного оброблення площать. Теплове сушіння зерна чи пластівців запропоновано здійснювати за щадного температурного режиму – 55...60 °С до вологості 12...14%. Під час такого оброблення видаляється надмірна волога, а комплекс біологічно активних речовин практично не руйнується. наступними етапами є провіювання та фасування.

Досліджено вміст основних поживних речовин у пластівцях з біологічно активованого зерна

Таблиця 2

Вплив режиму оброблення на вміст вітамінів у зерні тритикале

№ прикладу	Вологість зерна, %	Відстань від зерна до джерела опромінення, см	Вміст вітамінів у зерні тритикале після ГТО та оброблення інфрачервоним випромінюванням, мг%				Висновки
			С	В ₁	В ₂	Е	
1	11 (нативне зерно)	20	3,02	0,65	1,25	3,52	Невисокий приріст вітамінів, порівняно з початковою кількістю.
2	20	23	5,03	1,21	1,58	7,05	Вміст вітамінів у зерні після оброблення підвищився у 2 рази, порівняно з початковою кількістю
3	25	25	5,75	1,87	2,00	12,03	Вміст вітамінів у зерні після ГТО підвищився у 2,5 рази порівняно з початковою кількістю.
4	28	30	5,60	1,64	1,86	11,30	Вміст вітамінів у зерні після ГТО підвищився у 2-3 рази порівняно з початковою кількістю.
5	30	35	4,63	1,0	1,41	10,85	Перегрів зерна, зниження вмісту вітамінів

Таблиця 3

Мікробіологічні показники пластівців на основі зерна тритикале

Зразок	Мікробіологічні показники		
	МАФАНМ, КУО/г, не більше	Плісняві гриби, КУО/г, не більше	Патогенні мікроорганізми, у т.ч. сальмонели в 25 г
Зернові крупи, нормативне значення	$5 \cdot 10^3$	50	Не допускаються
Зернові пластівці після сушіння	$1 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено
Зернові пластівці після зберігання 6 місяців	$3 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено

тритикале: вміст білку складає 11,5%, жиру – 2,7%, крохмалю – 52,5%, клітковини – 2,6%. Дані зернові пластівці є продуктом оздоровчого харчування, джерелом білку, харчових волокон, вітамінів.

Нами досліджено показники мікробіологічної стійкості пластівців з тритикале, підготовлених за розробленим способом. Для визначення використовували свіжі висушені зернові пластівці, ті, що зберігалися протягом 6 місяців, табл. 3.

У результаті проведених досліджень встановлено, що мікробіологічна обсемененість пластівців, виготовлених на основі біологічно активованого зерна тритикале не перевищує показники допустимих значень. Зберігання протягом

6 місяців суттєво не погіршує якості, такі зернові продукти є безпечними з точки зору мікробіологічної чистоти.

Висновки. Отримані результати мають практичну значимість, оскільки показують підвищення біологічної цінності зерна тритикале у процесі тривалого гідротермічного оброблення з використанням ІЧ-опромінення. Пластівці отримані на основі зерна тритикале, підготовленого зазначеним способом, є продуктом оздоровчого призначення. Біологічно активоване зерно тритикале є цінною сировиною для виробництва інноваційних харчових продуктів функціонального, оздоровчого та лікувально-профілактичного призначення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Бандура В.М., Кірієнко О.О. Розвиток інфрачервоної техніки для обробки зерна / *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2015. № 3 (92). С. 53–57.
- Калініченко Р.А. Моделювання динаміки нагріву зернівки ІЧ-випромінюванням в рухомому шарі. *Інженерія природокористування*. 2016. № 1(5), С. 87–92.
- Дрынча В.М., Цынендоржиев Б.Д. Основные принципы предпосевного химического протравливания и физического обеззараживания семян. *Хранение и переработка зерна*. 2010. № 12. С. 18–22.
- Мунтян В. О., Чумак В. А. Характеристика інфрачервоних випромінювачів та їх дії на об'єкти сільськогосподарського призначення. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. 2012. Вип. 129. С. 131–133.
- Шаповаленко О. І., Рибчинський Р. С. Дослідження параметрів вологотеплової обробки дрібних кукурудзяних пластівців. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2019. Т. 25. № 6. С. 172–181.
- Жигунов, Д. О., Мардар М. Р., Волошенко О.С. Зерновий сніданок на основі вівсяних пластівців. *Хранение и переработка зерна*. 2017. № 9. С. 26–28.
- Фесенко, О. Високоякісні сухі сніданки, швидкорозварювані крупи і пластівці. *Зерно і хліб*. 2007. № 2. С. 22.
- Kanchana. A., Arun A. A Research On Reminiscence and Acclimation of Oryza Sativa Flakes. *Snacks Among Adolescents Current Research in Nutrition and Food Science*. 2017. Vol. 5 (3). P. 330–337.
- Фоміна І.М., Ізмайлова О.О. Вивчення перетравлювання білків пшеничних зернових пластівців підвищеної біологічної цінності. *Хранение и переработка зерна*. 2017.11. С. 34–37.
- Васильєв С.В. Народногоосподарське значення тритикале та перспективи його використання для розширення сировинної бази харчових виробництв. *Зернові продукти і комбікорми*. Т. 62, 1.2. 2016. С. 13–18.
- 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.
- 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.
- 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.
- Дмитрук Є.А., Новіков В.В. Удосконалення луштиння зерна тритикале під час виготовлення крупи. *Вісник ДДАЕУ*. 2014. С. 16–18.

REFERENCES

- Bandura V.M., Kiriienko O.O. (2015). Rozvytok infrachervonoi tekhniki dlia obrobky zerna. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*. 3 (92). 53-57 [in Ukrainian].

2. Kalinichenko R.A. (2016). Modeliuvannya dynamiky nahrivu zernivky infrachervonym vyprominiuvanniam v rukhomomu shari. *Inzheneriia pryrodokorystuvannya*. 1(5). 87–92. [in Ukrainian].
3. Dryncha V.M., Tsyndendorzhyev B.D. (2010). Osnovnye pryntsyu predposevnoho khymycheskoho protravlyvanyia y fizycheskoho obezrazhuvanyia semian. *Khranenyie y pererabotka zerna*. 12. 18–22. [in Russian].
4. Muntian V. O., Chumak V. A. (2012). Kharakterystyka infrachervonykh vyprominiuvachiv ta yikh dii na obiekty silskohospodarskoho pryznachennia. *Visnyk KhNTUSH im. P. Vasylenka*. Vyp. 129. 131–133 [in Ukrainian].
5. Shapovalenko O.I., Rybchynskiy R. S. (2019). Doslidzhennia parametriv volohoteplovoi obrobky dribnykh kukurudzianych plastivtsiv. *Naukovi pratsi NUKHT*. 25. (6). 172–181 [in Ukrainian].
6. Zhyhunov, D. O., Mardar M. R., Voloshenko O.S. (2017). Zernovy snidanok na osnovi vivsianykh plastivtsiv. *Khranenyie y pererabotka zerna*. 9. 26–28 [in Ukrainian].
7. Fesenko, O. (2007). Vysokoiakisni sukhi snidanky, shvydkorozvariuvani krupy i plastivtsi. *Zerno i khlib*. 2. 22 [in Ukrainian].
8. Kanchana. A., Arun A. (2017). Research On Reminiscence and Acclimation of Oryza Sativa Flakes. *Snacks Among Adolescents Current Research in Nutr. and F. Sci*. 5. 330–337 [in English].
9. Fomina I.M., Izmailova O.O. (2017). Vychennia peretravliuvannya bilkiv pshenychnykh zernovykh plastivtsiv pidvyshchenoi biolohichnoi tsinnosti. *Khranenyie y pererabotka zerna*. 11. 34–37 [in Ukrainian].
10. Vasyliev S.V. (2016). Narodnohospodarske znachennia trytykale ta perspektyvy yoho vykorystannia dlia rozshyrennia syrovynnoi bazy kharchovykh vyrobnytstv. *Zernovi produkty i kombikormy*. 62. (1). 3–18 [in Ukrainian].
11. Liubych V.V., Novikov V.V. (2015). Porivnialna kharakterystyka tekhnolohichnykh vlastyvostei zerna trytykale ozymoho ta pshenytsi ozymoi. *Zernovi produkty i kombikormy*. 4. S. 14–18 [in Ukrainian].
12. Osokina N. M., Kostetska K.V. (2014). Porivnialna otsinka krupianykh vlastyvostei zerna yarykh pshenytsi, trytykale ta yachmeniu. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. 1. 79–83 [in Ukrainian].
13. Urubkov S. A., Smyrnov S. O. (2014). Yssledovanye fizyko-mekhanicheskykh svoistv zerna trytykale y razrobotka tekhnolohycheskoho protsessa eho ochystky pered pomolom. *Khranenyie y pererabotka zerna*. 11 (188). 60–63 [in Russian].
14. Dmytruk Ye.A., Novikov V.V. Udoskonalennia lushchinnia zerna trytykale pid chas vyhotovlennia krupy. *Visnyk Dnipropetrovskoho Derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu*. 2014. S. 16–18 [in Ukrainian].

S. Bazhay-Zhezherun, PhD, Associated Professor; **L. Bereza-Kindzerska** PhD, Associated Professor; **A. Bashta**, PhD, Associated Professor, (National University of Food Technologies). **Development of the method of obtaining flakes OE health purpose on the basis of triticale grain.**

Abstract. We have developed and scientifically grounded the method of obtaining flakes of increased biological value from triticale grain. The technological process includes stages: preparation of grain for processing, hydrothermal treatment of prepared raw materials under low temperature conditions in three cycles, each of which includes intensive moisture and prolonged distraction, which contributes to the biological activation of grain; flattening, drying of flakes; screening, packing. After the first intensive moistening of the grain, it is provided for its treatment with infrared irradiation with constant mixing, the thickness of the grain layer is 20...25 cm. At the same time, the capacity of infrared lamps is 230...260 W/m², the distance from the grain placement plane to the lamp is 25...30 cm, the duration of the process is 58-60 s. It has been experimentally established that IR irradiation pre-soaked within 2...4 hours of grain, stimulates physiological parameters, in particular energy and germination ability, further intensifies the processes of vitamins synthesis in grain. It is noted that in the process of this complex treatment, the amount of vitamin C increases 2...3 times, tocopherols – 3...4 times, compared with the initial content of triticale grain, significantly increases the content of B vitamins, in particular, thiamine and riboflavin.

It has been established that grain irradiation for longer than 60 seconds is undesirable due to excessive grain overheating, which negatively affects the biological activation process. The influence of biological activation, which is combined with IR irradiation, on the change in the content of vitamins and basic energy compounds of grain is investigated. The indicators of microbiological stability of flakes based on triticale grain prepared according to the developed method are investigated. It has been established that microbiological contamination does not exceed the acceptable values and during 6 months of storage such grain products are safe in terms of microbiological purity.

Key words: method of preparation, triticale grain, nutritional value, flakes, health products.