

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**НОВІКОВ ВОЛОДИМИР ВІКТОРОВИЧ**



УДК 664.78.01:633.19

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КРУП'ЯНИХ  
ПРОДУКТІВ ІЗ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ**

Спеціальність 05.18.02 – Технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних і луб'яних культур

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Київ – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Уманському національному університеті садівництва  
Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**Дмитрук Євген Адамович**,  
провідний науковий співробітник науково-технічного  
центру «Проектування та технології агропромислового  
комплексу НУХТ» (Національний університет  
харчових технологій).

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Шаніна Ольга Миколаївна**,  
Харківський національний технічний університет  
сільського господарства ім. Петра Василенка  
Міністерства аграрної політики та продовольства  
України,  
професор кафедри технологій переробних і харчових  
виробництв,

кандидат технічних наук

**Гулавський Володимир Тадеушевич**,  
Заслужений працівник промисловості України,  
ТОВ «Літа», консультант.

Захист дисертації відбудеться « 29 » листопада 2016 р. о 14<sup>00</sup> годині на  
засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 у Національному університеті  
харчових технологій Міністерства освіти і науки України за адресою: 01601, м.  
Київ, вул. Володимирська, 68, ауд. А-311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного  
університету харчових технологій Міністерства освіти і науки України за  
адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий « 28 » жовтня 2016 року.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
кандидат технічних наук, доцент



Ю.В. Камбулова

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Основними напрямками перероблення зерна злакових культур є борошномельне, круп'яне та комбікормове виробництво. Нині круп'яні продукти порівняно із борошном мають зростаючий попит. Виробництво круп'яних продуктів характеризується простотою технологічного процесу, а будівництво круп'яних заводів – низькими капітальними вкладеннями, середньостроковим терміном окупності основних фондів, що зумовлює їх високу рентабельність і конкурентоспроможність.

Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності виробництва круп'яних продуктів є використання зерна високої біологічної цінності. Тритикале – перший штучно створений гібрид пшениці та жита, що поєднує їх кращі спадкові якості. Зерно тритикале характеризується високим вмістом білка (10–25 %), що збалансований за амінокислотним складом. Нині відомі гібриди тритикале та пшениці (чотиривидове тритикале), що здатні формувати високі врожаї (до 6,0–9,0 т/га). Вони стійкі до хвороб, шкідників і багатьох несприятливих факторів зовнішнього середовища, а за фізичними та технологічними властивостями наближаються до пшениць.

У технології перероблення зерна на крупу однією з найбільш витратних операцій є водотеплове оброблення. Ефективність його проведення зумовлене особливостями анатомічної будови зернівки та режимами луцення. Нині відомо режими виробництва круп'яних продуктів, що розроблені для зерна пшениці твердої та м'якої. Відмінність технологічних властивостей зерна пшениці та зерна чотиривидового тритикале зумовлює необхідність наукового обґрунтування його перероблення.

Технологічні властивості зерна тритикале вивчали: А. П. Білітюк, О. В. Властовий, І. І. Гасанова, А. Н. Говоровская, А. І. Ізотова, С. М. Каленська, Р. В. Козак, В. А. Лісничий, В. К. Рябчун та інші. Удосконаленням технологічних процесів перероблення зерна тритикале займалися вчені: Д. Н. Болотов, В. Н. Лукьянчук, А. В. Любарь, А. Е. Скаунов, С. А. Урубков, К. М. Фесенко, М. Bartnik, J. Kučerová та інші. Їх дослідження збагатили теорію та практику виробництва борошна, круп'яних продуктів із зерна тритикале та інших культур.

Нині відсутні дані комплексної оцінки технологічних властивостей зерна чотиривидового тритикале та його фракційного складу, не удосконалено режими водотеплового оброблення зерна тритикале перед луценням; недостатньо досліджено вплив тривалості пропарювання, відволожування та луцення на вихід та якість крупи тритикалевої плющеної; неповною мірою розкрито потенціал зерна тритикале та методи його раціонального використання, що зумовлює актуальність проведених досліджень.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження проводились відповідно до тематики науково-дослідної роботи кафедри технології зберігання і перероблення зерна «Розроблення та впровадження у виробництво ресурсозберігаючих конкурентоспроможних технологій виробництва та перероблення харчових продуктів», яка координується з

науковим напрямом Уманського національного університету садівництва «Розроблення сучасних конкурентоспроможних технологій виробництва харчових продуктів рослинного походження» (№ ДР 0101U004498).

**Мета і задачі дослідження.** Мета дослідження – вдосконалення технології виробництва круп'яних продуктів із зерна чотиривидового тритикале за рахунок удосконалення режимів водотеплового оброблення, параметрів лушення та застосування фракціонування для отримання високоякісних, конкурентоспроможних продуктів.

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні задачі:

– визначити доцільність використання зерна тритикале для виробництва круп'яних продуктів, проаналізувати відомі технології перероблення зерна злакових культур та зерна тритикале на крупи;

– зробити порівняльну характеристику фізико-хімічних і технологічних властивостей зерна чотиривидового тритикале та пшениці;

– встановити структуру та провести удосконалення технологічного процесу лушення зерна тритикале під час виробництва крупи із тритикале подрібненої;

– удосконалити процес пропарювання та відволожування під час виробництва крупи тритикалевої плющеної;

– визначити доцільність проведення фракціонування під час виробництва круп'яних продуктів;

– розробити рекомендації з удосконалення технологій виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале;

– визначити економічну ефективність виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале;

– провести виробничу апробацію розроблених технологій.

**Об'єкт дослідження.** Технологія круп'яних продуктів.

**Предмет дослідження.** Режимми водотеплового оброблення та лушення під час виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале.

**Методи дослідження.** Для реалізації визначених задач дослідження використано комплекс загальноприйнятих і спеціальних методів, спрямованих на отримання об'єктивних і достовірних результатів: фізико-хімічні методи, інформаційний метод, статистичний метод, метод моделювання, економічний метод, метод експертних оцінок.

**Наукова новизна одержаних результатів.** На основі експериментальних досліджень науково обґрунтовано та вдосконалено технологію виробництва крупи із тритикале подрібненої № 1, 2, 3 і крупи тритикалевої плющеної шляхом застосування раціональних режимів водотеплового оброблення з метою інтенсифікації їх отримання.

Вперше:

– встановлено, що фізико-хімічні властивості зерна чотиривидового тритикале сортів Алкід, Стратег, Тактик, лінії LP 195 і зерна тритикале сорту Хлібодар харківський подібні до зерна пшениці сорту Подолянка, проте відрізняються більшим вмістом білка, що краще збалансований за

амінокислотним складом. Встановлено високу пряму кореляційну залежність між індексом розміру часточок, натурою та числом падіння;

- обґрунтовано, що під час виробництва крупи із тритикале подрібненої на підприємствах низької продуктивності проводити водотеплове оброблення перед лушенням економічно неефективно;

- доведено, що зняття 9–11% оболонки під час лушення зерна чотиривидового тритикале дозволяє отримати продукт, що характеризується високою загальною органолептичною оцінкою та не потребує додаткового шліфування;

- удосконалено методику кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале;

- встановлено, що найбільший вплив на загальну органолептичну оцінку крупи із тритикале подрібненої та крупи тритикалевої плющеної зумовлює тривалість лушення.

Дістало подальший розвиток:

- вивчення придатності зерна тритикале для виробництва крупи зі збалансованим хімічним складом;

- дослідження впливу параметрів вальцювого верстату на вихід і якість крупи тритикалевої плющеної;

- дослідження впливу параметрів пропарювача на вихід і якість крупи тритикалевої плющеної.

**Практичне значення одержаних результатів.** Полягає у розробленні рекомендацій з технологій виробництва крупи із тритикале подрібненої № 1, 2, 3 та крупи тритикалевої плющеної. Удосконалену методику кулінарної оцінки рекомендується включати для оцінювання круп'яних продуктів із зерна тритикале. Основні результати досліджень впроваджено в 2015–2016 рр. у навчально-науковому виробничому відділі Уманського національного університету садівництва, на круп'яному заводі ТОВ «Уманьнасінтрав» Уманського району Черкаської області. Також вони використовуються у навчальному процесі Уманського національного університету садівництва.

**Особистий внесок здобувача** полягає в аналізі наукової літератури, плануванні й проведенні модельних дослідів, виконанні лабораторних аналізів, узагальненні одержаних результатів, їх опублікування та впровадження у виробництво за темою дисертації.

Планування, проведення досліджень та узагальнення результатів проведено спільно з науковим керівником д. т. н., проф. Є. А. Дмитруком. Ряд досліджень виконано спільно зі співробітниками кафедри технології зберігання і переробки зерна та кафедри агрономії Уманського НУС.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати роботи оприлюднені на Міжнародній науково-практичній конференції «Научное обеспечение картофелеводства, овощеводства и бахчеводства: достижения и перспективы – 2013» (Алматы, 2013), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Інноваційний потенціал української науки – 2013» (Запоріжжя, 2013), Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи розвитку рослинницької галузі в сучасних економічних умовах – 2013» (Скадовськ,

2013), Міжнародній науково-практичній інтернет конференції «Наука на службі сільського господарства – 2013» (Миколаїв, 2013), Міжнародній науково-практичній інтернет конференції «Прикладна наука та інноваційний шлях розвитку національного виробництва – 2013» (Тернопіль, 2013), Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті – 2014» (Біла Церква, 2014), Всеукраїнській науково-практичній конференції «Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України – 2014» (Тернопіль, 2014), Міжнародній науково-практичній конференції «Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку – 2015» (Дніпропетровськ, 2015), Міжнародній науково-практичній конференції «Зберігання та переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації – 2015» (Київ, 2015), Міжнародній науково-практичній інтернет конференції «Актуальні наукові дослідження в сучасному світі – 2015» (Переяслав-Хмельницький, 2015), Міжнародній науково-практичній інтернет конференції «Модернізація національної системи управління державним розвитком: виклики і перспективи» (Тернопіль, 2015), Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України» (Тернопіль, 2014) та на науково-практичних конференціях Уманського НУС (2013–2015 рр.).

**Публікації.** За результатами досліджень опубліковано 27 робіт з них десять статей: сім – у фахових виданнях, перелік яких затверджено Міністерством освіти і науки України, дві статті у виданнях іноземних держав, одна – у міжнародному науковому виданні; 15 тез доповідей наукових конференцій, два патенти України на корисну модель.

**Структура дисертації.** Дисертаційну роботу виконано на 226 сторінках комп'ютерного тексту (з них основного тексту – 116 сторінок). Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, 11-ти додатків і списку використаних джерел, що включає 176 найменувань, з яких 8 латиницею. Робота містить 72 таблиці, з яких 30 винесено в додатки, та 61 рисуноків, з яких 11 винесено в додатки.

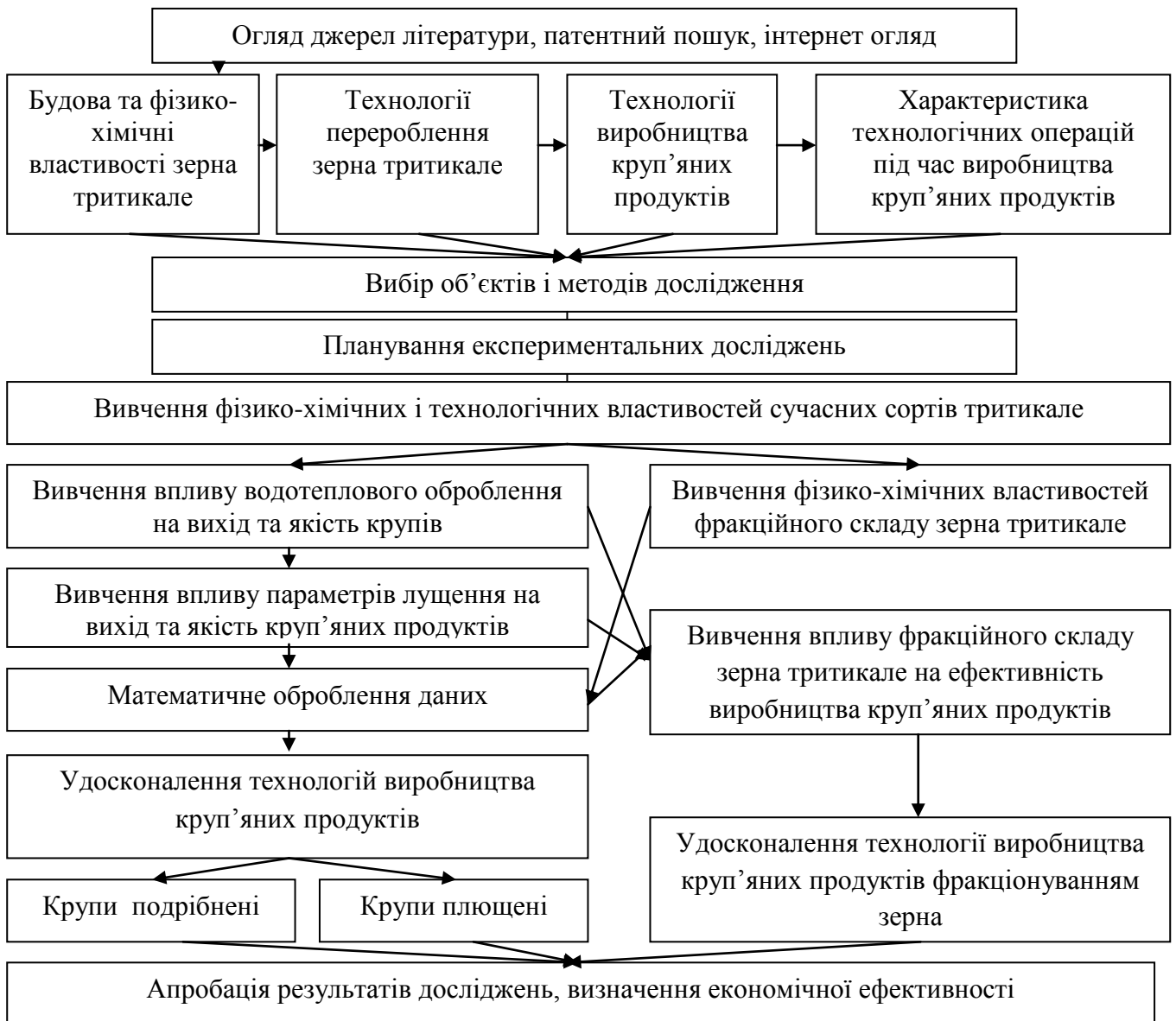
## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність проведених досліджень, сформульовано мету та задачі досліджень, встановлено їх наукову новизну та практичну цінність.

У **першому розділі** розглянуто місце зерна тритикале у Світовому господарстві, його будову та фізико-хімічні властивості. Наведено класичні та інноваційні технології перероблення зерна злакових культур на круп'яні продукти.

У **другому розділі** встановлені методичні основи проведення досліджень, наведені відомості про об'єкти, методи, обладнання для проведення досліджень. Подана блок-схема комплексних досліджень, в якій показано зв'язок етапів розроблення технології виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале (рис. 1). Для проведення досліджень використано зерно

чотиривидового тритикале сортів Алкід, Тактик, лінія LP 195 і Стратег, вирощених в умовах Правобережного Лісостепу.



**Рисунок 1 – Блок-схема проведення досліджень**

Порівняльну оцінку чотиривидового тритикале проводили з зерном пшениці озимої сорту Подолянка та зерном тритикале озимого сорту Хлібодар харківський, що було вирощено в аналогічних умовах. Фізико-хімічні властивості та мікробіологічні показники якості круп'яних продуктів визначали загальноприйнятими, стандартизованими та спеціальними методами. Математичне оброблення здійснювали методами статистичного, кореляційно-регресійного та дисперсійного аналізу.

У **третьому розділі** наведені результати експериментальних досліджень технологічних властивостей зерна тритикале та зерна пшениці (табл. 1). Встановлено, що розміри зерна тритикале істотно змінювались залежно від сорту. Площа зовнішньої поверхні становила 90,1–111,6 мм<sup>2</sup>, об'єм зернівки – 39,2–54,1 мм<sup>3</sup> залежно від сорту. Зерно тритикале було на 0,9–1,4 мм довше порівняно із зерном пшениці (7,2 мм), проте поступалось йому за товщиною.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні властивості зерна тритикале і пшениці

Показник \ Сорту	Подолянка (пшениця)	Хлібодар харківський	Алгід	Тактик	Стратег	лінія LP 195
Площа зовнішньої поверхні, мм <sup>2</sup>	72,7	90,1	102,2	94,8	102,9	111,6
Об'єм зернівки, мм <sup>3</sup>	30,0	39,2	45,2	40,5	47,0	54,1
Зародок, %	2,8	2,1	2,1	2,1	2,2	2,1
Оболонки, %	14,9	18,4	18,7	17,6	19,1	16,5
Ендосперм, %	82,3	79,5	79,2	80,3	78,7	81,4
Шпаруватість, %	41,0	42,0	42,2	42,5	43,6	44,8
Маса 1000 зерен, г	45,5	41,1	49,8	46,9	48,7	54,6
Натура г/л	728	679	643	690	668	670
Вміст білка, %	15,9	15,2	18,2	17,0	18,4	18,1
Вміст клейковини, %	34,9	24,0	24,2	19,6	25,3	24,2
ІДК, од. п.	101	65	77	69	78	82
Число падіння, с	280	135	109	185	107	94
Крохмаль, %	66,4	68,3	63,3	65,5	63,3	63,7
Клітковина, %	2,21	2,41	2,46	2,27	2,45	2,35
Жир, %	1,52	1,24	1,22	1,23	1,25	1,23
Зола, %	1,73	1,82	1,94	1,85	1,92	1,88
Індекс розміру частинок, %	29,2	48,2	45,5	49,6	47,3	46,1
Індекс незамінних амінокислот	0,51	0,63	0,52	0,58	0,50	0,52

Шпаруватість зерна чотиривидового тритикале була вища на 1,2–3,8 % порівняно із зерном пшениці, що зумовлено його більшою довжиною та меншою сферичністю.

Відомо, що за високого показника шпаруватості затрати на активне вентилявання зменшуються, а ефективність післязбирального оброблення підвищується, що вигідно характеризує зерно тритикале порівняно із пшеницею. Маса 1000 зерен тритикале змінювалась в широкому діапазоні від 41,0 г (сорт Хлібодар харківський) до 54,6 г (лінія LP 195). Всі сорти тритикале поступались пшениці за натурою зерна, що становила 643–690 г/л у тритикале і 728 г у пшениці. Було встановлено високу якість клейковини зерна чотиривидового тритикале, проте її частка була низькою, що зумовлено наявністю великої кількості водорозчинної фракції білка. Вміст клітковини та золи у зерні тритикале були найвищими.

Маркетинговими дослідженнями встановлено ріст попиту на круп'яні продукти із високим вмістом клітковини, а тому зерно тритикале повною мірою здатне задовольнити відповідну потребу споживачів.

Зерно чотиривидового тритикале було м'якозерним, оскільки індекс розміру частинок становив 0,50–0,58. Енергозатрати під час перероблення



м'якозерного зерна найнижчі, а тому використання досліджуваних сортів економічно доцільне.

Зерно чотиривидового тритикале мало високий вміст білка (15,2–18,2 %), що був краще збалансований за амінокислотним складом порівняно із зерном пшениці, оскільки індекс його незамінних амінокислот становив 0,50–0,63 проти 0,51 у зерна пшениці.

У **четвертому розділі** наведено результати експериментальних досліджень впливу водотеплового оброблення та параметрів лушення на якість та вихід круп'яних продуктів із зерна тритикале.

Продукти, що отримані під час перероблення зерна тритикале називали крупи із тритикале подрібнені № 1, 2, 3 по аналогії з крупами із м'якої пшениці подрібненими і шліфованими № 1, 2, 3 відповідно до термінології правил організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах.

Основними критеріями оцінки ефективності виробництва крупи із тритикале подрібненої № 1 були: вихід крупи, мучки та дрібки. Параметрами удосконалення були: тривалість лушення ( $X_1$ ), вологість ( $X_2$ ) та тривалість відволожування ( $X_3$ ), рівні та кроки яких вказані у таблиці 2.

**Таблиця 2 – Рівні та крок варіювання**

Показник/параметр	Позначення	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Нульовий рівень	$X_0$	90	14	75
Верхній рівень	$X_+$	160	16	120
Нижній рівень	$X_-$	20	12	30
Інтервал вимірювань	$\lambda$	20	1	30

Математичне оброблення проводили на основі середньостатистичних даних досліджень, що були проведені у трьохкратній повторності та перевірені на відтворюваність.

Рівняння отримували, попередньо передбачивши справедливість моделей відповідно до теорії Тейлора:

$$F, M, D = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + B_4 X_1^2 + B_5 X_2^2 + B_6 X_3^2 + B_7 X_1 X_2 + B_8 X_1 X_3 + B_9 X_2 X_3; \quad (1)$$

де: F – вихід крупи, %;

M – вихід мучки, %;

D – вихід дрібки, %;

$B_0, B_1, B_2, B_3, B_4, B_5, B_6, B_7, B_8, B_9$  – коефіцієнти регресії.

Матрицю експерименту у розкодованому вигляді було оброблено у надбудові Multiple Regression програми Statistica 10. Моделі було перевірено на адекватність та відсутність автокореляції, після цього були встановлені суттєві коефіцієнти регресії.

Отримані функціональні залежності мали вигляд:

$$F = 55,2828 - 0,1073X_1 + 5,2565X_2 - 0,1252X_3 + 0,0001X_1^2 - 0,175X_2^2 + 0,0093X_2X_3 \quad (2)$$

$$M = 35,3478 + 0,0843X_1 - 4,8153X_2 + 0,1367X_3 - 0,0001X_1^2 + 0,1624X_2^2 - 0,0097X_2X_3; \quad (3)$$

$$D = 8,669 + 0,02297X_1 - 0,44115X_2 - 0,01151X_3 + 0,00002X_3^2 - 0,00057X_1X_2 - 0,00001X_1X_3 \quad (4)$$

Із формул 2–4 випливає що тривалість лушення та вологість зумовлювали істотний вплив на всі досліджувані критерії ефективності проте вплив тривалості відволожування був неістотним.

Економічну ефективність проведення водотеплового оброблення визначали розрахунком умовного прибутку для круп'яних заводів продуктивністю від 10 до 70 т/добу. Кореляційно-регресійним аналізом встановлено, що умовний прибуток та вологість зерна перед лушенням мали високий ( $=-0,77\dots-0,89$ ) і дуже високий ( $=-0,91\dots-0,95$ ) обернений кореляційний зв'язок за продуктивності заводу 10 т/добу (тривалість лушення 20–160 с) (табл. 3).

**Таблиця 3 – Кореляційна залежність між умовним прибутком та вологістю зерна залежно від продуктивності заводу та тривалості лушення**

Продуктивність заводу, т/добу	Тривалість лушення, с							
	20	40	60	80	100	120	140	160
10	<b>-0,88</b>	<b>-0,91</b>	<b>-0,95</b>	<b>-0,89</b>	<b>-0,87</b>	<b>-0,83</b>	<b>-0,77</b>	<b>-0,85</b>
20	0,30	-0,41	<b>-0,68</b>	-0,25	-0,13	0,10	0,26	-0,13
40	<b>0,80</b>	0,36	0,17	0,49	0,55	<b>0,65</b>	<b>0,70</b>	0,50
70	<b>0,87</b>	0,60	0,55	<b>0,68</b>	<b>0,71</b>	<b>0,77</b>	<b>0,79</b>	<b>0,66</b>

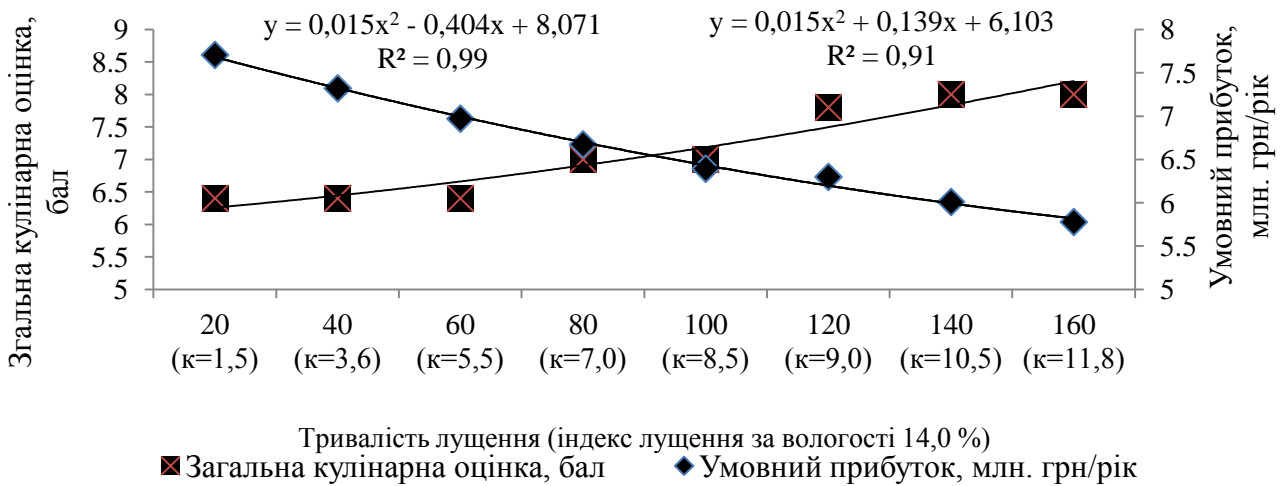
Примітка. Шрифт жирний – значення суттєві.

Підвищення продуктивності до 70 т/добу зумовлювало зміну кореляційної залежності з оберненої на пряму, а зв'язок був істотним та високим. Тому проведення водотеплового оброблення ефективне за продуктивності заводу більше 20 т/добу, а на підприємствах малої продуктивності (до 10 т/добу) – економічно недоцільне. Це зумовлено високою вартістю витратних матеріалів, що не нівельовано підвищеним виходом готового продукту. Оскільки загальна кількість валового збору зерна тритикале в Україні недостатня для ефективної роботи підприємств великої продуктивності, наступні дослідження були орієнтовані на підприємства малої продуктивності.

Керуючись тим, що проведення водотеплового оброблення на підприємствах малої продуктивності економічно неефективно, було рекомендовано переробляти зерно тритикале за початкової вологості від 12,0 % до 14,0 %. Наступні дослідження проводили з фіксацією початкової вологості зерна на рівні 14,0 %, оскільки умовний прибуток за вказаної вологості був середньостатистичним.

Дослідженнями встановлено, що каша із крупи № 1 мала дуже високу оцінку запаху, смаку та консистенції, що не змінювалась залежно від тривалості лушення та становила 9 балів. Проте показник кольору змінювався від низького до високого залежно від тривалості лушення, що пояснюється відмінністю забарвлення ендосперму та оболонки. Консистенція каші під час розжовування також залежала від тривалості лушення, а її оцінка була низькою у всіх досліджуваних зразках. Загальна кулінарна оцінка каші із зерна тритикале варіювала від низької до високої залежно від тривалості лушення. Встановлено, що інтенсивність покращення загальної кулінарної оцінки зменшувалась за тривалості лушення впродовж 120–160 с, а за тривалості лушення 140–160 с – була незмінною. Індекс лушення зерна під час виробництва крупи із тритикале подрібненої № 1 за початкової вологості 14,0 % мав пряму кореляційну

залежність із загальною кулінарною оцінкою та обернену кореляційну залежність з умовним прибутком (рис. 2).

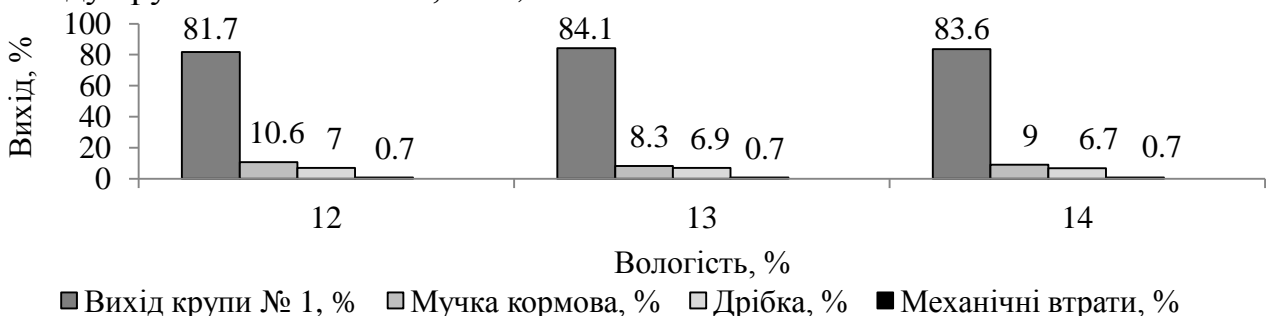


**Рисунок 2 – Загальна кулінарна оцінка та умовний прибуток від реалізації крупи із тритикале подрібненої № 1 залежно від тривалості лущення (вологість зерна – 14 %, продуктивність підприємства 10 т/добу)**

Поліноміальні криві відповідних залежностей перетинаються у точці, що відповідає тривалості лущення 90 с. Збільшення тривалості лущення до 120 с істотно покращувало загальну кулінарну оцінку за незначного зменшення умовного прибутку. Очевидно, що для підвищення конкурентоспроможності нового продукту доцільно фіксувати його якість на високому рівні. Тому необхідно лущити зерно тритикале впродовж 120 с, що відповідає індексу лущення 9,0 % за початкової вологості зерна 14,0 %, індексу лущення 8,3 % – за початкової вологості зерна 13,0 % і 10,6 % – за початкової вологості зерна 12,0 %.

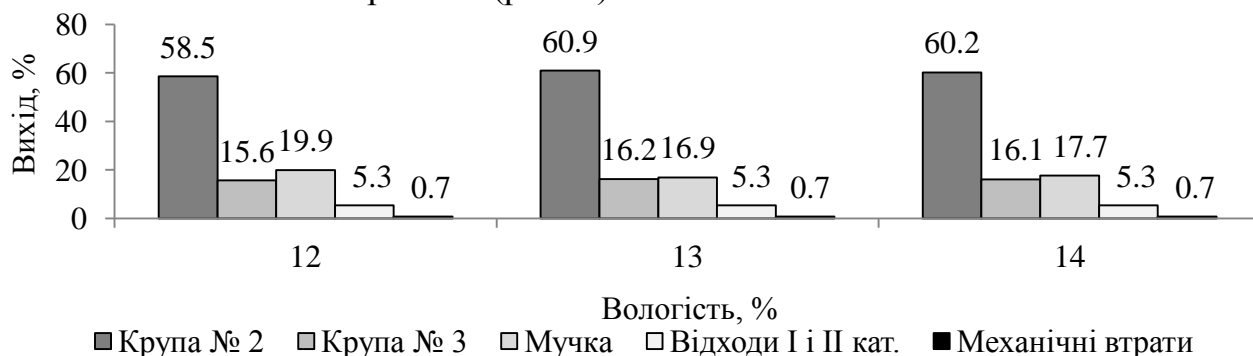
Після лущення зерна тритикале загальна органолептична оцінка отриманих продуктів була високою тому наступне проведення полірування було недоцільним, оскільки зумовлювало зниження виходу круп'яних продуктів.

Найвищий вихід крупи тритикалевої подрібненої № 1 був за початкової вологості зерна 13,0 % (індекс лущення 8,3 %) і становив 84,1 % проти 81,7 % за початкової вологості зерна 12,0 % (індекс лущення 10,6 %) (рис. 3). Вміст мучки змінювався залежно від початкової вологості обернено пропорційно до виходу крупи та становив 8,3–10,6 %.



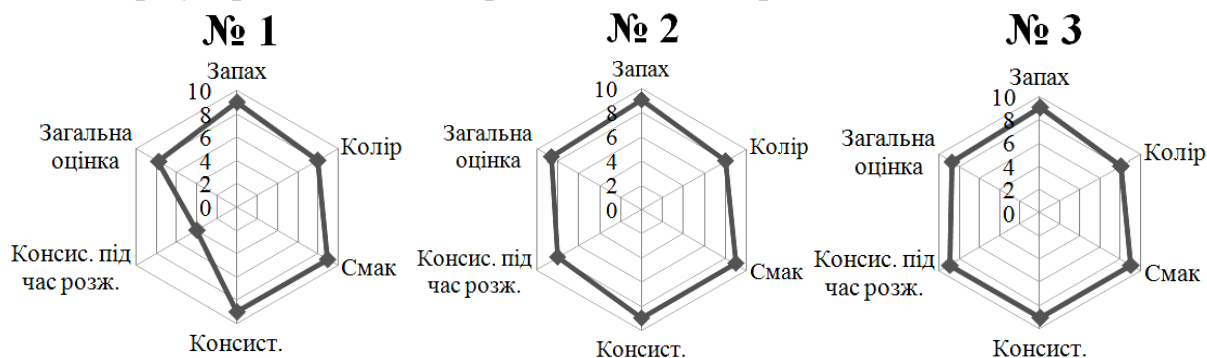
**Рисунок 3 – Вихід крупи із тритикале подрібненої №1**

Виробництво крупів тритикалевих подрібнених № 2 і 3 здійснювали на круп'яному цеху УКР–2. Встановлено, що вихід крупи із тритикале подрібненої № 2 був вищий на 15,5–17,9 %, а крупи № 3 на 3,6–4,2 % порівняно з виходом крупів із м'якої пшениці подрібнених і шліфованих № 1, 2, 3 залежно від початкової вологості сировини (рис. 4).



**Рисунок 4 – Вихід крупів із тритикале подрібнених № 2 і 3**

Загальний вихід крупів із зерна тритикале перевищував вихід пшеничних подрібнених і шліфованих крупів вироблених із м'якої пшениці на 14,1–17,1 %. Порівняльною характеристикою кулінарної оцінки крупи тритикалевої подрібненої № 1, 2 і 3 встановлено, що за сталого індексу лушення зерна (9 %), отримані продукти істотно відрізняються за органолептичними показниками та тривалістю варіння (рис. 5). Це пояснюється тим, що в результаті подрібнення зерна відбувається збільшення питомої поверхні круп'яних продуктів, що сприяє покращенню їх засвоюваності, консистенції каші під час розжовування та інтенсифікує фізико-хімічні процеси під час варіння.



**Рисунок 5 – Показники органолептичної оцінки крупів із тритикале подрібнених № 1, 2, 3**

Тривалість варіння крупів із тритикале подрібнених № 2 і 3 була у два рази меншою (22–25 хв) порівняно із крупами із тритикале подрібненими № 1 (48 хв).

Показники запаху, кольору та смаку були сталими на високому рівні у всіх досліджуваних круп'яних продуктах, проте консистенція каші під час розжовування істотно змінювалась. Встановлено, що крупи із тритикале подрібнені № 2 і 3 мали у два рази кращі показники консистенції під час розжовування порівняно із крупою № 1, що становила 8–9 і 4 бали відповідно.

Загальна кулінарна оцінка крупів подрібнених була на 0,8–1 бали вищою порівню із крупою № 1 та становила 8,6–8,8 бали.

Отже крупи із тритикале подрібнені № 2 і 3 характеризувались високими показниками якості та можуть бути конкурентоспроможними в умовах сучасного ринкового середовища. Крупа із тритикале подрібнена № 1 мала низьку кулінарну оцінку та характеризувалась високою тривалістю варіння порівняно з крупами подрібненими. Це зумовлює доцільність її подальшого перероблення на крупи плющені.

Ефективність виробництва крупи тритикалевої плющеної оцінювали за виходом крупи, мучки, відходів I і II категорії, її вологістю після водотеплового оброблення, загальній кулінарній оцінці та тривалістю варіння каші. Параметрами удосконалення були тривалість пропарювання ( $X_1$ ), відволожування ( $X_2$ ) та луцення ( $X_3$ ), рівні та кроки яких вказані у таблиці 4.

**Таблиця 4 – Рівні та крок варіювання**

Показник/параметр	Позначення	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Нульовий рівень	$X_0$	10	10	90
Верхній рівень	$X_+$	15	15	160
Нижній рівень	$X_-$	5	5	20
Інтервал вимірювань	$\lambda$	5	5	20

У загальному вигляді функції представляли так:

$$F, M, E, W, O, J = f(X_1, X_2, X_3); \quad (5)$$

де  $F$  – вихід крупи, %;

$M$  – вихід мучки, %;

$E$  – вихід відходів I і II категорії, %;

$W$  – вологість крупи після пропарювання та відволожування, %;

$O$  – загальна кулінарна оцінка, бал;

$J$  – тривалість варіння, хв;

$X_1$  – тривалість пропарювання, хв;

$X_2$  – тривалість відволожування, хв;

$X_3$  – тривалість луцення, %.

Після перевірки моделей на адекватність, відсутність автокореляції, було встановлено суттєві коефіцієнти регресії та побудовано відповідні залежності:

$$F = 93,7653 + 0,7082 X_1 - 0,0482 X_3 - 0,0283 X_1^2 + 0,00197 X_1 X_3 \quad (6)$$

$$M = 1,49 - 0,233 X_1 + 0,0189 X_3 + 0,0103 X_1^2 + 0,00004 X_3^2 - 0,0008 X_1 X_3 - 0,0002 X_2 X_3 \quad (7)$$

$$E = 4,4751 - 0,4753 X_1 + 0,0293 X_3 + 0,0179 X_1^2 - 0,001 X_1 X_3 \quad (8)$$

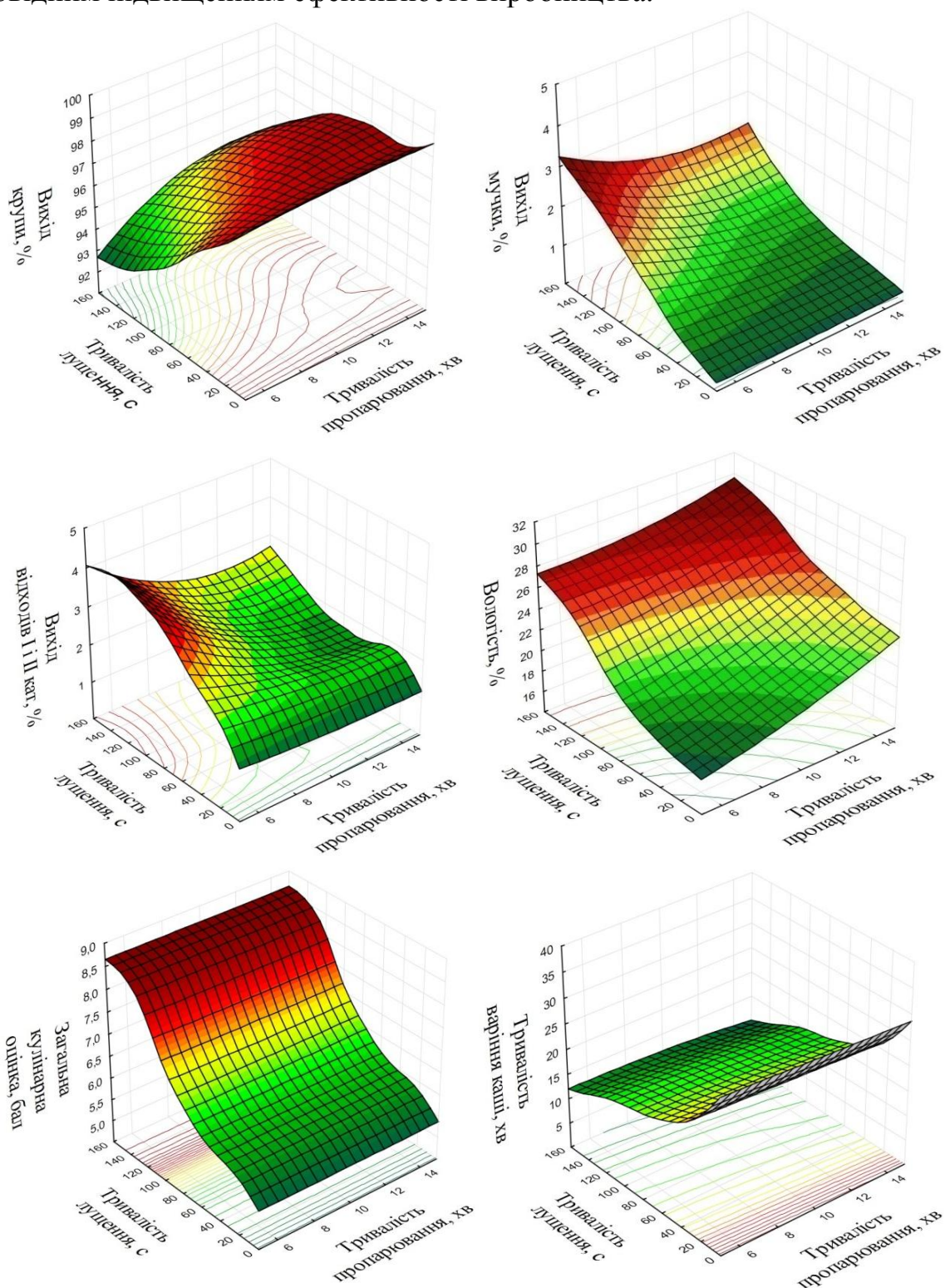
$$W = 13,2303 + 0,0598 X_3 + 0,0204 X_1^2 + 0,0001 X_3^2 - 0,00235 X_1 X_3 \quad (9)$$

$$O = 5,4756 + 0,0121 X_3 + 0,0006 X_3^2 \quad (10)$$

$$J = 28,9622 - 0,1888 X_3 + 0,0005 X_3^2 \quad (11)$$

Із рівнянь 6–11 витікає, що тривалість відволожування не впливала на ефективність круп'яного виробництва оскільки коефіцієнти її регресії були не істотними. Під час побудови площин відклику вказаних функцій значення тривалості відволожування було зафіксовано на мінімальному рівні (5 хв) (рис. 6). Із залежностей витікає, що на вихід та якість крупи істотно впливала тривалість луцення. Тривалість пропарювання впливала неістотно на загальну

кулінарну оцінку, зумовлювала незначний вплив на вихід крупи, мучки, відходів I і II категорії та тривалість варіння каші, проте вплив тривалості пропарювання на вологість був істотним. Тому, для підприємств малої продуктивності збільшення тривалості пропарювання недоцільно, оскільки високі енерговитрати на проведення водотеплового оброблення не нівельовано відповідним підвищенням ефективності виробництва.



**Рисунок 6 – Показники ефективності виробництва крупи плющеної залежно від тривалості лущення та пропарювання (тривалість відволожування 5 хв)**

Рекомендований режим луцення під час виробництва крупи із зерна тритикале подрібненої № 1 та крупи тритикалевої плющеної аналогічні, а тому сировиною для виробництва крупи тритикалевої плющеної рекомендовано крупу № 1. Вихід крупи тритикалевої плющеної становив 92 %, що на 3 % менше порівняно із виходом пшеничних швидкорозварюваних крупів. Проте удосконалена технологія характеризувалась скороченим процесом виробництва та низькою собівартістю круп'яних продуктів, що зумовлює її економічну ефективність для підприємств малої продуктивності.

Оскільки зерно чотиривидового тритикале за технологічними властивостями наближалось до зерна пшениці та було м'якозерним, удосконалення його перероблення здійснювали на основі технології виробництва крупи із пшениці м'якої подрібненої і шліфованої. Вказана технологія включає очищення зерна пшениці, його оброблення на двох луцильних системах з сепаруванням отриманих продуктів.

Після цього лущене зерно шліфують, подрібнюють, полірують та розділяють за розмірами на розсівах. За геометричними розмірами зерно тритикале подібне до зерна пшениці, що зумовлює доцільність його очищення на сепараторі, камневідбірнику та трієрах без їх додаткового налаштування (рис 7).

Після очищення зерно тритикале спрямовують на другу і третю шліфувальну систему без проведення водотеплового оброблення. Доцільність луцення зерна тритикале на машинах типу А1–ЗШН, склад абразивного матеріалу робочих органів яких відповідає таким, що рекомендовані на другій і третій шліфувальній системі пояснюється різним ступенем взаємозв'язків оболонки, алейронового шару та ендосперму пшениці та тритикале. Доцільно машини А1–ЗШН на другій і третій системі замінювати на машини типу «Каскад», що здатні досягати необхідного індексу луцення зерна на двох системах. Після третьої системи круп'яний продукт сепарують на розсві А1–БРУ для отримання крупи із тритикале подрібненої № 1. За необхідності, зерно подрібнюють на вальцьовому верстаті та спрямовують на розсів.

Удосконалення технології виробництва крупи тритикалевої плющеної здійснювали на основі технології швидкорозварюваних пшеничних крупів. Класична технологія полягає у тому, що пшеничні крупи № 1, 2, 3 сортують, та обробляють в зволожувальних апаратах до вологості 25,0–27,0 % з наступним відволожуванням упродовж 40 хв. Пропарюють в шнекових пропарниках безперервної дії впродовж трьох хвилин. Після цього крупи проходять процес повторного відволожування з наступним підсушуванням до вологості 23,0–25,0 %. Плющення проводять на вальцьовому верстаті з наступним сушінням до вологості 14,0 % та ситовим контролем. Враховуючи фізико-хімічні властивості зерна чотиривидового тритикале було рекомендовано виробляти крупу тритикалеву плющену за скороченою технологічною схемою (рис. 8).

Під час виробництва крупи тритикалевої плющеної рекомендовано використовувати крупу із тритикале подрібнену №1 без додаткового сортування.

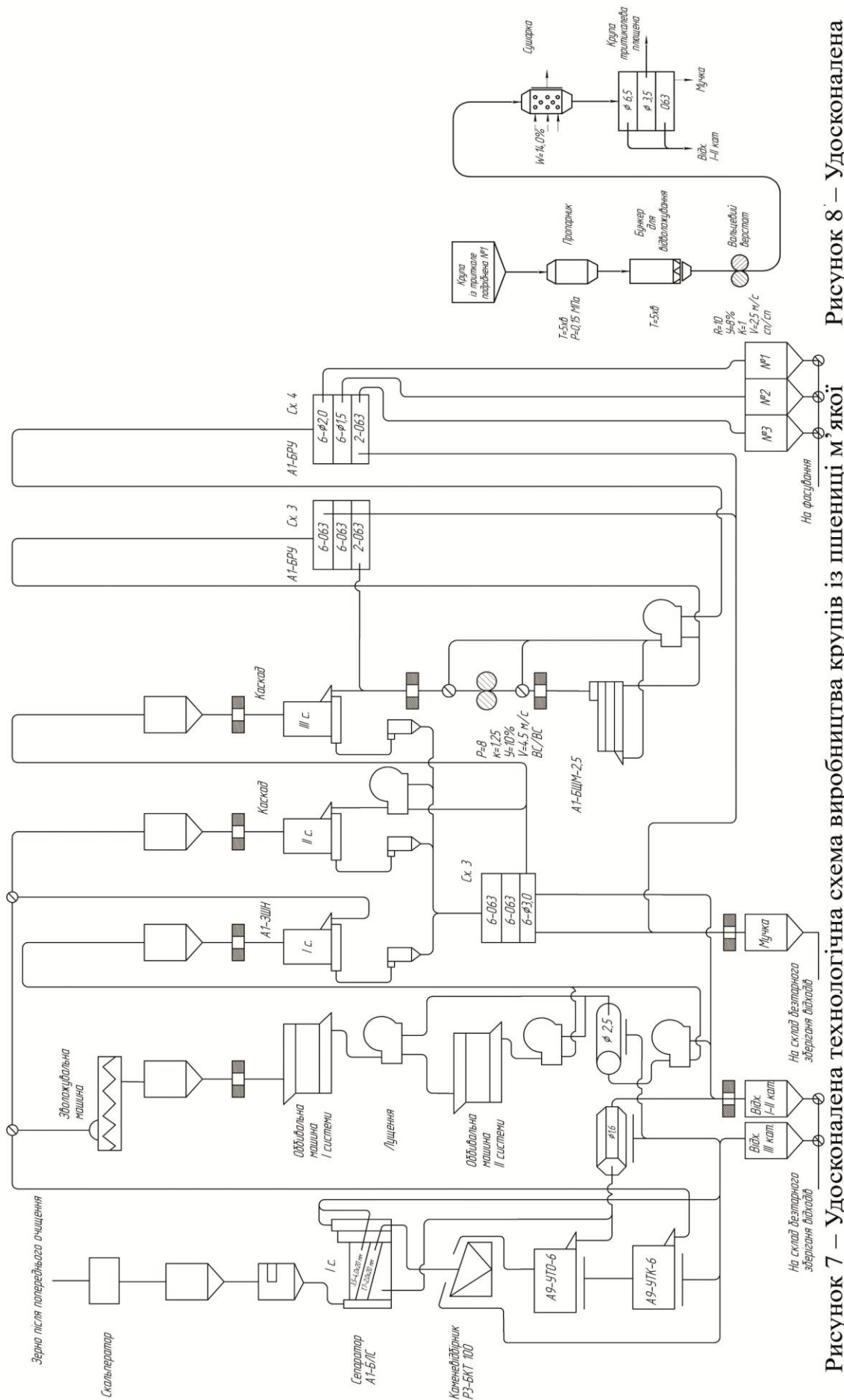


Рисунок 8 – Удосконалена технологічна схема виробництва крупки тритикалевої пласої

Рисунок 7 – Удосконалена технологічна схема виробництва крупів із пшениці м'якої подрібненої і шліфованої №1, 2, 3 та крупів із тритикале подрібненої №1, 2, 3



Крупну із тритикале подрібнену № 1 зважують після цього пропарюють в пропарювачі періодичної дії за тиску насиченої пари 0,15 МПа упродовж 5 хв. Пропарену крупу відволожують упродовж 5 хв. Оскільки вологість крупи становить 25,0 %, проводити сушіння недоцільно. Плющать крупу на вальцьовому верстаті за встановленого диференціалу 1 : 1 з наступним сушінням до вологості 14,0 % та ситовим контролем.

Стабільність мікробіологічних показників упродовж тривалого терміну зберігання, відсутність патогенних мікроорганізмів та висока енергетична цінність круп'яних продуктів із зерна чотиривидового тритикале зумовлює можливість їх ефективної реалізації.

У **п'ятому розділі** були вивчені фізико-хімічні властивості зерна чотиривидового тритикале залежно від його розмірів. Встановлено, що вміст фракцій зерна тритикале істотно залежить від сорту.

Найбільшу кількість крупного зерна мали сорти Алкід, Стратег і лінія LP 195 (44,9–57,6 %). Найбільша частка середньої фракції була у сортів Тактик і Хлібодар харківський, що становила відповідно 35,0–49,0 % і 74,0 %.

Технологічні показники якості зерна тритикале істотно змінювались залежно від фракцій та сорту. Найбільшу масу 1000 зерен мала фракція отримана сходом сита  $3,2 \times 20$  мм, яка досягала 70,8 г (сорт Стратег). У решти сортів вона змінювалась від 62,0 г до 65,0 г. Зменшення розмірів фракцій зерна зумовлювало зменшення показника маси 1000 зерен до його найменшого значення (20,5–22,5 г залежно від сорту). Маса 1000 зерен контролю за величиною була подібною до фракції отриманої проходом сита  $3,0 \times 20$  мм та сходом сита  $2,8 \times 20$  мм.

Було доведено, що під час перероблення зерна чотиривидового тритикале на круп'яні продукти доцільно його фракціонувати на крупну (схід сита  $3,0 \times 20$  мм), середню (прохід сита  $3,0 \times 20$  мм та схід сита  $2,4 \times 20$  мм) та дрібну (прохід сита  $2,4 \times 20$  мм та схід сита  $2,0 \times 20$  мм) фракції. Крупну фракцію доцільно переробляти на крупу плющену, середню фракцію – на крупу подрібнену, а дрібну фракцію використовувати для виробництва кормів. Загальний вихід круп'яних продуктів відповідно до рекомендованої технології становить 75,5–78,3 % залежно від початкової вологості зерна.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення питання удосконалення перероблення зерна тритикале, що виявляється в наступному:

1. На основі аналітичного огляду літератури встановлено, що зерно тритикале є перспективною сировиною для виробництва круп'яних продуктів високої якості. Перероблення тритикале на крупу доцільно проводити по аналогії виробництва пшеничних крупів, проте відмінності технологічних властивостей зерна тритикале нових сортів від зерна пшениці та підвищення вартості енергоносіїв зумовлюють необхідність удосконалення відповідних технологій.

2. Зерно тритикале довше порівняно з зерном пшениці, проте має меншу ширину та товщину. Маса 1000 зерен тритикале змінюється від 41,0 г до 54,6 г, проте поступається пшениці за натурою зерна (643–690 г/л), містить 17,0–25,5% білка, що на 10–14% більше, ніж у зерна пшениці, проте вміст клейковини становить 19,6–25,3%. Зерно тритикале характеризується високою активністю  $\alpha$ -амілази і м'якозерним типом зернівки. Високий вміст білка за низького вмісту клейковини дає можливість використовувати його для виробництва круп'яних продуктів.

3. Розроблено структуру технологічного процесу лушення зерна тритикале, що передбачає оброблення сировини за початкової вологості 12,0–14,0 % на лушильниках без використання водотеплового оброблення, до індексу лушення 9–11 %. Застосування таких елементів технологічного процесу забезпечує вихід цілої крупи за початкової вологості зерна 12,0 % – 81,7, 13,0 % – 84,1 і за 14,0%-й вологості – 83,6 %. Кулінарна оцінка каші, отриманої з крупи із тритикале подрібненої № 1 становить 7,8 балів. Вихід крупів із тритикале подрібнених № 2 і 3 становить 74,1–77,1 %, а їх кулінарна оцінка – відповідно 8,6 і 8,8 бали.

4. Під час виробництва крупи тритикалевої плющеної рекомендовано використовувати крупу із тритикале подрібнену № 1. Пропарювання слід проводити за тиску насиченої пари 0,15 МПа впродовж 5 хв з такою ж тривалістю відволожування. Вихід крупи плющеної становить 92,4 %, з тривалістю варіння 12–13 хв і кулінарною оцінкою 8,6 бала.

5. Фракціонування зерна тритикале істотно покращує його технологічні властивості. Ефективно використовувати фракціонування на підприємствах високої продуктивності. Рекомендовано зерно розділяти на крупну середню та дрібну фракції. Крупну фракцію доцільно переробляти на крупу тритикалеву плющену, середню – на крупу із тритикале подрібнену № 2 і 3, а дрібну використовувати для виробництва кормів.

6. Розроблено рекомендації з виробництва крупи із тритикале подрібненої № 1, 2, 3 та крупи тритикалевої плющеної, отримано два патенти на корисну модель.

7. Розроблено проекти круп'яних заводів із перероблення зерна тритикале на крупи плющені та подрібнені продуктивністю 4 т/добу. Ефективність перероблення зерна тритикале на крупи подрібненні вища порівняно із виробництвом крупів плющених. Плановий чистий прибуток заводу із виробництва крупи із тритикале подрібненої № 2 і 3 становить 943 392,8 грн/рік, а крупи тритикалевої плющеної – 762 005 грн/рік. Рентабельність виробництв – 14,5 і 7,5 % відповідно. Термін окупності капітальних вкладень – від 3,1 до 3,4 р.

8. Технологію виробництва круп'яних продуктів апробовано в навчально-науковому виробничому відділі Уманського НУС та на круп'яному заводі ТОВ «Уманьнасінтрав» Уманського району Черкаської області. Було вироблено дослідно-промислові партії крупи подрібненої № 2 і 3 та крупи плющеної в загальній кількості 2 т.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Вплив вологості зерна тритикале озимого та тривалості відволожування на вихід ядра / Є. А. Дмитрук, В. В. Любич, В. В. Новіков, І. О. Полянецька // Наукові праці ОНАХТ. — 2014. — №46. — С. 19–23. *(Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань і індексується в WorldCat).*

2. Дмитрук, Є. А. Удосконалення лушення під час виготовлення крупи / Є. А. Дмитрук, В. В. Новіков // Вісник дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. — 2014. — № 2. — С. 16–18. *(Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань).*

3. Дмитрук, Є. А. Вихід крупи плющеної із зерна тритикале залежно від ступеня його лушення та режиму водно-теплові обробки / Є. А. Дмитрук, В. В. Любич, В. В. Новіков // Зернові продукти і комбікорми. — 2015. — № 3. — С. 23–27. *(Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань і індексується в CrossRef, eLIBRARY.RU, Index Copernicus International, Google Scholar, Directory of Open Access scholarly Resources, Open Academic Journals Index, EBSCOhost, Directory Indexing of International Research Journals, WorldCat, Bielefeld Academic Search Engine, ResearchBib, Ulrich's Periodicals Directory).*

4. Любич, В.В. Порівняльна характеристика технологічних властивостей зерна тритикале озимого та пшениці озимої / В.В.Любич, В.В.Новіков // Зернові продукти і комбікорми. — 2015. — № 4. — С. 14–19. *(Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань і індексується в CrossRef, eLIBRARY.RU, Index Copernicus International, Google Scholar, Directory of Open Access scholarly Resources, Open Academic Journals Index, EBSCOhost, Directory Indexing of International Research Journals, WorldCat, Bielefeld Academic Search Engine, ResearchBib, Ulrich's Periodicals Directory).*

5. Новіков, В. В. Математична обробка експериментальних досліджень виробництва крупи тритикалевої плющеної методом багатофакторного експерименту / В. В.Новіков // Продовольчі ресурси. — 2015. — № 2. — С. 34–38. *(Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань і індексується в Google Scholar).*

6. Любич, В. В. Математичне моделювання водно-теплової обробки зерна тритикале / В. В. Любич, І. О. Полянецька, В. В. Новіков // Вісник ЖНАЕУ. — 2015. — № 2. — С. 385–391. *(Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань).*

7. Дмитрук, Є. А. Фракційний склад та деякі фізичні характеристики нерухомого шару зерна тритикале / Є. А. Дмитрук, В. В. Любич, В. В. Новіков // Наукові праці НУХТ. — 2015. — № 6. — С. 232–236. *(Журнал входить до затвердженого МОН переліку фахових видань і індексується в Index Copernicus, EBSCOhost, CABI Full Text, Universal Impact Factor, Google Scholar).*

8. Любич, В. В. Фракционный состав зерна тритикале озимого и его технологические характеристики в зависимости от сорта / В. В. Любич, В. В. Новіков // Вестник Прикаспия. — 2014. — № 1. — С. 21–24. *(Журнал індексується в РИИД SCIENCE INDEX).*

9. Любич, В. В. Фізико-хімічні властивості різних фракцій зерна тритикале залежно від сорту / В. В. Любич, Л. Д. Руденко, В. В. Новіков // Науковий огляд. — 2014. — № 1. — С. 177–184. *(Журнал індексується в РИИД SCIENCE INDEX, ResearchBib, Bielefeld Academic Search Engine, Directory Indexing of International Research Journals, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat, Directory of Research Journals Indexing, Polish Scholarly Bibliography, Open Academic Journals Index, Scientific Indexing Services).*

10. Любич, В. В. Сравнительная характеристика физических свойств зерна тритикале озимого и пшеницы озимой / В. В. Любич, В. В. Новіков // Вестник Прикаспия. — 2015. — № 4. — С.21–24. *(Журнал індексується в РИИД SCIENCE INDEX).*

## Патенти:

11. Пат. 104152 Україна, МПК А23L 1/10. Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці / Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І.О.,

Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник та власник Уманський національний університет садівництва. – № у 2015 07630; заявл. 30.07.2015., чинний з 12.01.2016, Бюл. № 1.

12. Пат. 105455 Україна, МПК А23L 7/10. Спосіб отримання крупы тритикалевої цілої / Господаренко Г. М., Дмитрук Є. А., Любич В. В., Полянецька І. О., Новіков В. В., Возіян В. В.; заявник та власник Уманський національний університет садівництва. – № у 2015 07815; заявл. 06.08.2015., чинний з 25.03.2016, Бюл. № 6.

*Тези доповідей на наукових конференціях:*

13. Любич, В. В. Вміст клейковини в зерні тритикале залежно від геометричних розмірів його зернівки / В. В. Любич, В. В. Новіков // Перспективи розвитку рослинницької галузі в сучасних економічних умовах : матеріали Міжнар. науково-практичн. конф., 6-8 серпня 2013 р, Скадоськ, Україна / КНУ — Скадоськ, 2013. — С. 195-196.

14. Любич, В. В. Вплив вологості і тривалості лущення на вихід ядра тритикале / В. В. Любич, В. В. Новіков // Прикладна наука та інноваційний шлях розвитку національного виробництва : матеріали Міжнар. науково-практичн. інтернет конф. 17-18 жовтня 2013 р., Тернопіль, Україна / ТНТУ. — Тернопіль, 2013. — С. 18-19.

15. Любич, В. В. Перспективи використання зерна тритикале / В. В. Любич, В. В. Новіков // Актуальні питання сучасної аграрної науки : матеріали Всеукр. науков. конф. 14-15 березня 2013 р., Умань, Україна / УНУС — Умань, 2013. — С. 208–209.

16. Любич, В. В. Технологические свойства зерна тритикале в зависимости от его крупности / В. В. Любич, В. В. Новиков // Научное обеспечение картофелеводства, овощеводства и бахчеводства: достижения и перспективы : матеріали Междунар. научно-практ. конф. 11-12 декабря 2013 г, Алматы, Казахстан / КНИИКО. — Алматы, 2013. — С. 366–368.

17. Любич, В. В. Фракціонування зерна тритикале як захід оптимізації технології переробки / В. В. Любич, О. Г. Сухомуд, В. В. Новіков // Наука на службі сільського господарства : матеріали Міжнар. науково-практ. інтернет конф. 5 березня 2013 р., Миколаїв, Україна / МНАУ. — Миколаїв, 2013. — С. 13.

18. Новіков, В. В. Пригодность зерна тритикале для крупяного производства / В. В. Новиков // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах : матеріали Всеукр. науков. конф. 24-25 жовтня 2013 р., Умань, Україна / УНУС : тези доп. — Умань, 2013. — С. 32-34.

19. Новіков, В. В. Оптимізації технологічного процесу переробки зерна методами гарячого кондиціонування / В. В. Новіков, О. Г. Сухомуд, В. В. Любич // Інноваційний потенціал української науки — XXI сторіччя : матеріали Всеукр. науково-практичн. конф. 26 лютого — 6 березня 2013 р., Запоріжжя, Україна / ЗНТУ. — Запоріжжя, 2013. — С. 31–32.

20. Дмитрук, Є. А. Оптимізація процесу лущення під час виробництва неподрібненої крупы з тритикале / Є. А. Дмитрук, В. В. Любич, В. В. Новіков // Актуальні питання сучасної аграрної науки : матеріали Всеукр. конф., 19-20 листопада 2014 р, Умань, Україна / Уманський НУС. — Умань, 2014. — С. 157–158.

21. Любич, В. В. Вплив вологості на лущення зерна тритикале / В. В. Любич, В. В. Новіков // Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті : матеріали Міжнар. науково-практичн. конф. 15-16 травня 2014 р., Біла церква, Україна / БДАУ. — Біла Церква, 2014. — С. 3.

22. Любич, В. В. Технологічна оцінка зерна тритикале для виробництва крупы / В. В. Любич, В. В. Новіков // Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України : матеріали Всеукр. науково-практ. конф. 15-16 травня 2014 р., Тернопіль, Україна / ТНТУ — Тернопіль, 2014. — С. 113–115.

23. Любич, В. В. Кулінарна оцінка крупы тритикалевої лущеної / В. В. Любич, В. В. Новіков // Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку : матеріали Міжнар. науково-практичн. конф. 22-23 жовтня 2015 р., Дніпропетровськ, Україна / ДАЕУ. — Дніпропетровськ, 2015. — С. 176–177.

24. Любич, В. В. Натура, склоподібність і вміст золи в зерні тритикале озимого залежно від сорту і геометричних розмірів / В.В. Любич, В.В. Новіков // Актуальні наукові дослідження в сучасному світі : матеріали Міжнар. науково-практичн. інтернет конф. 25-26 червня 2015 р., Переяслав-Хмельницький, Україна / ПХДПУ. — Переяслав-Хмельницький, 2015. — С. 131–135.

25. Любич, В. В. Особливості переробки тритикале на крупу / В.В. Любич, Л. Л. Новак, В.В. Новіков // Зберігання та переробка продукції рослинництва: освіта, наука, інновації : матеріали між нар. науково-практична конф. 1-3 червня 2015 р. Київ, Україна / НУБІП. — Київ, 2015. — С. 40–41.

26. Тоболова, Г. В. Фракціонування зерна тритикале озимого під час виробництва круп'яних продуктів / Г. В.Тоболова, В.В. Любич, В.В. Новіков // Модернізація національної системи управління державним розвитком: виклики і перспективи : матеріали між нар. науково-практична конф. 16-17 грудня 2015 р. Тернопіль, Україна / ТДСГДС ІКСГП НААН – Тернопіль, 2015 — С. 33–35.

27. Кисільова, М. М. Білковий комплекс зерна тритикале і пшениці / М.М.Кисільова, В.В. Любич, В.В. Новіков // Роль науки у підвищенні технологічного рівня ефективності АПК України : матеріали всеукр. науково-практична конф. 4 грудня 2015 р. Тернопіль, Україна / ТДСГДС ІКСГП НААН — Тернопіль, 2015 — С. 33–35.

*Особистий внесок автора: проведення літературного пошуку та експериментальних досліджень, підготовка матеріалів до публікації [1–6]; проведення патентного пошуку, участь у розробці патенту і підготовці матеріалів до патентування [10–12]; проведення експериментальних досліджень, опрацювання та узагальнення експериментальних даних, підготовка матеріалів до публікацій [13–27].*

## АНОТАЦІЯ

**Новіков В. В. Удосконалення технології виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.02 – Технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів, олійних і луб'яних культур. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України. – Київ, 2016.

Дисертацію присвячено удосконаленню технології виробництва крупи із тритикале дробленої № 1, 2, 3 та крупи тритикалевої плющеної на основі наукового обґрунтування раціональних режимів лушення, водотеплового оброблення та використання фракціонування зерна. В роботі наведені результати досліджень по визначенню фізико-хімічних та технологічних властивостей зерна тритикале озимого та їх порівняльна характеристика з зерном пшениці озимої. Досліджено фракційний склад зерна тритикале. Науково обґрунтовано й експериментально підтверджено високі техніко-економічні показники технологій отримання круп'яних продуктів із зерна тритикале, що характеризуються високою кулінарною оцінкою.

За результатами роботи розроблено рекомендації з технології перероблення зерна тритикале на круп'яні продукти, які впроваджено на круп'яних заводах. Визначена економічна ефективність від впровадження розроблених рекомендацій.

**Ключові слова:** водотеплове оброблення, лушення, зерно тритикале, фізичні властивості, технологічні властивості, якість, фракціонування.

## АННОТАЦИЯ

### **Новиков В.В. Совершенствование технологии производства крупяных продуктов из зерна тритикале – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.02 – Технология зерновых, бобовых, крупяных продуктов и комбикормов, масличных и лубяных культур. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины. – Киев, 2016.

Диссертация посвящена усовершенствованию технологии производства крупы тритикалевой шлифованной и дробленой на основе научного обоснования рациональных режимов шелушения, водотепловой обработки и использования фракционирования зерна.

Установлено, что зерно всех сортов тритикале имеет низкое содержание клейковины (19,6–25,3 %), однако благодаря высокому содержанию белка (17,0–18,4 %), лучшей его сбалансированности по аминокислотному составу, зерно тритикале является отличным сырьем для производства крупяных продуктов.

На основе результатов экспериментальных исследований установлено, что зерно тритикале, имея мягкозерную структуру, целесообразно шелушить без водотепловой обработки при начальной влажности 12,0–14,0 %. Шлифованные и дробленые крупы, которые изготавливаются из зерна с индексом шелушения 9–11 %, характеризуются высокими показателями качества, а соответствующий режим является оптимальным. Крупы тритикале дробленые № 2, 3, что изготовлены в соответствии с рекомендациями, характеризуются очень высокой органолептической оценкой (8,6–8,8 балла), низкой продолжительностью варки (22–25 мин) и повышенным выходом готового продукта (74,1–77,1 %).

Индекс шелушения зерна тритикале имеет существенное влияние на технико-экономические показатели производства и формирует качество готового продукта, тогда как продолжительность пропаривания характеризуется малосущественным влиянием. Продолжительность отволаживания не влияет на формирование основных показателей эффективности производства. Повышение продолжительности пропаривания и отволаживания не нивелируются соответствующим повышением выхода готового продукта и снижением продолжительности его варки. Поэтому рационально пропаривать и отволаживать крупу в течение 5 мин. Целесообразно при изготовлении крупы тритикалевой плющеной использовать зерно с индексом шелушения 9–11 %. Крупа тритикалевая плющенная характеризуется высокой кулинарной оценкой (8,3 балла) и низкой продолжительностью варки (16 мин).

Учитывая анатомические и технологические свойства фракций зерна тритикале, установлено, что наиболее целесообразно разделять зерновую смесь на три фракции: крупную (сход сита 3,0×20 мм), среднюю (проход сита 3,0×20 мм и сход сита 2,4×20 мм) и мелкую (проход сита 2,4×20 мм и сход сита 2,0×20 мм). Содержание фракций зерна существенно зависит от сорта

тритикале. Наиболее крупное зерно имеют сорта Алкид, Стратег и линия LP 195, в которых зерно крупной фракции составляет 44,9–57,6 %, у сорта Тактик 27,6 и 8,1 % у сорта Хлебодар харьковский. Однако содержание средней фракции этих сортов составляет соответственно 35–49 % и 74 %. Технологические показатели качества зерна тритикале существенно меняются в зависимости от фракций и сорта. Наибольшую массу 1000 зерен имеет проход сита 3,2×20 мм которая у сорта Стратег достигает 70,8 г. В остальных сортов она меняется от 62,0 г до 65,0 г. Масса 1000 зерен исходного зерна по величине подобна средней фракции.

Рационально крупную фракцию перерабатывать на крупу плющеную, среднюю фракцию – на крупу дробленую, а мелкую фракцию изымать. Это приводит к улучшению общей кулинарной оценки крупы плющенной с 8,6 до 8,8 и малосущественным ее ухудшением с 8,8 до 8,2 у крупы дробленой. Общий выход крупяных продуктов по разработанной технологии составляет 75,5–78,3 % в зависимости от начальной влажности зерна.

По результатам работы разработаны рекомендации по технологии переработки зерна тритикале на крупяные продукты, которые внедрены на крупяных заводах. Определенная экономическая эффективность от внедрения разработанных рекомендаций.

**Ключевые слова:** водотепловая обработка, шелушение, зерно тритикале, физические свойства, технологические свойства, качество, фракционирования.

## SUMMARY

**Novikov VV The improving of the technology the groats production from the grain of triticale - Manuscript.**

The thesis for the degree of candidate of technical sciences, speciality 05.18.02 – Technology of cereals, legumes, cereal products and animal feed, oil and bast crops. – National University of Food Technologies, Ministry of Education and Science of Ukraine. – Kyiv, 2016.

The dissertation is devoted to improvement of the technology the groats production from the grain of triticale. The research is based on the scientific substantiation of exfoliation the grain of triticale, the options of the water and the heat. The dissertation is presents the results of research to determine the physical, chemical and technological parameters of triticales grain quality and their comparative characteristics with the winter wheat grain. The fractional composition of grain triticale was studied.

Scientifically substantiated and experimentally confirmed the high technical and economic performance of technologies for cereal products of grain triticale, characterized by high culinary estimate. As a result of the recommendations of triticale grain processing technologies for cereal products which are introduced on cereal plants.

Keywords: water-cooking, peeling grain triticale, physical properties, technological properties, quality, fractionation.

Підписано до друку 21.10.2016 р. Формат 60×90/16  
Обсяг 1,0 умов. Друк. Арк. Наклад 100 прим.  
Замовлення № 145  
Редакціно-видавничий відділ Уманського НУС  
Свідоцтво ДК №2499 від 18.05.2006 р.  
20305, м. Умань, вул. Інститутська, 1  
e-mail: unus\_rvv@ukr.net