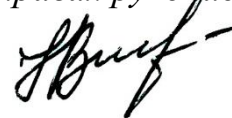


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

На правах рукопису



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

Дисертація
на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

*Ідентичність всіх
примірників дисертаційної роботи
засвідчую.*

Науковий керівник –
Дмитрук Євген Адамович
доктор технічних наук, професор

*Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради Ю.В. Камбулова
14.06.2016р. Зюканич*

Умань – 2016

ЗМІСТ

ЗМІСТ	2
УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ТА МЕТОДИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ	12
1.1 Будова та фізико-хімічні властивості зерна тритикале	12
1.2 Технології перероблення зерна тритикале	17
1.2.1 Технології виробництва круп'яних продуктів із зерна злакових культур	19
1.2.2 Характеристика основних технологічних операцій під час виробництва круп'яних продуктів.	21
Висновки до розділу 1	27
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
2.1 Об'єкти і методи досліджень	29
2.1.1 Об'єкти досліджень	31
2.1.2 Методи досліджень	31
2.2 Обладнання для проведення досліджень	37
2.3 Методи математичного оброблення експериментальних даних	39
Висновки до розділу 2	40
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО НОВИХ СОРТІВ І ЗЕРНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ	42
Висновки до розділу 3	63
РОЗДІЛ 4	
ВПЛИВ ВОДОТЕПЛОВОГО ОБРОБЛЕННЯ ТА ПАРАМЕТРІВ ЛУЩЕННЯ НА ЯКІСТЬ ТА ВИХІД КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ	65
4.1 Вплив зволоження, відволоження та лущення зерна на вихід та якість крупів із тритикале подрібнених № 1, 2, 3	65
4.2 Вплив тривалості пропарювання, відволоження та лущення зерна на вихід та якість крупи тритикалевої плющеної	88
4.3 Удосконалення технологій виробництва круп'яних продуктів із зерна	104

тритикале

4.4 Поживна цінність, безпечність круп'яних продуктів із зерна тритикале та зміна їх якості під час зберігання	109
Висновки до розділу 4	113
РОЗДІЛ 5 ВПЛИВ РОЗМІРІВ ЗЕРНІВОК ТРИТИКАЛЕ НА ВИХІД І ЯКІСТЬ КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ	115
5.1 Технологічні та фізико-хімічні властивості зерна тритикале залежно від геометричних розмірів	115
5.2 Вихід круп'яних продуктів із зерна тритикале різних геометричних розмірів	122
Висновки до розділу 5	128
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	130
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	132
ДОДАТКИ	154
Додаток А Патент на корисну модель «Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці»	155
Додаток Б Патент на корисну модель «Спосіб отримання крупи тритикалевої цілої»	158
Додаток В Акт впровадження результатів науково-дослідної роботи на круп'яному цеху НВВ УНУС	161
Додаток Г Акт впровадження результатів науково-дослідної роботи на круп'яному заводі ТОВ «Уманьнасінтрав»	164
Додаток І Акт впровадження результатів науково-дослідної роботи у науковий процес Уманського НУС	167
Додаток Д Методика досліджень	169
Додаток Е Вплив водотеплового оброблення та параметрів лущення на якість та вихід круп'яних продуктів	173
Додаток Є Розрахунок економічної ефективності на прикладі технології виробництва крупів із тритикале подрібнених № 2, 3 та крупи тритикалевої плющеної	203

Додаток Ж Рекомендації з технології виробництва крупи із тритикале подрібненої № 1, 2, 3	212
Додаток З Рекомендації з технології виробництва тритикалевої плющеної	218
Додаток И Технологічні властивості зерна тритикале залежно від геометричних розмірів	222

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

r – коефіцієнт кореляції;

R^2 – коефіцієнт детермінації;

розрах. r – розрахунковий коефіцієнт кореляції;

F – показник критерію Фішера;

p – стандартна помилка досліджень;

DW – показник критерію Дарбіна-Уотсона;

B – показник вагомості змінної;

о. п. – одиниць приладу;

ІДК – індекс деформації клейковини;

Multiple Regression – множинна регресія;

Correlation matrices – кореляційна матриця;

ANOVA – дисперсійний аналіз;

LP – Любич-Парій;

НІР – найменша істотна різниця;

ФАО – продовольча та сільськогосподарська організація ООН;

ІНАК – індекс незамінних амінокислот;

ІРЧ – індекс розміру частинок;

k – індекс лущення;

МАФАНМ – колонії мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів;

КУО – колоніє утворювальна одиниця;

Кд – крупа подрібнена;

Кп – крупа лущена.

ВСТУП

В умовах реорганізації та зміни напрямку діяльності національної економіки України перед технологами поставлено чітке завдання удосконалення режимів перероблення сільськогосподарської сировини. Для раціонального використання потенціалу зерна та збільшення конкурентоспроможності готового продукту доцільно збільшувати його асортимент і створювати нові види продукції.

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 лушення. 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. Скакунов, 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 лущенням; недостатньо досліджено вплив тривалості пропарювання, відволожування та лущення 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, планам, 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 лущення 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 лущення 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. Режими водотеплового оброблення та лущення 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 лущенням економічно неефективно;

– доведено, що зняття 9–11 % оболонок під час лущення 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 лущення.

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 відділу 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.

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ТА МЕТОДИ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Будова та фізико-хімічні властивості зерна тритикале

Біологів завжди цікавила ідея об'єднати в одній рослині цінні властивості пшениці та жита. Упродовж тривалого часу гібриди пшениці та жита вивчали в Італії, Аргентині, США, Франції, Японії, Німеччині, а також у країнах СНД. Нині основним районом культивування тритикале є Східна та Центральна Європа: Німеччина, Польща, Угорщина та Білорусія [61, 66, 70, 129, 168, 174].

Зерно тритикале – перший штучно створений гібрид пшениці та жита, що дотепер має багато невивчених особливостей. Зерно тритикале сучасних сортів характеризується специфічними фізико-хімічними та технологічними властивостями, що відмінні від зерна пшениці та жита. Це зумовлено як природною еволюцією, так і штучним селекційним доббором [11, 44, 67, 69, 113, 176].

Будова зерна тритикале подібна до зерна пшениці, проте відрізняється співвідношенням розмірів основних анатомічних частин (рис. 1.1). Зернівка зовні покрита тонким шаром воску, який захищає її від негативних впливів чинників навколишнього природного середовища. Під час первинного оброблення зерна воскоподібний шар частково або повністю видаляється [143]. Під воскоподібним шаром знаходяться плодова та насіннева оболонки, що покривають алеїроновий шар і зародок, вміст яких становить 4–6 % від маси зернівки. До їх складу входять пентозани, геміцелюлози, клітковина, азотисті речовини, у невеликій кількості цукор і жир. У процесі перероблення зерна на борошно та крупи оболонки частково або повністю видаляються. Це зумовлено тим, що висока наявність периферійних частин у готовому продукті погіршує його органолептичні та фізико-хімічні показники [33, 44, 68].

Плодова оболонка зернівки тритикале має розвинену поверхню з безліччю зморшок радіусом 2–10 мкм, поглиблень конусоподібної та сферичної форми, які

значно збільшують поверхню зерна тритикале порівняно з зерном пшениці та жита. Плодова оболонка нещільно прилягає до насінневої. Між ними є порожнини шириною 0,2–4,0 мкм [12, 63, 127].

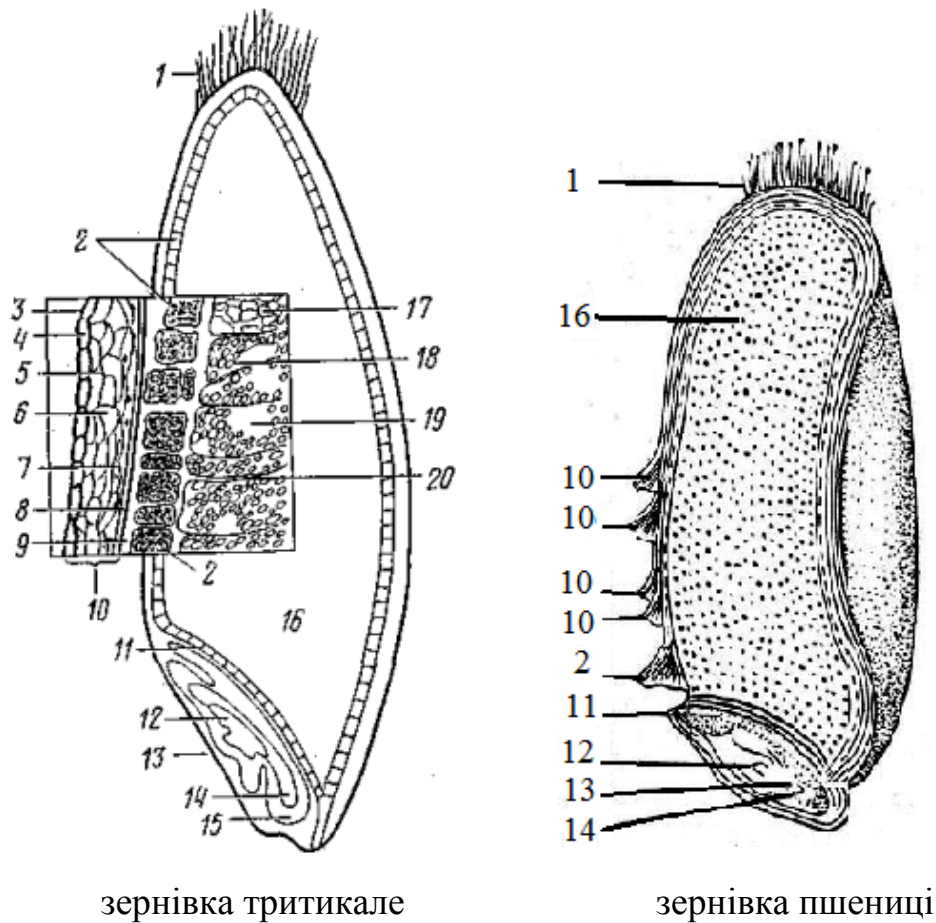


Рисунок 1.1 – Будова зернівки тритикале [143]: 1 – чубчик, 2 – алейронові клітини, 3 – кутикула, 4 – епідерміс, 5 – гіподерма, 6 – тонкостінні клітини, 7 – поперечні клітини, 8 – плодова оболонка, 9 – епідерміс, 10 – перикарпій, 11 – щиток, 12 – зародкова брунька, 13 – зародок, 14 – зародковий корінець, 15 – оболонка, 16 – ендосперм, 17 – ядро, 18 – крохмальні зерна, 19 – білок, 20 – оболонка клітини.

Борозенка проходить через усю довжину зернівки та має різну глибину залежно від сорту. У дрібному зерні тритикале на початку борозенки утворюються пустоти зумовлені відсутністю розвитку клітин ендосперму, проте у крупного та середнього зерна вони відсутні [30].

Алейроновий шар зерна тритикале становить 14–16 % від маси зернівки. Він складається з одного ряду великих товстостінних клітин, між якими є порожнини шириною 0,5–1,5 мкм. Клітини алейронового шару на поперечному зрізі мають неправильну, а на повздовжньому зрізі – правильну геометричну форму [154].

До складу алейронового шару входять альбуміни, глобуліни, жир, цукор, клітковина, зола, водорозчинні вітаміни, геміцелюлози, пентозани та мінеральні речовини [33, 44, 154, 167].

Тканини ендосперму зерна тритикале складають призматичні клітини, довжина яких змінюється від 450 до 500 мкм, а їх середня ширина становить 85–120 мкм. Вони заповнені крохмальними зернами овальної та сферичної форми, що оточені білковим матриксом [40, 44, 118, 173].

Продукти, отримані з ендосперму зерна тритикале характеризуються добрим смаком і кольором. В ендоспермі знаходиться 77–80 % білка від загального його вмісту, а решта розміщена в оболонках і зародку [54, 79, 132].

Зародок зерна тритикале складає 2,0–3,5 % від маси зернівки. Вміст білка у зародку становить 15–35 %, а жиру – 2–15 % [23, 275]. Під час перероблення зерна зародок рекомендовано видаляти, оскільки він містить гліцериди ненасичених жирних кислот, що легко розкладаються та прогіркають. Сучасними технологіями передбачено отримання до 50 % зародкового продукту від загального його вмісту, що використовується у фармацевтичній промисловості [33].

Відомо, що цільове використання сировини зумовлено показниками маси 1000 зерен, склоподібності та натури. Доведено, що маса 1000 зерен характеризує запас поживних речовин у зернівках. У рівних умовах зерно з підвищеною масою 1000 зерен має більш розвинений ендосперм [98]. Тритикале характеризується високою масою 1000 зерен, яка може змінюватись від 36,0 г до 53,0 г [9, 28, 48, 77, 111, 127, 145, 157, 172].

За натурою зерно тритикале поступається пшениці. Так, цей показник у пшениці становить 785–810 г/л, а в тритикале знаходиться в межах 560–767 г/л [51, 71, 114, 131, 157]. Нижча натура зерна тритикале порівняно із зерном

пшениці зумовлена більшою довжиною його зернівки та меншою сферичністю [71].

Геометричні розміри зерна тритикале істотно залежать від сорту і умов вирощування. Довжина зернівки тритикале варіює від 5,0 до 10,0 мм, ширина – від 1,4 до 3,6, товщина – від 1,2 до 3,5 мм [11, 131].

Зерно тритикале за виповненістю наближається до пшениці [71]. Так, порівняно з пшеницею, тритикале має в 1,4 рази більший об'єм зернівки [49].

Встановлено, що під час фракціонування зерна тритикале схід сита 3,0×20 мм становить від 5,9 до 43,3 %; схід сита 2,5×20 мм – від 3,5 до 14,0; схід сита 2,0×20 мм – від 0,2 до 8,0; схід сита 1,7×20 мм – від 0,2 до 2,4 % [51, 63].

Дослідженнями Г. А. Єгорова [42] встановлено, що вміст ендосперму в крупній фракції вищий (83,5 %) порівняно з дрібною (72,5 %). Зменшення крупності зерна істотно знижує вихід цілого ядра внаслідок збільшення кількості оболонок.

Натура зерна крупної фракції становить 757 г/л, середньої – 746, дрібної – 684 г/л, а маса 1000 зерен – відповідно 44 г, 33 і 21 г [21, 22, 102].

Доведено, що крупність зерна впливає на тривалість варіння каші. Так, цей показник у крупної фракції становить 27 хв, дрібної – 22 хв, а коефіцієнт розварювання знижується, відповідно, з 3,1 до 2,6 [101]. Встановлено [16], що економічна доцільність фракціонування зерна можлива лише за оптимального процесу лущення та використання високоефективних розсійників.

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

Основним показником, що визначає цінність білкових речовин у зерні тритикале є клейковина, вміст якої змінюється від 4 до 34 % залежно від сорту, а індекс деформації клейковини становить від 60 до 120 о. п. [30, 64, 71, 147].

Білок тритикале може містити: 26–28 % водорозчинних білків, 7–8 – солерозчинних, 25–26 – спирторозчинних і 18–20 % білків розчинних у кислоті [29, 104].

Підвищений вміст водо- і солерозчинних фракцій білка в зерні тритикале, багатих незамінними амінокислотами, зумовлює високу його цінність, а тому має широкий спектр застосування в сільськогосподарському та промисловому виробництві [171].

Тритикале містить в зерні на 2–3 % більш повноцінного білка, що краще засвоюється порівняно з білком пшениці [31, 100, 148]. Вміст білка в зерні тритикале становить від 10,0 до 25,0 % залежно від сорту [24, 51, 67, 111, 114, 144, 147, 155, 158].

Продукти перероблення зерна тритикале добре засвоюються, що пояснюється високою перетравністю білка (до 90,3 %) [19, 60, 66]. Крім цього зерно тритикале має збалансований амінокислотний склад, що характеризується значним вмістом глютамінової та аспарагінової кислот, проліну та лейцину [4, 57, 124, 134, 135, 177].

Загальний вміст незамінних амінокислот в зерні тритикале становить 3731 мг/100 г проти 3257 і 2770 мг/100 г відповідно в зерні пшениці та жита. Загальний вміст замінних амінокислот у зерні тритикале становить 8663 мг/100 г проти 7452 і 6791 мг/100 г у зерні пшениці та жита. Вміст глютамінової кислоти в зерні тритикале, пшениці та жита становить відповідно 3670 мг/100 г, 3106 і 2660 мг/100 г [134, 135].

Тритикале займає проміжне положення між житом і пшеницею за вмістом лізину, лейцину та ізолейцину, поступається за вмістом триптофану проте перевищує за вмістом метіоніну, фенілаланіну, треоніну, валіну, аспарагінової кислоти, проліну та аланіну [114, 172].

Вміст вуглеводів у зерні тритикале становить близько 70,0 %, зокрема – крохмалю – 49,0–67,0 %, цукрів – 3,3–4,9, клітковини – 2,7–3,2 % [25, 51, 53, 144, 158].

Перетравність поживних речовин залежить від кількості клітковини. Чим вищий вміст клітковини, тим енергетична цінність продуктів нижча [93]. Клітковина у зерні тритикале є складовою полісахаридів, що входить до складу клітинних стінок. Вона становить від 6 до 12 % маси його зернівки [11].

Крохмаль у зерні тритикале накопичується у великих кількостях в ендоспермі та становить близько 85 % його маси. До його складу входять два полісахариди: амілоза та амілопектин, що становлять відповідно 23–25 % і 73–75 % [11, 66].

Важливою властивістю крохмалю, є температура його початкової та максимальної клейстеризації. Температура початку клейстеризації у тритикале вище (58–59,5 °C) ніж у пшениці (56,6 °C). Крохмаль тритикале має низький вміст амілози та більше дрібних гранул, ніж крохмаль пшениці, він характеризується більшою стійкістю до механічних пошкоджень [12, 154].

Клейстеризований крохмаль тритикале за величиною відносної в'язкості близький до пшеничного та легше піддається дії ферментів [12].

Встановлено, що в зерні тритикале вміст золи становить 1,69–2,35 % [11, 25, 40, 44, 51, 66, 144].

Тритикале порівняно із зерном пшениці містить більший вміст вітамінів групи: В, РР, Е та провітамінного складу, зокрема вітаміну В₁ – 0,56, В₂ – 0,18 і РР – 4,2 мг/100 г [52, 63, 134, 135, 142, 158, 178]. Вміст β-каротину в тритикале і пшениці становить відповідно 0,015 і 0,014 мг/100 г, флоацину – відповідно 37,3 мкг і 35,0 мкг, холіну – 36,0 мг і 90,0 мг [140, 63, 134, 135, 178].

1.2 Технології перероблення зерна тритикале

Злакові культури є основною сировиною для виробництва хліба та крупів, які задовольняють потребу людини у вуглеводах на 30 % і на 50 % у білках та вітамінах групи В [50, 59].

Завдяки низці господарсько-цінних ознак, зерно тритикале набуває більшого значення у вирішенні білкової проблеми порівняно із пшеницею та може бути більш ефективним джерелом продуктів харчування. Зерно тритикале є

перспективною сировиною для виробництва хліба, хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів, продуктів дитячого та дієтичного харчування, сухих сніданків, для промислового отримання крохмалю, солоду, спирту, комбікормів та інших продуктів [15, 25, 74, 76, 116, 124, 126, 140, 146, 164]. У багатьох країнах тритикале застосовують для виробництва пластівців. З борошна тритикале отримують макаронні вироби високої якості [120]. Так, О.Г. Поповою [122] розроблено нові види вафель, пряників, кексів із борошна тритикале. Борошно із зерна тритикале підходить для опарного тіста, приготування печива, бісквітів і крекерів. У США його застосовують для випікання цукрового, вівсяного, кокосового та шоколадного печива, тортів, пончиків, млинців, вафель, макаронних виробів і кексів [48, 58, 130].

Добрі фізико-хімічні властивості та висока активність ферментів зерна тритикале дають можливість говорити про переваги його використання в бродильному виробництві. Неферментований солод, отриманий із зерна тритикале, перевищує на 1,5–2,0 % житній за екстрактивністю, а за колірністю на 7–10 %, крім цього період його оцукрювання коротший. Ступінь розчинення солоду із зерна тритикале становить 74 %, порівняно з 72 % зерна жита [62, 117, 125, 160].

Борошно із зерна тритикале характеризується швидким процесом формування тіста, невеликим часом його стійкості та сильним розрідженням під час замісу, тому якість хліба поступається пшеничному [114, 130, 133, 138, 141, 166, 169].

Високий ефект можуть давати суміші борошна із зерна твердої пшениці та тритикале, що зумовлено їх компенсаційною здатністю [156].

Круп'яні продукти є традиційними продуктами харчування, що складають 8–13 % від загального споживання продуктів зернових культур [92, 96]. За даними Г. А. Єгорова [41] витрати електроенергії на виробництво 1 т борошна становлять 20–100 кВт/год, тоді як на 1 т крупи – 0,7–5 кВт/год за вологості зерна 14,0–17,0 %. Крім цього маркетинговими дослідженнями встановлено, що впродовж 2003–2015 рр., обсяг виробництва круп'яних продуктів збільшувався відповідно з 294 до 364 тис. т, що пояснюється підвищенням попиту [162].

Отже, відповідно до фізико-хімічної характеристики зерна тритикале та практики його перероблення в умовах сучасної ринкової економіки України, доцільно його переробляти на круп'яні продукти [26, 47].

1.2.1 Технології виробництва круп'яних продуктів із зерна злакових культур. Круп'яна промисловість в основному здійснює первинне перероблення зернової сировини. Її продукція потребує тривалого кулінарного оброблення або використовується в якості сировини для створення інших продуктів харчування. Тому виникає необхідність застосування інноваційних методів для забезпечення його глибоких структурних змін, покращення споживчої якості готового продукту [170].

Основні етапи вітчизняних технологій отримання круп'яних продуктів включають додаткове очищення сировини, водотеплове оброблення, лущення, контроль проміжних продуктів, подрібнення, плющення та фасування. Зростаючим попитом користуються крупи подрібнені з високим вмістом периферійних частин, крупи плющенні, пластівці та суміші круп'яних продуктів [109, 121, 123].

Доведено, що технологічні, фізичні та хімічні властивості зерна тритикале подібні до зерна пшениці, тому за основу удосконалення технології перероблення зерна тритикале на крупу рекомендовано використовувати технології перероблення зерна пшениці [123, 173]. Крупи «Полтавські» та «Артек», виробляють із пшениці твердої очищенням сировини на трьох очисних системах, зволоженням зерна теплою водою до вологості 14,5–15,0 % і наступним його відволоженням від 30 до 120 хв. Після цього зерно лущать на 2-х системах з подальшим його шліфуванням і поліруванням на 3-х системах [123].

Технологія перероблення пшениці м'якої включає очищення зерна без поділу на крупну та дрібну фракції, його лущення на оббивних машинах, шліфування та подрібнення з наступним сортуванням проміжних продуктів та їх полірування [123].

Швидкорозварювані крупи виробляють із крупів «Полтавська №1, 2, 3». Послідовність технологічних операцій під час виробництва швидкорозварюваних крупів: зважування і контрольне просіювання сировини, зволоження до вологості 25,0–27,0 %, первинне відволоження в шнеках упродовж 40 хв, пропарювання вологих крупів у шнекових пропарювачах безперервної дії за тиску насиченої пари 0,1 МПа та експозиції пропарювання 3 хв, повторне відволоження впродовж 40 хв, підсушування крупи до вологості 23,0–25,0 %, плющення на вальцевих верстатах за встановленого диференціалу 1 : 1, висушування плющених крупів до вологості не більше 14,0 %, просіювання, фасування та пакування [123]. Проте, під час виробництва пшеничних пластівців отримують продукти з низькою харчовою цінністю, а вихід крупи становить 55–65 %, що збіднює її білком, вітамінами, мінеральними та іншими активними речовинами [128].

Технологія перероблення зерна пшениці на крупу плющену розроблена американськими вченими передбачає кондиціонування зерна, варіння його впродовж 90 хв за тиску насиченої пари 2,0 МПа, підсушування пропареного зерна до вологості 21,0 %, підігрівання інфрачервоними променями до температури 88 °С з наступним плющенням [154].

Відомо спрощені технології перероблення зерна злакових культур на установках типу УКР-1 і УКР-2, що набули широкого поширення. Вони характеризуються низькими енерговитратами, простотою конструкції, проте мають низький рівень автоматизації та потребують значних затрат ручної праці. Робота цих установок базується на режимах стандартної технології виробництва круп'яних продуктів, проте переробка в них зерна тритикале не передбачена.

Сучасний асортимент круп'яних продуктів із зерна тритикале включає крупи шліфовані типу перлових, крупи подрібнені та пластівці. Уперше пластівці з тритикале отримано в Польщі у 1992 р. пропарюванням зерна за температури 78–90 °С упродовж 2–14 хв з наступним його плющенням на вальцевому верстаті [151].

Дослідженнями К. М. Фесенка [151] встановлено, що під час виробництва пластівців із зерна тритикале оптимальним є зволоження сировини до 14,5–15,0 % та відволоження впродовж 30–40 хв. Лушити зерно доцільно впродовж 6 хв. Найкращими властивостями характеризуються пластівці, отримані за пропарювання зерна тиском 0,17 МПа впродовж 6–8 хв та тривалістю відволоження 10–15 хв. Основна фракція пластівців тритикале, що становить 56–64 % від загальної маси, складається з пластівців діаметром 2,5–6,0 мм.

Сучасна технологія перероблення зерна тритикале на крупи шліфовані та подрібнені полягає в тому, що зерно великої фракції (схід з сита 2,8(2,6)×20 мм) поступає через магнітний захист на першу систему лушення – вертикальну лущильну машину та дуоаспіратор. Після відділення оболонки, мучки та битого ядра продукт лушення, що містить суміш лущених і нелущених зерен тритикале, направляють в розсів оснащений ситами з отворами розміром 2,8×20 мм і 2,6×20 мм. Продукт, отриманий сходом з сит 2,8×20 мм і 2,6×20 мм поступає на магнітний захист другої лущильної системи. Продукт, отриманий проходом сита 2,6×20 мм складається з нелущених зерен і поступає через магнітний захист спільно з продуктом другого лушення на систему шліфування – горизонтальну машину типу БШМ. Після цього продукт додатково очищується на дуоаспіраторі. Крупу № 1 отримують проходом сита з отворами Ø 4,0 мм і сходом сита з отворами Ø 3,0 мм; крупу №2 отримують проходом сита з отворами Ø 3,0 мм і сходом сита з отворами Ø 2,5 мм. Крупа, що відповідає номерам 3, 4 і 5 (прохід сита Ø 2,5 мм) відбирається в окремий бункер. Крупа кожного виду піддається провіюванню та магнітному контролю. Схід сита з отворами Ø 2,5 мм спрямовують на другу систему лушення, а схід сита 063 – на першу шліфувальну систему [149].

1.2.2 Характеристика основних технологічних операцій під час виробництва круп'яних продуктів. Очищення зерна – важлива технологічна операція на круп'яних заводах. Ефективність очищення зумовлює вихід та якість готового продукту. Вимоги до кількості сміттєвої домішки у зерні тритикале та

пшениці ідентичні, а будова їх зерна подібна, тому очищення зерна тритикале доцільно проводити аналогічно до технології очищення зерна пшениці [13].

Відомо, що ефективним методом очищення поверхні зерна є його вологе оброблення в мийних машинах з наступним відволожуванням і сушінням, унаслідок цього відбувається зниження розчинності водно-сольової фракції білка порівняно з стандартними значеннями та збільшення вмісту спирторозчинних фракцій. Для зерна пшениці під час вологого оброблення показник вмісту водорозчинної фракції зростає з 7,4 до 30,0 %, а вміст солерозчинної фракції – з 11,0 до 28,0 % [55].

Під час перероблення круп'яного зерна особливе значення має різниця у вологості ядра та плівок. Сухі оболонки зерна характеризуються високою крихкістю та малим зусиллям під час їх відокремлення, тоді як вологе зерно має підвищену пластичність ендосперму, що запобігає його руйнуванню. Під час лущення вологого зерна підвищується витрата енергії і знижується продуктивність обладнання. Проте відомо, що у зерна, висушеного за м'яких режимів, вологість оболонок нижче вологості ядра, що зумовлює підвищення ефективності його лущення. У круп'яному виробництві рекомендовано використовувати однорідні за вологістю партії зерна [165].

Нині розроблено й впроваджено методи холодного, гарячого та швидкісного кондиціювання зерна [137].

Завданнями водотеплового оброблення в круп'яному виробництві є зміна вихідних технологічних властивостей зерна в заданому напрямі та стабілізація їх на оптимальному рівні [6].

Водотепловим обробленням зерна можна досягти послаблення структури ендосперму внаслідок часткового гідролізу його міжклітинних перегородок, що складаються з клітковини, геміцелюлози та пектинових речовин [2].

Водотеплове оброблення зерна пшениці покращує ефективність його лущення, сприяє міграції речовин з периферійних частин зерна до центральних, що залишаються в крупі. Таке оброблення зменшує втрати крохмалю під час варіння та підвищує розсипчастість каші [6, 39, 99, 119, 170].

Встановлено [158], що зі збільшенням вологості зерна з 14,0 до 16,0 % Індекс лушення підвищується, а вміст битого ядра зменшується відповідно з 8,5 до 5 %.

Підвищення вологості зерна сприяє зменшенню його твердості в межах 10–18 %. Це явище пояснюється механічним впливом води на зерно, що призводить до його набухання та збільшення в'язкості оболонок. Також змінюється питома маса зернівки. Це пояснюється проникненням води в зерно, що має меншу, порівняно з крохмалем, питому масу та становить відповідно 1,00 і 1,63–1,48. За вологості 12,0 % зерно тритикале має властивості пружного тіла, проте за підвищення вологості до 16,0 % набуває пластичного стану [159].

Проте, Е. І. Шкаповим [165] встановлено, що зміни, визначені стандартними методами, в білково-протеїназних і вуглеводно-амілазних комплексах, можна зафіксувати тільки після 24-годинного відволожування.

О. В. Овчаренком [110] встановлено, що харчова цінність крупи, отриманої барометричним способом вища, ніж у крупи отриманої за традиційною технологією, так як перевищує її за вмістом калію, натрію та кальцію в 1,3 рази, а гарантований термін її зберігання становить дев'ять місяців.

Оптимальним режимом для виробництва пшеничних пластівців є зволожування зерна до 15,0–16,0 % і його відволожування впродовж 3 год перед одно- чи дворазовим лушенням у машинах А1–ЗШН–З [101]. Збільшення тривалості відволожування сировини зумовлює підвищення стійкості пластівців до механічного пошкодження, крім цього форма пластівців зберігається під час варіння. Зменшення тривалості відволожування зумовлює збільшення тривалості приготування пластівців а об'єм каші знижується [119].

Під час виробництва перлової крупи застосовують альтернативний спосіб, який полягає в зволожуванні зерна ячменю перед лушенням на 5–6 % з наступним 25–30-хвилинним відволожуванням. Недоліком цього способу є значне підвищення вологості оболонок (31–34 %). Для доведення оболонок до вологості 17,0–20,0 % потрібно 3–4-годинне відволожування або підсушування

підігрітим повітрям. Значне зволоження периферійних шарів зернівки знижує ефективність процесу лущення, що пов'язане з підвищеною витратою води [75].

Використання вологого лущення зерна дозволяє збільшити загальний вихід крупи та скоротити технологічний процес її виробництва за рахунок скорочення процесу лущення та зменшення шліфувально-полірувального процесу на 1–2 системи [170].

На якість крупи під час зберігання істотно впливає мікрофлора зерна. Водотеплове оброблення сприяє вилученню мікроорганізмів, а подальше пропарювання стерилізує його [55].

Удосконалення режимів зволоження та відволоження зерна твердих сортів пшениці дозволяє зменшити енерговитрати технологічного процесу на 40–50 % [20].

Основна технологічна операція під час виробництва крупи – лущення. Процес лущення є найбільш енергоємним [32]. У круп'яному виробництві лущення проводять на двох системах оббивних машин з абразивною робочою поверхнею, або на лущильних машинах типу А1–ЗШН. Колові швидкості бичів на 1-й системі становлять 16 м/с, на 2-й – 14 м/с, ухил бичів відповідно 10 і 8 % [177].

Встановлено [121], що процеси лущення та шліфування істотно впливають на якість готового продукту та вимагають оптимізації.

Сортування зерна на фракції за крупністю проводиться для підвищення ефективності роботи лущильних машин. Фракціонування зерна збільшує ефективність лущення зерна, проте підвищує загальну енергоємність виробництва. Фракціонування зерна економічно доцільно проводити на підприємствах високої продуктивності [128].

Відомо, що оптимізація процесу лущення зумовлює зменшення кількості битого ядра, що наближається до мінімального значення. Це зумовлює низькі втрати макро- і мікроелементів у наслідок більш рівномірного відділення плодових і насіннєвих оболонок та низькими втратами ендосперму [119].

Разом із стандартними видами круп'яних продуктів, встановлено ріст попиту на продукти, отримані з цілого зерна. Вони мають меншу калорійність, більший вміст вітамінів і мінеральних речовин [163].

У результаті збільшення кількості знятих оболонок, вміст незамінних амінокислот і вітамінів у готовому продукті зменшується, а кількість битих зерен збільшується [10, 44, 139, 151].

Встановлено, що під час водотеплового оброблення вміст битого ядра змінюється залежно від крупності [8, 43, 65].

О. П. Верещинським встановлено, що приріст вологи під час холодного кондиціювання підвищується прямо пропорційно збільшенню індексу лушення з 0 до 8 %. Найвищий приріст вологи (до 7 %) був у зерна з індексом лушення 9 % та тривалості занурення у воду 30 с, проте збільшення індексу лушення з 8 до 10 % зумовлювало зменшення приросту вологи з 7 до 6 % [115].

У технології виробництва плющених крупів застосовують м'які та жорсткі режими пропарювання зерна за підвищеного тиску [112]. Пропарювання зерна істотно змінює властивості білків, їх амінокислотний склад і чутливість до ферментативного перетравлювання, підвищується їх засвоюваність. Теплова денатурація білків зерна порушує вторинну структуру спіральної просторової організації поліпептидних ланцюгів [65].

Під час пропарювання зерна відбувається клейстеризація крохмальних зерен, що зумовлено вмістом у них амілопектину. У першій фазі нагрівання вода повільно поглинається зернами крохмалю, внаслідок чого відбувається їх обмежене набухання. Друга фаза характеризується втратою кристалічної будови крохмальних зерен і збільшенням їх в'язкості. У третій фазі, що відбувається за високих температур, зерна крохмалю втрачають форму, а розчинна частина видаляється з них повністю [6, 14, 45, 94, 150, 153].

З підвищенням температури зерна до 30 °C збільшується активність ферментів, за температури 30–40 °C відбувається ослаблення клейковинного комплексу, за температури 45 °C – поліпшення еластичності клейковини, за температури 50–60 °C – зменшується розтяжність клейковини, за температури

60 °C – проходить зниження активності ферментів, за температури більше 60 °C – відбувається часткова або повна денатурація білка [42]. Встановлено, що втрата вітамінів B₁ і B₂ під час варіння непропарених крупів становить відповідно 21 % і 18 % проти 18 % і 6 % у крупів, що були пропарені. Проте водотеплове оброблення зерна не впливає істотно на вміст вітаміну E [55].

Г. А. Єгоровим [40] встановлено, що оброблення зерна насиченою парою порівняно з методами холодного водотеплового оброблення істотно збільшує його геометричні розміри.

І. Л. Виноградовою [18] доведено, що в результаті пропарювання колотого ядра, його вологість зростає на 3,0–5,0 % залежно від вихідної вологості та обраних режимів. Відомо, що найбільш глибокі зміни в біохімічному комплексі відбуваються за вологості 28,0–34,0 %.

Висока тривалість пропарювання та температура води під час зволоження зумовлюють підвищення виходу крупи, що пояснюється клейстеризацією крохмалю. Збільшення тривалості пропарювання нелущеного зерна від 2 до 6 хв підвищує вміст вітамінів на 8–12 %. Проте, подальше збільшення експозицій пропарювання істотно знижує їх вміст [95].

Під час пропарювання круп'яних продуктів тривалість варіння зменшується на 20 %, а вміст водорозчинних речовин збільшується на 20–30%. Зародок, отриманий із пропареного зерна, має кращі властивості завдяки інактивації його ферментів [41]. Пропарювання зерна зумовлює зниження розчинності фракцій білка [55, 56].

Оброблення зерна парою за атмосферного тиску сприяє швидкому його нагріванню та зволоженню. Під час оброблення зерна впродовж 10 хв ступінь клейстеризації крохмалю становить 12–13 %, а вміст декстринів збільшується на 1,01–1,10 %. У результаті плющення в пропареному зерні ступінь клейстеризації крохмалю збільшується на 25–30 %, а після зменшення зазору між вальцями цей показник збільшується. Перетравність крохмалю підвищується прямопропорційно збільшенню ступеню набухання та руйнування його гранул [5].

Порівняльним аналізом технологічної ефективності способів водотеплового оброблення встановлено, що гаряче кондиціювання має більшу ефективність порівняно із холодним, однак його реалізація значно складніша, вимагає дорогого апаратного забезпечення, а нагрівання зерна до температури 50–70°C пов'язане зі значними витратами енергії. Після пропарювання зерно піддають сушінню та охолодженню до температури, що не перевищує температуру виробничого приміщення. Сушіння зерна застосовують для видалення надлишкової вологи, підвищення міцності ядра та зниження міцності оболонок і квіткових плівок [32].

Відомо аналогові методи водотеплового оброблення на основі використання електромагнітного поля струмів високої частоти, що інтенсифікують технологічний процес і збільшують вихід готового продукту [9]. Найефективнішим способом перероблення зерна на крупу є використання електрофізичного оброблення – електротермія, інфрачервоне нагрівання, електростатичне поле, ультразвук, імпульсна техніка [136].

Перспективним видом круп'яного продукту є «легкі» зерна. Дослідженнями встановлено, що відповідний вид круп'яного продукту можливо отримувати шляхом послідовного пропарювання зерна та його оброблення електромагнітним полем надвисокої частоти [103, 152].

Отже, комплексне вивчення режимів водотеплового оброблення, луцення та їх удосконалення дозволяє поліпшити технологічні властивості зерна, збільшити вихід крупи та підвищити її харчові властивості.

Висновки до розділу 1

1. Зерно тритикале – перспективна сировина для харчової промисловості, що характеризується високими господарсько-цінними властивостями і зростаючим попитом.

2. Технологічні показники зерна тритикале подібні до зерна пшениці, проте мають відмінності, властиві цій культурі, що сформувались у наслідок селекційного відбору.

3. Зерно нових сортів тритикале істотно відрізняється за технологічними властивостями, а методи його раціонального використання не розроблено. Враховуючи технологічні властивості, зерно тритикале рекомендовано використовувати для виробництва хлібобулочних виробів та в пивоварному, спиртовому, комбікормовому та круп'яному виробництві.

4. Подібність будови зерна тритикале та пшениці зумовлює можливість використання стандартного обладнання під час його перероблення на крупу, проте технологія виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале потребує додаткового вдосконалення.

5. Встановлено, що вітчизняні технології виробництва круп'яних продуктів характеризуються низьким виходом готового продукту, високими енерговитратами, низькою гнучкістю виробництва та недостатнім асортиментом готової продукції, що зумовлює необхідність їх удосконалення.

6. Відсутні результати досліджень щодо оптимального режиму зволоження і відволоження зерна тритикале перед лущенням. Недостатньо вивчено технологічні властивості фракційного складу зерна тритикале.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Метою досліджень є наукове обґрунтування та 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.

Було визначено науково-методичні основи проведення досліджень, описано експериментальну базу, програму проведення досліджень та зв'язок основних етапів роботи (рис. 2.1).

2.1 Об'єкти і методи досліджень

Для виконання досліджень використані круп'яний цех УКР–2 навчально-науково-виробничого відділку Уманського НУС, лабораторія масових аналізів (свідоцтво про реєстрацію № А 06–203) та лабораторія кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського НУС.

Під час організації експериментів використовувався метод системного підходу до об'єктів дослідження, що характеризується взаємопов'язаним аналізом різних етапів роботи.

У роботі використано методи, що дозволяють характеризувати вихідну сировину та нові види продукції із зерна тритикале з погляду хімічного складу, біологічної цінності, економічного ефекту від їх впровадження.

Для проведення досліджень використано зерно чотиривидового тритикале: Алкід, Тактик, лінія LP 195 і Стратег, вирощених в умовах Правобережного Лісостепу. Порівняльну оцінку зерна чотиривидового тритикале проводили з зерном пшениці озимої сорту Подолянка та зерном тритикале озимого сорту Хлібодар харківський, що було вирощено в аналогічних умовах.

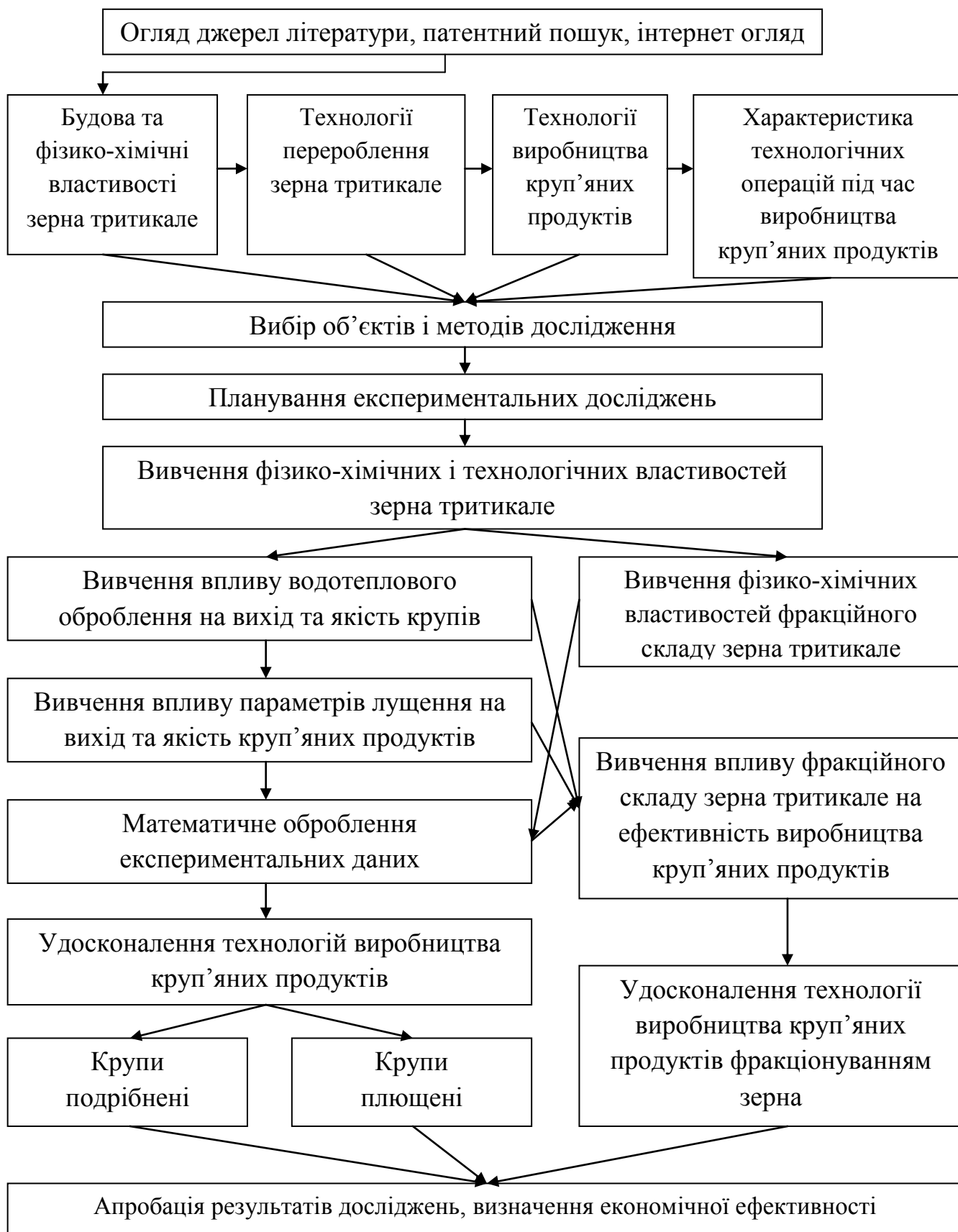


Рисунок 2.1 – Блок-схема комплексних досліджень

Досліджуване зерно тритикале відповідало вимогам ДСТУ 4762:2007 «Тритикале технічні умови», а зерно пшениці – вимогам ДСТУ 3768–2010 «Пшениця. Технічні умови». Початкова вологість зерна не перевищувала 12,0 %.

2.1.1 Об'єкти досліджень. Технологія круп'яних продуктів.

2.1.2 Методи досліджень. Технологічний і хімічний аналіз властивостей зерна та продуктів його перероблення проводили методами і стандартами, чинними на момент проведення досліджень:

- відбирання проб – за ГОСТ 13586.3–83 «Зерно. Правила приймання і методи відбирання проб»;

- вологість зерна – за ДСТУ 29144:2009 «Зерно і зернопродукти. Визначання вологості»;

- маса 1000 зерен – за ГОСТ 10842–89 «Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян»;

- натура зерна – за ГОСТ 10840–64 «Зерно. Методы определения натуры» ;

- кількість та якість клейковини – за ГОСТ 13586.1–68 «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице»;

- вміст білка – за ГОСТ 10846–91 «Зерно і продукти його перероблення. Метод визначання білка»;

- амінокислотний склад білка визначали методом спектрофотометрії на інфрачервоному аналізаторі NIR Scanner 4250 з комп'ютерним забезпеченням ADI DM 3114;

- число падіння – за ГОСТ 27676–88 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения числа падения»;

- крохмаль – за ГОСТ 10845–76 «Метод определения крахмала»;

- клітковина – за ДСТУ 6865:2004 «Визначення вмісту сирової клітковини методом проміжного фільтрування»;

- вміст золи – за ГОСТ 10847–74 «Зерно. Методы определения зольности»;

- кислотність за ГОСТ 10844–74 «Зерно. Метод определения кислотности по болтушке»;

– довжину, ширину та товщину зерна визначали штангенциркулем з точністю вимірювань 0,02 мм;

– фізичні властивості визначали відповідно до методики Г. А. Егорова [40, 41, 42].

Площа зовнішньої поверхні ($F, \text{мм}^2$):

$$F = 1.12a^2 + 3.76b^2 + 0.88l^2 - 10 \quad (2.1)$$

де a – ширина, мм;

b – товщина, мм;

l – довжина, мм.

Об'єм зернівки ($V, \text{мм}^3$):

$$V = kabl \quad (2.2)$$

k – коефіцієнт, що враховує форму зерна (0,42–0,52).

Відсотковий вміст ендосперму визначали розрахунково-аналітичним методом та за методом Імбрані (рис. 2.2).

Відповідно до розрахунково-аналітичного методу, вміст ендосперму ($M_e, \text{мм}^3$) визначали за формулою:

$$M_e = \frac{V - V_1}{V} 100 - m_z \quad (2.3)$$

де V_1 – об'єм поверхневих шарів зернівки, мм^3 ;

m_z – вміст зародку, %.

$$V_1 = F\delta \quad (2.4)$$

де δ – товщина поверхневих шарів зернівки, мм (0,065 мм);

$$m_z = \frac{m_{1000}}{1000} 0.025 \quad (2.5)$$

де m_{1000} – маса 1000, гр;

Шпаруватість ($S, \%$) визначали за формулою:

$$S = \frac{V_{\text{загальний}} - V_{\text{дійсний}}}{V_{\text{загальний}}} \quad (2.6)$$

де $V_{\text{загальний}}$ – загальний об'єм зернової маси, м^3 ;

$V_{\text{дійсний}}$ – дійсний об'єм зернової маси, м^3 ;

Сферичність (Ψ) визначали за формулою:

$$\psi = \frac{F_{\text{ш}}}{F} \quad (2.7)$$

де F – площа шару еквівалентна зерну, мм^2

$$F_{\text{ш}} = 4.83 \sqrt[3]{V^2} \quad (2.8)$$

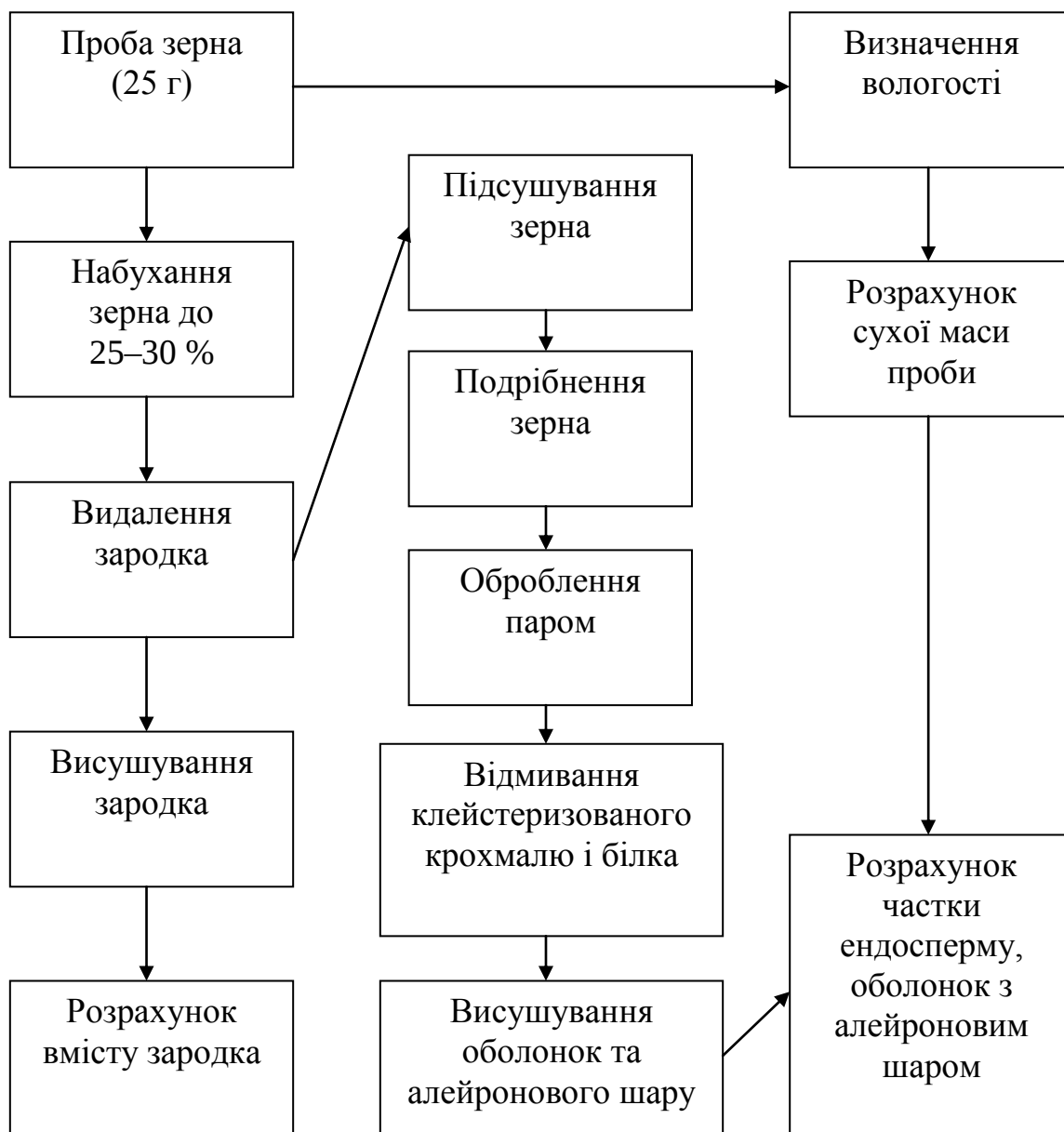


Рисунок 2.2 – Схема експерименту для визначення анатомічних частин за методом Імбрані

– індекс розміру частинок становив кількість подрібненого зерна, отриманого проходом сита № 64 та виражався у відсотках по відношенню до маси проби, що аналізували. Зерно вважали твердозерним, якщо ІРЧ становив від 14 % до 24 %, а м'язозерним за ІРЧ від 33 % до 41 %;

– кулінарну оцінку каші проводили за 9-бальною шкалою відповідно до методики корисної моделі «Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із

зерна тритикале і пшениці» № u 2015 07630. Суть методики полягає в тому, що круп'яні продукти із зерна тритикале та пшениці масою 50 г варять у спеціальному циліндрі на водяній бані (типу ПОР-1 чи ПКО-1) з додаванням 150 см³ водопровідної води. Після охолодження до кімнатної температури визначають розсипчастість, колір, запах, смак і консистенцію каші під час розжовування за 9-бальною шкалою (Додаток Д, табл. Д 1).

Запропонований спосіб оцінки кулінарних властивостей круп'яних продуктів із зерна тритикале не перечить загальноприйнятій 9-бальній шкалі оцінювання крупи. Крім цього розроблено градацію, що забезпечує об'єктивне визначення кулінарних властивостей круп'яних продуктів, отриманих із зерна тритикале та пшениці. Відповідно до градації кулінарної оцінки каші визначали її значення від дуже низької до дуже високої (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Рівень кулінарної оцінки

Оцінка, балів	Градація
8,0–9,0	дуже висока
6,6–8,0	висока
5,4–6,6	середня
4,0–5,4	низька
< 4,0	дуже низька

– Мікробіологічні показники якості круп'яних продуктів оцінювали наявністю та кількістю в них МАФАНМ, грибів, бактерій групи кишкової палички та стафілококів.

Визначення МАФАНМ. Для проведення досліджень готували розчин, що містив 270 мл стерильної води та 30 г круп'яного продукту. Розчин ретельно перемішували струшуванням. Колонії мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів вирощували на м'ясо-пептонному агарі (МПА) за температури 30°С упродовж 72 годин. Для визначення загальної кількості бактерій відбирали 1 см³ розчину та розводили його у пробірках з фізрозчином за пропорцією 1 : 10. Після цього проводили висіви по 1 см³ у трьох чашках Петрі.

Далі засіяні чашки заливали 2–3 см³ розплавленого та охолодженого до 45°C МПА. Після цього чашку закривали обережно перемішуючи агар з посівним матеріалом. Після того як агар затвердів, чашки перевертали догори дном і поміщали у термостат. Через 72 години отриманий результат підраховували. За кількістю колоній, які виростили на 3-х чашках одного розведення вираховували їх середньостатистичне значення, що множили на ступінь розведення.

Визначення грибів. Круп'яні продукти розкладали на поверхні живильного середовища та спостерігали за ростом колоній грибів. У якості поживного середовища використовували картопляний агар з додаванням антибіотиків для придушення зростання бактерій. Культивування проводили у термостаті за температури 24–26 і 37° С упродовж шести днів. Після виявлення поверхневої мікрофлори здійснювали змив стерильною водою, що висівали на живильні середовища. Ідентифікація та кількісне визначення ґрунтувались на методі хроматографії екстракту в тонкому шарі з використанням пластинок «Силуфол», з подальшим переглядом в ультрафіолетовому світлі з довжиною хвилі 365 нм і в порівнянні зі стандартом афлатоксинів.

Визначення бактерій групи кишкової палички. По 1 см³ розчину засівали у пробірки з 5 см³ середовищем Кестлер. Посіви поміщали у термостат за температури 37° С на 18–24 год. Якщо впродовж зазначеного часу в пробірках не з'являлося ознак газоутворення, крупу вважали не забрудненими кишковими паличками.

Визначення стафілококів. З дослідної суміші робили посіви на чашки Петрі з жовтково-сольовим агаром, який містив 6,5 % натрію хлористого. Суміш наносили на поверхню агару по 0,2 см³ та рівномірно розтирали по всій поверхні середовища. Чашки витримували у термостаті за температури 37°C упродовж 24 год, а потім – 24 год за кімнатної температури. Після цього визначали наявність колоній стафілокока.

Крупку подрібнену отримували із зерна тритикале озимого сорту Тактик і Стратег, оскільки вони характеризувались високими показниками якості, мали різне походження, високу урожайність, були стійкими до несприятливих

чинників навколишнього природного середовища. Крім цього відповідні сорти здатні формувати врожай на ґрунтах, де пшениця озима його не формує.

Технологічна схема виробництва крупів із тритикале подрібнених в лабораторних умовах включала додаткове очищення зернової суміші пропуском через ситовий сепаратор та аспіраційну колонку (Додаток Д, рис. Д 1). Початкова вологість сировини становила $12,0 \pm 0,2$ %. Зволожували зерно до вологості 13,0–16,0 % крапельним зрошуванням, кількість води вираховували за формулою [123]:

$$X = \frac{G(W_1 - W_2)}{100 - W_1}, \quad (2.9)$$

де X – необхідна кількість води, мл;

G – маса суміші, г;

W_1 – задана вологість суміші, %;

W_2 – початкова вологість суміші, %.

Відволожування проводили у герметичних ємкостях. Тривалість відволожування становила від 30 до 120 хв.

Зволожене зерно лушили в лабораторному лушильнику УШЗ–1, після цього отриманий продукт сепарували на лабораторному ситовому сепараторі РЛУ–1. Крупу із тритикале подрібнену отримували під час виробничих випробувань на круп'яному цеху УКР–2. Технологічні результати оцінювали за виходом цілого зерна (схід сита Ø 2,0 мм), вмістом дрібки (прохід сита Ø 2,0 мм) та мучки (прохід сита 063) відповідно до вимог ГОСТ 276-60 «Крупа пшеничная (Полтавская, Артек). Технические условия».

Крупу тритикалеву плющену отримували із лущеного зерна тритикале (індекс лущення 2–12 %) (Додаток Д, рис. Д 2). Пропарювання, відволожування та сушіння проводили в умовах лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського НУС. Пропарювали лущене зерно за початкової вологості 14,0 % упродовж 5–15 хв за тиску насиченої пари $0,15 \pm 0,01$ МПа. Відволожували крупу в термоізовованому бункері впродовж 5–15 хв. Вологість зерна перед плющенням доводили до 25,0 % висушуванням у сушильній

установці «Садочок» за сталої температури 90 °С. Плющили крупу на лабораторному вальцевому верстаті.

2.2 Обладнання для проведення досліджень.

Розділення зернової суміші на фракції здійснювали на розсіві лабораторному універсальному РЛУ–1. Тривалість сепарування становила 5 хв. Під час лушення зерна використано лабораторний лущильник УШЗ–1. Маса досліджуваного зразка становила 100 г. Круп'яні продукти отримували лушенням зерна тритикале впродовж 20–160 с.

Ефективність лушення зерна тритикале визначали індексом лушення, що розраховували за формулою [17]:

$$k = \frac{M_z - M_y}{M_z} 100 \quad (2.10)$$

де, k – індекс лушення, %;

M_z, M_y – маса зерна до лушення та маса ядра після лушення, г.

Для вивчення процесу гарячого кондиціонування використано лабораторний пропарювач періодичної дії, спроектований і розроблений на кафедрі технології зберігання і перероблення зерна Уманського НУС (рис. 2.3).

Пропарювач ППД–1 складається з нагрівального елемента 8 на якому нерухомо встановлений корпус апарату 4. У нижній частині корпусу розміщений шар рідини 7. Для запобігання втрат тиску пари на механізмі регулювання 6 передбачено манжетне ущільнення 5. Досліджуваний зразок 3 розміщують в нижній частині сита 2, що герметизується кришкою 1.

Принцип роботи пропарювача періодичної дії полягає у тому, що нижня частина робочої зони апарату заповнюється водою до встановленої відмітки максимального рівня. Ручка механізму контролю подачі пари встановлюється в горизонтальне положення, що зумовлює поділ робочої зони на дві частини. Нагрівання продовжують до встановлення робочого тиску насиченої пари в нижній частині робочої камери. Після цього переводять ручку механізму

контролю подачі пари у максимально вертикальне положення, що зумовлює миттєве вирівнювання тиску в обох камерах до $0,15 \pm 0,01$ МПа.

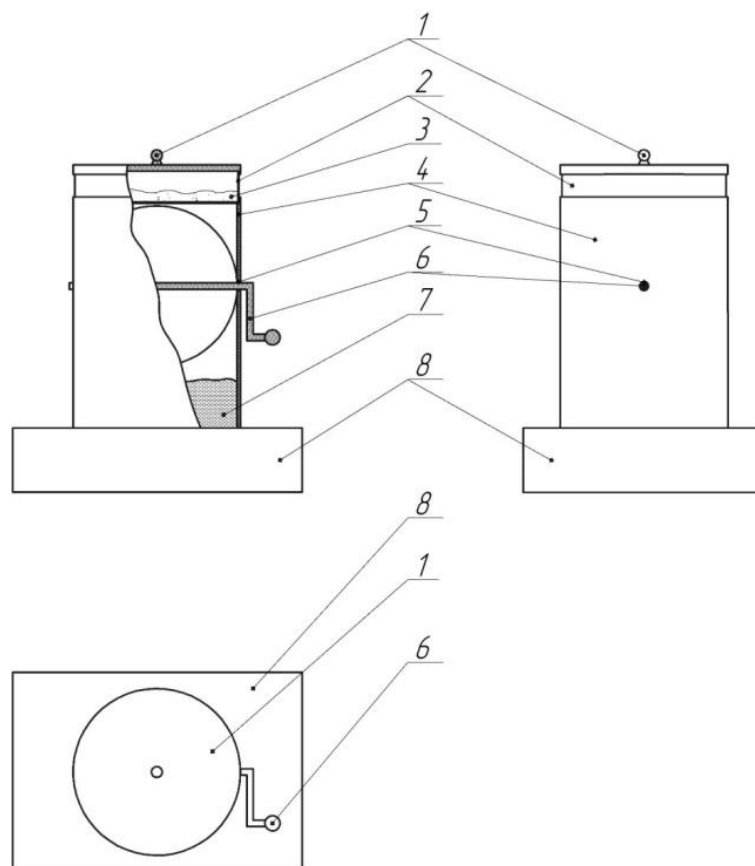


Рисунок 2.3 – Лабораторний пропарювач періодичної дії ППД-1: 1 – герметична кришка, 2 – сито, 3 – шар зерна, 4 – корпус пропарювача, 5 – манжетне ущільнення, 6 – механізм контролю подачі пари, 7 – шар води, 8 – нагрівальний елемент.

Циліндр з дослідним зразком встановлюють в робоче положення перед подачею пари. Час пропарювання контролюють електронним секундоміром з точністю до 0,5 с. Після пропарювання циліндр разом із герметичною кришкою демонтують.

Плющення зерна проводили на лабораторному плющильному верстаті фірми Marga, удосконаленого в умовах кафедри технології зберігання і перероблення зерна Уманського НУС (рис. 2.4). Принцип роботи плющильної машини полягає у деформації сировини вальцями 1 і 2 за встановленого між ними зазору 0,5 мм. Під час виробництва крупи тритикалевої плющеної валок 3

встановлюють у неробоче положення. Потужність електродвигуна верстата становить 0,75 кВт, частота обертання валу електродвигуна – 25 Гц, тип передачі – клинопасова, частота обертання швидкохідного вальця – 2,5 Гц, продуктивність машини становить 0,1 кг/хв, кут нахилу рифлів – 8, кількість рифлів на 1 см – 10.

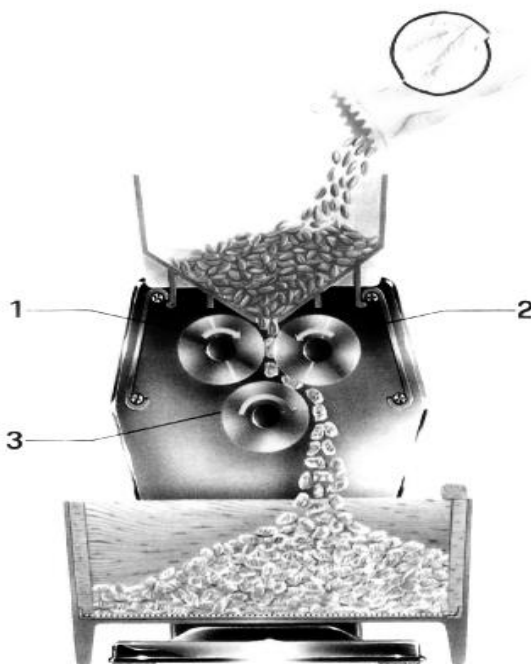


Рисунок 2.4 – Лабораторний плющильний верстат фірми Marga: 1 – тихохідний вал, 2 – швидкохідний вал, 3 – вал для виробництва борошна.

2.3 Методи математичного оброблення експериментальних даних.

Зв'язок між технологічними властивостями визначали методом кореляційного (Multiple Regression, Correlation matrices) та дисперсійного (ANOVA) аналізів за допомогою програм Statistica 10 і Microsoft Office 2010.

Для якісної оцінки тісноти зв'язку використовували шкалу Чеддока. Точність вимірювань та достовірність даних математично обґрунтовувалися на кожному етапі дослідних робіт.

Експерименти проводили у трьохкратній повторності. Оскільки мало місце дублювання дослідів було проведено перевірку відтворюваності експериментальних даних. Гіпотезу про постійність дисперсії шуму перевіряли,

використовуючи критерій Кохрена. Перевірка даної гіпотези давала можливість стверджувати про однорідність або неоднорідність ряду дисперсій. Під час проведення математичного моделювання використані дані, у яких ряд дисперсій був однорідним.

Розрахункове значення критерію Кохрена розраховували за формулою:

$$G = \frac{\max(S_t^2)}{\sum_{i=1}^N S_t^2} \quad (2.11)$$

де $\max(S_t^2)$ – найбільша в ряду дисперсія.

План повного факторного експерименту містив усі можливі комбінації факторів, які повторювалися на кожному рівні однакове число разів. Кожний фактор мав зумовлену межу вимірювання, всередині якої він змінювався дискретно чи перервано.

Метод повного факторного експерименту базується на тому положенні, що будь-яку неперервну досліджувану функцію $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, яка має всі похідні в заданій точці з координатами $x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n}$, можна розкласти в ряд Тейлора:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_H x_H + \beta_{21} x_1 x_2 + \beta_{(n-1)} x_{(n-1)} x_n + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \dots + \beta_{nn} x_n^2, \quad (2.12)$$

де β_0 – значення функції відклику на початку координат $x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n}$.

Для спрощення розрахунків математичного моделювання розширену матрицю експерименту у розкодованому вигляді з середніми даними, розрахованими з урахуванням критерію Кохрена відповідно до теорії Тейлора було оброблено надбудовою Multiple Regression програми Statistica 10.

Висновки до розділу 2

1. Для вирішення поставлених задач з метою дослідження технологічного процесу перероблення зерна тритикале на крупу розроблено програму комплексних досліджень. Для реалізації програми обрано та наведено загальні, а також удосконалені методики, що дозволяють провести аналіз ефективності ведення технологічного процесу виробництва круп'яних продуктів.

2. Для вивчення впливу параметрів водотеплового оброблення, лущення та фракційного складу зерна на вихід і якість круп'яних продуктів розроблено методику розділення зерна на фракції, методику проведення водотеплового оброблення в лабораторних умовах, методику вивчення впливу параметрів лущення на вихід та якість круп'яних продуктів.

3. Для оцінки достовірності, статистичної надійності, відтворюваності статистичних даних та удосконалення технологій виробництва круп'яних продуктів, було обрано метод математичного моделювання повного факторного експерименту.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО НОВИХ СОРТІВ І ЗЕРНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ

Дослідженнями встановлено, що зерно чотиривидового тритикале сортів Алкід, Тактик, Стратег і лінія LP 195 мали більші геометричні розміри зернівки порівняно із зерном сорту Хлібодар харківський, що зумовлено їх генетичними особливостями (табл. 3.1). Так, довжина, ширина і товщина зерна тритикале становили відповідно 7,4–8,6 мм, 2,8–3,4 і 2,9–3,4 мм залежно від сорту.

Ширина та товщина зерна тритикале змінювалась неістотно залежно від сорту, проте підвищувалась прямо пропорційно зі збільшенням довжини зернівки. Найбільш крупним було зерно тритикале сорту лінія LP 195, а дрібнішим – зерно тритикале сорту Хлібодар харківський. Порівняльною характеристикою зерна тритикале та пшениці встановлено, що зерно тритикале мало на 0,2–1,1 мм більшу довжину.

**Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика геометричних розмірів зерна
пшениці і тритикале різних сортів, мм**

Сорт	Довжина	Ширина	Товщина
Подольська (пшениця), (Контроль 1)	7,2	3,2	4,1
Хлібодар харківський, (Контроль 2)	7,4	2,8	2,9
Алкід	8,3	3,2	3,3
Тактик	8,1	3,1	3,2
Стратег	8,2	3,3	3,3
лінія LP 195	8,6	3,4	3,4
<i>HIP_{0,5}</i>	0,2	0,4	0,2

Ширина зернівки тритикале наближалась до ширини зерна пшениці, а сорти чотиривидового тритикале характеризувались неістотним її перевищенням

порівняно з пшеницею на 0,1–0,2 мм ($HIP_{0,5}=0,4$), проте товщина досліджуваних зразків тритикале була значно меншою у аналогічному порівнянні. Так, товщина зерна пшениці становила 4,1 мм проти 2,9–3,4 мм у зерна тритикале.

Характеристикою зерна тритикале та пшениці встановлено, що зерну тритикале притаманна більш видовжена форма, що значно погіршувало показник його сферичності. Встановлено, що для зерна тритикале досліджуваних сортів цей показник змінювався неістотно та становив 0,57–0,59, тоді як у зерна пшениці – наближався до 0,63.

Збільшення геометричних розмірів зерна зумовлювало підвищення площі зовнішньої поверхні та об'єму зернівки. Ці показники були найвищими в зерні лінії LP 195 і становили відповідно 111,6 мм² і 54,1 мм³ (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Площа зовнішньої поверхні та об'єм зернівки пшениці та тритикале різних сортів

Сорт	Площа зовнішньої поверхні, мм ²	Об'єм зернівки, мм ³
Подільська (пшениця), (Контроль 1)	72,7	30,0
Хлібодар харківський, (Контроль 2)	90,1	39,2
Алкід	102,2	45,2
Тактик	94,8	40,5
Стратег	102,9	47,0
лінія LP 195	111,6	54,1

Найменша площа зовнішньої поверхні та об'єм зернівки були у зерна сортів Хлібодар харківський (90,1 мм² і 39,2 мм³) і Тактик (94,8 мм² і 40,5 мм³). Сорти Алкід і Стратег мали середньостатистичні показники площі зовнішньої поверхні та об'єму, що становили відповідно 102,2 мм² і 45,2 мм³ і 102,9 мм² і 47,0 мм³. Зерно тритикале мало більшу на 22,1–38,9 мм² площу зовнішньої поверхні та

більший на 10,2–16,9 мм³ об'єм зернівки порівняно із зерном пшениці, що свідчить про його більшу крупність.

Дослідженнями встановлено, що зерно тритикале характеризувалося високим вмістом ендосперму – 78,7–80,3 % залежно від сорту (рис. 3.1). Відмінність між показниками вмісту ендосперму, отриманих під час розрахунково-аналітичного методу та методом Імбрані, становила менше 5 %, а тому формулу визначення відсоткового вмісту ендосперму зерна пшениці доцільно використовувати для зерна тритикале.

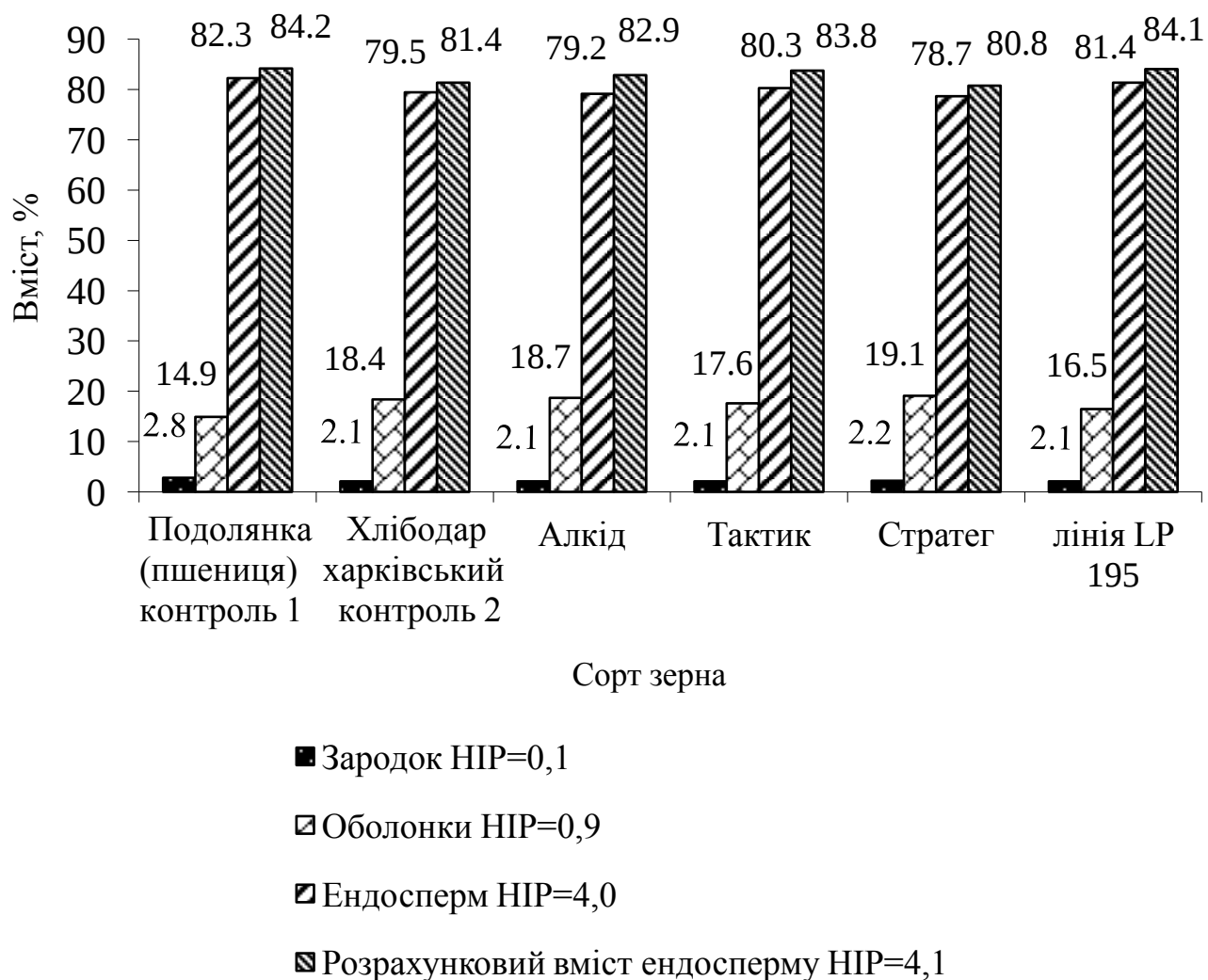


Рисунок 3.1 – Співвідношення анатомічних частин зернівки тритикале, %

Частка зародку в зернівці тритикале змінювалась неістотно залежно від сорту та становила 2,1–2,2 %. Найменша частка оболонок була у сорту лінія LP 195 (16,5 %), а найвища їх кількість – сорту Стратег (19,0 %). Встановлено, що

частка ендосперму зерна тритикале досліджуваних сортів наближалась до його вмісту в зерні пшениці, що становила 82,3 %. Особливість будови зерна тритикале полягала у вищій частці оболонки (на 1,4–4,1 %) та меншій частці зародку (на 0,6–0,7 %) порівняно із зерном пшениці.

Шпаруватість зерна чотиривидового тритикале була вищою на 0,2–2,6 % порівняно із зерном тритикале сорту Хлібодар харківський та на 1,2–3,6 % порівняно із зерном пшениці (рис.3.2). Відповідні залежності зумовлені більшими міжзерновими просторами, що виникають унаслідок формування зернової суміші крупним зерном.

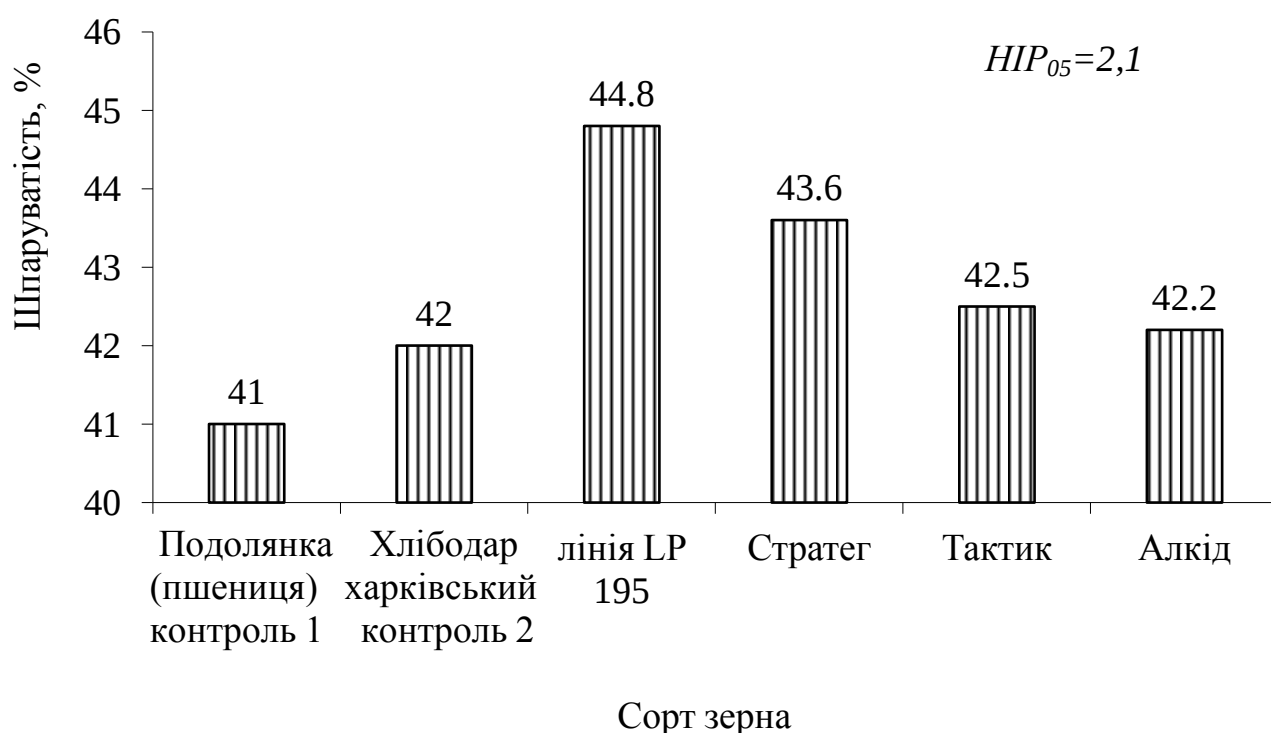


Рисунок 3.2 –Шпаруватість зерна залежно від сорту

Відомо, що показник маси 1000 зерен має високу пряму кореляційну залежність із крупністю зерна, проте у випадку, коли зерно недостатньо виповнене, ця закономірність відсутня [21, 22]. Зерно тритикале нових сортів характеризувалось високими показниками маси 1000 зерен порівняно із зерном тритикале сорту Хлібодар харківський і зерном пшениці сорту Подольнянка, що зумовлено їх високою крупністю (рис. 3.3).

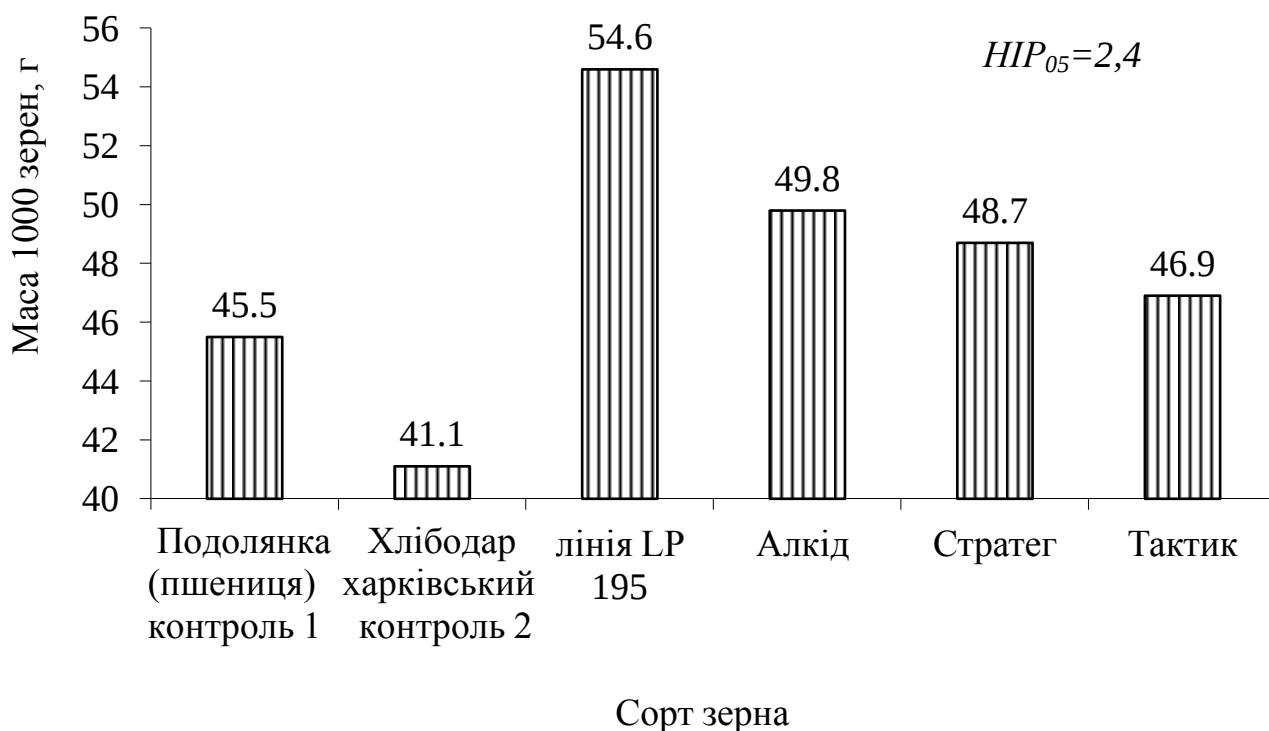


Рисунок 3.3 – Маса 1000 зерен залежно від сорту

Сорт Хлібодар харківський мав на 4,5 г меншу масу 1000 зерен порівняно із зерном пшениці, що становила 45,5 г. Сорти чотиривидового тритикале мали більшу на 4,1–9,1 г масу 1000 зерен, порівняно із зерном пшениці, що пояснюється їх вищими показниками сферичності, більшими геометричними розмірами та кращою виповненістю.

Натура зерна тритикале відповідала першому і другому класу (рис. 3.4). 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.

Поживна цінність зерна злакових культур зумовлена загальним вмістом білка [43, 44]. За вмістом білка зерно тритикале всіх досліджуваних сортів відповідало першій групі (рис. 3.5).

Дуже високий вміст білка мало зерно сортів Алкід, Стратег і лінія LP 195, що становив відповідно 18,2 %, 18,4 і 18,1 %.

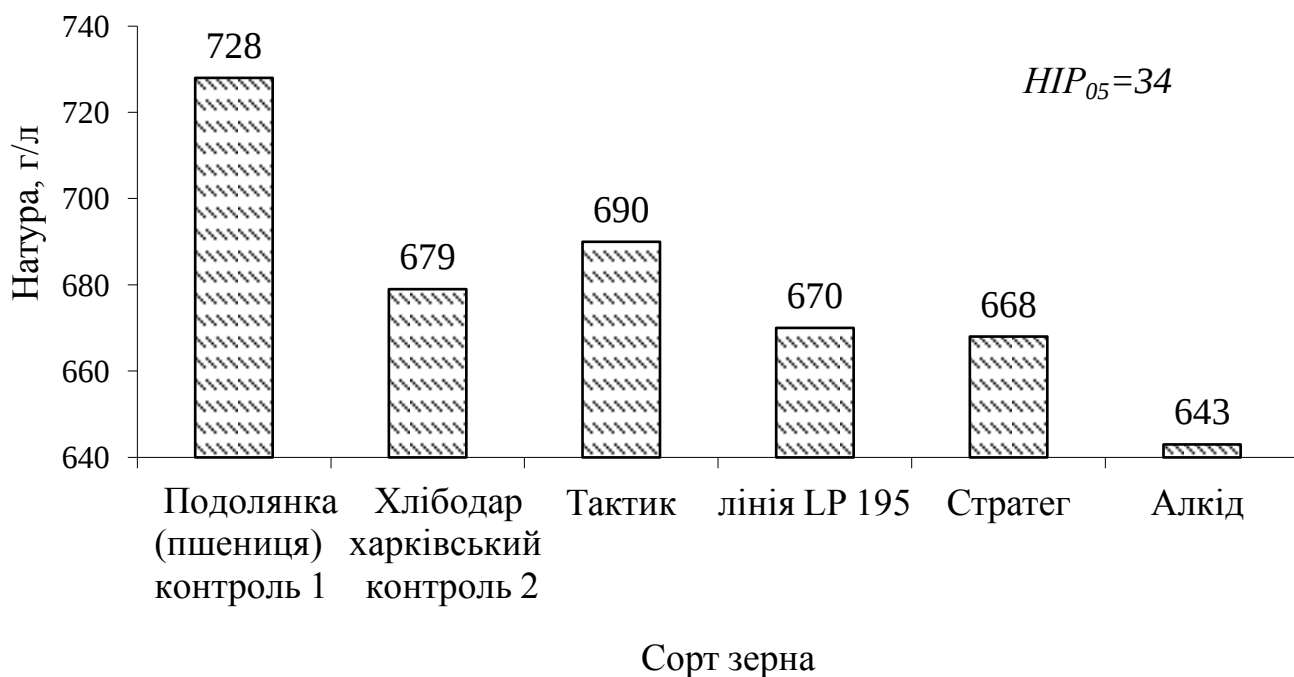


Рисунок 3.4 – Натура зерна тритикале залежно від сорту

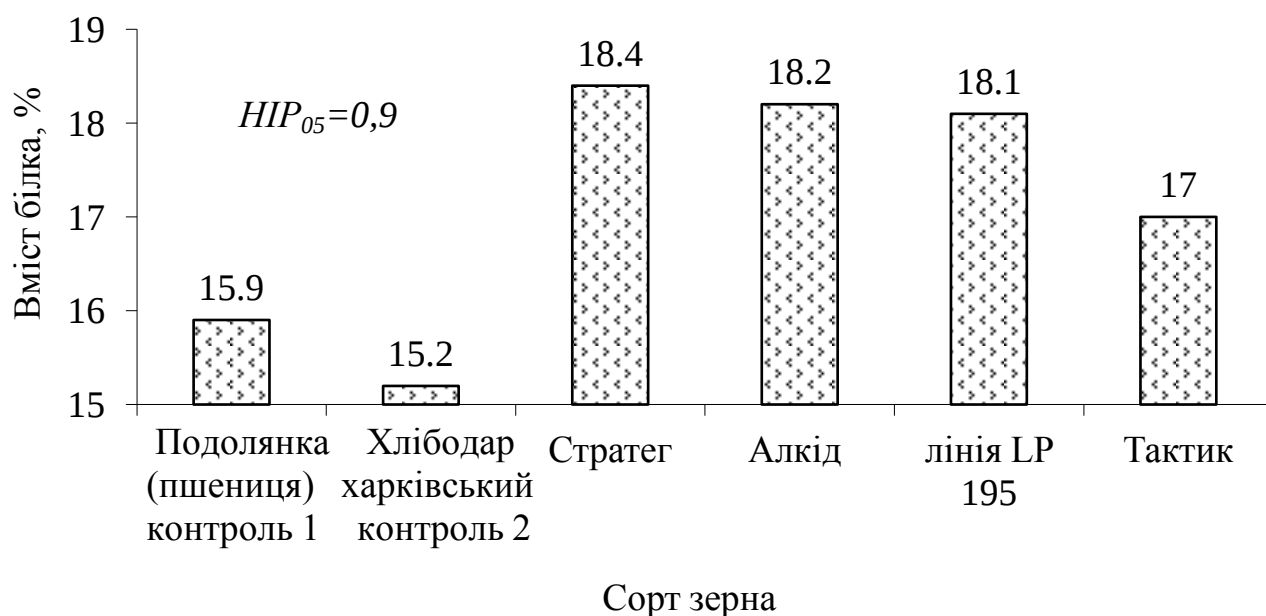


Рисунок 3.5 – Вміст білка в зерні тритикале залежно від сорту

Зерно тритикале сорту Тактик характеризувалось високим вмістом білка (17,0 %), проте сорт Хлібодар харківський мав середній його вміст (15,2 %). Порівняно із зерном пшениці, зерно тритикале сорту Хлібодар харківський мало

на 0,7 % менше білка, а сорти чотиривидового тритикале переважали пшеницю за його вмістом на 1,1–2,9 %.

За вмістом клейковини зерно чотиривидового 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. 3.6).

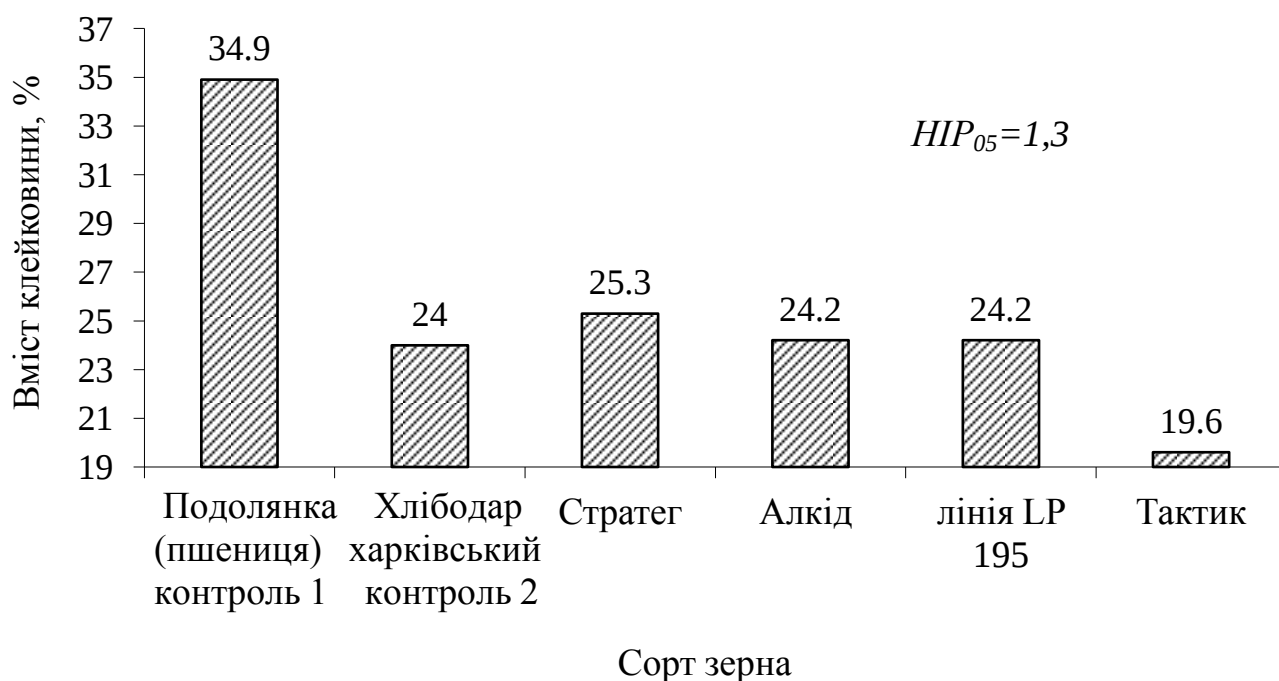


Рисунок 3.6 – Вміст клейковини в зерні тритикале залежно від сорту

Фракційний склад білка тритикале не дозволяє отримати високого виходу клейковини. Це пов'язано з тим, що переважну більшість фракцій складають водо- та солерозчинні білки, які не входять до складу клейковини [69, 73].

Якість клейковини за індексом її деформації змінювалась від задовільно слабкої до середньої залежно від сорту (рис. 3.7).

Дослідженнями встановлено, що зерно чотиривидового тритикале сортів Стратег, Алкід і Тактик мали хорошу клейковину першої групи оскільки індекс деформації клейковини 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.

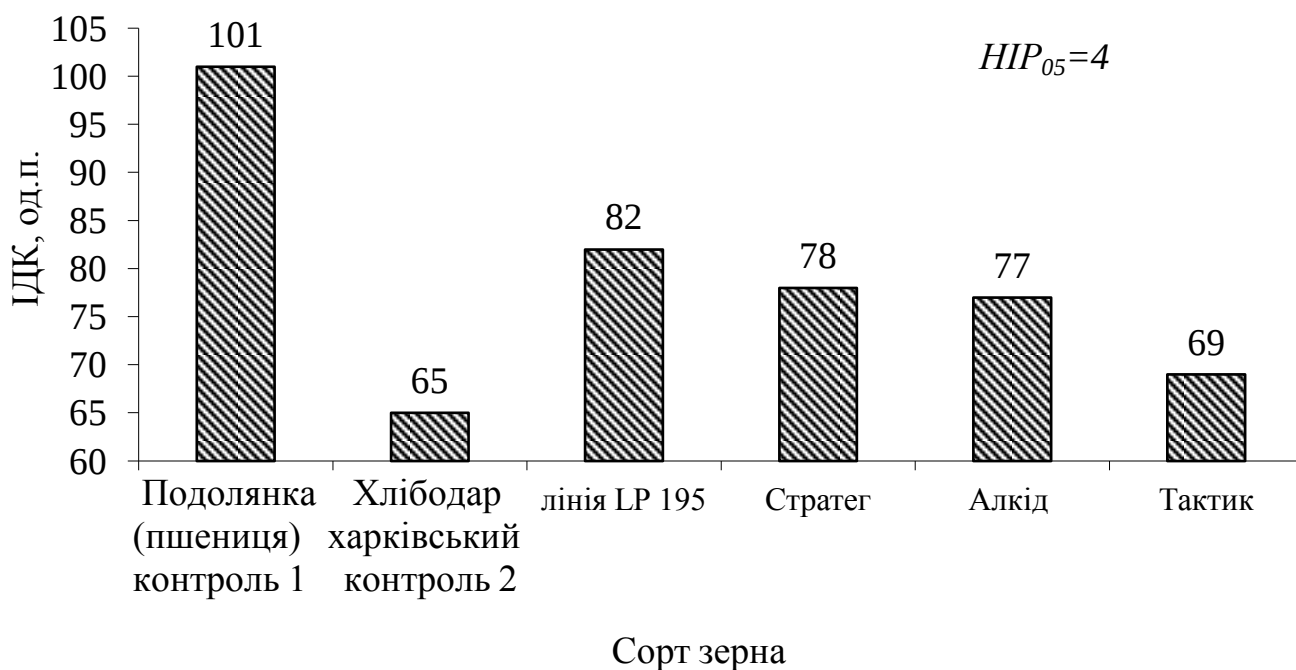


Рисунок 3.7 – Індекс деформації клейковини зерна тритикале залежно від сорту

За показником числа падіння (280 с) зерно пшениці відповідало першому класу (рис. 3.8). Також першому класу відповідало зерно тритикале сорту Тактик, оскільки число падіння становило 185 с, проте інші досліджувані сорти за цим показником відносились до другого (107–135 с) та третього класів (94 с).

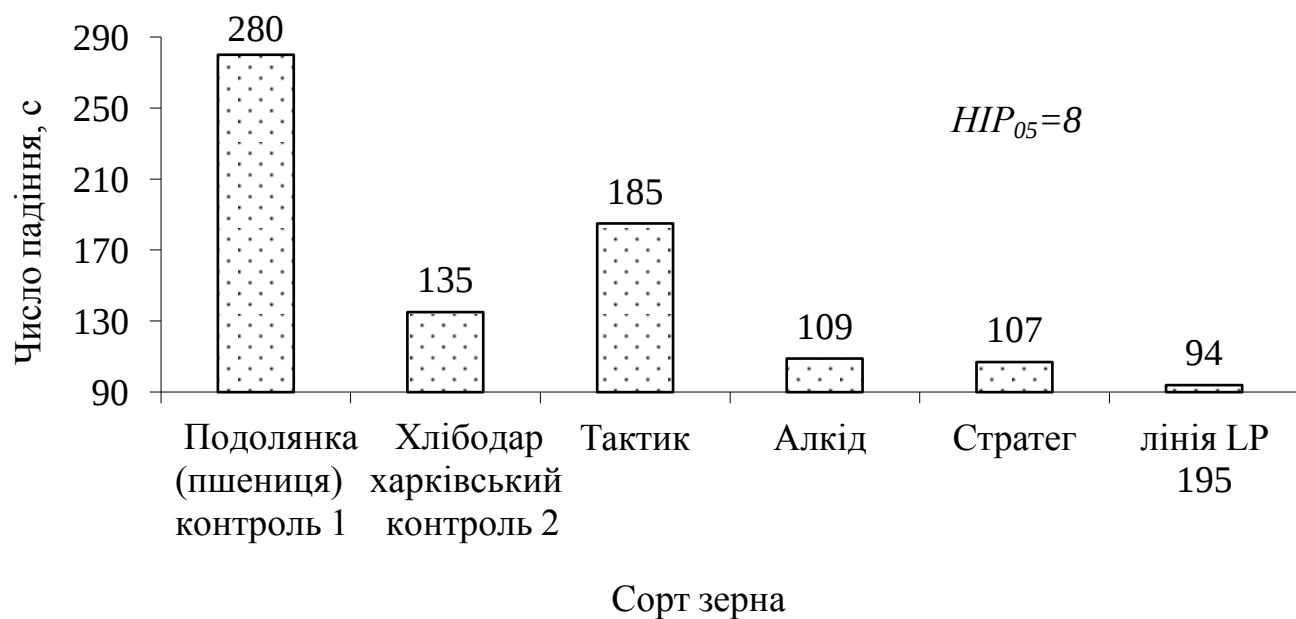


Рисунок 3.8 – Число падіння залежно від сорту

Дослідженнями встановлено, що зерно чотиривидового тритикале мало нижчий вміст крохмалю порівняно із контролем (рис. 3.9). При цьому він змінювався від 63,3 % до 65,5 % залежно від сорту, що нижче на 2,8–5,0 % порівняно із Хлібодаром харківським. Абсолютне відхилення порівняно із пшеницею озимою сорту Подолянка становило від 0,9 до 3,1 %.

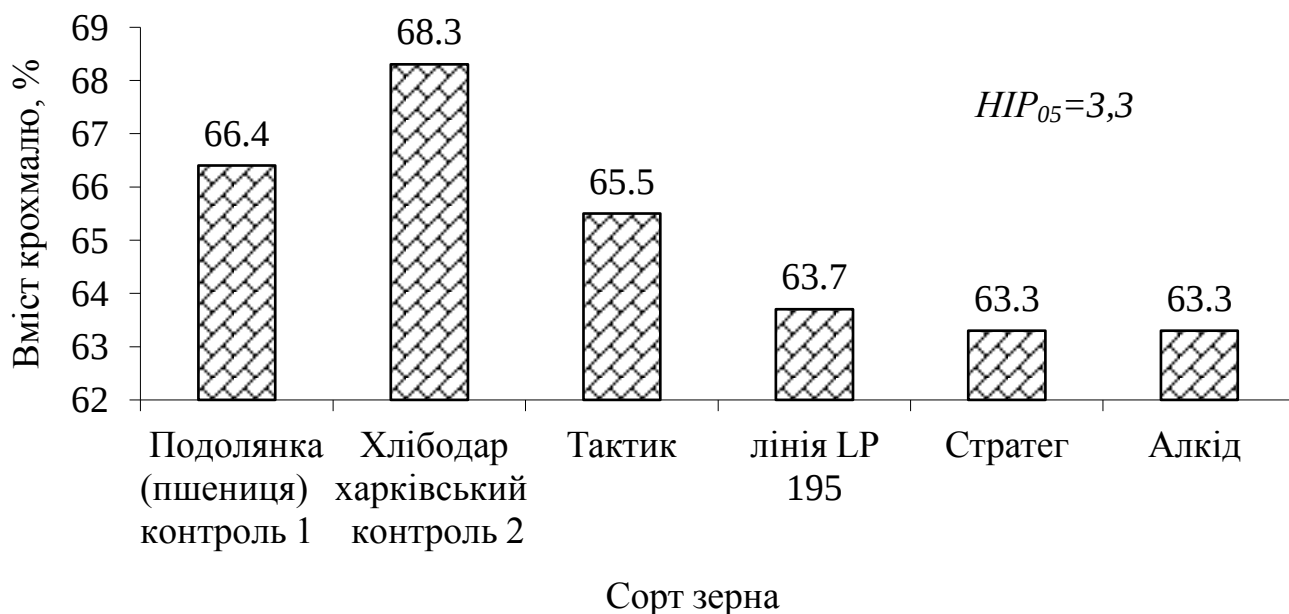


Рисунок 3.9 – Вміст крохмалю в зерні тритикале залежно від сорту

Встановлено, що зерно тритикале досліджуваних сортів мало більший на 0,06–0,25 % вміст клітковини порівняно із зерном пшениці (рис. 3.10).

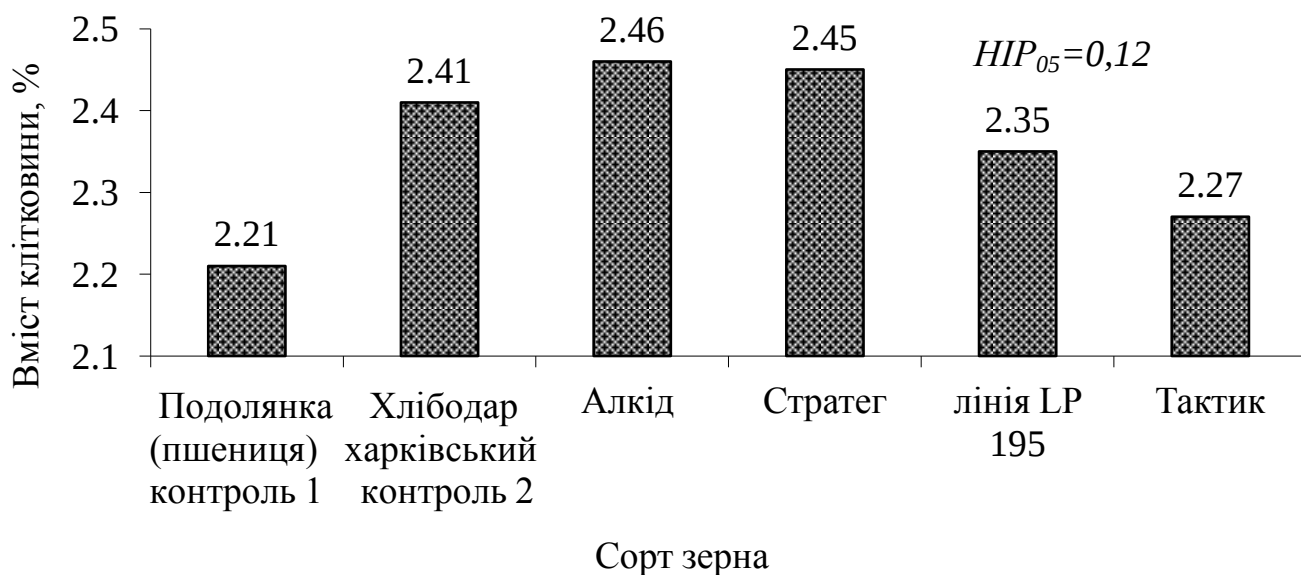


Рисунок 3.10 – Вміст клітковини в зерні тритикале залежно від сорту

Відомо, що клітковина характеризується низькою засвоюваністю. Волокна клітковини не розщеплюються травною системою людини, проте прискорюють час перебування їжі в шлунку та сприяють очищенню організму [41].

Високий вміст клітковини порівняно із зерном пшениці пояснюється більшою кількістю оболонок зерна тритикале. Найбільшу кількість клітковини мало зерно тритикале сортів Алкід і Стратег, що становила відповідно 2,46 і 2,45 %, а найменшу її кількість – зерно сорту Тактик – 2,27 %. Зерно лінії LP 195 мало середні значення цього показника, що становив 2,35 %.

Вміст жиру в зерні тритикале не залежав від сорту та був на 0,27–0,3 абсолютних відсотків меншим порівняно із зерном пшениці (рис. 3.11).

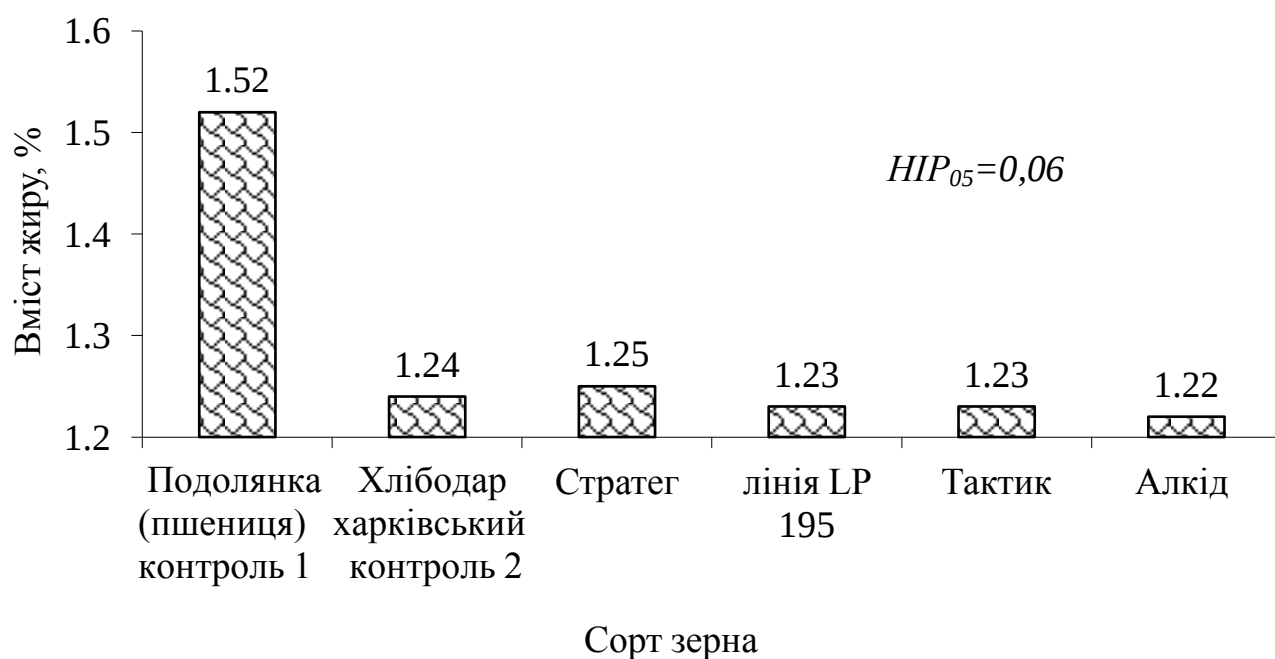


Рисунок 3.11 – Вміст жиру в зерні тритикале залежно від сорту

Встановлено, що зерно чотиривидового тритикале мало вищий вміст золи порівняно із зерном тритикале сорту Хлібодар харківський та пшениці відповідно на 0,03–0,12 і 0,12–0,21 абсолютних відсотків (рис. 3.12).

Вміст золи зерна чотиривидового тритикале становив 1,85–1,94 % і, судячи за показником найменшої істотної різниці (0,9), вміст золи не залежав від сорту.

Твердість зерна злакових культур – комплексний показник, що характеризує міцність зв'язку анатомічних частин зернівки. Технології перероблення твердого

та м'якого зерна відрізняються між собою, тому визначення цього показника є доцільним [42].

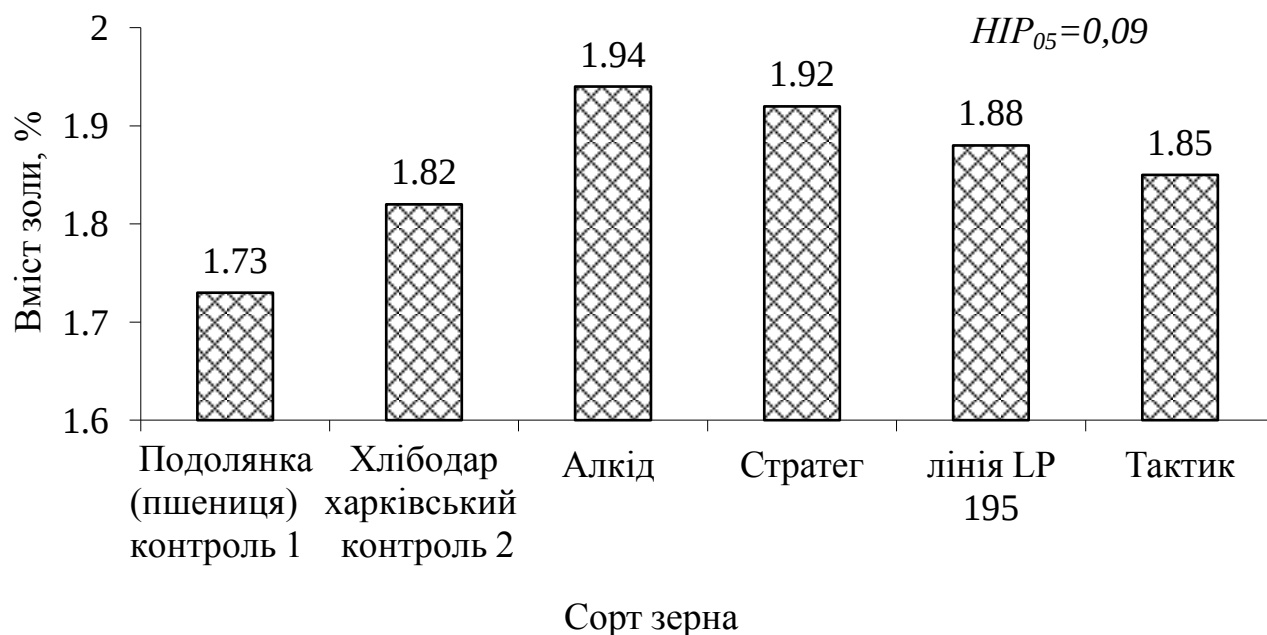


Рисунок 3.12 – Вміст золи в зерні тритикале залежно від сорту

Із досліджуваних зразків лише зерно пшениці було твердозерним, а зерно тритикале мало м'якозерну структуру, оскільки індекс розміру частинок зерна тритикале становив 45,5–49,6 % проти 29,2 % у зерна пшениці м'якої (рис. 3.13).

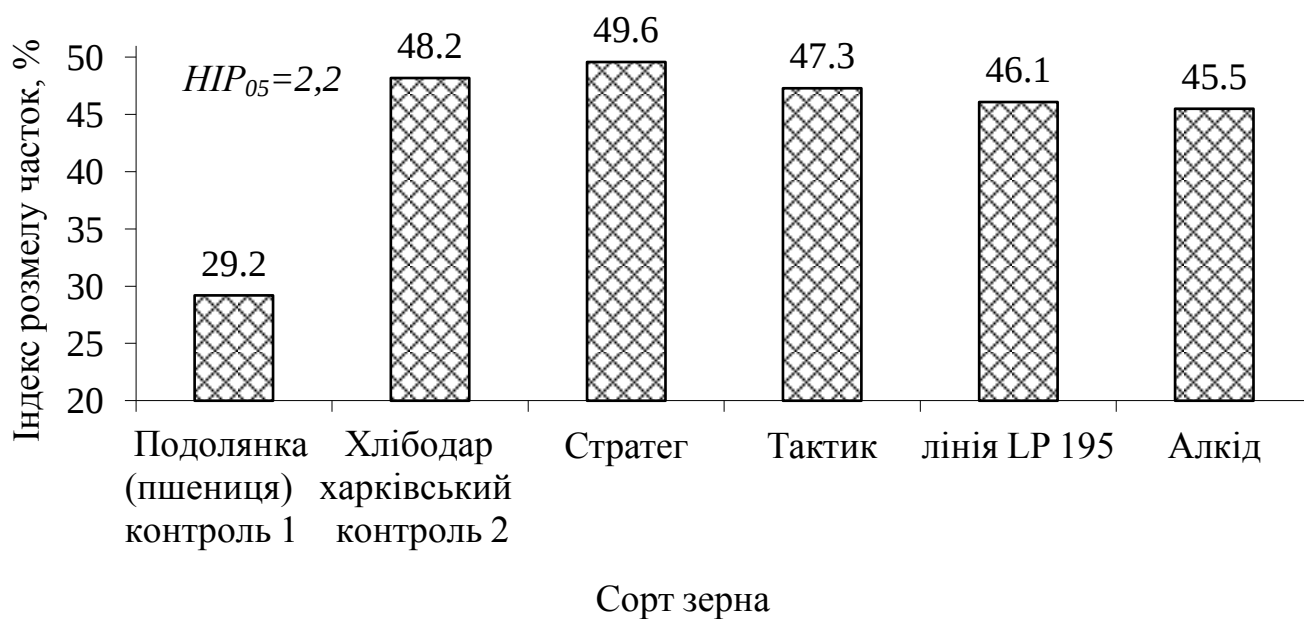


Рисунок 3.13 – Індекс розміру частинок зерна тритикале і пшениці

Білки тритикале представлено протеїнами (альбумін, глобулін, проламін, глутезін) і протеїдами (глюкопротеїд, лінопротеїд, хромопротеїд і нуклепротеїд). Всі прості білки складаються з амінокислот, яких у тритикале виявлено понад 25 [11, 72, 134].

Підвищена біологічна цінність продуктів перероблення зерна тритикале зумовлена високим вмістом у них триптофану, лізину та метіоніну, а тому доцільно знати амінокислотний склад білка нових сортів тритикале [134].

Дослідженнями встановлено, що зерно чотиривидового тритикале характеризувалось високим вмістом незамінних і замінних амінокислот (табл. 3.3).

Найбільший вміст незамінних амінокислот на 1 г білка мало зерно тритикале сорту Хлібодар харківський. Так, на 1 г білка загальна кількість валіну в Хлібодару харківському була вищою порівняно із зерном пшениці на 19 %, ізолеїцину на 16 %, лейцину на 24 %, метіоніну на 46 %, треоніну на 14 %, триптофану на 30 % і феніланіну на 44 %.

Загальна кількість незамінних амінокислот на 1 г білка Хлібодару харківського була на 26 % вищою порівняно із зерном пшениці. Зерно тритикале нових сортів мало менший вміст незамінних амінокислот на 1 г білка порівняно із Хлібодаром харківським. Встановлено, що за вмістом незамінних амінокислот на 1 г білка зерно тритикале сорту Тактик наближалось до Хлібодару харківського, оскільки характеризувалось на 9 % меншою їх загальною кількістю на 1 г білка, тоді як зерно тритикале сорту Стратег мало на 21 % меншу кількість незамінних амінокислот на 1 г білка у аналогічному порівнянні.

Дослідженнями встановлено, що амінокислотний склад зерна сорту Хлібодар харківський був збалансований. За вмістом незамінних амінокислот на 1 г білка зерно чотиривидового тритикале було краще збалансованим порівняно із зерном пшениці. Зерно чотиривидового тритикале на 1 г білка мало на 9–20 % меншу кількість валіну, на 8–16 % – ізолеїцину, на 9–19 % – лейцину, на 9–23 % – лізину, на 5–26 % – метіоніну, на 8–22 % – треоніну та на 7–28 % феніланіну порівняно із Хлібодаром харківським.

**Таблиця 3.3 – Вміст незамінних і замінних амінокислот зерна тритикале
залежно від сорту мг/г білка**

Амінокислотний склад	Сорт					
	Поділька (пшениця) (Контроль 1)	Хлібодар харківський (Контроль 2)	Алгід	Тактик	Стратег	лінія LP 195
Незамінні амінокислоти						
Валін	29,06	35,92	29,73	32,53	28,70	29,61
Ізолейцин	25,91	31,12	26,26	28,53	24,73	25,52
Лейцин	44,91	58,95	48,96	53,24	47,39	48,84
Лізин	23,14	26,91	22,20	24,35	20,71	21,93
Метіонін	6,86	12,76	10,55	12,12	9,35	10,06
Треонін	23,08	26,91	22,47	24,59	20,98	22,21
Триптофан	7,74	10,99	8,85	10,12	7,83	8,40
Фенілаланін	28,11	49,93	41,26	45,00	39,84	41,27
Всього	188,81	253,49	210,27	230,47	199,51	207,85
Замінні амінокислоти						
Аланін	26,73	29,81	29,62	30,38	29,18	28,62
Аргінін	30,57	39,50	39,18	39,94	38,43	37,99
Аспарагінова кислота	36,86	44,28	44,28	44,84	43,46	43,14
Глістидін	24,78	18,43	18,36	18,93	17,67	17,36
Гліцин	31,32	31,26	31,07	31,51	30,25	30,06
Пролін	57,42	83,46	83,21	83,77	82,64	82,26
Серин	34,34	32,83	32,96	33,84	32,33	31,82
Тирозин	18,24	24,47	24,15	24,84	23,58	23,08
Цистин	21,26	13,08	12,70	13,33	12,14	11,82
Всього	281,51	317,11	315,53	321,38	309,69	306,16

Зерно пшениці за вмістом метіоніну та феніланіну на 1 г білка поступалося Хлібодару харківському відповідно на 46 і 43 %.

Встановлено, що за вмістом заміennих амінокислот на 1 г білка зерно тритикале краще збалансовано порівняно із зерном пшениці. Зокрема, під час порівняння складу заміennих амінокислот встановлено, що за вмістом аланіну, аргініну, аспарагінової кислоти, проліну та треозину на 1 г білка Хлібодар харківський переважав Подолянку відповідно на 10 %, 22, 16, 31 і 25 %, тоді як вміст глістидіну, гліцину, серину та цистину на 1 г білка був вищий у зерна пшениці відповідно на 35,5 %, 0,2, 4,5 і 62,2 %. Зерно тритикале сортів Алкід, Стратег і лінія LP 195 мало менший загальний вміст заміennих амінокислот на 1 г білка порівняно із зерном сорту Хлібодар харківський відповідно на 0,5 %, 2,4 і 3,5 %, проте зерно сорту Тактик характеризувалося їх більшим на 1,3 % вмістом у аналогічному порівнянні.

Показником біологічної цінності білків є амінокислотний скор, що визначається за формулою [95]:

$$A = \frac{M_1}{M_2} 100\% \quad (3.1)$$

де А – амінокислотний скор, %;

M_1 – вміст амінокислоти (мг) в 1 г білка;

M_2 – вміст амінокислоти (мг) в 1 г еталона.

Амінокислотний склад еталонного білку є збалансованим та ідеально відповідає потребам організму людини в кожній незамінній кислоті. Амінокислота, скор якої має найнижче значення, називається першою лімітуючою амінокислотою [95].

Встановлено, що першою лімітуючою амінокислотою у всіх досліджуваних сортів був триптофан, амінокислотний скор якого становив від 15,7 % до 22,0 % у зерна тритикале і 15,5 % у зерна пшениці (табл. 3.4).

Недостатній вміст триптофану пов'язаний з місцем зосередження цієї амінокислоти у глютенінах, яких мало в зерні тритикале [72]. Встановлено, що майже всі амінокислоти Хлібодару харківського мали його найвищий показник, тоді як амінокислоти сорту Стратег мали найменше його значення.

Таблиця 3.4 – Показник біологічної цінності білків зерна пшениці та тритикале, %

Амінокислота	Еталон, мг/г білка	Амінокислотний скор					
		Подольнка (пшениця), (Контроль 1)	Хлібодар харківський (Контроль 2)	Алгід	Тактик	Стратег	лінія LP195
Валін	50,0	58,1	71,8	59,5	65,1	57,4	59,2
Ізолейцин	40,0	51,8	62,2	52,5	57,1	49,5	51,0
Лейцин	70,0	89,8	117,9	97,9	106,5	94,8	97,7
Лізін	55,0	46,3	53,8	44,4	48,7	41,4	43,9
Метіонін + Цистин	35,0	56,2	51,7	46,5	50,9	43,0	43,8
Треонін	40,0	46,2	53,8	44,9	49,2	42,0	44,4
Триптофан	10,0	15,5	22,0	17,7	20,2	15,7	16,8
Феніланін + Тирозин	60,0	92,7	148,8	130,8	139,7	126,8	128,7

Примітка. Значення еталону відповідно до даних ФАО [95].

Показник амінокислотного скору валіну був менший на 13,7 % у зерна пшениці, а у зерна чотиривидового тритикале – на 6,7–12,3 % порівняно з Хлібодаром харківським. Аналогічна тенденція була для ізолейцину, лейцину, лізину, треоніну, триптофану, феніланіну та тирозину.

Комплексне оцінювання якості білків рекомендовано встановлювати відповідно до показника індексу незамінних амінокислот (ІНАК) [95].

Метод є модернізацією методу хімічного скору і дозволяє враховувати кількість усіх незамінних кислот. Показник ІНАК визначається за формулою:

$$\text{ІНАК} = n \sqrt{\frac{b_{\text{валін}}}{e_{\text{валін}}} \times \frac{b_{\text{ізолейцин}}}{e_{\text{ізолейцин}}} \times \frac{b_{\text{лейцин}}}{e_{\text{лейцин}}} \times \frac{b_{\text{ліз.}}}{e_{\text{ліз.}}} \times \frac{b_{\text{мет.+цист.}}}{e_{\text{мет.+цист.}}} \times \frac{b_{\text{треонін}}}{e_{\text{треонін}}} \times \frac{b_{\text{трипт.}}}{e_{\text{трипт.}}} \times \frac{b_{\text{феніл.+тироз.}}}{e_{\text{феніл.+тироз.}}}} \quad (3.2)$$

де n – число амінокислот;

b – вміст амінокислоти у досліджуваному білку;

e – вміст амінокислоти в еталонному білку.

Встановлено, що зерно тритикале сорту Хлібодар харківський характеризувалось високою біологічною цінністю, оскільки показник ІНАК становив 0,63 (рис.3.14). Найменшу біологічну цінність мало зерно Стратег (ІНАК = 0,5). Проте встановлено обернену кореляційну залежність між вмістом білка та його якістю.

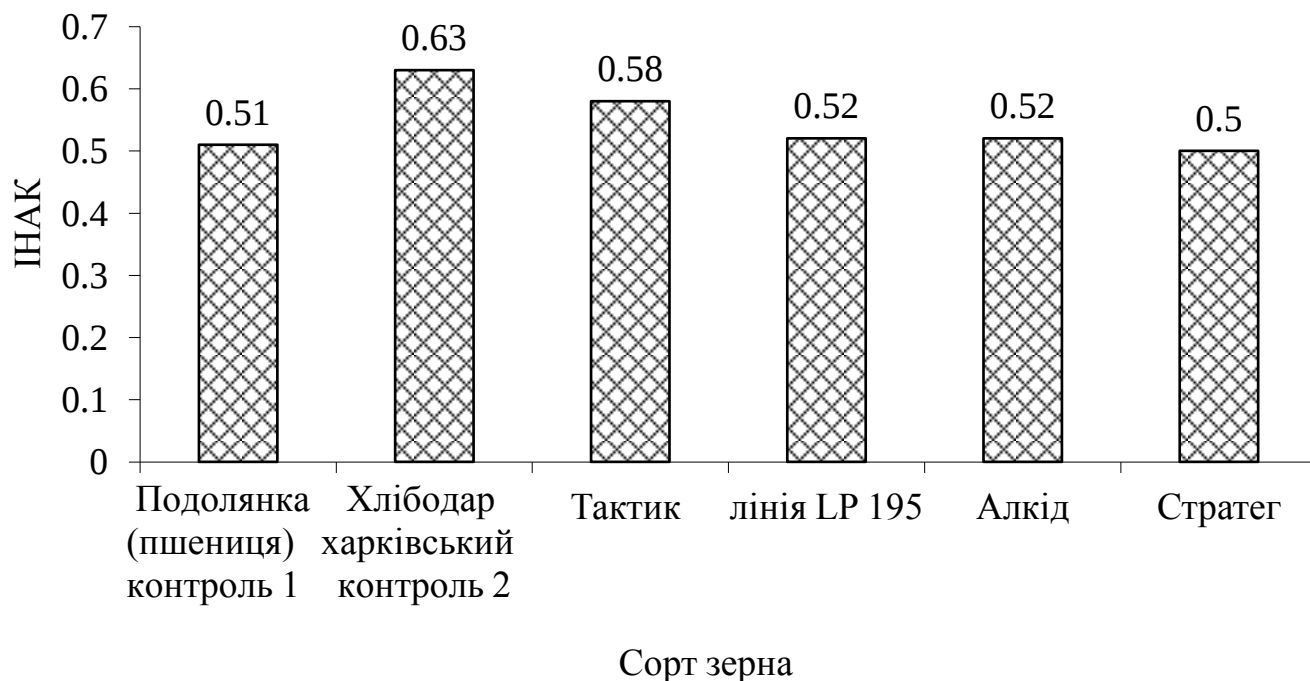


Рисунок 3.14 – Індекс незамінних амінокислот

Кореляційно-регресійним аналізом встановлено, що між фізико-хімічними властивостями зерна тритикале існував незначний, помірний, істотний, високий і дуже високий зв'язок (табл. 3.5). Площа зовнішньої поверхні мала обернений істотний кореляційний зв'язок із показниками числа падіння, крохмалю та індексу розмелу частинок, що характеризувались коефіцієнтами кореляції відповідно $-0,72$, $-0,83$ і $-0,72$. Аналогічна залежність була встановлена між об'ємом зернівки та числом падіння та крохмалем. Проте вміст зародку, клітковини, жиру та золи мали прямий та обернений незначний, помірний та істотний зв'язок із фізико-хімічними властивостями, що відповідав коефіцієнтам кореляції від $0,01$ до $0,61$ і від $-0,01$ до $-0,72$.

**Таблиця 3.5 – Кореляція між фізико-хімічними показниками зерна
тритикале**

Показники	Об'єм зернівки, мм	Ендосперм, %	Маса 1000 зерен, г	ІДК, од. п	Число падіння, с	Крохмаль, %	Зола, %	Індекс розміру частинок, %
Площа зовнішньої поверхні, мм	0,98	0,41	0,97	0,98	-0,72	-0,83	0,61	-0,72
Об'єм зернівки, мм		0,47	0,92	0,94	-0,76	-0,72	0,49	-0,69
Зародок, %		-0,59	0,05	0,30	-0,29	-0,40	0,43	-0,01
Оболонки, %		-1,00	-0,51	-0,25	-0,03	0,01	0,36	0,00
Ендосперм, %			0,49	0,23	0,04	0,01	-0,37	0,01
Маса 100 зерен, г				0,94	-0,54	-0,85	0,60	-0,62
Натура г/л				-0,56	0,70	0,59	-0,83	0,90
Склоподібність, %				0,61	0,05	-0,70	0,37	-0,09
Вміст білка, %				0,91	-0,51	-1,00	0,88	-0,59
Вміст клейковини, %				0,48	-0,92	-0,29	0,46	-0,73
ІДК, од. п					-0,75	-0,91	0,75	-0,76
Число падіння, с						0,52	-0,57	0,90
Крохмаль, %							-0,90	0,62
Клітковина, %							0,58	-0,65
Жир, %							-0,20	0,35
Зола, %								-0,72

Примітка. Шрифт жирний – значення значимі на рівні $p=0,05$.

Встановлено, що між показниками площі зовнішньої поверхні та об'ємом зернівки, масою 1000 зерен та індексом деформації клейковини існував дуже високий кореляційний зв'язок ($r=0,96-0,98$) (рис.3.16).

Залежності між цими показниками визначають за формулами:

$$V = -25,63 + 0,70608S; \quad (3.3)$$

$$M_{1000} = -9,327 + 0,57363S; \quad (3.4)$$

$$ІДК = -8,967 + 0,82901S; \quad (3.5)$$

де V – об'єм зернівки, мм³;

M_{1000} – маса 100 зерен, г;

ІДК – індекс деформації клейковини, од. п.;

S – площа поверхні, мм².

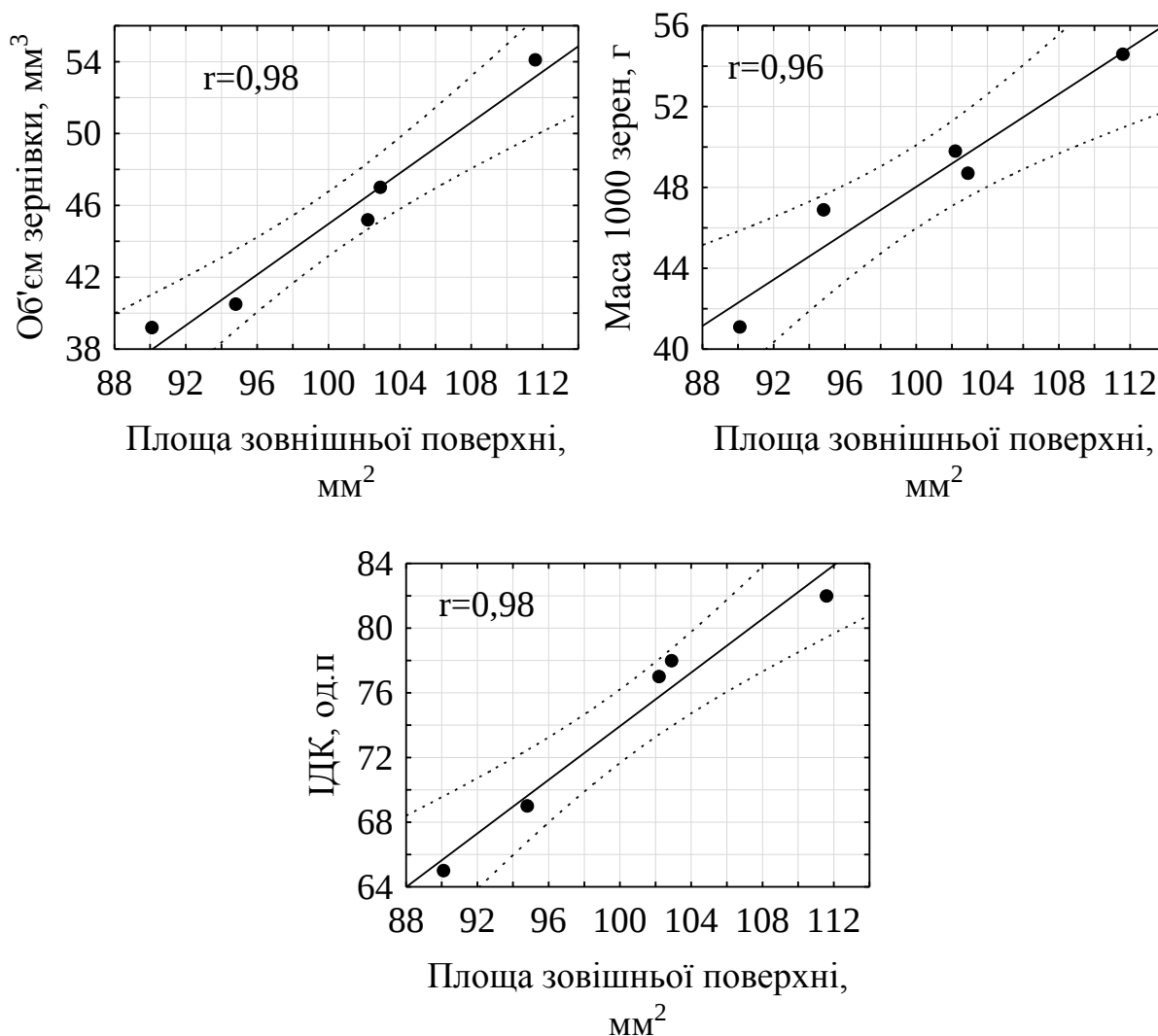


Рисунок 3.16 – Кореляційна залежність між показниками площі зовнішньої поверхні, об'ємом зернівки, маси 1000 зерен та ІДК

Дуже високий кореляційний зв'язок було встановлено між об'ємом зернівки, масою 1000 зерен та ІДК, оскільки коефіцієнт кореляції між цими показниками становив 0,92 і 0,94 (рис. 3.17).

Відповідні залежності рекомендовано визначати за формулами:

$$M_{1000} = 13,945 + 0,75829 V; \quad (3.6)$$

$$ІДК = 24,060 + 1,1093 V; \quad (3.7)$$

де V – об'єм зернівки, мм³;

M_{1000} – маса 1000 зерен, г;

ІДК – індекс деформації клейковини, од. п.;

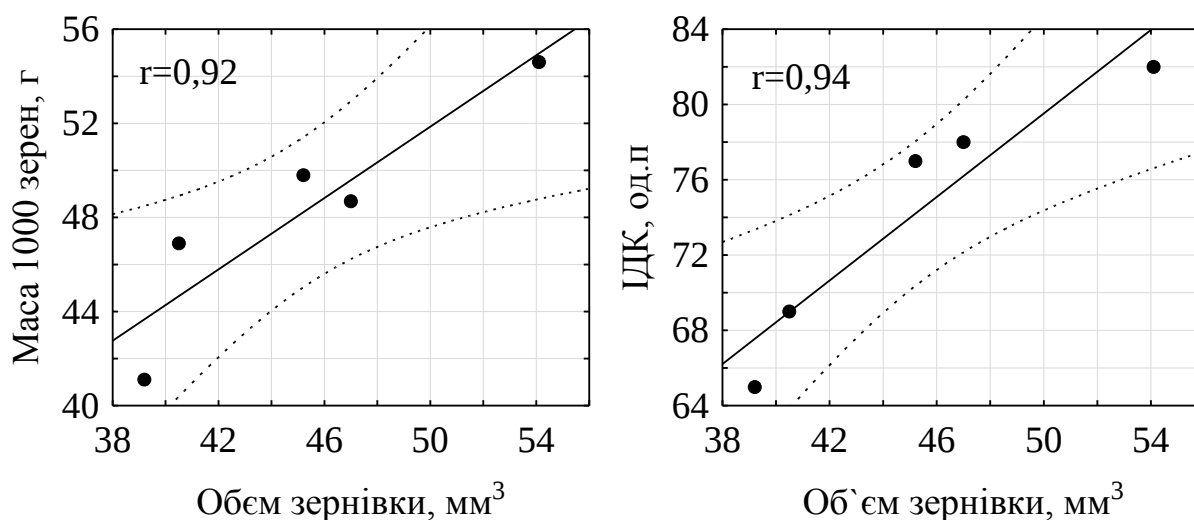


Рисунок 3.17 – Кореляційна залежність між показниками об'єму зернівки, маси 1000 зерен та ІДК

Показник вмісту білка мав дуже високу та високу пряму кореляційну залежність з показниками ІДК ($r = 0,9$) та вмістом золи ($r = 0,88$), проте залежність з показником крохмалю була дуже висока обернена ($r = -0,99$) (рис. 3.18).

Лінійні кореляційні рівняння цих показників можна виразити наступними формулами:

$$ІДК = -8,262 + 4,7447 Б \quad (3.8)$$

$$Кр = 92,733 - 1,606 Б \quad (3.9)$$

$$З = 1,3158 + ,03258 Б \quad (3.10)$$

де ІДК – індекс деформації клейковини, од. п.;

$Б$ – вміст білка, %;

$Кр$ – вміст крохмалю, %

З – вміст золи.

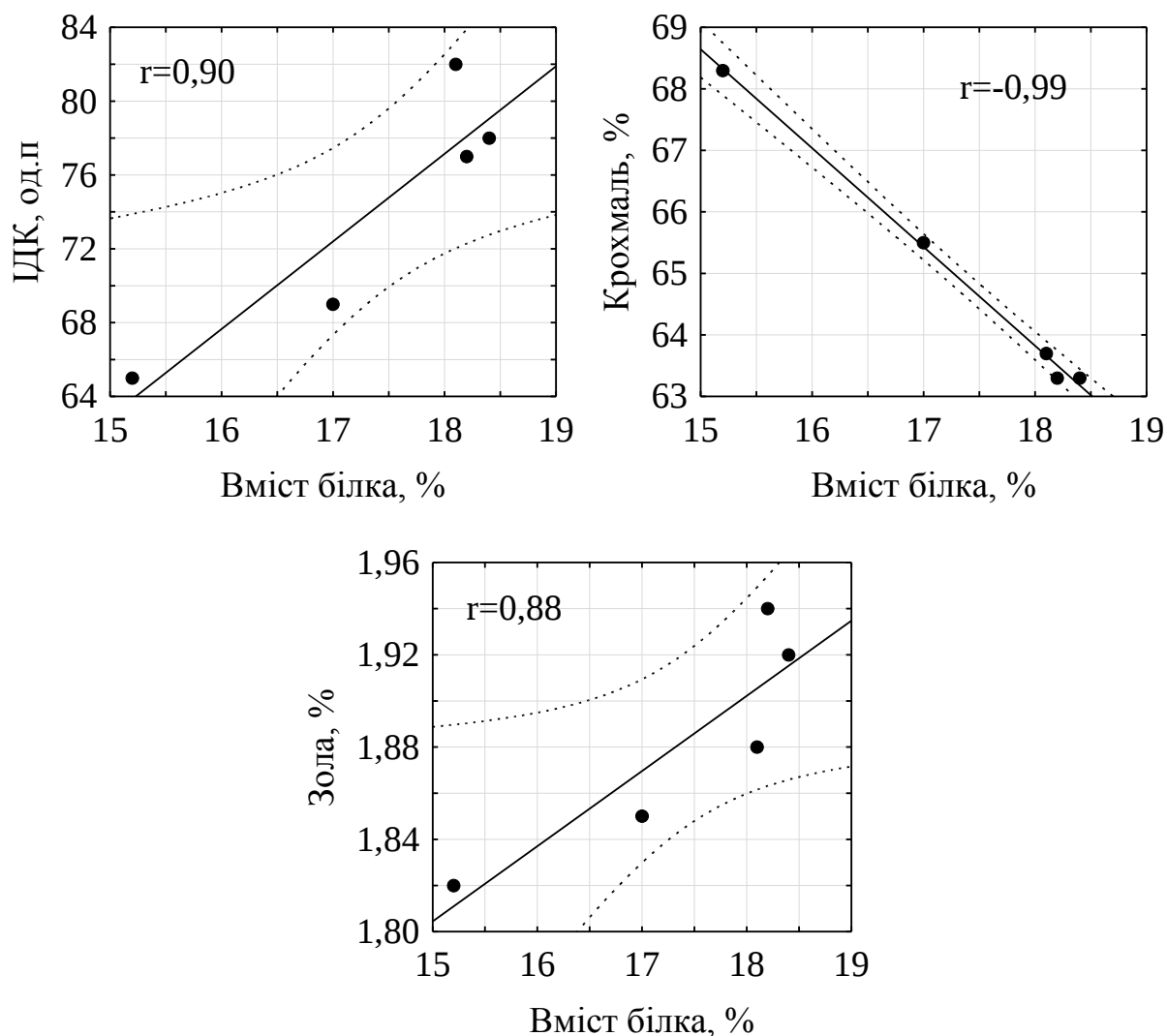


Рисунок 3.18 – Кореляційна залежність між показниками вмісту білка, вмісту крохмалю та ІДК

Кореляційно-регресійним аналізом встановлено що між показниками ІДК і масою 1000 зерен існував вельми високий прямий зв'язок ($r = 0,94$), показники ІРЧ і натури мали високий прямий зв'язок ($r = 0,9$), тоді як вміст оболонок та ендосперму мав дуже високий обернений зв'язок ($r = -0,99$) (рис 3.19).

Між показниками числа падіння та вмісту клейковини був встановлений високий обернений кореляційний зв'язок, оскільки коефіцієнт кореляції становив $-0,91$. Лінійні рівняння залежностей між цими показниками можна виразити наступними формулами:

$$E = 98,322 - 1,024 M_o \quad (3.11)$$

$$\text{ІДК} = 9,6270 + 1,3391 M_{1000} \quad (3.12)$$

$$\text{ІРЧ} = -9,340 + ,08460 N \quad (3.13)$$

$$\text{Чп} = 476,73 - 14,95 \text{ Кл} \quad (3.14)$$

де Е – ендосперм, %;

ІРЧ – індекс розміру частинок, %;

Чп – число падіння, с.;

Мо – оболонки, %;

Н – натура, г/л;

Кл – вміст клейковини, %.

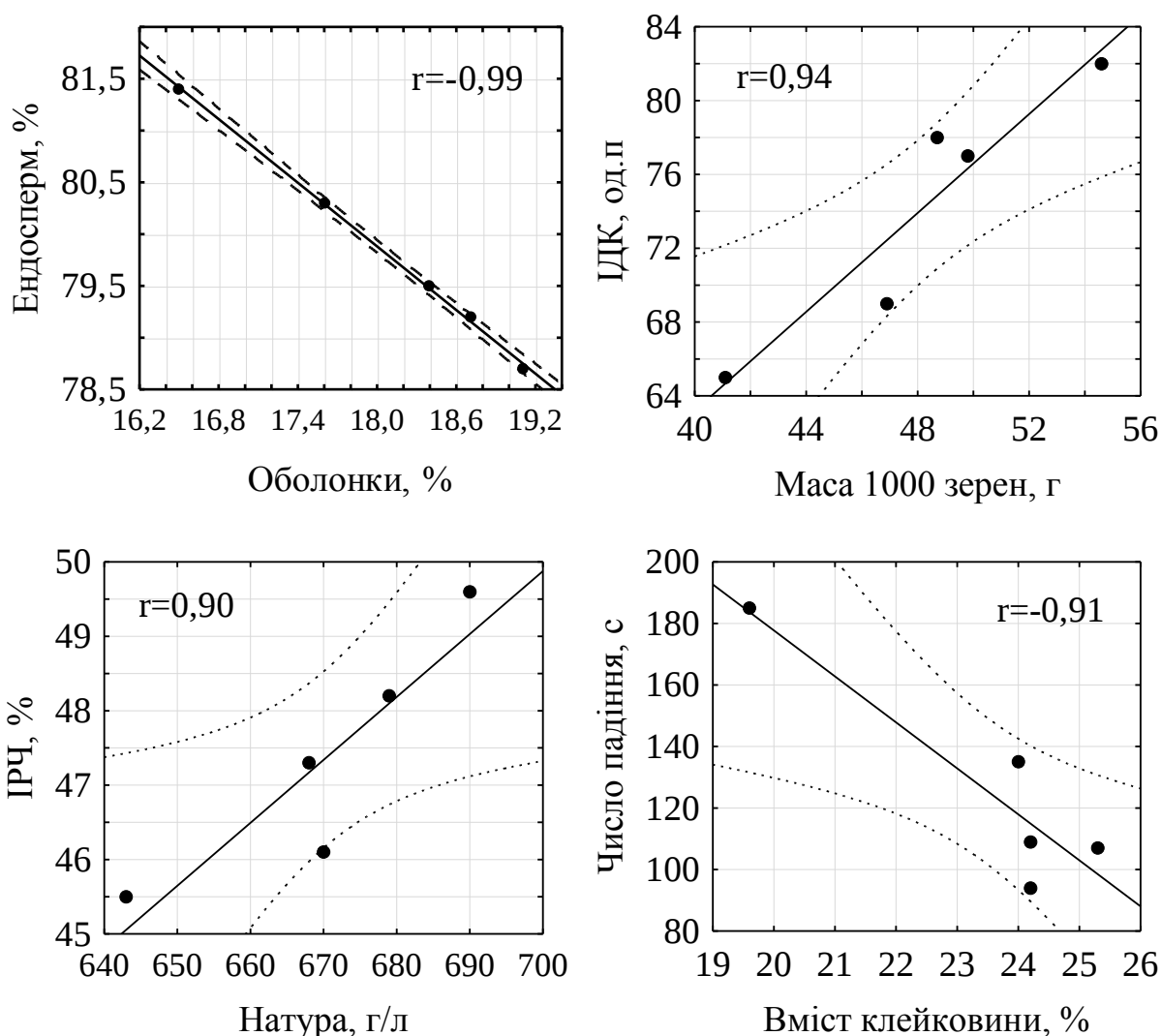


Рисунок 3.19 – Кореляційна залежність між технологічними показниками зерна тритикале

Вміст крохмалю мав високий обернений кореляційних зв'язок з ІДК та вмістом золи, оскільки коефіцієнти кореляції становили $-0,9$ (рис. 3.20). Лінійні

рівняння залежностей між цими показниками можна виразити наступними формулами:

$$K_p = 85,511 - 0,2789 \text{ ІДК} \quad (3.15)$$

$$\text{ІРЧ} = 42,219 + 0,04064 \text{ Чп} \quad (3.16)$$

$$З = 3,2214 - 0,0207 K_p \quad (3.17)$$

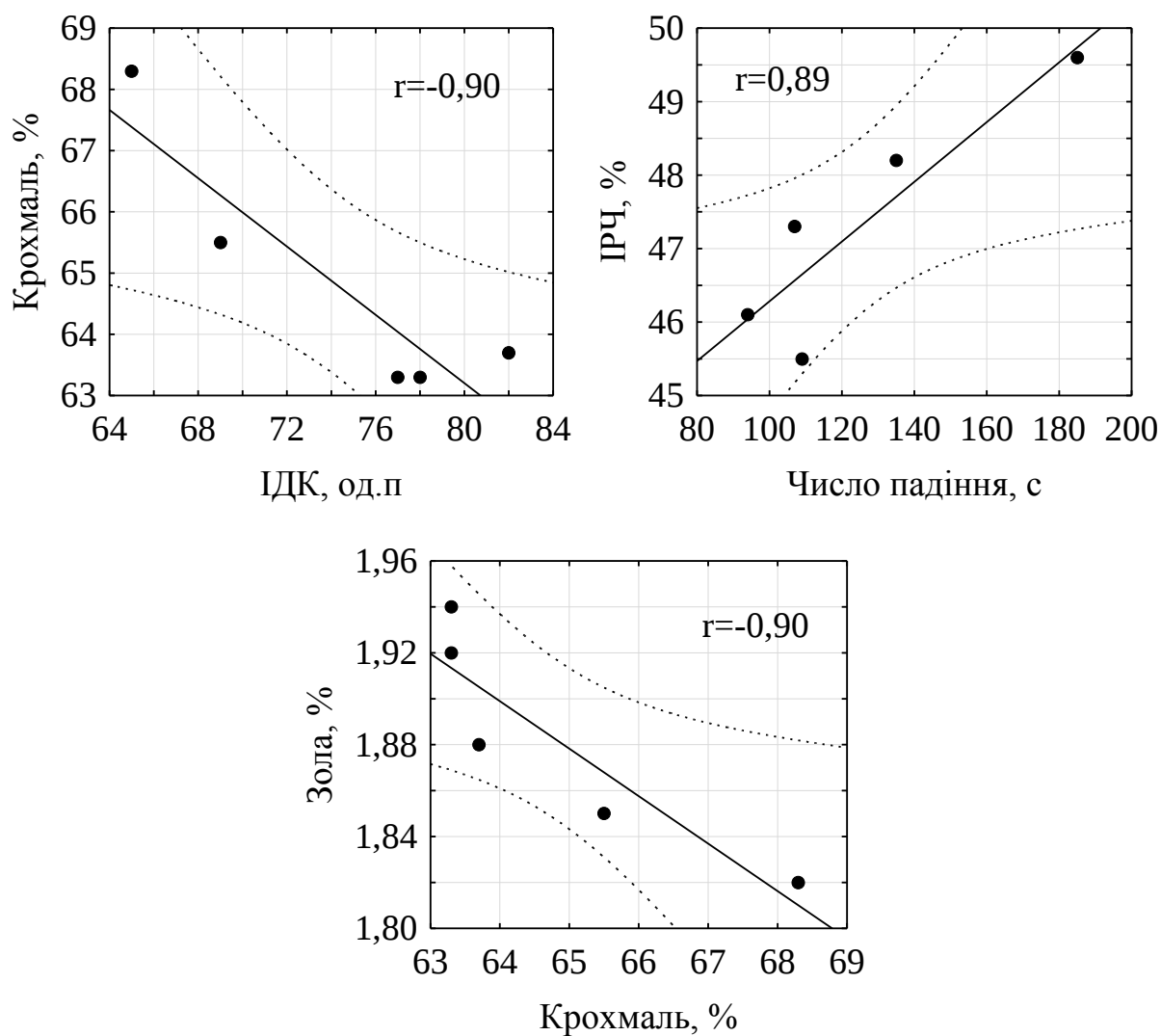


Рисунок 3.20 – Кореляційна залежність між показниками крохмалю, ІДК, ІРЧ, числа падіння та золи

Висновки до розділу 3

1. Розміри зерна тритикале істотно змінюються залежно від сорту. Площа зовнішньої поверхні становить 90,1–111,6 мм², об'єм зернівки 39,2–54,1 мм³

залежно від сорту. Зерно тритикале на 0,9–1,4 мм довше порівняно з пшеничним (7,2 мм), проте поступається йому за товщиною.

2. Зерно тритикале має більшу масу 1000 зерен порівняно із зерном пшениці, що змінюється в широкому діапазоні від 41,0 г у сорту Хлібодар харківський до 54,6 г у лінії LP 195. Проте всі сорти тритикале поступаються пшениці за натурою зерна, що становить 643–690 г/л у тритикале і 728 г у пшениці озимої сорту Подолянка.

3. Зерно тритикале характеризується високим вмістом білка (17,0–18,4 %), що краще збалансований за амінокислотним складом порівняно із пшеницею та є відмінною сировиною для виробництва круп'яних продуктів.

4. Зерно тритикале має більший загальний вміст незамінних амінокислот (199,51–253,49 мг/1 г білка) порівняно із зерном пшениці (188,81 мг/1 г білка), що краще збалансовані за своїм складом. Це характеризує зерно тритикале як перспективну господарсько-цінну сировину.

Результати досліджень розділу 3 було апробовано на трьох конференціях [80, 83, 85].

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ ВОДОТЕПЛОВОГО ОБРОБЛЕННЯ ТА ПАРАМЕТРІВ ЛУЩЕННЯ НА ЯКІСТЬ ТА ВИХІД КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ

4.1 Вплив зволоження, відволоження та лущення зерна на вихід та якість крупів із тритикале подрібнених № 1, 2, 3

Дослідження [1, 108, 161] показали, що великий вплив на фізико-механічні властивості зерна має його вологість. Процеси лущення зерна під час виробництва круп'яних продуктів характеризуються високими енерговитратами та впливають на вихід та якість готового продукту. Сучасними технологіями перероблення пшениці на крупу досягнутий вихід готового продукту до 60 %, тоді як загальний вміст ендосперму у зерні пшениці становить 70–80 %. Тому встановлення оптимальної тривалості лущення залишається актуальним питанням в умовах сучасної ринкової економіки.

Дослідженнями встановлено, що вихід ядра істотно залежав від тривалості лущення та неістотно від вологості та тривалості відволоження. Це пояснюється тим, що принцип роботи машин ударно-стираючої дії полягає у інтенсивному стиранні поверхневих шарів у наслідок тертя зернівок між собою та багаторазового контакту з абразивною поверхнею робочих органів машини. Так, за вологості 12,0 %, збільшення тривалості лущення з 20 до 160 с зумовило зменшення виходу ядра з 90,3 до 78,6 % (рис. 4.1).

Підвищення вологості до 13,0 % зумовлювало збільшення виходу ядра за тривалості лущення 20 с, 40, 60, 80, 100, 120, 140 і 160 с порівняно із аналогічним режимом за вологості 12,0 % відповідно на 2,1 %, 1,9, 0,7, 1,1, 1,9, 2,4, 1,7 і 1,9 %. За початкової вологості 14,0 % вихід ядра був більший на 0,6–2,3 % порівняно із виходом ядра за вологості 12,0 %. Вихід ядра за початкової вологості 14,0 % і тривалості лущення впродовж 20, 60 і 140 с був більший на 0,1–0,2 % порівняно із вологістю 13,0% та аналогічних режимах лущення.

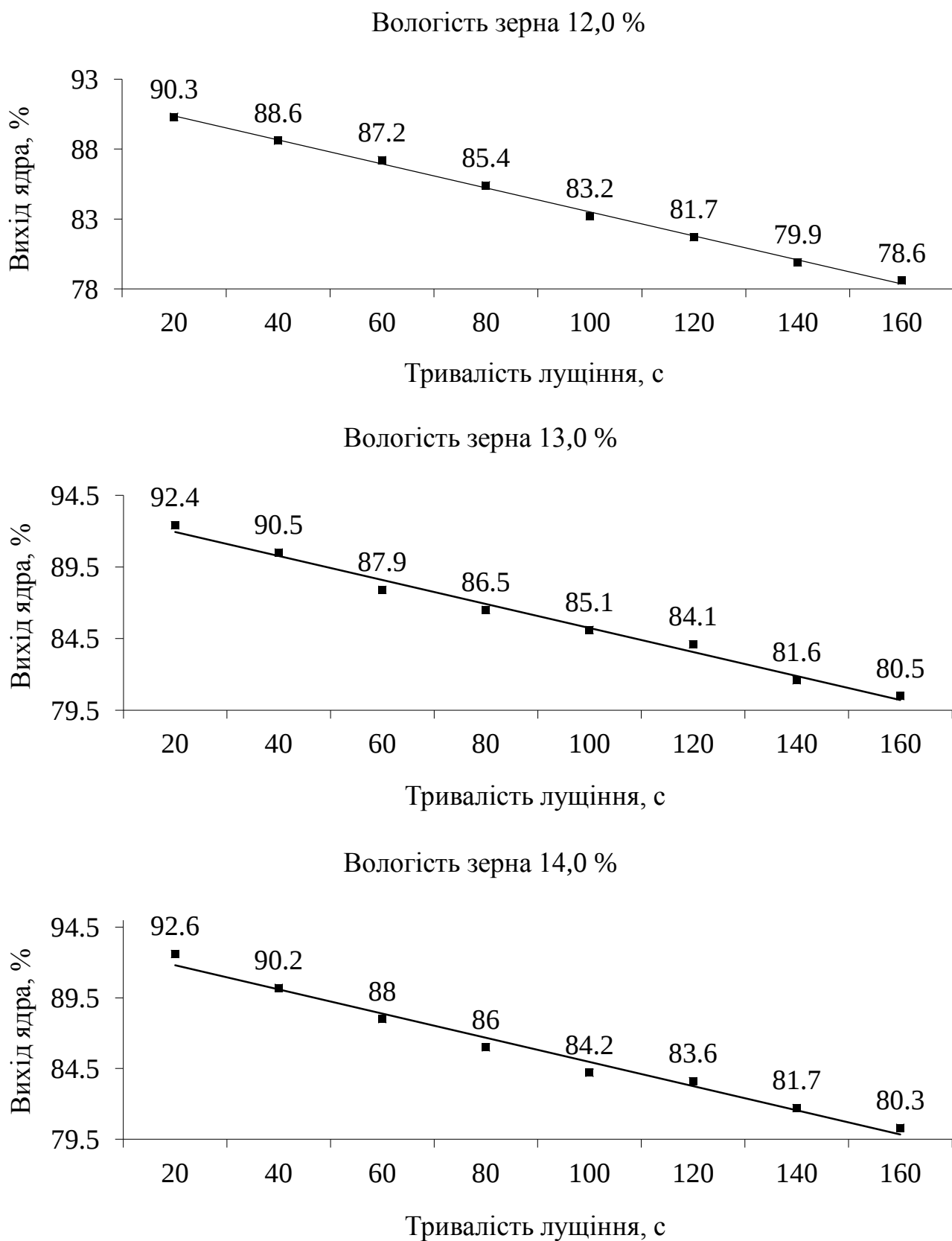


Рисунок 4.1 – Вихід крупи із зерна тритикале озимого сорту Стратег залежно від вологості зерна

Лушчення зерна вологістю 14,0 % впродовж 40 с, 80–120, і 160 с

зумовлювало менший вихід ядра відповідно на 0,3 %, 0,5, 0,9, 0,5 і 0,2 % порівняно із вологістю зерна 13,0 %. Із наведених результатів випливає, що інтенсивність зняття оболонки за сталої тривалості лущення від 20 до 160 с мала найвище значення за початкової вологості зерна 12,0 %. Зміна вологості з 12,0 % до 13,0–14,0 % неістотно підвищувало вихід готового продукту.

Зволоження зерна тритикале до 15,0 і 16,0 % підвищувало вихід ядра неістотно порівняно з сухим зерном (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Вихід крупи із зерна тритикале озимого сорту Стратег залежно від вологості та тривалості відволоження, %

Тривалість лущення, с	Тривалість відволоження, хв			
	30	60	90	120
Вологість зерна 15,0 %				
20	92,8	93,6	93,7	93,6
40	90,0	90,6	90,7	90,6
60	87,8	88,7	88,5	88,2
80	86,8	87,8	88,1	87,6
100	85,0	85,7	86,1	86,3
120	84,2	85,0	85,1	84,6
140	81,5	83,2	83,0	83,6
160	80,7	81,6	81,7	81,9
Вологість зерна 16,0 %				
20	93,5	94,0	94,2	94,1
40	90,5	91,6	91,7	91,6
60	89,2	89,5	89,2	88,8
80	87,1	88,4	88,4	88,3
100	85,7	86,1	86,9	86,6
120	84,6	85,7	85,9	85,3
140	83,3	83,5	83,6	84,3
160	81,0	81,1	82,3	82,6

Під час виробництва крупи із зерна тритикале озимого сорту Тактик параметри водотеплового оброблення та тривалості лушення впливали на вихід крупи аналогічно (Додаток Е, рис. Е 1).

За вологості 15,0 % і тривалості відволожування 30 хв, вихід ядра зменшувався за тривалості лушення впродовж 20–160 с з 92,8 % до 80,7 %. Збільшення тривалості відволожування до 60 хв зумовлювало збільшення виходу ядра на 0,6–1,8 %.

Збільшення тривалості відволожування з 30 хв до 90 хв зумовлювало підвищення виходу ядра на 0,76–1,52 %, а за тривалості відволожування 120 хв – на 0,47–2,14 % залежно від тривалості лушення.

Подібну тенденцію встановлено за вологості зерна тритикале 16,0 %. Аналогічні залежності були встановлені під час виробництва крупи із зерна тритикале озимого сорту Тактик (Додаток Е, табл. Е 1).

Дослідженнями встановлено, що збільшення тривалості лушення зумовлювало підвищення вмісту мучки (рис. 4.2). Найвищий вихід мучки був за початкової вологості 12,0 % та змінювався від 3,5 % до 13,1 % залежно від тривалості лушення. Проте, підвищення вологості з 12,0 % до 14,0 % зумовлювало зменшення виходу мучки на 0,4–2,0 %. Найменша кількість мучки була під час лушення зерна за вологості 15,0–16,0 % (табл. 4.2).

За початкової вологості зерна 15,0 % та тривалості відволожування 30 хв, вихід мучки зменшувався на 0,7–2,0 % порівняно із зерном, лушеним за вологості 12,0 %. Аналогічну тенденцію встановлено під час збільшення тривалості відволожування з 60 до 120 хв. Підвищення вологості з 15,0 % до 16,0 % зменшувало вміст мучки: за тривалості відволожування 30 хв на 0,2–1,8 %; 60 хв – на 0,4–0,9 %; 90 хв – на 0,3–0,9 %; 120 хв – на 0,4–0,8 %.

Дослідженнями встановлено, що вихід дрібки та тривалість лушення мали пряму кореляційну залежність, а підвищення вологості зумовлювало неістотне зменшення дрібки (рис. 4.3, табл. 4.3). Встановлено, що найменший вихід дрібки (6,4 %) був під час лушення зерна, що зволожували до 16,0 % та відволожували впродовж 120 хв.

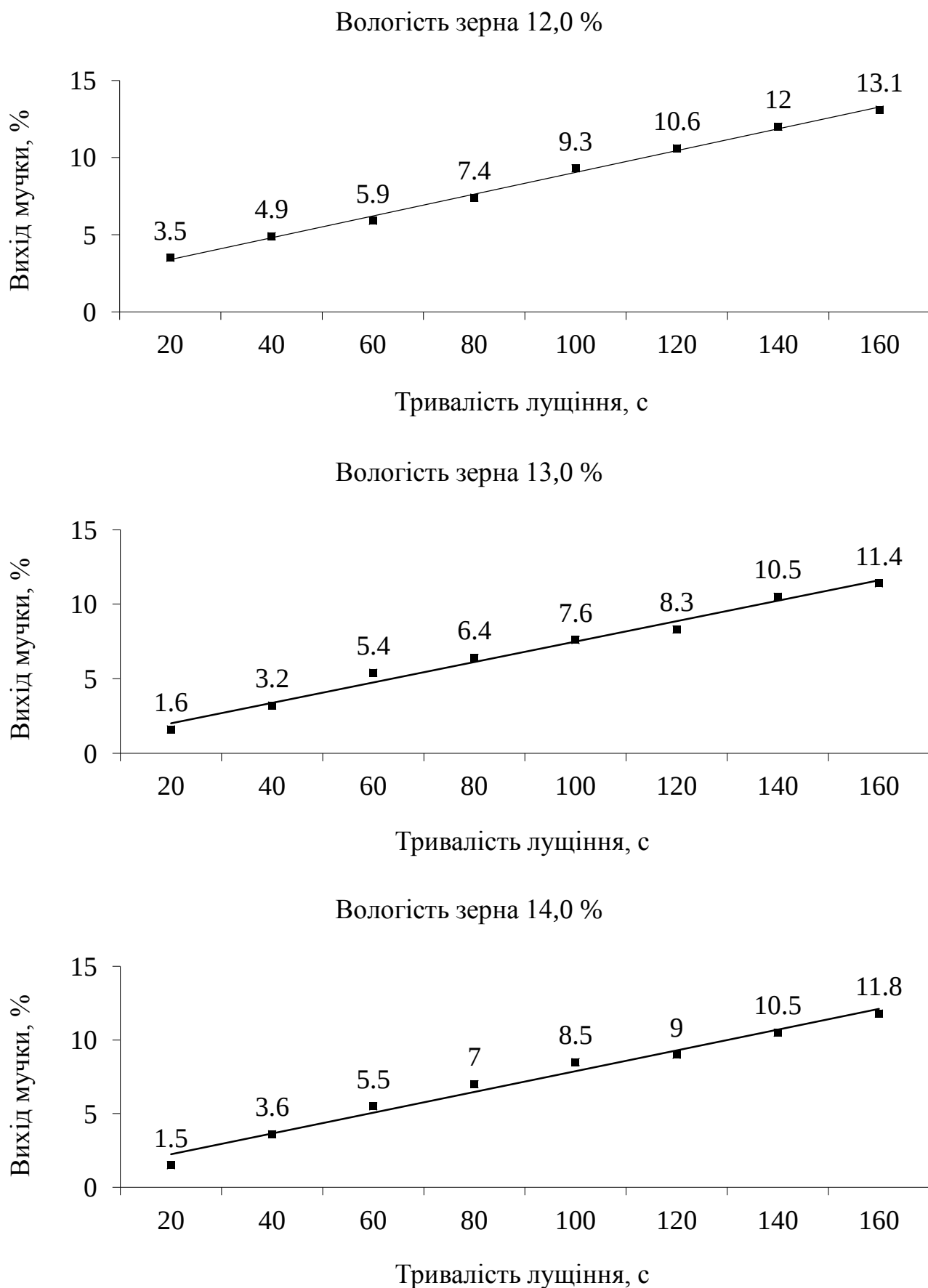


Рисунок 4.2 – Вихід мучки кормової під час виробництва крупи із зерна тритикале озимого сорту Стратег залежно від вологості зерна

Таблиця 4.2 – Вихід мучки кормової під час виробництва крупи із зерна тритикале озимого сорту Стратег залежно від вологості та тривалості відволожування, %

Тривалість лушення, с	Тривалість відволожування, хв			
	30	60	90	120
Вологість зерна 15,0 %				
20	1,5	0,8	0,7	0,9
40	4,0	3,5	3,4	3,6
60	5,9	5,1	5,3	5,7
80	6,7	5,9	5,7	6,3
100	8,3	7,8	7,5	7,4
120	8,8	8,1	8,0	8,6
140	11,3	9,8	10,0	9,5
160	11,8	11,0	10,9	10,9
Вологість зерна 16,0 %				
20	0,8	0,4	0,3	0,5
40	3,6	2,6	2,6	2,8
60	4,5	4,4	4,8	5,3
80	6,5	5,3	5,4	5,6
100	7,6	7,3	6,6	7,0
120	8,4	7,4	7,4	8,0
140	9,5	9,4	9,4	8,8
160	11,5	11,5	10,5	10,2

Найбільший вихід дрібки (7,6 %) був під час лушення зерна за початкової вологості 13,0 %. Вихід дрібки та мучки під час виробництва крупи із зерна тритикале сорту Тактик були аналогічні значенням, що отримували під час виробництва крупи із зерна тритикале сорту Стратег для ідентичних режимів водотеплового оброблення та параметрів лушення (Додаток Е, рис. Е 2–Е 3, табл. Е 2–Е 3).

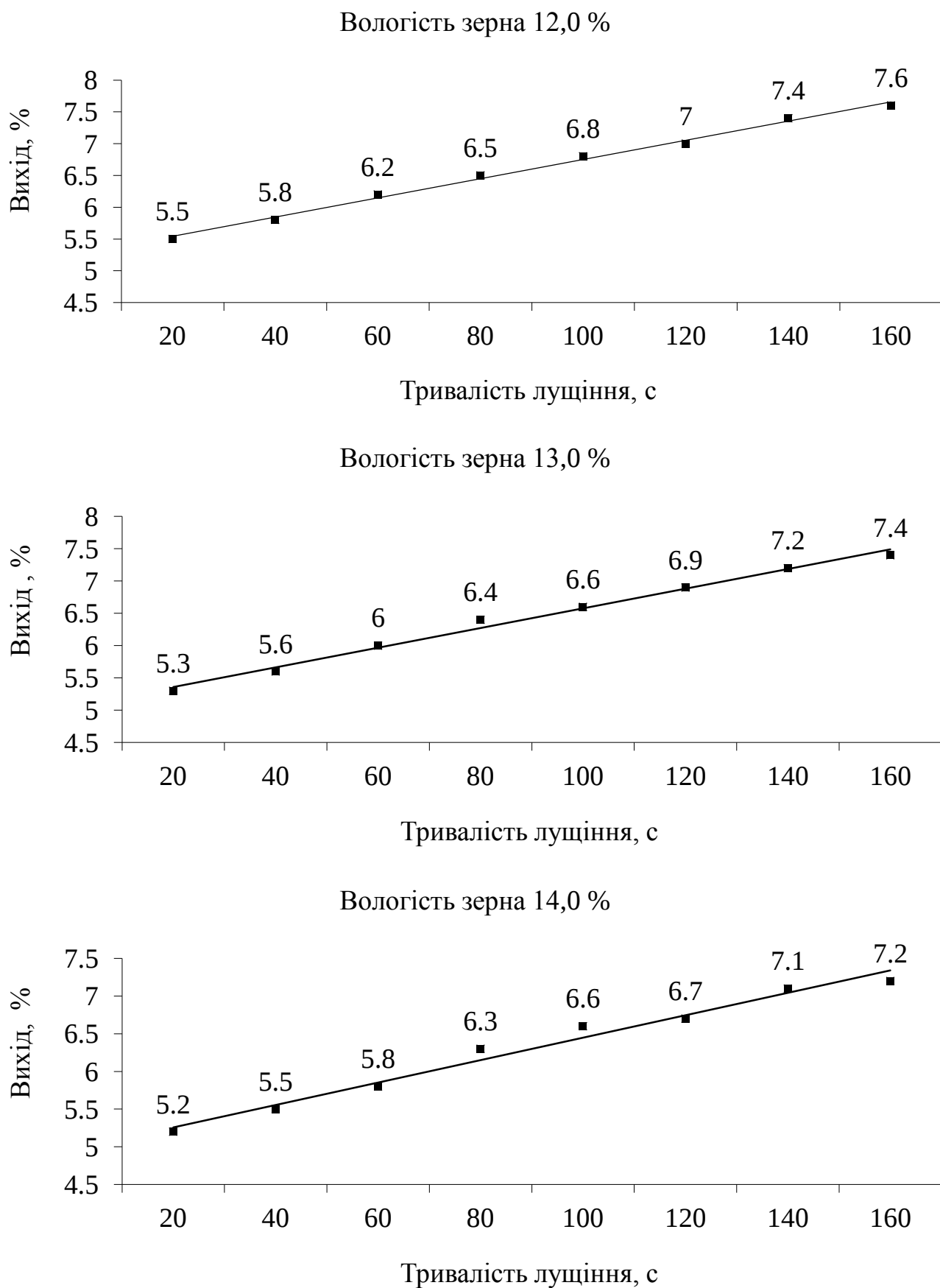


Рисунок 4.3 – Вихід дрібки під час виробництва крупи із зерна тритикале озимого сорту Стратег залежно від вологості зерна

Таблиця 4.3 – Вихід дрібки під час виробництва крупи із зерна тритикале озимого сорту Стратег залежно від вологості та тривалості відволожування, %

Тривалість лущення, с	Тривалість відволожування, хв			
	30	60	90	120
Вологість зерна 15,0 %				
20	5,0	4,9	4,8	4,7
40	5,3	5,2	5,1	5,0
60	5,6	5,5	5,4	5,3
80	5,8	5,6	5,5	5,4
100	6,0	5,8	5,7	5,5
120	6,3	6,2	6,1	6,0
140	6,5	6,3	6,2	6,1
160	6,8	6,7	6,6	6,5
Вологість зерна 16,0 %				
20	5,0	4,8	4,7	4,6
40	5,2	5,0	4,9	4,8
60	5,5	5,4	5,2	5,2
80	5,7	5,5	5,4	5,3
100	6,0	5,8	5,7	5,6
120	6,2	6,1	6,0	5,9
140	6,4	6,3	6,2	6,1
160	6,7	6,6	6,5	6,4

Основними критеріями оцінки ефективності виробництва крупи із тритикале були: вихід крупи, мучки та дрібки. Параметрами удосконалення були: тривалість лущення, вологість зерна та тривалість його відволожування, рівні та кроки яких вказані в таблиці 4.4.

У загальному вигляді функції представляли так:

$$F = f(X_1, X_2, X_3); \quad (4.1)$$

$$M = f(X_1, X_2, X_3); \quad (4.2)$$

$$D = f(X_1, X_2, X_3); \quad (4.3)$$

де F – вихід крупи, %;

M – вихід мучки, %;

D – вихід дрібки, %;

X_1 – тривалість лушення, с;

X_2 – вологість, %;

X_3 – тривалість відволожування, хв.

Таблиця 4.4 – 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	λ	20	1	30

Рівняння отримували відповідно до теорії Тейлора:

$$F, M, D = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + B_4 X_1^2 + B_5 X_2^2 + B_6 X_3^2 + B_7 X_1 X_2 + B_8 X_1 X_3 + B_9 X_2 X_3; \quad (4.4)$$

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

Матрицю експерименту у розкодованому вигляді оброблено у програмі Statistica 10, проведено перевірку моделей на адекватність, відсутність автокореляції та встановлені суттєві коефіцієнти регресії (табл. 4.5, табл. 4.6).

Таблиця 4.5 – Показники перевірки моделей

Показник	F	M	D
R	0,99	0,98	0,99
R^2	0,98	0,97	0,99
R (скорегований)	0,98	0,97	0,95
F(9.78)	497	348	992
p	0	0	0
DW	1,64	1,60	1,65

Таблиця 4.6 – Результати оброблення експериментальних даних у надбудові Multiple Regression програми Statistica 10 під час моделювання виходу крупи

Показник	Значення В	Відхилення В	t(78)	Значення похибки
B ₀	55,2828	11,38508	4,85573	0,000006
B ₁	-0,1073	0,01945	-5,51938	0,000000
B ₂	5,2565	1,65499	3,17617	0,002138
B ₃	-0,1252	0,04419	-2,83414	0,005848
B ₄	0,0001	0,00003	4,78585	0,000008
B ₅	-0,1750	0,06026	-2,90536	0,004771
B ₆	-0,0001	0,00006	-1,92114	0,058368
B ₇	-0,0003	0,00134	-0,27569	0,783517
B ₈	0,00007	0,00004	1,76851	0,080886
B ₉	0,0093	0,00315	2,97340	0,003917

Примітка. Шрифт жирний – значення суттєві.

Тоді функціональна залежність виходу крупи залежно від тривалості лушення, вологості та тривалості відволожування набувала вигляду:

$$F=55,2828-0,1073X_1+5,2565X_2-0,1252X_3+0,0001X_1^2-0,175X_2^2+0,0093X_2X_3; \quad (4.5)$$

Як видно із формули 4.5, найбільше на вихід крупи впливала тривалість лушення зерна, тоді як вологість та тривалість відволожування – неістотно.

Встановлено, що для функції М, коефіцієнти регресії B₀, B₁, B₂, B₃, B₄, B₅ і B₆ були істотними (табл. 4.7). Функціональна залежність виходу мучки залежно від тривалості лушення, вологості та тривалості відволожування набувала вигляду:

$$M=35,3478+0,0843X_1-4,8153X_2+0,1367X_3-0,0001X_1^2+0,1624X_2^2-0,0097X_2X_3; \quad (4.6)$$

Вплив параметрів лушення та водотеплового оброблення на вихід мучки був подібним до дії цих параметрів на вихід крупи, проте отримані коефіцієнти регресії були обернено пропорційними. Для функції D істотними були такі коефіцієнти регресії: B₀, B₁, B₂, B₃, B₆, B₇ і B₈ (табл. 4.8).

Таблиця 4.7 – Результати оброблення експериментальних даних у надбудові Multiple Regression програми Statistica 10 під час моделювання виходу мучки

Показник	Значення В	Відхилення В	t(78)	Значення похибки
B ₀	35,3478	11,29680	3,12901	0,002467
B ₁	0,0843	0,01930	4,37203	0,000038
B ₂	-4,8153	1,64216	-2,93235	0,004414
B ₃	0,1367	0,04384	3,11888	0,002544
B ₄	-0,0001	0,00003	-4,67586	0,000012
B ₅	0,1624	0,05979	2,71627	0,008128
B ₆	0,00009	0,00006	1,56074	0,122634
B ₇	0,00094	0,00133	0,70635	0,482077
B ₈	-0,00006	0,00004	-1,51408	0,134047
B ₉	-0,0097	0,00313	-3,10546	0,002648

Примітка. Шрифт жирний – значення суттєві.

Таблиця 4.8 – Результати оброблення експериментальних даних у надбудові Multiple Regression програми Statistica 10 під час моделювання виходу дрібки

Показник	Значення В	Відхилення В	t(78)	Значення похибки
B ₀	8,6693	1,445388	5,99790	0,000000
B ₁	0,02297	0,002469	9,30445	0,000000
B ₂	-0,44115	0,210109	-2,09966	0,038992
B ₃	-0,01151	0,005610	-2,05237	0,043488
B ₄	-0,000005	0,000004	-1,15194	0,252866
B ₅	0,01266	0,007650	1,65531	0,101879
B ₆	0,00002	0,000008	2,93416	0,004391
B ₇	-0,00057	0,000170	-3,34908	0,001251
B ₈	-0,00001	0,000005	-2,09655	0,039275
B ₉	0,00034	0,000400	0,85055	0,397625

Примітка. Шрифт жирний – значення суттєві.

Залежність виходу дрібки залежно від тривалості лушення, вологості та тривалості відволожування набувала вигляду:

$$D=8,6693+0,02297X_1-0,44115X_2-0,01151X_3+0,00002X_3^2-0,00057X_1X_2-0,00001X_1X_3 \quad (4.7)$$

Із формул 4.5–4.7 випливає що на всі досліджені критерії ефективності виробництва крупи (вихід крупи, мучки та дрібки) істотно впливали тривалість лушення та вологість, а тривалість відволожування зумовлювала неістотний вплив. Тому площини відклику цих функцій були побудовані з фіксацією найменш суттєвого показника на мінімальному рівні (рис. 4.4–4.6).

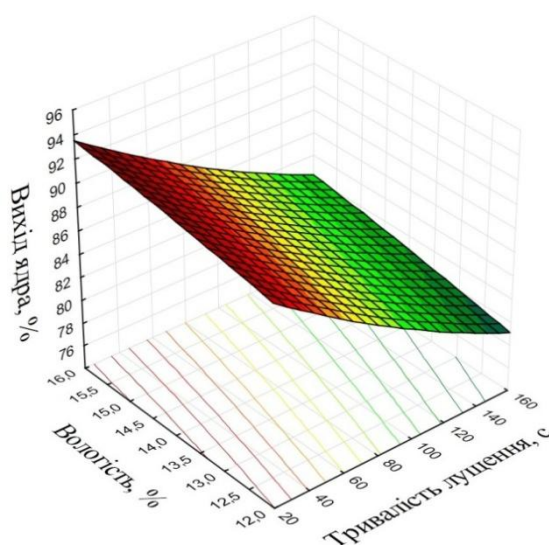


Рисунок 4.4 – Вихід ядра залежно від вологості та тривалості лушення зерна тритикале (тривалість відволожування – 30 хв)

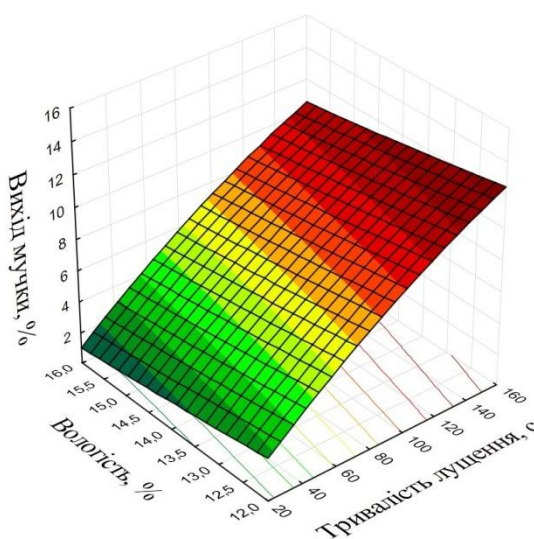
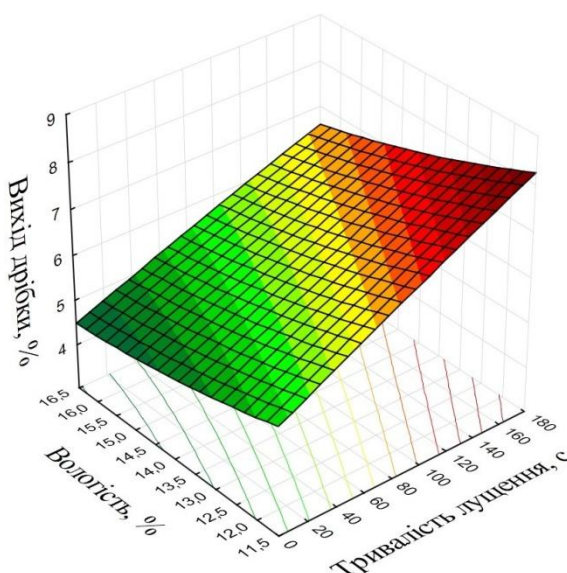


Рисунок 4.5 – Вихід мучки залежно від тривалості лушення та вологості зерна тритикале (тривалість відволожування – 30 хв)



**Рисунок 4.6 – Вихід дрібки залежно від тривалості лушення та вологості
(тривалість відволожування – 30 хв)**

Із площин відклику випливає, що всі досліджувані чинники мали вплив на технічні параметри виробництва, а тому було доцільно оцінити ступінь їх впливу на економічну ефективність круп'яних заводів різної продуктивності (10–70 т/добу). Досліджувати підприємства продуктивністю більше 70 т/добу недоцільно, оскільки нині відсутня відповідна сировинна база.

Економічну ефективність проведення водотеплового оброблення визначали розрахунком умовного прибутку відповідно до формули 4.8 (Додаток Е, табл. Е 4–Е 7).

$$\Pi_y = \Pi_k + \Pi_m + \Pi_d - C_t \quad (4.8)$$

де Π_k , Π_m , Π_d , – відповідно виручка від реалізації крупи із тритикале подрібненої №1, мучки та дрібки, грн.;

C_t – технологічна собівартість круп'яного виробництва, грн.

$$\Pi_k = \frac{B_k}{100\%} \times \Pi \times C_k \quad (4.9)$$

$$\Pi_m = \frac{B_m}{100\%} \times \Pi \times C_m \quad (4.10)$$

$$\Pi_d = \frac{B_d}{100\%} \times \Pi \times C_d \quad (4.11)$$

де B_k , B_m , B_d , – відповідно вихід крупи із тритикале подрібненої №1, вихід мучки, вихід дрібки, грн.;

Π – продуктивність підприємства, т/добу;

$\Pi_{\text{к}}$, $\Pi_{\text{м}}$, $\Pi_{\text{д}}$, – відповідно ринкова ціна крупи із тритикале подрібненої №1, мучки та дрібки, грн.

$$C_{\text{т}} = B_{\text{см}} + B_{\text{з}} + B_{\text{о}}, \quad (4.12)$$

де $B_{\text{см}}$ – витрати на сировину і матеріали, грн.;

$B_{\text{з}}$ – витрати на заробітну плату, грн.;

$B_{\text{о}}$ – витрати на обслуговування машин та їх амортизація, грн.

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 та тривалості лушення зерна 20–160 с (табл. 4.9). Підвищення продуктивності до 70 т/добу зумовлювало зміну кореляційної залежності з оберненої на пряму, а зв'язок був істотним та високим. Це свідчить про те, що проведення водотеплового оброблення ефективно на заводах продуктивністю більше 20 т/добу, проте на підприємствах малої продуктивності (10–20 т/добу) зумовлює зменшення прибутку. Це пояснюється високою вартістю витратних матеріалів, що використовують під час проведення водотеплового оброблення.

Таблиця 4.9 – Кореляційна залежність між умовним прибутком та вологістю зерна залежно від продуктивності заводу та тривалістю лушення

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

Примітка. Шрифт жирний – значення суттєві.

Вплив вологості на умовний прибуток за різної продуктивності підприємств змінювався неістотно залежно від тривалості лушення. Це свідчить про те, що

проведення водотеплового оброблення неефективне на підприємствах з продуктивністю до 20 т/добу незалежно від тривалості лушення.

Аналізом кореляційних залежностей між умовним прибутком та тривалістю відволожування встановлено обернені незначні, помірні та високі зв'язки за продуктивності підприємств від 10 до 20 т/добу (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 – Кореляційна залежність між умовним прибутком та тривалістю відволожування залежно від продуктивності заводу та тривалістю лушення

Продуктивність заводу, т/добу	Тривалість лушення, с							
	20	40	60	80	100	120	140	160
10	-0,45	-0,54	-0,71	-0,39	-0,35	-0,48	-0,23	-0,28
20	0,46	-0,14	-0,65	0,24	0,35	0,19	0,59	0,43
40	0,69	0,37	-0,15	0,69	0,73	0,53	0,77	0,78
70	0,71	0,51	0,14	0,76	0,78	0,59	0,79	0,83

Примітка. Шрифт жирний – значення суттєві. Вологість зерна становила 15,0 %.

Проте за продуктивності підприємства від 40 до 70 т/добу аналогічні залежності мали прямі істотні та високі зв'язки. Найбільший прибуток на підприємствах був за найменшої тривалості лушення зерна (20 с), оскільки вихід круп за такого режиму був найвищим (рис. 4.7–4.10).

На підприємствах продуктивністю від 10 до 20 т/добу найвищий прибуток був за початкової вологості сировини 13,0 %, проте за продуктивності заводу від 40 до 70 т/добу найбільший прибуток отримували у результаті зволожування зерна до вологості 16,0 % з наступним його відволожуванням упродовж 90 хв.

Встановлено, що ефективність проведення водотеплового оброблення підвищувалась під час збільшення тривалості лушення (Додаток Е, рис. Е 4– Е 6).

Оскільки загальна кількість валового збору зерна тритикале в Україні зумовлює неефективність проектування заводів високої продуктивності, наступні дослідження проводили з орієнтуванням на підприємства малої продуктивності.

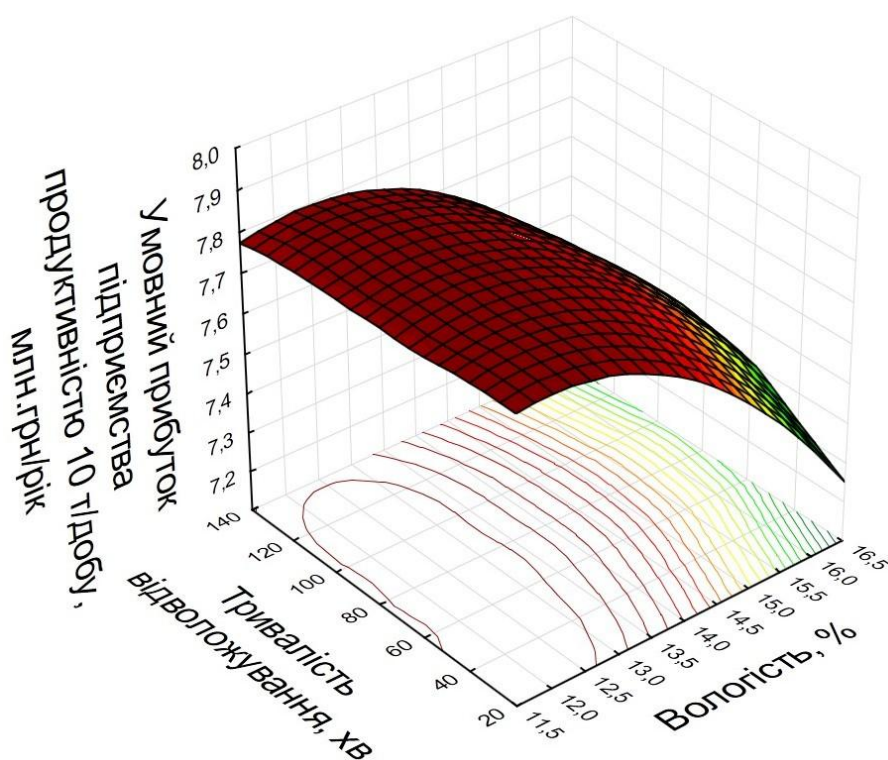


Рисунок 4.7 – Вплив режимів водотеплового оброблення на умовний прибуток підприємства продуктивністю 10 т/добу за тривалості лушення 20 с

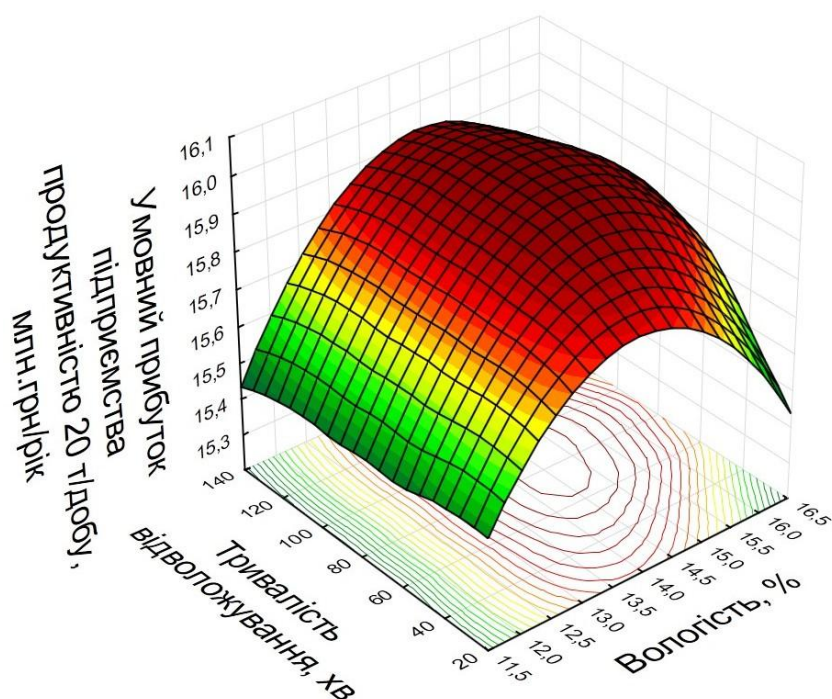


Рисунок 4.8 – Вплив режимів водотеплового оброблення на умовний прибуток підприємства продуктивністю 20 т/добу за тривалості лушення 20 с

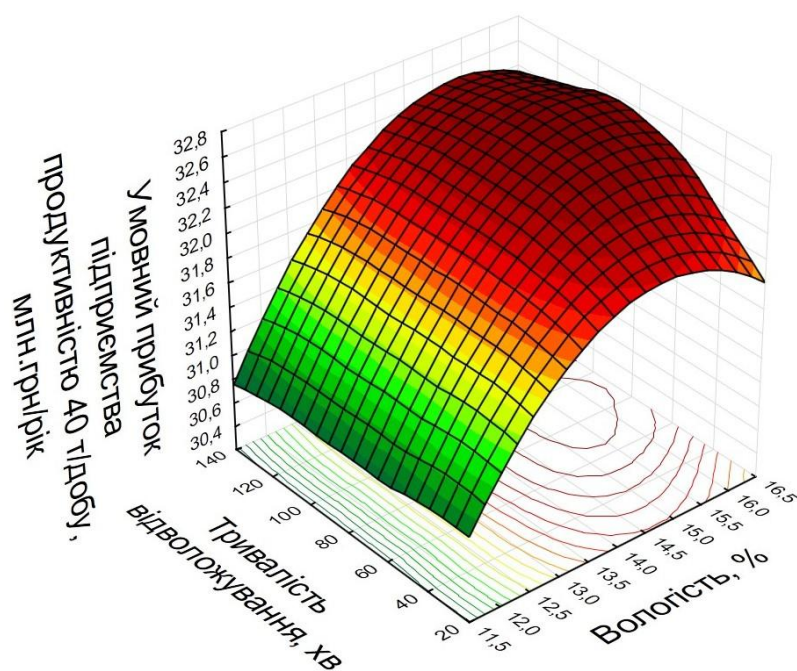


Рисунок 4.9 – Вплив режимів водотеплового оброблення на умовний прибуток підприємства продуктивністю 40 т/добу за тривалості лушення 20 с

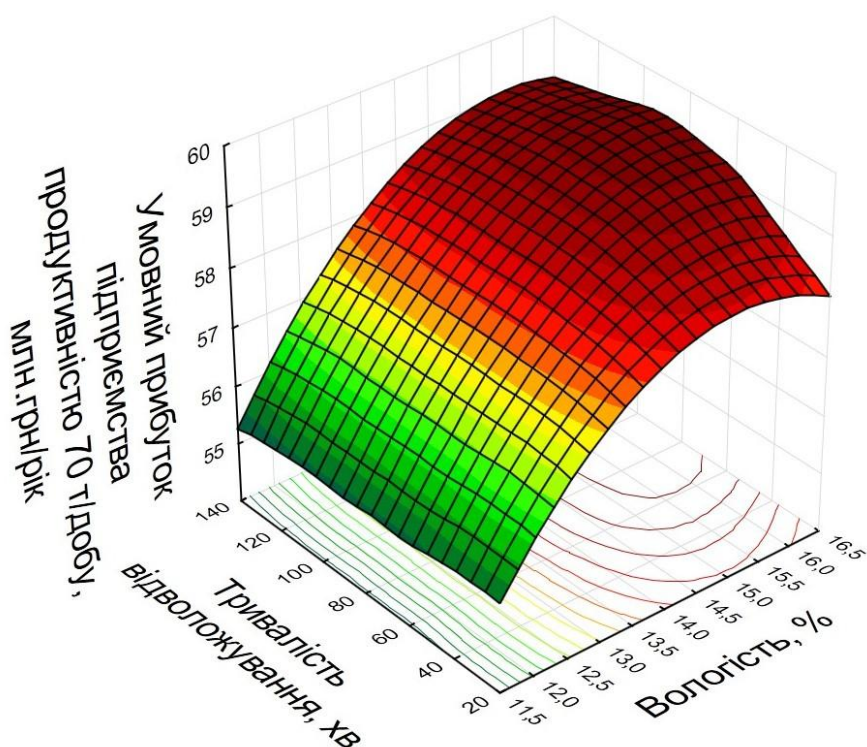


Рисунок 4.10 – Вплив режимів водотеплового оброблення на умовний прибуток підприємства продуктивністю 70 т/добу за тривалості лушення 20 с

У результаті проведених досліджень встановлено, що економічно ефективно лущити зерно тритикале без проведення водотеплового оброблення за початкової вологості сировини 13,0 %, оскільки вихід крупи та умовний прибуток був найвищим незалежно від тривалості лущення. Проте відповідно до режимів первинного оброблення сировини та умов її зберігання, вологість зерна може змінюватись від 12,0 % до 14,0 %. Керуючись тим, що проведення водотеплового оброблення на підприємствах малої продуктивності економічно неефективно, рекомендовано переробляти зерно тритикале за початкової вологості від 12,0 % до 14,0 %, а наступні дослідження проводили з фіксацією параметра початкової вологості на рівні 14,0 %, оскільки умовний прибуток за вказаної вологості був середньостатистичним.

Нині, в умовах ринкового середовища та високої конкуренції в круп'яній промисловості, необхідно керуватись не тільки техніко-економічними показниками виробництва, а й якістю готового продукту та його органолептичною характеристикою.

Відомо, що основний вплив на кулінарну оцінку каші із зерна тритикале зумовлює вміст оболонки, тому що вони містять високий вміст клітковини [7, 166, 172]. Під час перероблення зерна на крупу оболонки частково виділяють на оббивних машинах ударно-стираючої дії під час лущення, шліфування та полірування.

Встановлено, що під час сухого оброблення поверхні зерна, ефективним є використання устаткування, придатного для сумісної реалізації операцій лущення та шліфування [27].

Високий вміст оболонки знижує загальну органолептичну оцінку крупи. Проте, за вилучення 5–6 % оболонки від загальної маси можна отримати продукт, який має приємний запах, смак і високу харчову цінність [101]. Тому було доцільно встановити вплив тривалості лущення зерна тритикале у лущильно-шліфувальних машинах на кулінарну оцінку отриманих круп'яних продуктів на основі існуючих технологій.

Зерно тритикале, маючи м'язозерну структуру, за геометричними розмірами наближалось до зерна пшениці м'якої.

Сучасною технологію перероблення зерна пшениці передбачено виробництво крупів із м'якої пшениці подрібнених № 1, 2, 3 (вихід готового продукту до 60 %).

Продукти, що отримані під час перероблення зерна тритикале рекомендовано називати 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. Характеристика крупів із зерна тритикале за крупністю повинна відповідати вимогам наведених у таблиці 4.11.

Таблиця 4.11 – Характеристика крупів із тритикале подрібнених № 1, 2 і 3 за крупністю

Номер крупів	Діаметри отворів двох суміжних пробивних сит, мм		Норма проходу та сходу двох суміжних сит, %, не менше
	прохід	схід	
№1	3,5	2,0	70
№2	2,0	1,5	70
№3	1,5	063	70

Крупа із тритикале подрібнена № 1 характеризувалась високою тривалістю варіння, що становила від 42 до 62 хв залежно від тривалості лущення зерна.

Нелущене зерно варилося найдовше (на 5 хв довше порівняно із зерном лущеним упродовж 20 с) (табл. 4.12). Зміна тривалості варіння каші пояснюється тим, що в результаті лущення пошкоджується захисний шар зернівки і проникнення вологи відбувається інтенсивніше.

Дослідженнями встановлено, що каша із зерна тритикале мала дуже високу оцінку запаху, смаку та консистенції, що не змінювалась залежно від тривалості лущення та становила 9 балів. Проте показник кольору змінювався від низького

до високого залежно від тривалості лущення, що пояснюється відмінністю забарвлення ендосперму та оболонки. Консистенції каші під час розжовування також залежала від тривалості лущення, а її оцінка була низькою у всіх досліджуваних зразках.

Таблиця 4.12 – Основні показники органолептичної оцінки крупи із тритикале подрібненої № 1, балів

Показник	Тривалість лущення, с								
	0	20	40	60	80	100	120	140	160
Тривалість варіння каші, хв	67	62	60	55	52	50	48	45	42
Запах, бал	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Колір, бал	2	3	3	3	5	5	8	8	8
Смак, бал	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Консистенція каші, бал	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Консистенція під час розжовування, бал	1	2	2	2	3	3	4	5	5
Загальна кулінарна оцінка, бал	6,0	6,4	6,4	6,4	7,0	7,0	7,8	8,0	8,0

Загальна кулінарна оцінка каші із зерна тритикале варіювала від низької до високої залежно від тривалості лущення. Проте встановлено, що інтенсивність покращення загальної органолептичної оцінки зменшувалась за тривалості лущення впродовж 120–160 с, а за тривалості лущення 140–160 с – була незмінною.

Встановлено, що тривалість лущення зерна під час виробництва крупи із тритикале подрібненої № 1 мала високу пряму кореляційну залежність із загальною кулінарною оцінкою та обернену високу кореляційну залежність з умовним прибутком (рис. 4.11). Поліноміальні криві відповідних залежностей перетинаються в точці, що відповідає тривалості лущення 90 с. Проте встановлено, що збільшення тривалості лущення до 120 с зумовлювало істотне

покращення загальної кулінарної оцінки та незначне зменшення умовного прибутку.

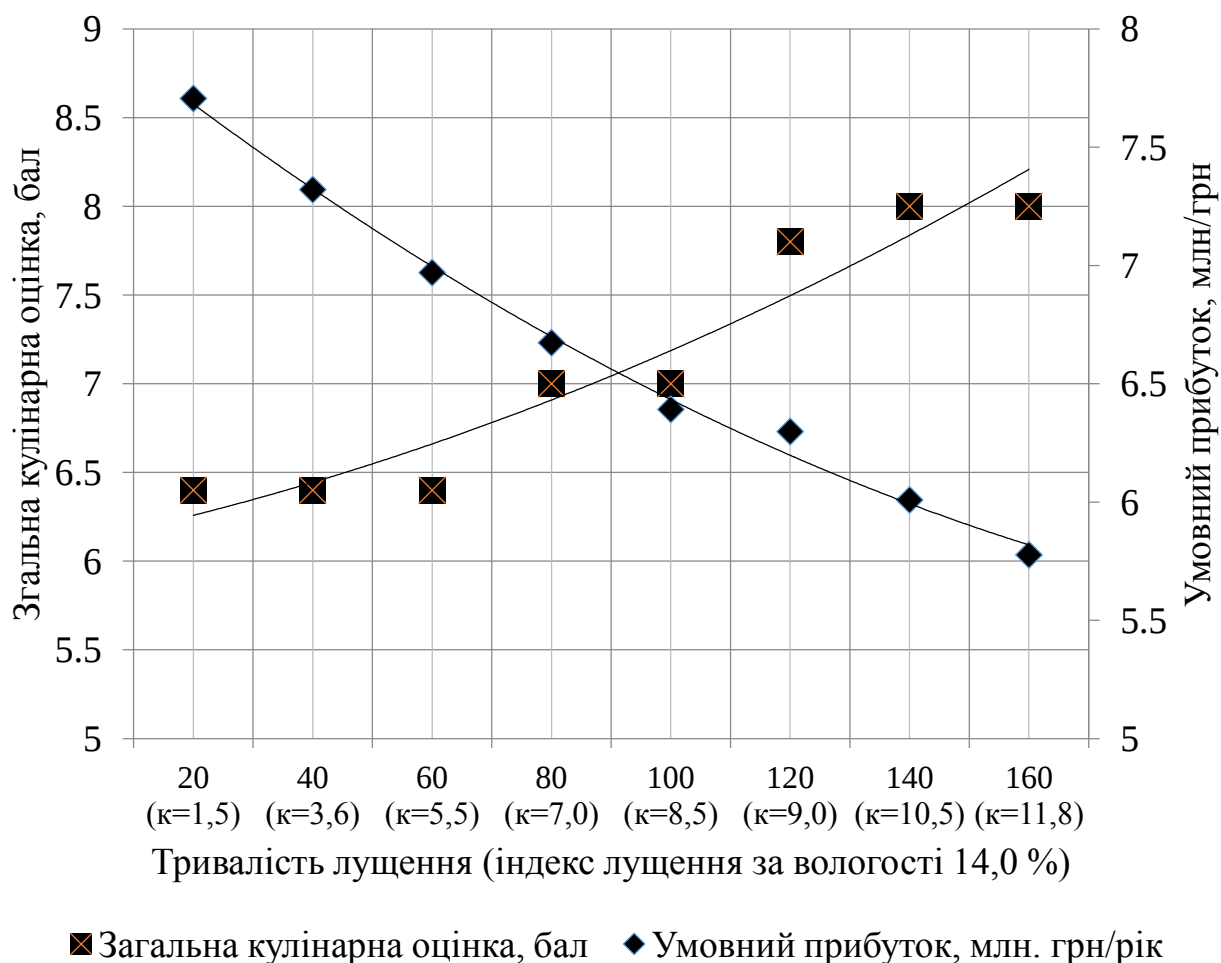


Рисунок 4.11 – Загальна кулінарна оцінка та умовний прибуток від реалізації крупи із тритикале подрібненої № 1 залежно від тривалості лушення

Нині, в умовах ринкового середовища основним критерієм ефективного функціонування підприємства є попит на його продукцію, що формується її вартістю, якістю та споживчими характеристиками. Тому для підвищення конкурентоспроможності нового круп'яного продукту доцільно лущити зерно тритикале впродовж 120 с, що відповідає індексу лушення 9,0 % за початкової вологості зерна 14,0 %, індексу лушення 8,3 % – за початкової вологості зерна 13,0 % і 10,6 % – за початкової вологості зерна 12,0 %.

Після лушення зерна тритикале загальна органолептична оцінка отриманих продуктів була високою, тому наступне проведення шліфування та полірування недоцільне, оскільки зумовлює зниження виходу круп'яних продуктів та підвищує їх вартість.

Найвищий вихід крупи із тритикале подрібненої № 1 був за початкової вологості 13,0 % (індекс лушення 8,3 %) і становив 84,1 % проти 81,7 % за початкової вологості 12,0 % (індекс лушення 10,6 %) (табл. 4.13). Вміст мучки змінювався залежно від початкової вологості обернено пропорційно до виходу крупи та становив 8,3–10,6 %.

Таблиця 4.13 – Вихід крупи із тритикале подрібненої №1 за різної початкової вологості зерна

Показник	Крупи із тритикале		
	Початкова вологість, %		
	12,0	13,0	14,0
Вихід крупи № 1, %	81,7	84,1	83,6
Мучка кормова, %	10,6	8,3	9,0
Дрібка, %	7,0	6,9	6,7
Механічні втрати, %	0,7	0,7	0,7

Виробництво крупів тритикалевих подрібнених № 2 і 3 здійснювали на круп'яному цеху УКР–2. Індекс лушення зерна становив 9 % за початкової вологості сировини 14,0 %.

Встановлено, що вихід крупи із тритикале подрібненої № 2 був вищий на 15,5–17,9 %, а крупи із тритикале подрібненої № 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 (табл. 4.14). 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 (табл. 4.15). Тривалість варіння крупів із тритикале подрібнених № 2 і 3 була меншою в два рази (22–25 хв) порівняно із крупами із тритикале подрібненими № 1 (48 хв).

Таблиця 4.14 – Кількісний вихід крупів із тритикале подрібнених № 2 і 3

Показник	Крупи із тритикале		
	Початкова вологість, %		
	12,0	13,0	14,0
Крупа № 2, %	58,5	60,9	60,2
Крупа № 3, %	15,6	16,2	16,1
Всього крупів, %	74,1	77,1	76,3
Мучка, %	19,9	16,9	17,7
Відходи І і ІІ кат., %	5,3	5,3	5,3
Механічні втрати, %	0,7	0,7	0,7
Всього, %	100	100	100

Таблиця 4.15 – Показники органолептичної оцінки крупів із тритикале подрібнених № 1, 2, 3

Показник	Крупа із тритикале подрібнена		
	№ 1	№ 2	№ 3
Тривалість варіння каші, хв	48	25	22
Запах, бал	9	9	9
Колір, бал	8	8	8
Смак, бал	9	9	9
Консистенція каші, бал	9	9	9
Консистенція під час розжовування, бал	4	8	9
Загальна кулінарна оцінка, бал	7,8	8,6	8,8

Встановлено, що крупи із тритикале подрібнені № 2 і 3 мали у два рази кращі показники консистенції каші під час розжовування порівняно із крупою № 1, що становили відповідно 8–9 і 4 бали. Загальна кулінарна оцінка крупів подрібнених була на 0,8–1,0 бали вищою порівно із крупою із тритикале подрібненою № 1 та становила 8,6–8,8 бали.

Отже, дослідженнями встановлено, що 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 велику тривалість варіння порівняно з подрібненими крупами. Це зумовлює необхідність її подальшого перероблення на крупи плющені, що користуються більшим попитом.

4.2 Вплив тривалості пропарювання, відволожування та лущення зерна на вихід та якість крупи тритикалевої плющеної

Енерговитрати на виробництво крупів плющених менші порівняно із борошномельним виробництвом, що вигідно вирізняє цю галузь для ефективної підприємницької діяльності [3, 140].

На відміну від стандартних круп'яних продуктів, встановлено ріст попиту на крупи плющені, отримані з цілого зерна, які мають меншу калорійність, більший вміст вітамінів і мінеральних речовин [163].

Із джерел літератури відомо, що під час гарячого кондиціювання зерна пшениці та правильного підбору температури, тривалості експозиції та часу відволожування, фізичні властивості готового продукту покращуються, а ефективність технологічного процесу підвищується [97].

Круп'яний продукт отриманий, у результаті моделювання технології перероблення зерна тритикале в лабораторних умовах, називали крупа тритикалева плющена за аналогією до крупи вівсяної плющеної відповідно до

термінології правил організації та ведення технологічного процесу на круп'яних заводах.

Вихід крупи плющеної за початкової вологості сировини 14,0 % залежав від тривалості лущення, пропарювання та відволожування (табл. 4.16).

Таблиця 4.16 – Вихід плющеної крупи із зерна тритикале озимого залежно від тривалості пропарювання та відволожування, %

Тривалість лущення, с	Індекс лущення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
0	0,0	98,1	98,5	98,7	98,5	98,6	98,8	98,9	98,8	98,7
20	1,5	96,8	97,2	97,4	97,2	97,3	97,5	97,6	97,5	97,4
40	3,6	96,5	97,0	97,1	97,0	97,4	97,5	97,4	97,5	97,6
60	5,5	94,8	95,8	96,0	96,8	97,8	98,0	98,2	98,8	97,8
80	7,0	93,4	94,1	95,0	95,7	96,8	97,6	97,2	97,8	97,5
100	8,5	93,3	94,0	94,5	95,6	96,7	97,5	97,9	98,0	97,8
120	9,0	92,8	92,9	92,9	95,8	96,5	96,7	96,6	96,3	96,8
140	10,5	92,6	92,6	92,9	95,5	96,2	96,2	96,4	96,0	96,1
160	11,8	92,3	92,7	93,8	94,1	95,4	95,1	94,0	95,2	95,9

Збільшення тривалості лущення зерна тритикале знижувало вихід крупи та не змінювалось залежно від режимів пропарювання. Так, за 20-секундного лущення та пропарювання і відволожування лущеного зерна впродовж 5 хв вихід крупи становив 96,8 % і знижувався до 92,3 % за тривалості лущення 160 с. Подібні закономірності одержано за тривалості пропарювання і відволожування впродовж 10–15 хв.

Встановлено, що під час перероблення зерна (тривалість лущення 20–60 с) на крупу плющену найвищий її вихід (97,4–98,9 %) був після пропарювання

зерна впродовж 15 хв з наступним його відволожуванням упродовж 5 хв. Проте найвищий вихід крупи плющеної, виробленої із зерна лущеного впродовж 80–100 с був за тривалості пропарювання впродовж 15 хв та тривалості відволожування – 10 хв. Пропарювання та відволожування лущеного зерна (тривалість лущення 120–160 с) упродовж 15 хв зумовлювало найвищий вихід крупи плющеної, що становив від 95,9 до 96,8 %.

Найменший вихід крупи плющеної був за мінімальної тривалості пропарювання та відволожування, що становили 5 хв. Він змінювався від 92,3 до 98,1 % залежно від тривалості лущення.

Відповідний вихід крупи тритикалевої плющеної, виробленої за мінімальних режимів пропарювання був зумовлений низьким ступенем клейстеризації крохмальних зерен, що підвищувало вміст дрібки та мучки, крім цього відомо, що величина пружного відновлення товщини пластівців залежить від тривалості пропарювання та меншою мірою від тривалості відволожування [119, 151].

Абсолютне відхилення між мінімальним і максимальним значенням виходу крупи тритикалевої плющеної залежно від режимів водотеплового оброблення підвищувалось за тривалості лущення від 20 до 100 с відповідно з 0,8 до 4,7 %, тоді як подальше збільшення тривалості лущення з 120 до 160 с зумовлювало зменшення відповідного відхилення з 4,0 до 3,6 %. Із наведеного випливає, що ефективність проведення водотеплового оброблення підвищується за збільшення тривалості лущення. Це зумовлено тим, що вихід дрібки збільшується прямо пропорційно до тривалості лущення.

Встановлено, що за збільшення тривалості лущення від 20 до 160 с, вихід мучки зростав від 0,16 % до 3,46 % залежно від режиму водотеплового оброблення (табл. 4.17).

У результаті збільшення тривалості пропарювання та відволожування вихід мучки зменшувався в наслідок вищого ступеню клейстеризації крохмалю. Ця тенденція залишалась незмінною залежно від тривалості лущення. Встановлено,

що у нелущеному зерні вихід мучки був мінімальним та не залежав від режиму водотеплового оброблення.

Таблиця 4.17 – Вихід мучки залежно від тривалості пропарювання та відволожування, %

Тривалість лушення, с	Індекс лушення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
0	0,0	0,28	0,22	0,19	0,22	0,21	0,18	0,16	0,18	0,19
20	1,5	0,48	0,42	0,39	0,42	0,40	0,37	0,36	0,37	0,39
40	3,6	0,70	0,60	0,58	0,60	0,52	0,50	0,52	0,50	0,48
60	5,5	1,45	1,17	1,12	0,89	0,61	0,56	0,50	0,33	0,61
80	7,0	1,98	1,77	1,50	1,29	0,96	0,72	0,84	0,66	0,75
100	8,5	2,34	2,10	1,92	1,54	1,15	0,87	0,73	0,70	0,77
120	9,0	2,73	2,69	2,69	1,59	1,33	1,25	1,29	1,40	1,21
140	10,5	2,96	2,96	2,84	1,80	1,52	1,52	1,44	1,60	1,56
160	11,8	3,46	3,28	2,79	2,65	2,07	2,20	2,70	2,16	1,84

Злиплі та подрібнені пластівці становили відходи I і II категорій, що отримували сходом сита Ø 6,0 мм і проходом сита Ø 3,5 мм (табл. 4.18). Встановлено, що найменший вихід відходів мала крупа плющена, вироблена із зерна з найменшою тривалістю лушення. Найвищий вихід відходів був у крупі, що отримували із зерна найвищого ступеню лушення. Підвищення індексу лушення від 1,5 до 11,8 % зумовлювало збільшення виходу відходів, проте зміна тривалості пропарювання та відволожування з 5 до 15 хв зумовлювала незначне їх зниження.

Вологість крупи плющеної істотно змінювалась залежно від тривалості лушення, тривалості пропарювання та відволожування (табл. 4.19).

Таблиця 4.18 – Вміст відходів I і II категорії у крупі з зерна тритикале озимого залежно від тривалості пропарювання та відволожування, %

Тривалість лушення, с	Індекс лушення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
0	0,0	1,6	1,2	1,1	1,2	1,1	1,0	0,9	1,0	1,1
20	1,5	2,7	2,3	2,2	2,3	2,2	2,1	2,0	2,1	2,2
40	3,6	2,8	2,4	2,3	2,4	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9
60	5,5	3,7	3,0	2,8	2,3	1,5	1,4	1,2	0,8	1,5
80	7,0	4,6	4,1	3,5	3,0	2,2	1,6	1,9	1,5	1,7
100	8,5	4,3	3,9	3,5	2,8	2,1	1,6	1,3	1,3	1,4
120	9,0	4,4	4,4	4,4	2,6	2,1	2,0	2,1	2,2	1,9
140	10,5	4,4	4,4	4,2	2,7	2,2	2,2	2,1	2,4	2,3
160	11,8	4,2	4,0	3,4	3,2	2,5	2,6	3,3	2,6	2,2

Вологість плющеної крупы підвищувалась у результаті збільшення експозиції пропарювання та відволожування з 5 до 15 хв. Це пояснюється кращим проникненням води з периферійних частин до центру ендосперму в результаті часового чинника. Відповідна тенденція не змінювалась залежно від тривалості лушення.

Встановлено, що збільшення тривалості лушення з 20 до 160 с зумовлювало прямо пропорційне підвищення вологості за однакових режимів водотеплового оброблення. У результаті пропарювання впродовж 5 хв найвища вологість (26,1–27,9 %) була у крупы з тривалістю лушення 160 с, а найнижча (16,8–19,2 %) – за тривалості лушення 20 с.

Відповідно до правил організації та ведення технологічного процесу на круп'яних заводах вологість крупы перед плющенням має становити 23,0–25,0 %.

Таблиця 4.19 – Вологість крупи тритикалевої плющеної залежно від тривалості лушення, пропарювання та відволожування, %

Тривалість лушення, с	Індекс лушення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
0	0,0	16,2	17,3	18,6	18,6	19,4	20,7	21,6	22,8	23,9
20	1,5	16,8	17,8	19,2	19,2	20,0	21,4	22,2	23,2	24,5
40	3,6	16,9	17,9	19,5	19,3	20,3	21,7	22,5	23,6	25,0
60	5,5	18,0	19,1	20,6	20,4	21,5	22,9	23,7	25,0	26,8
80	7,0	19,4	19,9	20,0	21,7	22,1	22,9	23,8	24,9	26,9
100	8,5	22,0	22,8	23,7	23,5	24,0	25,6	25,1	26,2	26,9
120	9,0	24,9	25,5	26,0	25,1	26,7	27,0	27,9	28,5	29,7
140	10,5	25,9	26,7	27,1	26,2	26,6	27,1	27,8	28,7	29,9
160	11,8	26,1	27,2	27,9	27,0	28,2	28,6	29,0	29,9	30,0

Проте відповідно до існуючих технологій, вологість крупи після водотеплового оброблення становить 28,0–29,0 % та вимагає додаткового сушіння. В умовах сучасної ринкової економіки збільшення енергозатрат на проведення водотеплового оброблення на круп'яних заводах малої продуктивності економічно неефективно, тому було доцільно встановити параметри лушення та режими водотеплового оброблення із кінцевою вологістю сировини від 23,0 до 25,0 %.

Відповідну вологість мало зерно, що було лушене впродовж 20–40 с, пропарене упродовж 15 хв з наступним його відволожуванням 10–15 хв. Зерно лушене впродовж 60–80 с мало вологість 22,9 % після його пропарювання впродовж 10 хв та 15-ти хвилинним відволожуванням. Пропарювання зерна (тривалість лушення 60–80 с) упродовж 15 хв та його відволожування 5–10 хв

зумовлювало підвищення його вологості до 23,7–24,9 %. Зерно, лущене впродовж 100 с мало вологість від 22,8 до 25,1 % у результаті його пропарювання впродовж 5 хв та відволожуванням 10–15 хв, пропарювання впродовж 10 хв та відволожуванням 5–10 хв і пропарювання впродовж 15 хв та відволожуванням 5 хв. Зерно, лущене впродовж 120 с мало вологість 24,9–25,1 % після його пропарювання впродовж 5–10 хв та мінімальної тривалості відволожування.

Коефіцієнт розварювання каші виробленої з зерна, що мав різний індекс лущення та за різних режимів водотеплового оброблення залишався сталим і становив 5 (Додаток Е, табл. Е 8).

Встановлено, що тривалість варіння каші із зерна тритикале нижча за базисні норми на 0,02–0,25 год залежно від тривалості лущення та режиму водотеплового оброблення, що пояснюється м'якозерним типом зерна чотиривидового тритикале.

Тривалість варіння каші не залежала від тривалості відволожування та неістотно зменшувалась у наслідок збільшення тривалості пропарювання, проте істотно варіювала залежно від індексу лущення зерна. Це пояснюється тим, що оболонки гальмують процес передачі тепла в результаті чого відбувається низький рівень клейстеризації крохмальних зерен.

За тривалості лущення 20 с і пропарювання впродовж 5 хв, тривалість варіння була найвищою та становила 0,40 год, проте зі збільшенням тривалості лущення до 160 с, вона зменшувалась до 0,20 год (табл. 4.20). За тривалості пропарювання впродовж 5–10 хв, ця тенденція не змінювалась. Встановлено, що високу швидкість варіння мали зразки із вищим індексом лущення.

Дослідженнями встановлено, що каша із зерна тритикале характеризувалась сильно вираженим запахом, що не змінювався залежно від зміни параметрів лущення та режимів водотеплового оброблення (Додаток Е, табл. Е 9).

За шкалою оцінювання запах каші у всіх досліджуваних зразках становив 9 балів.

Таблиця 4.20 – Тривалість варіння крупи тритикалевої плющеної залежно від тривалості лушення, пропарювання та відволожування, хв

Тривалість лущення, с	Індекс лущення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
0	0,0	31	31	31	30	30	30	29	29	29
20	1,5	24	24	24	23	23	23	22	22	22
40	3,6	20	20	20	19	19	19	18	18	18
60	5,5	19	19	19	19	19	19	18	18	18
80	7,0	17	17	17	16	16	16	15	15	15
100	8,5	17	17	17	17	17	17	16	16	16
120	9,0	16	16	16	15	15	15	14	14	14
140	10,5	13	13	13	12	12	12	11	11	11
160	11,8	12	12	12	12	12	12	10	10	10

Консистенція каші змінювалась від нерозсипчастої до слабо розсипчастої залежно від тривалості лушення, що пояснюється відмінністю фізико-хімічних властивостей оболонки і ендосперму, проте не змінювалась залежно від режимів водотеплового оброблення (табл. 4.21).

Встановлено, що за тривалості пропарювання та відволожування зерна впродовж 5 хв, найгіршу консистенцію мала каша із тривалістю лушення 20–60 с, що відповідала трьом балам. Збільшення тривалості лушення до 120 с зумовлювало покращення консистенції до максимального значення, яке залишалося сталим за подальшого лушення впродовж 140–160 с. Подібну тенденцію отримано за тривалості відволожування та пропарювання впродовж 10–15 хв.

Таблиця 4.21 – Вплив тривалості лущення, пропарювання і відволожування на консистенцію каші з крупи тритикалевої плющеної під час розжовування

Тривалість лущення, с	Індекс лущення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
0	0,0	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20	1,5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
40	3,6	3	3	3	3	3	3	3	3	3
60	5,5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
80	7,0	5	5	5	5	5	5	5	5	5
100	8,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
120	9,0	7	7	7	7	7	7	7	7	7
140	10,5	7	7	7	7	7	7	7	7	7
160	11,8	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Лущення зерна впродовж 20–60 с забезпечувало отримання крупи світло-коричневого забарвлення, що відповідало трьом балам (табл. 4.22). Збільшення тривалості лущення зерна до 80–100 с зумовлювало появу кремового кольору каші, що відповідав оцінці п'ять балів, проте найвищу оцінку каші за кольором отримано за тривалості лущення 120–160 с, що відповідало дев'яти балам.

Смак каші не змінювався залежно від індексу лущення та режиму водотеплового оброблення крупи та був сильно вираженим (дев'ять балів) (Додаток Е, табл. Е 10). Консистенція каші із крупи тритикалевої плющеної мала високу оцінку (дев'ять балів) та залишалася сталою незалежно від режимів водотеплового оброблення та лущення зерна (Додаток Е, табл. Е 11).

Каша, вироблена із крупи (індекс лущення від 1,5 до 5,5 %) характеризувалась жорсткою з хрустом консистенцією під час розжовування і

утворювала грудки (Додаток Е, табл. Е 12). Підвищення індексу лушення до 7,0–8,5 % зумовлювало покращення консистенції під час розжовування до жорсткуватої з невеликою кількістю грудок. Досить ніжною, що добре розжовується була каша вироблена із крупи за індексу лушення 9,0–11,8.

Таблиця 4.22 – Колір каші з крупи тритикалевої плющеної залежно від тривалості лушення, пропарювання і відволожування

Тривалість лущення, с	Індекс лущення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
0	0,0	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20	1,5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
40	3,6	3	3	3	3	3	3	3	3	3
60	5,5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
80	7,0	5	5	5	5	5	5	5	5	5
100	8,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
120	9,0	9	9	9	9	9	9	9	9	9
140	10,5	9	9	9	9	9	9	9	9	9
160	11,8	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Каша із зерна тритикале характеризувалась високою кулінарною оцінкою (табл. 4.23). Крупа, отримана з нелущеного зерна мала низьку кулінарну оцінку що становила 5,3 бали. Збільшення тривалості лушення зерна від 20 до 60 с підвищувало кулінарну оцінку до середнього значення (шість балів).

Отже, каша, що отримана із крупи з низьким індексом лушення (1,5–7,0 %) характеризувалась низькою загальною кулінарною оцінкою, що відповідала шістьом балам. Встановлено, що каша із високим вмістом оболонки характеризується дуже грудкуватою, з сильним хрустом і сильно жорсткою

консистенцією під час розжовування та темно-коричневим кольором. Низькі показники органолептичної оцінки зумовлені підвищеним вмістом клітковини, що не була модифікована у результаті проведення водотеплового оброблення.

Проте загальна кулінарна оцінка зростала до дуже високої (8,6 бала) за 9,0–11,8%-го індексу лушення та не змінювалась залежно від режимів водотеплового оброблення.

Таблиця 4.23 – Загальна кулінарна оцінка крупи тритикалевої плющеної залежно від тривалості лушення, пропарювання та відволожування, бал

Тривалість лушення, с	Індекс лушення, %	Тривалість пропарювання, хв								
		5			10			15		
		Тривалість відволожування, хв								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
0	0,0	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
20	1,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
40	3,6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
60	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
80	7,0	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
100	8,5	7,0	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7
120	9,0	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
140	10,5	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
160	11,8	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6

Ефективність виробництва крупи тритикалевої плющеної оцінювали за виходом крупи, мучки, відходів I і II категорії, вологістю крупи після водотеплового оброблення, загальній кулінарній оцінці та тривалістю варіння каші.

Параметрами удосконалення були тривалість лушення, пропарювання та відволожування, рівні та кроки яких вказані в таблиці 4.24.

Таблиця 4.24 – 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	λ	5	5	20

У загальному вигляді функції представляли так:

$$F=f(X_1, X_2, X_3); \quad (4.13)$$

$$M=f(X_1, X_2, X_3); \quad (4.14)$$

$$E=f(X_1, X_2, X_3); \quad (4.15)$$

$$W=f(X_1, X_2, X_3); \quad (4.16)$$

$$O=f(X_1, X_2, X_3); \quad (4.17)$$

$$J=f(X_1, X_2, X_3); \quad (4.18)$$

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, %.

Рівняння отримували, попередньо передбачивши справедливність моделей відповідно до теорії Тейлора за формулою 4.4.

Матрицю експерименту у розкодованому вигляді оброблено у надбудові Multiple Regression програми Statistica 10. Було проведено перевірку моделей на адекватність, відсутність автокореляції, встановлені суттєві коефіцієнти регресії та побудовані відповідні залежності:

$$F=93,7653 +0,7082 X_1-0,0482 X_3-0,0283 X_1^2+0,00197 X_1X_3 \quad (4.19)$$

$$M=1,49-0,233 X_1+0,0189X_3+0,0103X_1^2+0,00004X_3^2-0,0008X_1X_3-0,0002X_2X_3 \quad (4.20)$$

$$E= 4,4751-0,4753 X_1+0,0293 X_3+0,0179 X_1^2-0,001 X_1X_3 \quad (4.21)$$

$$W= 13,2303+0,0598 X_3+0,0204 X_1^2+0,0001 X_3^2-0,00235 X_1X_3 \quad (4.22)$$

$$O= 5,4756+0,0121 X_3+0,0006 X_3^2 \quad (4.23)$$

$$J=28,9622-0,1888 X_3+0,0005 X_3^2 \quad (4.24)$$

Із рівнянь 4.19–4.24 витікає, що тривалість відволожування пропареної крупи не впливала на ефективність круп'яного виробництва, оскільки коефіцієнти її регресії були неістотними. Тому під час побудови площин відклику вказаних функцій значення тривалості відволожування зафіксовано на мінімальному рівні (5 хв) (рис. 4.12–4.17).

Із побудованих площин відклику та аналізом зовнішнього вигляду круп'яних продуктів витікає, що тривалість лушення істотно впливала на якість крупи (Додаток Е, рис Е 5– Е 7).

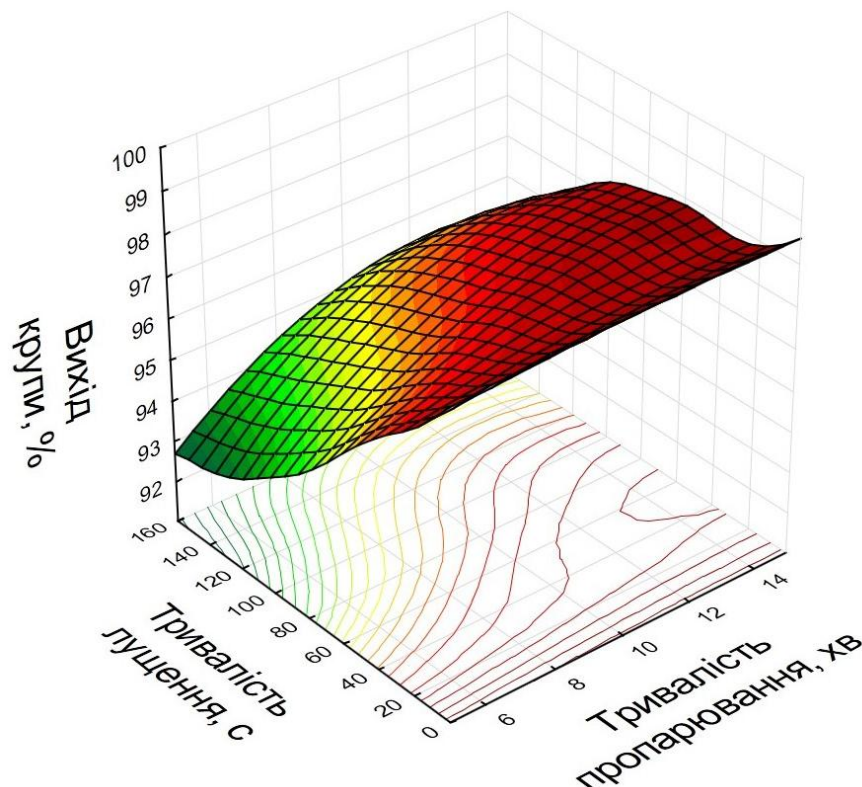


Рисунок 4.12 – Вихід крупи тритикалевої плющеної залежно від тривалості лушення та тривалості пропарювання (тривалість відволожування 5 хв)

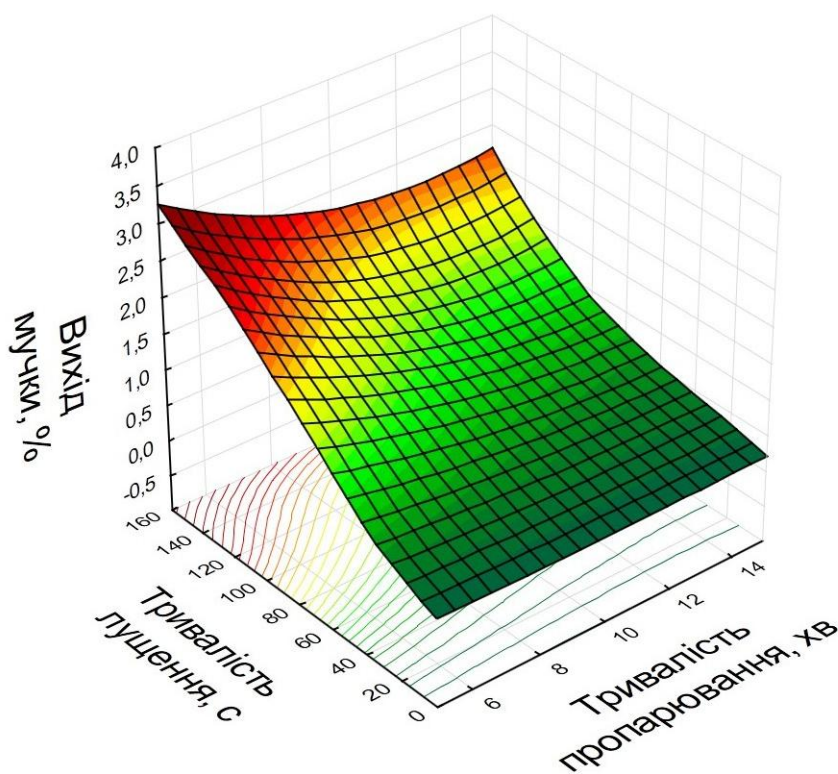


Рисунок 4.13 – Вихід мучки залежно від тривалості лушення та тривалості пропарювання (тривалість відволожування 5 хв)

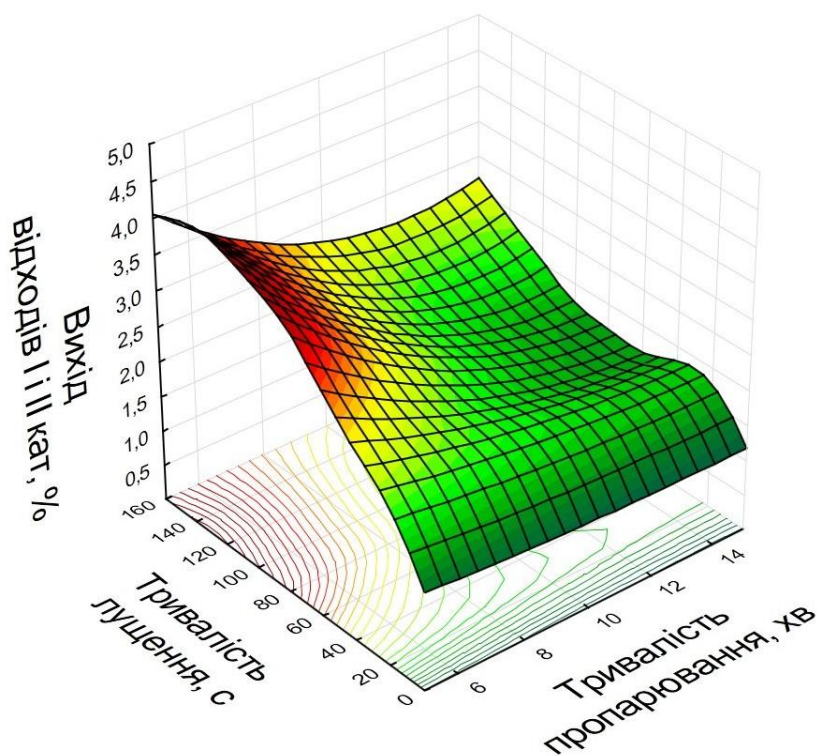


Рисунок 4.14 – Вихід відходів I і II категорій залежно від тривалості лушення та тривалості пропарювання (тривалість відволожування 5 хв)

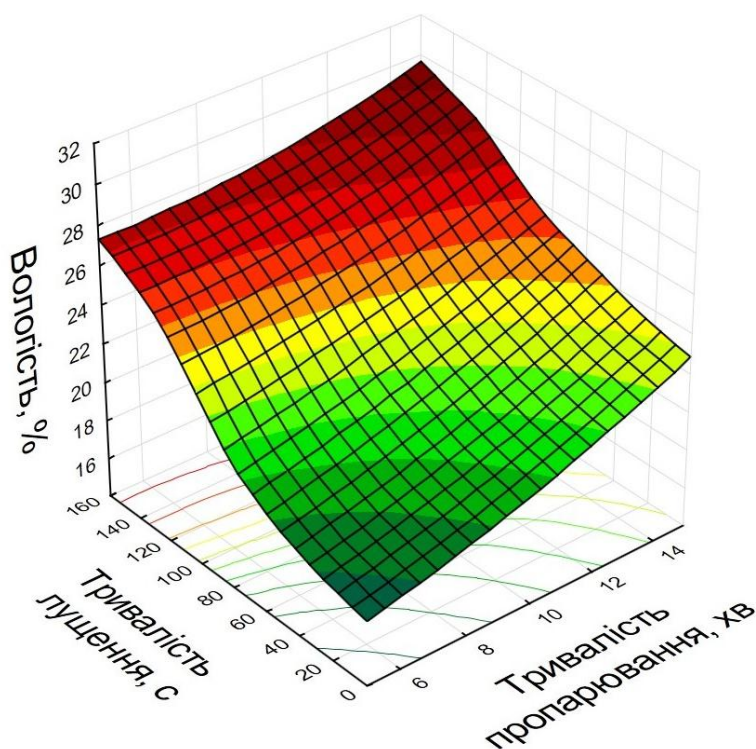


Рисунок 4.15 – Вологість крупи тритикалевої залежно від тривалості лущення та тривалості пропарювання (тривалість відволожування 5 хв)

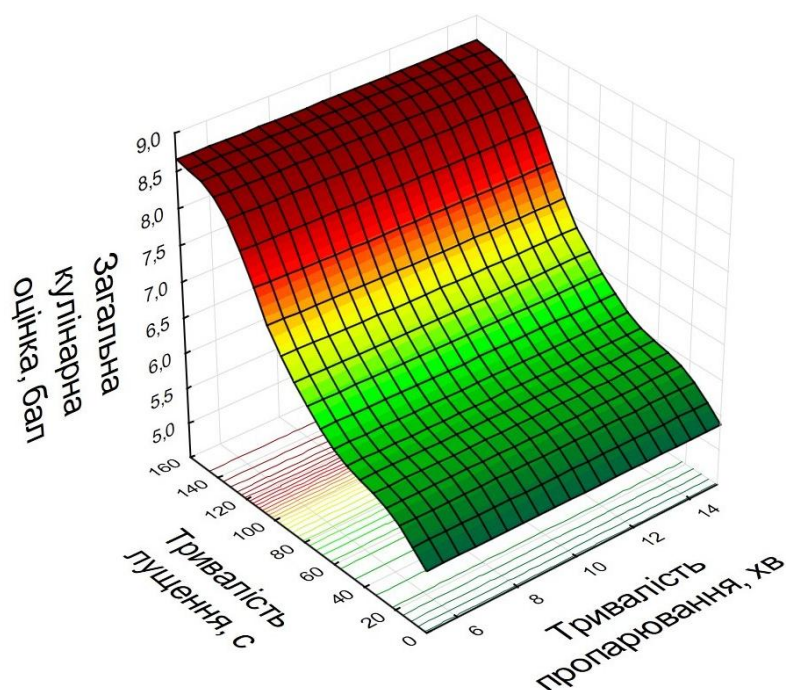


Рисунок 4.16 – Загальна кулінарна оцінка крупи тритикалевої плющеної залежно від тривалості лущення та тривалості пропарювання (тривалість відволожування 5 хв)

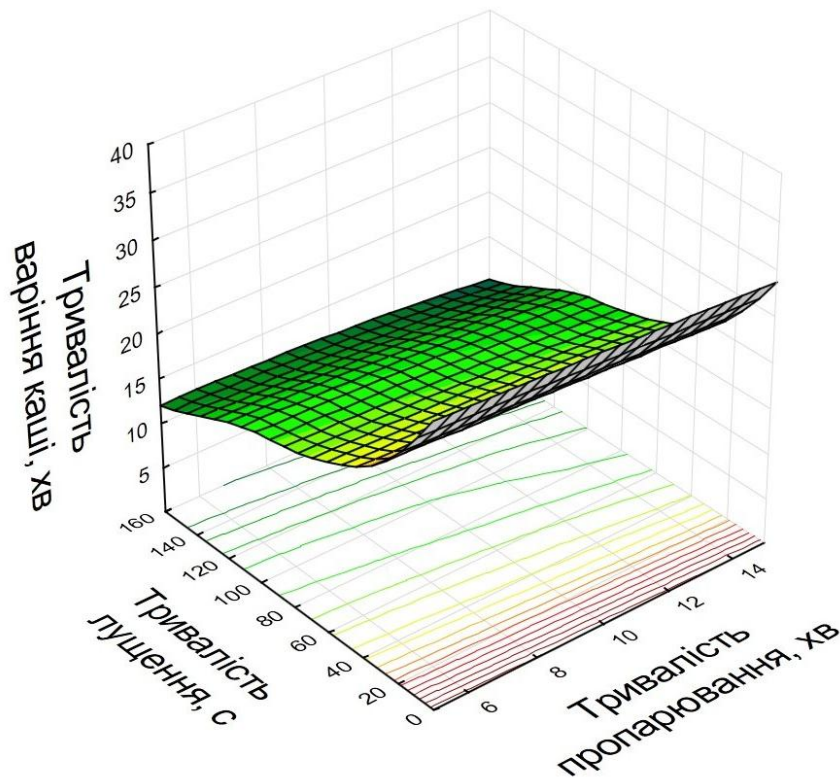


Рисунок 4.17 – Тривалість варіння каші із крупи тритикалевої плющеної залежно від тривалості лушення та тривалості пропарювання (тривалість відволожування 5 хв)

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 її вплив на вологість був істотним. Із наведеного витікає що для підприємств малої продуктивності збільшення тривалості пропарювання недоцільно, оскільки збільшені енерговитрати на проведення водотеплового оброблення не нівелюється відповідним підвищенням ефективності виробництва.

Рекомендований режим лушення під час виробництва крупи із зерна тритикале подрібненої № 1 та крупи тритикалевої плющеної аналогічні, а тому сировиною для виробництва крупи тритикалевої плющеної рекомендовано крупу із зерна тритикале подрібнену № 1.

Порівняльною характеристикою початкової сировини та крупи тритикалевої плющеної встановлено, що в результаті оброблення кількість крохмалю

зменшувалась на 4,3 %, клітковини – на 0,77, жиру – на 0,11, золи – на 0,53 і загального вмісту білка – на 1 % (табл. 4.25).

Таблиця 4.25 – Хімічний склад крупи тритикалевої плющеної

Показник	Білок, %	Крохмаль, %	Клітковина, %	Жир, %	Зола, %
Крупа тритикалева плющена	16,0	61,3	1,50	1,02	1,32
Початкова сировина (контроль)	17,0	65,6	2,27	1,23	1,85

Вихід крупи тритикалевої плющеної становив 92 %, що на 3 % менше порівняно із пшеничними швидкокорозварюваними крупами, проте удосконалена технологія характеризувалась скороченим виробничим процесом (рис. 4.18). Незначне зменшення виходу крупи пояснюється збільшенням кількості мучки (до 2,7 %) і відходів I і II категорії (до 4,4%).

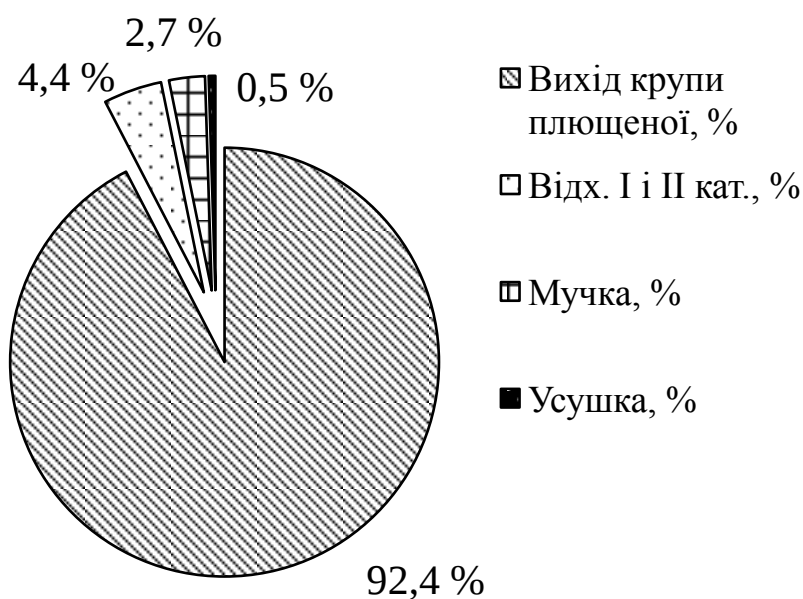


Рисунок 4.18 – Вихід крупи із зерна тритикале

4.3 Удосконалення технологій виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале

Із джерел літератури відомо, що зерно тритикале рекомендовано переробляти на крупи відповідно до технології перероблення пшениці. Оскільки зерно чотиривидового тритикале за технологічними, фізичними властивостями наближалось до зерна пшениці та було м'язозерним, удосконалення його перероблення здійснювали на основі технології виробництва крупи із пшениці м'якої подрібненої і шліфованої.

Класична технологія включає очищення зерна від грубих домішок на скальператорі та його зважування на автоматичних вагах. Після цього зерно пшениці сепарують на сепараторі А1–БЛС. Мінеральну домішку видаляють на каменевідбірниках РЗ–БКТ–100 з наступним очищенням від короткої та довгої домішок на кукілевідбірнику А9–УТО–6 та вівсюговідбірнику А9–УТК–6. Очищення та лушення зерна пшениці проводять без його поділу на крупну і дрібну фракції, але з відбором дрібної фракції (прохід крізь пробивне сито з отворами 1,7×20 мм) пшениці, яку спрямовують у відходи І і ІІ категорії. Перед спрямуванням на лушення пшеницю зволожують теплою водою до 14,5–15,0 %. Термін відволожування залежно від ступеню зволоження та склоподібності пшениці – від 30 хв до 2 год [123].

Лушення пшениці проводять шляхом дворазового оброблення в оббивальних машинах з абразивними циліндрами. Після кожного оббивального проходу продукт провіюють в аспіраторах [123].

Лушене зерно пшениці направляють на шліфування (три системи) і подрібнення (одна система). Шліфування проводять у машинах типу А1–ЗІН. Подрібнення проводять на вальцевому верстаті [123].

Контроль мучки здійснюють на ситі з дротяної сітки № 063 з подальшим пропуском крізь магнітні сепаратори [123].

За геометричними розмірами зерно тритикале наближається до зерна пшениці, що зумовлює доцільність його очищення на сепараторі, камневідбірнику та трієрах без їх додаткового налаштування.

Удосконалення класичної технології полягає у обробленні зерна тритикале після його очищення на другій і третій шліфувальній системі без проведення водотеплового оброблення (рис. 4.19). Доцільність лушення 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 оболонок, алеїронового шару та ендосперму пшениці та тритикале. Період оброблення зерна в машинах А1–ЗШН при одноразовому пропуску становить від 12 до 30 с, проте рекомендована тривалість лушення зерна тритикале – 120 с за початкової вологості сировини 14,0 %, що відповідає індексу лушення 9,0 %. Тому доцільно машини А1–ЗШН на другій і третій системі замінювати на машини типу «Каскад», що характеризуються вищою ефективністю роботи, та здатні за один прохід досягати необхідного індексу лушення.

Після третьої системи круп'яний продукт сепарують на розсіві А1–БРУ для отримання крупи із тритикале подрібненої № 1. За необхідності, зерно після шліфування подрібнюють на вальцевому верстаті та спрямовують на розсів.

Удосконалення технології виробництва крупи тритикалевої плющеної здійснювали на основі технології швидкокорозварюваних пшеничних крупів. Технологія полягає у тому, що пшеничні крупи № 1, 2, 3 сортують, після цього обробляють в зволожувальних апаратах до вологості 25,0–27,0 % з наступним відволожуванням упродовж 40 хв. Пропарюють крупу в шнекових пропарниках безперервної дії за тиску пари 0,1 МПа та експозиції пропарювання 3 хв. Після цього крупи проходять процес повторного відволожування упродовж 30–40 хв з наступним підсушуванням до вологості 23,0–25,0 %. Плющать крупу на вальцевому верстаті з наступним сушінням до вологості 14,0 % та ситовим контролем.

Відомо, що зволоження та відволоження зерна перед процесом пропарювання інтенсифікує його. Витрати на проведення зволоження, відволоження, пропарювання та сушіння за існуючої технології економічно обґрунтовані, оскільки сировина для виробництва крупи плющеної вимагає істотних структурно-механічних змін. Крім цього ефективність водотеплового оброблення підвищується за збільшенні продуктивності заводу.

Проте, враховуючи фізико-хімічні властивості зерна чотиривидового тритикале та відсутності економічної доцільності проектування підприємств великої продуктивності, крупу тритикалеву плющену рекомендовано виробляти за скороченою технологічною схемою (рис. 4.20).

Для виробництва крупи тритикалевої плющеної рекомендовано використовувати крупу із тритикале подрібнену №1 без додаткового сортування. Крупу зважують після цього пропарюють в пропарнику періодичної дії за тиску насиченої пари 0,15 МПа упродовж 5 хв. Пропарену крупу відвожують упродовж 5 хв. Оскільки вологість крупи становить 25,0 %, проводити сушіння перед плющенням недоцільно. Плющать крупу на вальцевому верстаті за встановленого диференціалу 1 : 1 з наступним сушінням до вологості 14,0 % та ситовим контролем.

Результатами розрахунку економічної ефективності встановлено, що виробництво крупів із тритикале подрібнених мало вищий показник рентабельності порівняно із виробництвом крупи тритикалевої плющеної за однакової продуктивності заводу, що становила відповідно 14,5 і 7,5 % (Додаток Є).

Прогнозований чистий прибуток під час виробництва крупів із тритикале подрібнених № 2 і 3 становив 943 392,8 грн., тоді як чистий прибуток під час виробництва крупи тритикалевої плющеної становив 762 005,0 грн. Характеристикою техніко-економічних показників ефективності перероблення зерна тритикале встановлено, що економічно ефективним є перероблення зерна тритикале на крупи подрібнені. Крім цього, в умовах сучасної ринкової економіки доцільно проектувати підприємства низької продуктивності, що пояснюється

необхідністю становлення нової сировини на ринку та малою кількістю вирощуваної сировини.

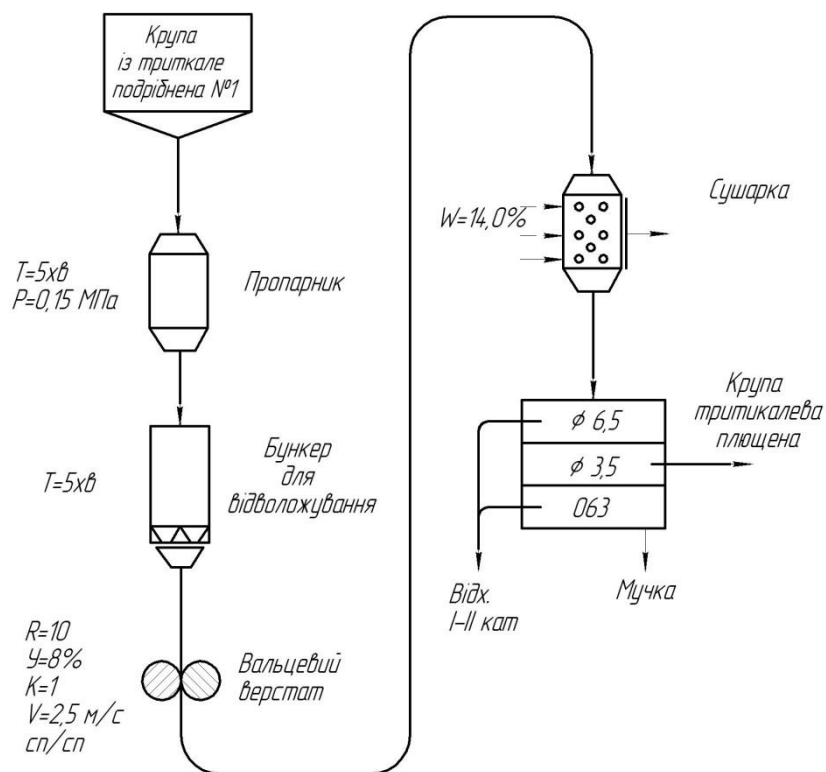


Рисунок 4.20 – Удосконалена технологічна схема виробництва крупы тритикалевої плющеної

Відповідно до удосконалених технологій виробництва були розроблені рекомендації виробництва крупів із тритикале подрібнених та крупів тритикалевих плющених (Додаток Ж, З).

4.4 Поживна цінність, безпечність круп'яних продуктів із зерна тритикале та зміна їх якості під час зберігання

Відомо, що енергія, яка виділяється під час окислення 1 г жирів становить 9,0 ккал, 1 г вуглеводів – 3,75 ккал, 1 г білків – 4,0 ккал. Для визначення енергетичної цінності в одиницях системи СІ використовували коефіцієнт перерахунку: 1 ккал = 4,184 кДж. Енергетична цінність продуктів харчування розраховували на 100 г їстівної частини продукту [55, 64].

Особливість технологій виробництва крупи із тритикале подрібненої №1 та крупи тритикалевої плющеної полягають в отриманні продуктів, що неістотно відрізняються за вмістом білків, жирів та вуглеводів, що зумовлено однаковим індексом лушення зерна та мінімального температурного впливу.

Теоретичну калорійність розраховували як добуток калорійності поживних речовин і відсоткового вмісту відповідних поживних речовин. Сума отриманих добутоків становила теоретичну калорійність 100 г продукту (табл. 4.26).

Таблиця 4.26 – Енергетична цінність крупи тритикалевої плющеної вологістю 14 %

Показник	Вміст, %	Теоретична калорійність, ккал/100 гр	Фактична калорійність, ккал/100 гр	Фактична калорійність, кДж/100 гр
Білки	16,0	64,0	53,7	224,9
Жири	1,0	9,1	8,6	36,1
Вуглеводи	61,3	229,8	219,7	919,4
Всього		303,0	282,1	1180,5

Виходячи з теоретичної калорійності розраховано фактичну калорійність шляхом множення результату теоретичної калорійності на засвоюваність у відсотках і діленням добутку на 100.

Залежно від віку, статі, інтенсивності фізичної роботи добова потреба людини становить від 1165 ккал до 2605 ккал. Відомо що підчас варіння калорійність може знижуватись у 3–4 рази, а тому 100 гр крупи тритикалевої здатна забезпечити добову потребу організмі людини від 2,7 % до 6,0 %.

Зміну якості круп'яних продуктів доцільно визначати за титрованою кислотністю, що зумовлюється карбоксильними групами білків та жирними кислотами, які вивільняються внаслідок розщеплення жиру, а також наявністю фосфорної, оцтової, молочної та яблучної кислот у зерні. Більшість біохімічних процесів у зерні та крупах супроводжуються нагромадженням кислих продуктів. Наявність вільних кислот негативно впливає на забарвлення крупи. [40, 44].

Відомо, що кислотність крупів різних видів не повинна перевищувати 5 град. Кислотність корелює з кислотним числом жиру та зміною смакових якостей каші, а під час зберігання вона істотно підвищується [43, 44, 56]. Це підтверджено результатами досліджень, наведеними на рис. 4.21. Оскільки середньостатистичний термін зберігання круп'яних продуктів становить 9 місяців, було доцільно визначити кислотність отриманих круп'яних продуктів упродовж цього періоду.

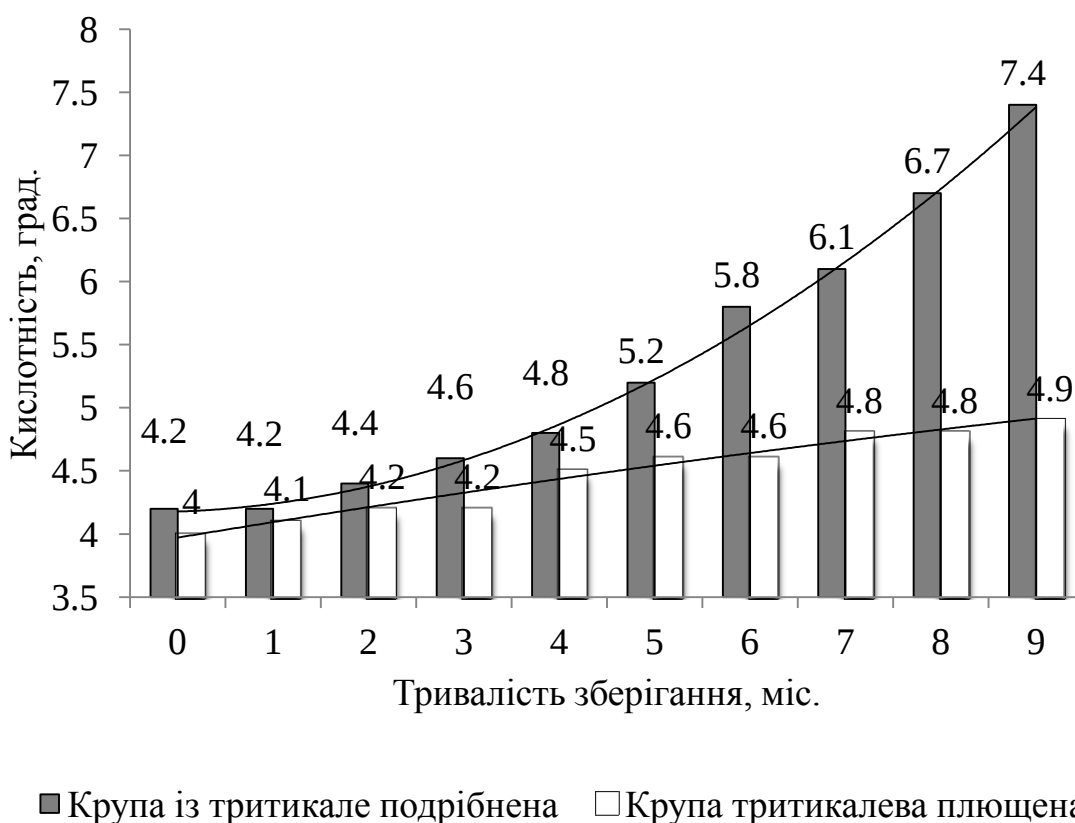


Рисунок 4.21 – Кислотність круп'яних продуктів залежно від тривалості зберігання

Встановлено, що динаміка збільшення кислотності крупи плющеної була меншою, порівняно із крупою подрібненою, оскільки проведення пропарювання сприяло інактивації ферментів та зниженню кількості мікроорганізмів. Крім цього, після п'яти місяців зберігання відбувалось істотне підвищення кислотності крупи подрібненої з 5,2 град до 7,4 град та неістотне її підвищення (на 0,3 град.) у

крупі плющеній. Це свідчить про те, що крупа плющена під час зберігання краще зберігає показники якості порівняно із крупою подрібненою.

Вміст МАФАНМ у крупі із тритикале подрібненій та тривалість зберігання мали обернену кореляційну залежність та змінювались в межах від 2,2 до 3,4 тис. КУО/г (рис.4.22).

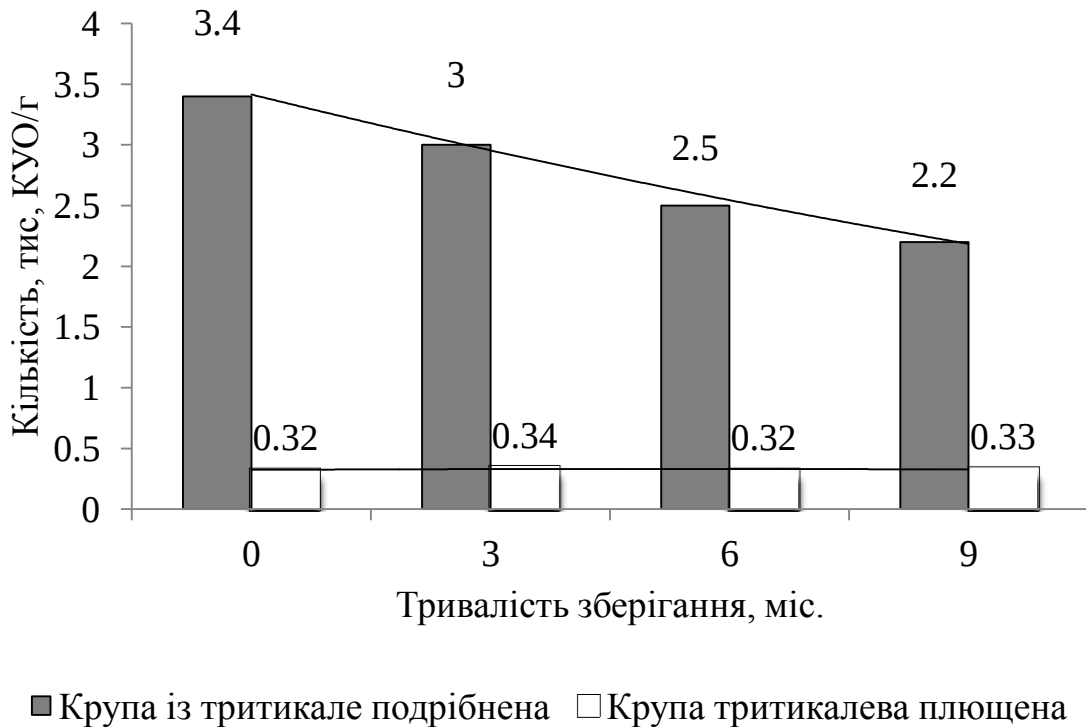


Рисунок 4.22 –МАФАНМ, тис, КУО/г

Вміст МАФАНМ у крупі тритикалевій плющеній істотно не змінювався упродовж зберігання. Очевидно, що під час проведення пропарювання та відволожування за виробництва крупи тритикалевої плющеної відбувалось знищення основної кількості МАФАНМ.

Під час мікробіологічного дослідження були виявлені гриби, кількість яких збільшувалась від двох до десяти разів залежно від тривалості зберігання (рис. 4.23). Кількість грибів у крупі подрібненій була вищою порівняно із крупою плющеною, проте повної стерилізації у крупі плющеній не відбувалось, про що свідчить наявність в ній грибів у кількості 0,1 тис. КУО/г. Дослідженнями встановлена відсутність бактерій групи кишкової палички та стафілококів.

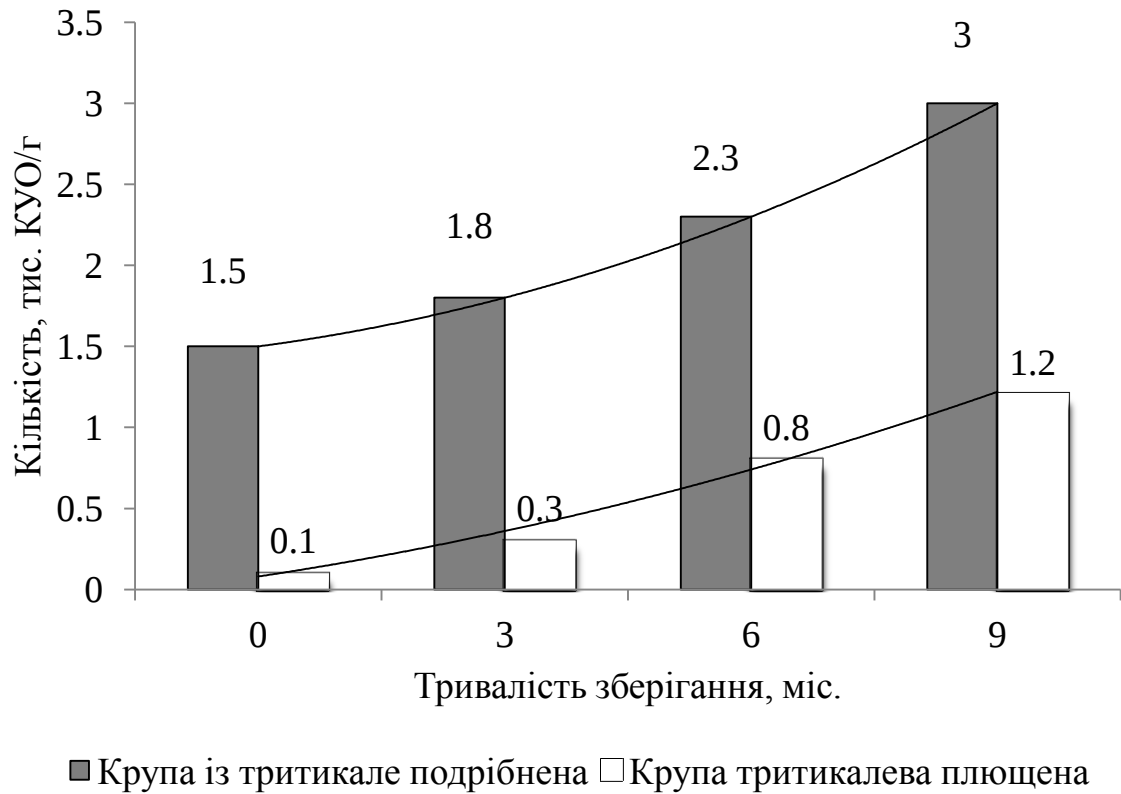


Рисунок 4.23 – Гриби, тис. КУО/г

Оскільки зерно тритикале містить глютен, отримані круп'яні продукти не рекомендовано вживати людям з ознаками захворювання на целиацію. Механізм розвитку глютенкової хвороби не встановлений, проте відомо, що вона носить спадковий характер, співвідношення поширення становить 1 : 1000 а її суть полягає у алергічній реакції на глютен у травній системі організму людини. А тому враховуючи динаміку її поширення, широкий асортимент продуктів харчування, що здатні її провокувати (вироби із пшениці, жита, ячменю, тритикале) доцільно проводити комплексні медичні дослідження що до її усунення.

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

Висновки до розділу 4

1. На основі результатів експериментальних досліджень встановлено, що зерно тритикале, що має м'язозерну структуру, доцільно лущити без водотеплового оброблення за початкової вологості 12–14 %.

2. Доцільно під час виробництва крупів із тритикале подрібнених № 1, 2, і 3 лущити зерно тритикале за початкової його вологості 12–14 % упродовж 12 с, що відповідає індексу лущення 9–11 %.

3. Отримані математичні моделі повного факторного експерименту є адекватними, відтворюваними, статистично надійними з відхиленою гіпотезою про наявність автокореляції та можуть бути використані для отримання проміжних значень змінних.

4. Дослідженнями встановлено, що індекс лущення зерна тритикале має істотний вплив на техніко-економічні показники виробництва крупів та зумовлює якість готового продукту, тоді як тривалість пропарювання характеризується неістотним впливом, а тривалість відволожування не зумовлює впливу на показники ефективності виробництва.

5. Удосконалена технологія виробництва крупів із тритикале подрібнених має на 14–17 % вищий вихід порівняно з існуючою технологією виробництва крупи із м'якої пшениці подрібненої і шліфованої, а крупа має дуже високу загальну кулінарну оцінку (8,6–8,8 бали).

6. Збільшення тривалості пропарювання та відволожування не нівелюються відповідним підвищенням виходу готового продукту та зниженням тривалості його варіння, тому рекомендовано під час виробництва крупи тритикалевої плющеної проводити пропарювання і відволожування впродовж п'яти хвилин. Доцільно під час виробництва крупи плющеної використовувати крупу із тритикале подрібнену № 1.

7. Крупа тритикалева плющена, що отримана за рекомендованих режимів характеризується високою кулінарною оцінкою (8,3 бали) та низькою тривалістю варіння (16 хв).

Результати досліджень розділу 4 були апробовані на семи конференціях та представлені в чотирьох фахових виданнях [33, 34, 36, 44, 46, 77–79, 81, 82, 87, 103–107].

РОЗДІЛ 5

ВПЛИВ РОЗМІРІВ ЗЕРНІВОК ТРИТИКАЛЕ НА ВИХІД І ЯКІСТЬ КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ

5.1 Технологічні та фізико-хімічні властивості зерна тритикале залежно від геометричних розмірів

Встановлено, що фракціонування фуражного зерна зумовлює вилучення до 30 % вищого на 2–3 класи зерна, що збільшує загальну його вартість та підвищує коефіцієнт раціонального використання зерна, проте фракціонування рекомендовано проводити на етапі доведення зерна до базисних кондицій в елеваторах і централізованого підходу до цієї проблеми [34].

Встановлено, що розділення зерна тритикале на фракції та їх окрема переробка на крупу зумовлює підвищення ефективності круп'яного виробництва [149]. Проте питання цільового використання фракційного складу зерна тритикале нових сортів під час виробництва круп'яних продуктів, що характеризуються підвищеним попитом, залишається не вирішеним, а тому дослідження це питання є актуальним і потребує комплексного вивчення.

Зерно тритикале в зерновій суміші відрізняється за розмірами та часткою їх вмісту, що зумовлено сортовими особливостями досліджуваних зразків (табл. 5.1).

Так, зерно сортів Стратег, Тактик і лінія LP 195 характеризувались високим вмістом крупного зерна отриманого проходом сита $3,2 \times 20$ мм, що становив відповідно 28,6 %, 16,2 і 20,9 %.

Сорти Хлібодар харківський і Тактик мали у своєму складі крупної фракції відповідно 0,8 і 2,4 %. Встановлено, що частка фракцій сортів Алкід, Тактик, лінія LP 195 і Стратег збільшувався зі зменшенням отворів пробивного сита від $3,2 \times 20$ мм до $3,0 \times 20$ мм, проте з подальшим зменшенням отворів пробивних сит до $2,0 \times 20$ мм, частка фракцій знижувалась. Для сорту Хлібодар харківський відповідна тенденція була подібною.

Таблиця 5.1 – Фракційний склад зерна тритикале залежно від сорту, %

Схід пробивного сита, мм	Сорт				
	Алкід	Тактик	лінія LP 195	Стратег	Хлібодар Харківський (Контроль)
Без фракціонування	100	100	100	100	100
3,2×20	20,9	2,4	16,2	28,6	0,8
3,0×20	36,8	25,2	33,2	36,0	7,3
2,8×20	26,0	38,5	30,5	23,6	20,7
2,6×20	10,5	20,0	12,7	8,5	26,2
2,4×20	4,7	10,7	5,8	2,9	27,1
2,2×20	0,7	2,6	1,1	0,5	12,6
2,0×20	0,1	0,4	0,2	0,0	3,3

Усі сорти крім сорту Хлібодар харківський мали незначну кількість дрібного зерна, що отримано проходом сита 2,4×20 мм і сходом сита 2,0×20 мм. Отже, враховуючи вміст окремих фракцій рекомендовано класифікувати зерно тритикале за крупністю. Запропоновано крупним називати зерно отримане сходом сита 3,0×20 мм, середнім за величиною – проходом сита 3,0×20 мм та сходом сита 2,4×20 мм і дрібним – проходом сита 2,4×20 мм та сходом сита 2,0×20 мм.

Дослідженнями встановлено, що довжина зернівок змінювалась залежно від фракцій та сортів зерна тритикале (Додаток И, табл. И 1). Так, найдовшими були зернівки крупної фракції (8,4–8,9 мм), а найменшу довжину мали зернівки дрібної фракції (6,6–6,8 мм). Подібну тенденцію відмічено з шириною і товщиною зернівки. Так, у сорту Алкід ширина знижувалась з 3,2 до 1,8 мм, сорту Тактик – з 3,5 до 1,7, сорту Стратег – з 3,4 до 2,1 і в лінії LP 195– 3,3 до 1,8 мм (Додаток И, табл. И 2, табл. И 3).

Сферичність зерна тритикале (0,54–0,64) не змінювалась залежно від сорту, неістотно варіювала під час фракціонування. Проте площа зовнішньої поверхні прямо пропорційно залежала від геометричних розмірів різних фракцій зернової

маси (Додаток И, табл. И 4).

Найбільша площа зовнішньої поверхні була в зерна крупної фракції сорту Алкід (119,9 мм²), а найменша – у дрібній фракції сорту Тактик (49,7 мм²). Зерно тритикале крупної фракції мало більшу (на 4,6–37,5 мм²) площу зовнішньої поверхні порівняно з зерном, що не фракціонували, проте дрібна фракція характеризувалась на 27,9–52,1 мм² меншим її значенням у аналогічному порівнянні.

Дослідженнями встановлено, що вміст ендосперму в зерні тритикале залежав від геометричних розмірів та сорту, що пояснюється збільшенням вмісту оболонок зі зменшенням геометричних розмірів (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Вміст ендосперму в зерні тритикале залежно від сорту та його геометричних розмірів, % від маси

Схід пробивного сита, мм	Сорт				
	Алкід	Тактик	лінія LP 195	Стратег	Хлібодар Харківський (Контроль)
Без фракціонування	82,9	83,8	84,1	80,8	81,4
3,2×20	85,4	86,3	86,2	85,5	86,1
3,0×20	84,7	85,0	84,9	84,8	84,8
2,8×20	84,2	84,0	85,3	84,1	84,1
2,6×20	82,7	84,3	84,4	81,6	83,5
2,4×20	81,4	78,6	84,4	82,8	82,6
2,2×20	79,3	78,4	80,5	80,3	80,9
2,0×20	75,2	74,5	78,2	75,5	79,9

Встановлено, що найвищий вміст ендосперму мало зерно крупної фракції, а найменший – дрібної, та становив відповідно 85,3–86,4 % і 74,6–78,4 % залежно від сорту. Вміст ендосперму змінювався залежно від фракційного складу. Так, для зерна сорту Алкід він становив 75,2–85,4 %, сорту Тактик – 74,5–86,3 %, лінії LP 195 – 78,2–86,2 %, сорту Стратег – 75,5–85,5 % і сорту Хлібодар харківський –

80,9–86,1 %.

Частка ендосперму в крупній фракції була вища порівняно із зерном, що не фракціонували, проте дрібна фракція мала його найменшу кількість в аналогічному порівнянні.

У результаті фракціонування зерна тритикале сорту Хлібодар харківський натура зерна збільшувалась прямо пропорційно геометричним розмірам і знаходилась в межах від 592 до 643 г/л, що зумовлено шпаруватості зернової маси (табл. 5.3). Аналогічна тенденція спостерігалась під час фракціонування зерна решти досліджуваних сортів.

Таблиця 5.3 – Натура зерна тритикале залежно від сорту та його геометричних розмірів, %

Схід пробивного сита, мм	Сорт				
	Алкід	Тактик	лінія LP 195	Стратег	Хлібодар Харківський (Контроль)
Без фракціонування	643	690	668	670	679
3,2×20	592	669	614	630	651
3,0×20	619	671	613	648	653
2,8×20	621	668	655	647	652
2,6×20	639	675	656	668	660
2,4×20	642	687	660	666	675
2,2×20	643	689	663	668	677
2,0×20	643	691	665	672	681

Дослідженнями встановлено, що маса 1000 зерен тритикале зменшувалась прямо пропорційно геометричним розмірам (табл. 5.4). Для всіх досліджуваних сортів крупна і середня фракції характеризувались високою масою 1000 зерен, проте дрібна фракція мала найменший показник маси 1000 зерен в аналогічному порівнянні. Найбільшу масу 1000 зерен мав сорт Стратег, що змінювався від 22,5 до 70,8 г, а найменшу – сорт Алкід – 64,5–22,4 г.

Таблиця 5.4 – Маса 1000 зерен залежно від сорту та геометричних розмірів, г

Схід пробивного сита, мм	Сорт				
	Алکید	Тактик	лінія LP 195	Стратег	Хлібодар Харківський (Контроль)
Без фракціонування	49,8	46,9	48,7	54,6	41,1
3,2×20	64,5	65	64,6	70,8	62,0
3,0×20	56,8	61,7	56,9	63,1	58,7
2,8×20	48,7	49,8	46,6	52,6	47,8
2,6×20	41,3	43,7	40,3	41,5	41,7
2,4×20	34,0	31,0	31,9	33,3	29,0
2,2×20	24,2	23,8	23,8	27,1	22,8
2,0×20	22,4	21,5	21,2	22,5	20,5

Вміст золи змінювався залежно від сорту та фракції зерна (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 – Вміст золи в зерні тритикале залежно від сорту та його геометричних розмірів, % на суху речовину

Схід пробивного сита, мм	Сорт				
	Алکید	Тактик	лінія LP 195	Стратег	Хлібодар Харківський (Контроль)
Без фракціонування	1,94	1,85	1,92	1,88	1,82
3,2×20	1,88	1,80	1,87	1,89	1,70
3,0×20	1,89	1,83	1,88	1,90	1,75
2,8×20	1,90	1,87	1,93	1,93	1,77
2,6×20	1,90	1,90	1,95	1,94	1,80
2,4×20	1,92	1,95	1,99	1,99	1,82
2,2×20	2,10	1,98	2,00	2,00	1,85
2,0×20	2,30	2,00	2,10	2,10	1,90

Зі збільшенням геометричних розмірів зерна вміст золи підвищувався незалежно від сорту в результаті зниження вмісту ендосперму. Так, найвищий вміст золи був у зерні сорт Стратег, який змінювався від 1,89 до 2,10 % залежно від геометричних розмірів, а найменший – у сортів Хлібодар харківський і Тактик, що становив відповідно 1,70–1,90 % і 1,8–2,0 %.

Шпаруватість зерна тритикале істотно змінювалась залежно від його геометричних розмірів і неістотно залежала від сорту (табл. 5.6). Так шпаруватість крупної фракції становила 53,14–62,63 % залежно від сорту, а в зерні дрібної фракції – 0,34–10,92 %. У зерна середньої фракції цей показник наближався до контролю. Це свідчить про те, що зерно дрібних фракцій потребує підвищених енерговитрат під час проведення активного вентилявання.

Таблиця 5.6 – Шпаруватість зерна тритикале залежно від сорту та його геометричних розмірів, %

Схід пробивного сита, мм	Сорт				
	Алکید	Тактик	лінія LP 195	Стратег	Хлібодар Харківський (Контроль)
Без фракціонування	42,2	42,5	44,8	43,6	42,0
3,2×20	58,70	55,74	59,13	62,63	54,85
3,0×20	53,14	53,24	54,75	56,87	52,17
2,8×20	46,44	43,66	40,97	50,80	42,71
2,6×20	36,56	36,67	33,26	38,83	33,53
2,4×20	24,47	11,35	17,24	24,00	6,90
2,2×20	7,00	1,57	2,50	8,80	10,92
2,0×20	8,14	3,58	2,76	4,43	0,34

Кореляційним аналізом встановлено, що між технологічними властивостями зерна тритикале та його геометричними розмірами існує високий і дуже високий кореляційний зв'язок (табл. 5.7).

Коефіцієнт кореляції досліджуваних залежностей становив від 0,77 до 0,99.

Таблиця 5.7 – Кореляційна залежність між фізико-технологічними показниками і властивостями зерна тритикале

Показник	Ширина, мм	Товщина, мм	Площа зовнішньої поверхні зерна, мм	Вміст ендосперму, мм ²	Натура г/л	Маса 1000 зерен, г	Вміст золи, %	Шпаруватість, %
Довжина, мм	0,92	0,96	0,99	0,95	-0,93	0,97	-0,95	0,95
Ширина, мм		0,85	0,94	0,88	-0,89	0,88	-0,88	0,82
Товщина, мм			0,86	0,98	-0,88	0,96	-0,98	0,97
Площа зовнішньої поверхні зерна, мм ²				0,93	-0,97	0,98	-0,93	0,95
Вміст ендосперму, мм					0,82	0,91	-0,99	0,92
Натура г/л						-0,97	0,81	-0,92
Маса 1000 зерен, г							-0,91	0,98
Вміст золи, %								-0,92

Загальну геометричну характеристику зерна зручно оцінювати показником площі його зовнішньої поверхні, яка мала високу пряму кореляційну залежність з показниками вмісту ендосперму ($r = 0,93$), маси 1000 зерен ($r = 0,98$) та обернену вельми високу кореляційну залежність з натурою ($r = -0,88$) та вмістом золи ($r = -0,93$).

Залежність між цими показниками можна описати рівняннями лінійних та поліноміальних кривих:

$$E = 70,1153 + 0,1507 \times X; \quad (6.1)$$

$$H = 709,6076 - 0,7083 \times X; \quad (6.2)$$

$$M_{1000} = -22,8444 + 0,848 \times X - 0,0005 \times X^2; \quad (6.3)$$

де, E – вміст ендосперму, %;

H – натура, г/л;

M_{1000} – маса 1000 зерен, г;

X – площа зовнішньої поверхні зерна, мм^2 .

5.2 Вихід круп'яних продуктів із зерна тритикале різних геометричних розмірів

Дрібна фракція характеризувалась низьким вмістом ендосперму та високою кількістю оболонки, що зумовлює доцільність її використання під час виробництва кормів.

Доцільність використання фракціонування визначали порівняльною характеристикою виходу круп'яних продуктів та їх якості, що були вироблені за рекомендованих технологій та продуктів, що були вироблені з крупної та середньої фракції. Режими водотеплового оброблення та лушення були ідентичними.

Дослідженнями встановлено, що розділення зерна тритикале на крупну та середню фракції неістотно зменшувало вихід крупи (рис. 5.1). Це пояснюється тим, що за збільшенні частки вмісту крупних зерен ефективність лушення підвищується [57].

Крім цього вирівняність крупної і середньої фракції була вищою порівняно із контролем, що зумовлювало зменшення шпаруватості та збільшення площі контакту зернівок під час тертя.

Встановлено, що зерно крупної та середньої фракції мали вищі індекси лушення порівняно із контролем (рис. 5.2). Найвищий індекс лушення був у крупної фракції – 9,8–11,9 % залежно від початкової вологості, що вище на 1,3–1,5 % порівняно із контролем. Індекс лушення середньої фракції був вищий на 0,5–0,6 % порівняно з контролем, проте був на 0,8–1,1 % нижчий за індекс лушення крупної фракції.

Отже, фракціонування зерна перед лушенням ефективне на підприємствах з високою продуктивністю, проте неефективне на малих підприємствах, оскільки

розширення технологічної лінії додатковим обладнанням не нівелюється відповідним покращенням процесу лушення.

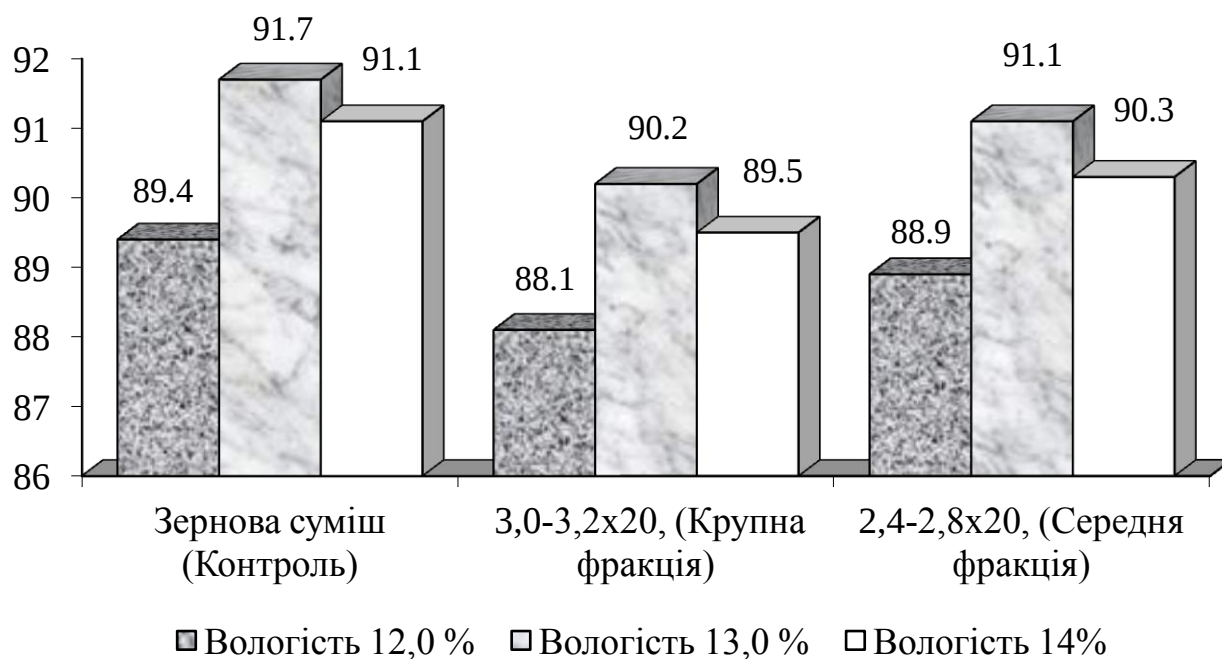


Рисунок 5.1 – Вихід цілої крупи із зерна тритикале залежно від його крупності та вологості з тривалістю лушення 120 с, %

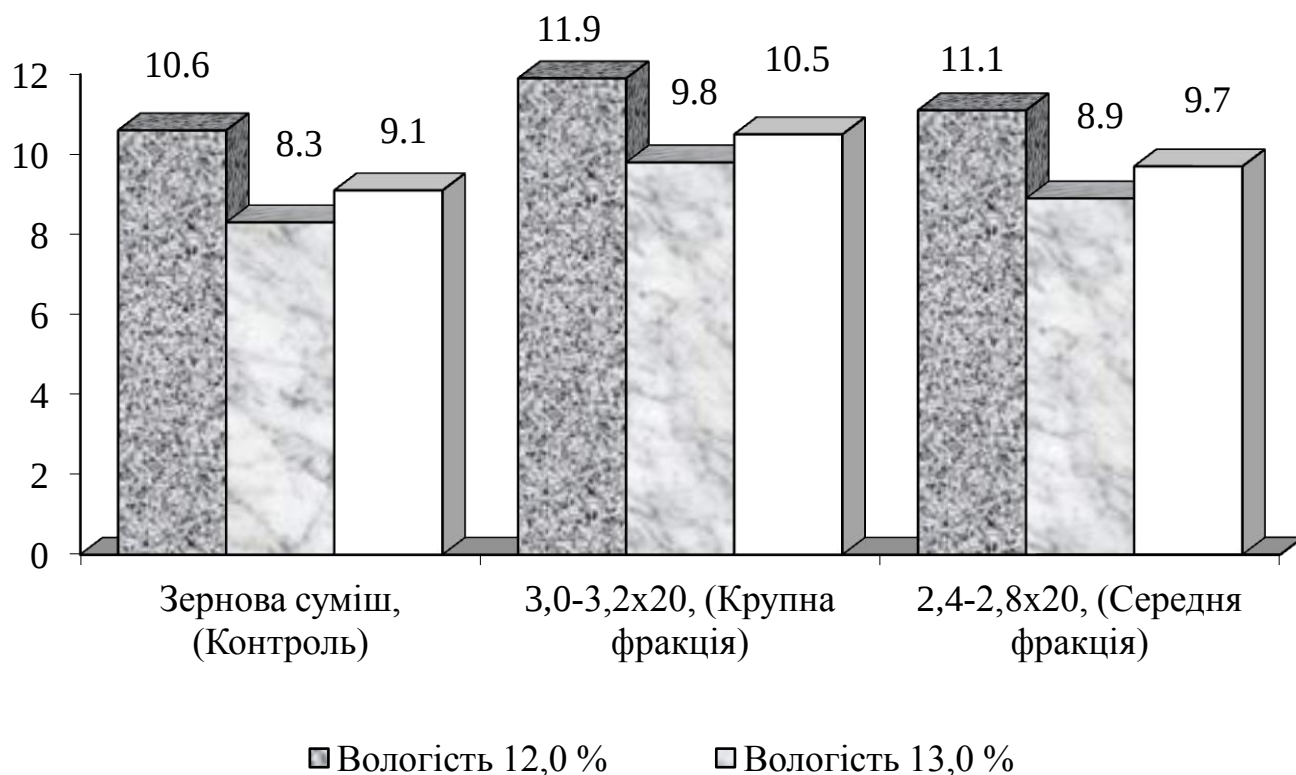


Рисунок 5.2 – Індекс лушення зерна тритикале залежно від його крупності, вологості та тривалості лушення 120 с

Розділення зерна тритикале на крупну і середню фракції зумовлювало зміну виходу крупи плющеної (табл. 5.8). Так, вихід крупи плющеної отриманої із крупної фракції перевищував на 3,4 % вихід крупи отриманої із зерна без фракціонування, проте вихід крупи, отриманої із середньої фракції був на 2,3 % менший порівняно з контролем. Це пояснюється тим, що зерно крупної фракції мало більшу виповненість та крупність, що зумовлено зниженням на 2,2 % загальної кількості відходів I і II категорій після плющення.

Таблиця 5.8 – Вихід крупи плющеної з крупної і середньої фракцій зерна тритикале, %

Показник	Схід сита 3,0–3,2×20	Прохід сита 2,4–2,8×20	Без фракціонування (контроль)
Крупи плющені	95,8	90,1	92,4
Мучка	1,5	2,8	2,7
Відходи I і II категорій	2,2	6,6	4,4
Усушка	0,5	0,5	0,5
Всього	100	100	100

Зменшення розмірів зерна підвищувало частку відходів та мучки. Дослідженням виходу крупи із тритикале подрібненої встановлено, що розділення зерна на фракції змінювало технічні показники круп'яного виробництва неістотно (табл. 5.9).

Вихід крупи із тритикале подрібненої, виробленої із крупної і середньої фракції був меншим на 0,9–1,9 % залежно від початкової вологості сировини порівняно із контролем, що пояснюється підвищеною інтенсивністю технологічних процесів у машинах стираючого принципу дії внаслідок високої вирівняності сировини. Найменший вихід крупів із тритикале подрібнених №1, 2, 3 був під час перероблення зерна крупної фракції, оскільки вихід мучки та дрібки був найбільшим.

Таблиця 5.9 – Вихід крупи із тритикале подрібненої № 1, 2, 3 з крупної і середньої фракцій зерна тритикале, %

Показник	Крупна фракція			Середня фракція			Без фракціонування, (Контроль)		
	12	13	14	12	13	14	12	13	14
Вихід крупи	72,4	75,2	74,8	73,2	76,0	74,5	74,1	77,1	76,3
Мучка	19,8	17,3	17,7	19,2	16,6	18,1	19,5	16,5	17,3
Відходи І і II категорій	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Дрібка	3,9	3,6	3,6	3,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Механічні втрати	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Усушка	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	0,3	0,3	0,3
Всього	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Комплексною оцінкою показників якості круп'яних продуктів, отриманих із зерна тритикале різної крупності встановлено, що крупа плющена, вироблена з крупного зерна мала вищі показники якості порівняно із крупою, отриманою з зерна без фракціонування (табл. 5.10).

Так, під час перероблення зерна крупної фракції на крупу плющену, показники запаху, кольору, смаку та консистенції залишались незмінними і становили 9 балів, тоді як консистенція під час розжовування покращувалась з 7 до 8 балів, що зумовлювало підвищення загальної кулінарної оцінки з 8,6 до 8,8 балів.

Перероблення крупної фракції на крупу із тритикале подрібнену №2 і 3 зумовлювало покращення загальної органолептичної оцінки на 0,1 бали та зменшення тривалості варіння каші на 1 хв, що пояснюється більшим індексом лущення зерна крупної фракції порівняно із контролем.

Таблиця 5.10 – Показники якості круп'яних продуктів, отриманих із зерна тритикале крупної фракції

Показник	Крупа із тритикале подрібнена				Крупа плющена	
	з фракціонуванням		без фракціонування, (Контроль)		з фракціонуванням	без фракціонування, (Контроль)
	№ 2	№ 3	№ 2	№ 3		
Тривалість варіння каші, хв	24	23	25	22	14	16
Коефіцієнт розварювання	7,7	7,7	7,7	7,7	6,4	5,0
Запах, бал	9	9	9	9	9	9
Колір, бал	8,5	8,5	8	8	9	9
Смак, бал	9	9	9	9	9	9
Консистенція каші, бал	9	9	9	9	9	9
Консистенція під час розжовування, бал	8,5	8	8	9	8	7
Загальна кулінарна оцінка, бал	8,8	8,9	8,6	8,8	8,8	8,6

Проте під час перероблення середньої фракції на крупу плющену консистенція каші погіршувалась на 2 бали, показник кольору на 1 бал, а тривалість варіння збільшувалась на 1 хв, а інші показники залишались сталими. Це зумовлювало зменшення загальної кулінарної оцінки крупи тритикалевої плющеної на 0,6 бали (табл. 5.11).

Під час перероблення середньої фракції на крупу із тритикале подрібнену № 2 і 3 основні показники якості готового продукту істотно не змінювались, проте

загальна кулінарна оцінка знижувалась на 0,4–0,5 бали, а тривалість варіння збільшувалась на 1 хв порівняно із контролем, що пояснюється підвищеним вмістом оболонок зерна середньої фракції.

Таблиця 5.11 – Показники якості круп'яних продуктів, отриманих із зерна тритикале середньої фракції

Показник	Крупа із тритикале подрібнена				Крупа плющена	
	з фракціонуванням		без фракціонування (Контроль)		з фракціонуванням,	без фракціонування, (Контроль)
	№ 2	№ 3	№ 2	№ 3		
Тривалість варіння каші, хв	25	23	25	22	15	16
Коефіцієнт розварювання	7,7	7,7	7,7	7,7	5,3	5,0
Запах, бал	9	9	9	9	9	9
Колір, бал	7,5	7,5	8	8	8	9
Смак, бал	9	9	9	9	9	9
Консистенція каші, бал	8	8	9	9	7	9
Консистенція під час розжовування, бал	7,5	8	8	9	7	7
Загальна кулінарна оцінка, бал	8,2	8,3	8,6	8,8	8	8,6

Отже, в результаті аналізу фракційного складу зерна тритикале та продуктів його перероблення встановлено, що крупну фракцію доцільно переробляти на

крупу тритикалеву плющену, а середню фракцію використовувати для виробництва крупів із тритикале подрібнених № 2 і 3.

Відповідно до розробленої технології вихід круп'яних продуктів становив від 75,5 до 78,3 % залежно від початкової вологості сировини, із нього 48,6–49,8 % складала крупа тритикалева плющена і 26,8–28,5 % – крупи із тритикале подрібнені № 2 і 3 (табл. 5.12).

Таблиця 5.12 – Вихід круп'яних продуктів зі зерна тритикале, %

Вихід продуктів перероблення	Початкова вологість сировини, %		
	12,0	13,0	14,0
Крупа тритикалева плющена	48,7	49,8	49,4
Крупа із тритикале подрібнена № 2 і 3	26,8	28,5	27,7
Всього крупів	75,5	78,3	77,1
Мучка	16,2	13,6	14,9
Відходи І і ІІ категорій	1,1	1,1	1,1
Дрібка	4,2	4	3,9
Механічні втрати	1,7	1,7	1,7
Усушка	1,3	1,3	1,3
Всього	100	100	100

Висновки до розділу 5

1. Вміст фракцій зерна істотно залежить від сорту зерна тритикале. Найбільш крупне зерно мають сорти Алкід, Стратег і лінія LP 195, в яких зерно крупної фракції становить 44,9–57,6%, у сорту Тактик 27,6 і 8,1%, у сорту Хлібодар харківський. Проте вміст середньої фракції цих сортів становить відповідно 35,0–49,0% і 74%.

2. Технологічні показники якості зерна тритикале істотно змінюються залежно від фракцій та сорту. Найбільшу масу 1000 зерен має фракція отримана сходом сита 3,2×20, яка у сорту Стратег досягає 70,8 г. У решти сортів вона змінюється від 62,0 г до 65,0 г. Зменшення розмірів фракцій зерна зумовлює

зменшення цього показника до найменшого значення встановленого з проходом сита $2,0 \times 20$ – 20,5–22,5 г залежно від сорту. Маса 1000 зерен, зерна що не фракціонували за величиною була подібною до фракції отриманої проходом сита $3,0 \times 20$ мм та сходом сита $2,8 \times 20$ мм.

3. Раціонально під час перероблення зерна тритикале на круп'яні продукти фракціонувати його на крупну, середню та дрібну фракції. Крупну фракцію доцільно переробляти на крупу плющену, середню фракцію – на крупу подрібнену, а дрібну фракцію використовувати для виробництва кормів. Це зумовлює покращення загальної кулінарної оцінки крупи плющеної з 8,6 до 8,8 балів та малоістотне її погіршення з 8,8 до 8,2 у крупі подрібненій. Загальний вихід круп'яних продуктів відповідно до рекомендованої технології становить 75,5–78,3 % залежно від початкової вологості зерна.

Результати досліджень розділу 5 були апробовані на трьох конференціях та представлені в трьох фахових виданнях [35, 37, 38, 76, 84, 86, 88–91].

ЗАГАЛЬНІ 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 α -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 лущення зерна тритикале, що передбачає оброблення сировини за початкової вологості 12,0–14,0 % на лущильниках без використання водотеплового оброблення, до індексу лущення 9–11 %. Застосування таких елементів технологічного процесу забезпечує вихід цілої крупки 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 крупки 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 крупки 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 ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Абрамов, С. Ю. Влияние влажности и температуры зерна на эффективность его переработки : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Абрамов С. Ю. ; Московский ордена трудового красного знамени институт пищевой промышленности. — М., 1984. — 22 с.
2. Алимзянов, Д. И. Интенсификация подготовки зерна для мельниц малой производительности : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Алимзянов Д. И. ; Московский государственный университет пищевых производств. — М., 2010. — 23 с.
3. Аллабердин, И. И. Расширение сырьевой базы в комбикормовой промышленности / И. И. Аллабердин // Кормопроизводство России. — 2009. — № 26. — С. 46–47.
4. Асташов, А. Н. Сорго как компонент комбикорма для цыплят бройлеров / А. Н. Асташов, С. И. Кононенко, И. С. Кононенко // Кукуруза и сорго. — 2009. — № 5. — С. 13–14.
5. Афанасьев, В. Спеціальна обробка зернових компонентів і комбікормів варта уваги / В. Афанасьєв, Н. Сухарєва // Зерно і хліб. — 2009. — № 3. — С. 48–50.
6. Бабич, М. Б. Новое оборудование и технологии для крупяного производства / М. Б. Бабич, В. З. Байрам-Гали, В. Н. Калиниченко // Хранение и переработка зерна. — 2000. — № 8. — С. 35–36.
7. Бабич, М. Б. Особливості гідротермічної обробки круп'яного зерна / М. Б. Бабич, В. М. Петров // Зб. наук. праць Одеської НАХТ. — 2012. — № 36. — С. 98–102.
8. Бабич, М. Б. Переработка зерна в зерновые хлопья и крупы, не требующие варки / М. Б. Бабич, В. З. Байрам-Гали, В. Н. Калиниченко // Хранение и переработка зерна. — 2001. — № 9. — С. 26–29.
9. Бандурка, В. М. Вплив мікрохвильового поля на процес екстрагування жмиху з ріпаку та сої / В. М. Бандурка // Матеріали Веукраїнської наукової

конференції молодих учених : матеріали Всеукр. Конф., 12–13 квітня 2011 р., Умань, Україна / Уманський НУС. — Умань, 2011. — С. 176.

10. Батт, А. Оптимальна вологість лушення зерна житниці перед помелом — 15–16 % і 2,5–3,3 % зняття оболонки / А. Батт, Ю. Чумаченко // *Зерно і хліб*. — 2009. — № 2. — С.35.

11. Білітюк, А. П. Агротехнологічні основи вирощування тритикале в Україні / А. П. Білітюк. — К., 2005. — 248 с.

12. Болотов, Д. Н. Совершенствование технологии солодов из тритикале и применение их в пищевой промышленности : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Болотов Д. Н. ; Воронежская государственная технологическая академия. — Воронеж, 2004. — 23 с.

13. Браслин, С. Н. Совершенствование технологии выделения ядра с целью выработки гречневой крупы улучшенного качества : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Браслин С. Н. ; Московский ордена трудового красного знамени институт пищевой промышленности. — М., 1983. — 25 с.

14. Бутковский, В. А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства / В. А. Бутковский, Е. М. Мельников. — М.: Агропромиздат, 1989. — 464 с.

15. Бутковский, В. А. Технологии зерноперерабатывающих производств / В. А. Бутковский, А. И. Мерко, Е. М. Мельников. — М.: Интерграфсервис. — 1999. — 472 с.

16. Верещинський, О. П. Чи потрібно вилучати мілке зерно при проведенні сортових помелів пшениці / О. П. Верещинський // *Хранение и переработка зерна*. — 2011. — № 3. — С. 20–21.

17. Верещинський, О. П. Наукові основи і практика підвищення ефективності сортових хлібопекарських помелів пшениці : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.02 / Верещинський О. П. ; Національний університет харчових технологій. — К., 2013. — 32 с.

18. Виноградова, И. Л. Совершенствование технологии овсяного крупяного продукта, не требующего варки : автореф. дис. ... канд. техн. наук /

Виноградова И. Л. ; Московский государственный университет пищевых производств. — М., 2003. — 19 с.

19. Властовий, О. В. Властивості зерна тритикале [Електронний ресурс] / О.В. Властовий // Агрохолдінг союз : інтернет-журн. — 2008. — Вип. 1. — [8 с]. — Режим доступу: http://agrogold.ru/harakteristiki_tritikale_tritikale.pdf.

20. Гайдай, Г. С. Використання сучасних технологій та обладнання для переробки круп'яних культур / Г. С. Гайдай, В. В. Іванова // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах: Матеріали Всеукр. конф. — Умань, 2013. — С 36–38.

21. Гайдай, Г. С. Технологічні властивості зерна залежно від розміру зернівки / Г. С. Гайдай // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених : матеріали Всеукр. конф., 10–11 квітня 2012 р., Умань, Україна / Уманський НУС. — Умань, 2012. — С. 183-185.

22. Гайдай, Г. С. Залежність показників якості зерна від дози мінерального живлення та розміру зернівки / Г. С. Гайдай, Н. П. Матвієнко, Т. І. Бобко // Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві. — 2011. — № 9 — С 446.

23. Гайдай, І. Л. Спосіб виділення зародку тритикале із висівок за допомогою повітряно-гравітаційного класифікатора / І. Л. Гайдай, В. А. Красильников, І. І. Таболич // Хранение и переработка зерна. — 2008. — № 10. — С. 70-71.

24. Гасанова, І. І. Якість зерна сортів ярого тритикале / І. І. Гасанова, Л. П. Пороцька // Наукове забезпечення виробництва зерна тритикале і продуктів його переробки: матеріали Міжнар. конф. 9-10 вересня 2005 р., Харків, Україна / Харківський ДУХТ. — Харків, 2005. — С. 35-38.

25. Говоровская, А. Н. Продуктивность и качество озимой тритикале в зависимости от приемов возделывания в лесостепи Среднего Поволжья : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Говоровская А. Н. ; Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. — Пенза, 2009. — 23 с.

26. Горбенко, В. М. Автоаматизовані модульні засоби управління зернопереробними комплексами / В. М. Горбенко, А. Е. Согін, Я. Л. Ваньчик,

М. С. Коваленко, В. Б. Ільчук // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємств: матеріали Всеукр. конф., 10-11 квітня 2013 р., Умань, Україна / Уманський НУС. — Умань, 2013. — С. 6-9.

27. Гросул, Л. Г. Механіко-технологічні основи процесів та агрегатного устаткування для виробництва крупів : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Гросул Л. Г. ; Одеська державна академія харчових технологій. — Одеса, 2002. — 21 с.

28. Гуменюк, Г. Д. Проект стандарту на пшеницю для експорту [Електронний ресурс] / Г. Д. Гуменюк, С. Д. Мельничук // Українська лабораторія якості і безпеки продукції АПК : інтернет-журнал — 2010. — вип. 2. — [4 с]. — Режим доступу: <http://agrotender.com.ua/files/Baza%20znaniy/GOSTi/Pshenica%20dstu-3768-2010.pdf>

29. Гуменюк, О. Л. Харчова хімія. Тексти лекцій для студентів напряму підготовки 6.051701 "Харчові технології та інженерія" [Електронний ресурс] / О. Л. Гуменюк ; ЧДТУ. — 2010. — [244 с]. — Режим доступу: http://cpo.stu.cn.ua/Oksana/harch_himia_lekcii/280.pdf.

30. Джари, С. А. Формирование урожая и качества зерна озимой тритикале в зависимости от агротехнических приемов возделывания : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Джари С. А. ; Московский государственный университет пищевых производств. — М., 2003. — 25 с.

31. Діордієва, І. П. Виробництво та використання тритикале / І. П. Діордієва // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах : матеріали Всеукр. конф., 10-11 квітня 2013 р., Умань, Україна / Уманський НУС. — Умань, 2013. — С. 36-38.

32. Дмитриев, А. В. Разработка и исследование пневмомеханического шелушителя : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Дмитриев А. В. ; Казанский государственный аграрный университет. — Казань, 2003. — 24 с.

33. Дмитриева, А. Г. Физиология растительных организмов и роль металлов / А. Г. Дмитриева, О. Н. Кожанова, Н. Л. Дронина. — М.: МГУ, 2002. — 160 с.

34. Дмитрук, Є. А. Шляхи раціонального використання зерна. Фракціонування зерна. Поглиблена переробка зерна / Є. А. Дмитрук // Якість та безпека зерна, насіння та зернопродуктів. Атестація виробничо-технічних лабораторій : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф., 9 листопада 2010 р., Київ, Україна / НУХТ. — К., 2010. — С. 26-28.

35. Дмитрук, Є.А. Оптимізація процесу лущення під час виробництва неподрібненої крупи 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.

36. Дмитрук, Є. А. Вихід крупи плющеної із зерна тритикале залежно від ступеня його лущення та режиму водотеплового оброблення / Є. А. Дмитрук, В. В. Любич, В. В. Новіков // Зернові продукти і комбікорми. — 2015. — № 3. — С. 23-27.

37. 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.48-53.

38. Дмитрук, Є. А. Удосконалення лущення під час виробництва крупи / Є. А. Дмитрук, В. В. Новіков // Вісник дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. — 2014. — № 2. — С. 16-18.

39. Довганюк, І. С. Вибір виду рослинної сировини та способів її підготовки для отримання жиророзчинних пігментів / І. С. Довганюк // Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф., 12 листопада 2012 р., Київ, Україна / НУХТ — К.: 2012. — С. 45-48.

40. Егоров, Г. А. Технологические свойства зерна / Г. А. Егоров. — М.: Агропромиздат, 1985. — 333 с.

41. Егоров, Г. А. Технология и оборудование мукомольной, крупяной и комбикормовой промышленности / Г. А. Егоров, Я. Ф. Мартыненко, Т. П. Петренко. — М.: Издательный комплекс МГАПП, 1996. — 210 с.

42. Егоров, Г. А. Технология муки и крупы / Г. А. Егоров. — М.: Издательский комплекс МГУПП, 1999. — 336 с.
43. Егоров, Г. А. Технология муки, крупы, комбикормов / Г. А. Егоров, Е. М. Мельников, Б. М. Максимчук. — Колос, 1984. — 340 с.
44. Егоров, Г. А. Технология муки. Технология крупы / Г. А. Егоров. — М.: Колос, 2005. — 296 с.
45. Ермаков В. А. Экспериментальное исследование процесса непрерывного пропаривания зерна гречихи / В. А. Ермаков, А. Н. Марьин // Весник Алтайского государственного аграрного университета. — 2014. — № 3. — С. 114-119.
46. Дмитрук, Є. А. 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.
47. Жегалюк, О. В. Розробка технології виробництва круп'яних продуктів із зерна соризу : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Жегалюк О. В. ; Одеська державна академія харчових технологій.. — Одеса, 2000. — 21 с.
48. Жуков, А. М. Влияние регуляторов роста на урожайность и качество зерна озимой тритикале : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Жуков А. М. ; Воронежская государственная технологическая академия. — Воронеж, 2009. — 26 с.
49. Ізотова, А. І. Особливості технологічних властивостей тритикале за умов Білоруської ССР / А. І. Ізотова, Д. М. Сичова, Л. А. Касьянова. // ВЗІПП ТіО МККП Збірник наукової праці кафедри. — 1990. — № 1. — С. 68-79.
50. Ільків, Л. А. Ефективність переробки зерна в АПК / Л. А. Ільків // Наук. пр. Нац. ун-ту харч. технологій. — 2011. — № 39. — С. 51-53.
51. Інструкція з технології виробництва хлібопекарського сортового і обойного борошна із зерна тритикале: № 175/18913: затв. Мін. Аграрної політики і продовольства України 04.02.2011: вступив в силу 11.02.2011.- К.: Колос, 2001. — 48 с.
52. Казаков, Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е. Д. Казаков, В. Л. Кретович. — М.: Колос, 1980. — 319 с.

53. Каленська, С. М. Фізичні та технологічні властивості зерна тритикале ярого залежно від абіотичних і біологічних факторів [Електронний ресурс]. / С. М Каленська, Л. Ю. Блажевич, Л. О. Кравченко // Наукові доповіді НУБіП : інтернет-журнал — 2010. — вип. 18. — [25 с].— Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2010—2/10ksmabf.pdf>.

54. Калина, М. А. Разработка зернового хлеба из тритикале и оценка его потребительских свойств : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Калина М. А. ; Московский государственный университет пищевых производств.. — М., 2012. — 22 с.

55. Каминский, В. Д. Влияние водно-тепловой обработки зерна гречихи на пищевую ценность и микрофлору крупы / В. Д. Каминский, М. Б. Бабич, С. Е. Шувалов // Хранение и переработка зерна. — 2000. — № 12. — С. 36-37.

56. Каминский, В. Д. Изменение микрофлоры при хранении крупы из зерна гречихи, подвергнутого мокрой обработке / В. Д. Каминский, Г. И. Евдокимова // Изв. вузов. пищ. технология. — 1987. — № 4. — С. 13-15.

57. Козак, Р. В. Інтенсифікація виробництва свинини при використанні сухих кормових сумішей з екструдованим тритикале : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Козак Р. В. ; Львівський національний ун-т ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. — Львів, 2007. — 35 с.

58. Кондратенко, Р. Г. Мука тритикалевая кондитерская / Р. Г. Кондратенко, Е. Н. Урбанчик, А. Л. Гутько. // Хранение и переработка зерна. — 2003. — № 7. — С. 50-51.

59. Кононенко, С. И. Пути повышения продуктивности свиней / С. И. Кононенко // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2007. — № 9. — С. 149-153.

60. Кононенко, С. И. Ферментный препарат Ронозим WX в комбикормах с тритикале для молодняка свиней / С. И. Кононенко, Н. С. Паксютов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. — 2009. — № 4 . — С. 169-170.

61. Корячкина, С. Я. Технология хлеба из целого зерна тритикале / С. Я. Корячкина, Е. А. Кузнецова, Л. В. Черепнина. — Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет — УНПК», 2012. — 177 с.

62. Косминский, Г. И. Научно-практические основы совершенствования технологии солода, пива и напитков брожения с использованием нетрадиционного сырья и новых культур микроорганизмов : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.07 / Косминский Г. И. ; Могилёвский государственный технологический институт. — Могилёв, 2001. — 32 с.

63. Костецька, К. В. Порівняльна оцінка технологічних властивостей зерна озимої пшениці та ярого тритикале / К. В. Костецька // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених : матеріали Всеукр. конф., 9 квітня 2012 р, Умань, Україна / Уманський НУС. — Умань, 2012. — С. 192-195.

64. Краєвська, С. П. Аналіз хімічного складу різних видів сировини як перспективного джерела для виробництва БАД до їжі / С. П. Краєвська // Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали Всеукр. конф., 9 квітня 2012 р, Київ, Україна / НУХТ. — К., 2012. — С. 16-18.

65. Кретович, В. Л. Биохимия растений / В. Л. Кретович. — М.: Высш. школа, 1980. — 445 с.

66. Крючкова Т. Е. Физико-химические свойства зерна тритикале / Т. Е. Крючкова // Научный журнал КубГАУ. — 2012. — № 82. — С. 36-39.

67. Курнішенко, М. І. Продуктивність тритикале ярого залежно від елементів технології вирощування в Правобережному Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Курнішенко М. І. ; Національний університет біоресурсів і природовикористання України.. — К., 2011. — 28 с.

68. Кушніров В. Найцінніші частини зернівки — зародок та алеїроновий шар / В. Кушніров // Зерно і хліб. — 2005. — № 1. — С. 28.

69. Кшникаткина, А. Н. Влияние корневой подкормки комплексными водорастворимыми удобрениями на урожайность и качество зерна тритикале /

А. Н. Кшникаткина, П. Г. Аленин, А. Е. Пимкин. // Нива Поволжья. — 2011. — № 2. — С. 28-33.

70. Лесничий, В. И. Яровые тритикале обеспечат стабильность рынка зерна [Электронный ресурс] / В. И. Лесничий // Науков праці ІРВЯ УААН : інтернет-журнал — 2012. — вип. 3. — [11 с]. — Режим доступу:<http://www.zerno-ua.com/?p=1797.pdf>.

71. Лісничий, В. Яре тритикале відрізняється високою пружністю клейковини / В. Лісничий, В. Рябчун, І. Панченко, В. Шатохін // Зерно і хліб. — 2010. — № 3. — С.40 -43.

72. Лісничий, В. А. Господарські та поживні властивості зернового тритикале / В. А. Лісничий, В. К. Рябчун, В. І. Шатохін // Науковий вісник Нац. агр. ун-ту. — 2002.- № 40 — С. 34-38.

73. Лісничий, В. А. Створення вихідного матеріалу ярого тритикале для селекції на якість зерна : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Лісничий В. А. ; Інститут рослинництва ім. В.Я.Юр'єва УААН. — Харків, 2005. — 21 с.

74. Лобанов, Д. И. Технология производства продуктов общественного питания / Д. И. Лобанов. — М.: Экономика, 1977. — 383 с.

75. Лопатинский, С. Н. Расширяется ассортимент крупів / С. Н. Лопатинский // Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность. — 1983. — № 8. — С. 7-8.

76. Лукьянчук, В. Н. Сравнительная эффективность использования озимой тритикале в рационах крупного рогатого скота и свиней : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Лукьянчук В. Н. ; Донской государственный аграрный университет. — п. Персиановский, 2004. — 21 с.

77. Любарь, А. В. Приготовление полуфабрикатов хлебопекарного производства и хлеба с использованием продуктов переработки зерна тритикале : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Любарь А. В. ; Воронежская государственная технологическая академия. — Воронеж, 2002. — 25 с.

78. 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, Скадовськ, Україна / КНУ — Скадовськ, 2013. — С. 195-196.

79. Любич, В. В. Вплив вологості і тривалості лушення 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.

80. Любич, В. В. Вплив вологості на лушення 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.

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

82. 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.

83. Любич, В. В. Особливості переробки зерна 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 / НУХТ. — Київ, 2015. — С. 40-41.

84. 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.

85. 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 : материалы Междунар. научно-практ. конф. 11-12 декабря 2013 г, Алмааты, Казахстан / КАУ. — Алматы, 2013. — С. 366-368.

86. Любич, В. В. Технологічна оцінка зерна тритикале для виробництва крупи / 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.

87. 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. 13-14.

88. Любич, В. В. Математична обробка експериментальних досліджень виробництва крупи тритикалевої дробленої методом багатофакторного експерименту / В. В. Любич, І. О. Полянецька, В. В. Новіков // Вісник ЖНАЕУ. — 2015. — № 2. — С. 385-391.

89. Любич, В. В. Сравнительная характеристика физических свойств зерна тритикале озимого и пшеницы озимой / В. В. Любич, В. В. Новіков // Вестник Прикаспия. — 2015. — № 3.- С.14-18.

90. 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.

91. 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. — № 4.- С. 21-24.

92. Маланичев, И. В. Обоснование параметров пневмомеханического шелушителя зерна гречихи на основе моделирования технологического процесса : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Маланичев И. В. ; Казанский государственный аграрный университет. — Казань, 2009. — 31 с.

93. Матвишева, А. П. У голозерному ячмені замало клітковини, проте багато сирого протеїну та обмінної енергії / А. П. Матвишева, Є. В. Павлюкевич // *Зерно і хліб*. — 2011. — № 2. — С. 35.

94. Мерко, І. Т. Наукові основи технології зберігання і переробки зерна / І. Т. Мерко, В. А. Моргун. — Одеса, 2001. — 207 с.

95. Мерко, І. Т. Наукові основи і технологія переробки зерна / І. Т. Мерко, В. О. Моргун. — Одеса: Друк, 2001. — 348 с.

96. Мерко, А. Производство быстрорастваривающейся крупы и зерновых хлопьев / А. Мерко, Е. Мельников // *Хлебопродукты*. — 1998. — № 12. — С. 20.

97. Мерко, І. Вихід суцільної рисової крупы підвищити не складно / І. Мерко, С. Соц // *Зерно і хліб*. — 2009. — № 3. — С. 35-36.

98. Мироненко, Н. Н. Качество зерна озимой тритикале в процессе длительного хранения и его долговечность в условиях Центрально-Черноземного региона РФ : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Мироненко Н. Н. ; Воронежская государственная технологическая академия. — Воронеж, 2005. — 23 с.

99. Моргун, В. А. Разработка технологии получения крупы из зерна сориза / В. А. Моргун, Е. В. Жегалюк // *Труды 56-ой науч. конф. : материалы Всеукр. конф. 8 октября. 1996 г., Одесса, Украина / ОНАЕУ*. — Одесса, 1996. — С. 9.

100. Моргун, В. А. Хлібопекарські властивості композиційних сумішей на основі пшеничного та тритикалевого борошна / В. А. Моргун, Д. А. Жигунов, О. С. Крошко // *Наукове забезпечення виробництва зерна тритикале і продуктів його переробки : матеріали Міжнар. конф. 12 листопада 2005 р., Харків, Україна / ХДУХТ*. — Харків, 2005. — С. 41-42.

101. Моргун, В. О. Наукові основи технології виробництва пшеничного борошна і крупы підвищеної харчової цінності : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.02 / Моргун В. О. ; Одеська національна академія харчових технологій. — Одеса, 1999. — 33 с.

102. Моргун, В. О. Підвищення ефективності переробки зерна пшениці / В. О. Моргун, О. С. Волошенко // *Зб. наук. праць Одеської НАХТ*. — 2012. — № 36. — С. 25-29.

103. Моргун, В. О. Підготовка зерна гречки до переробки з використанням НВЧ обробки / В. О. Моргун, С. М. Соц // Наукові праці ОНАХТ. — 2011. — № 24. — С. 11-16.

104. Нигмонов, М. М. Строение зерна озимой пшеницы / М. М. Нигмонов // Вестник АНУ респ. Таджикистан. — 1992. — № 35. — С. 64-67.

105. Новиков, 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.

106. 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.

107. Новіков, В. В. Математична обробка експериментальних досліджень виробництва крупи тритикалевої плющеної методом багатофакторного експерименту / В. В.Новіков // Продовольчі ресурси. — 2015. — № 2. — С. 52-58.

108. Нуруллин, Э. Г. Разработка основ теории и машин пневмо-механического шелушения зерна крупяных культур : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / Нуруллин Э. Г. ; Казанский государственный аграрный университет. — Казань, 2005. — 35 с.

109. Нуруллин, Э. Г. Способы шелушения крупяных культур / Э. Г. Нуруллин, А. В. Дмитриев // Информационный листок ТЦНТИ. — 1999. — № 74. — С. 19-23.

110. Овчаренко, А. В. Разработка технологии и оценка качества овсяной крупы, полученной гидротермобарометрическим способом : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Овчаренко А. В. ; Алтайский государственный технический университет им. И И. Ползунова. — Кемерово, 2009. — 22 с.

111. Оничко, В. І. Врожайність і якість зерна тритикале ярого в північно-східному Лісостепу залежно від удобрення і норми висіву / В. І. Оничко, Н. І. Огієнко // Зб. наук. праць Інституту землеробства. — Чабани. — 2011. — № 3. — С. 71-78.

112. Осокіна, Н. М. Технологія зберігання і переробки зерна / Н. М. Осокіна, О. П. Герасимчук, Н. П. Матвієнко. — К.: ТОВ «Книга — плюс», 2012. — 320 с.

113. Осокіна, Н. М. Порівняльна оцінка круп'яних властивостей зерна озимої пшениці та ярих тритикале і ячменю / Н. М. Осокіна, К. В. Костецька, О. П. Герасимчук // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. — 2012. — №77. — С. 127-133.

114. Панченко, В. В. Изучение и создание исходного материала яровой тритикале в Краснодарском крае : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Панченко В. В. ; Московский государственный университет пищевых производств.. — М., 2005. — 29 с.

115. Пат. 68550 Україна, МПК В02В 1/04. Спосіб холодного кондиціювання зерна пшениці / Вещинський О.П.; заявник та власник Верещинський О.П.. — № u 2011 11984; заявл. 12.10.2011; опубл. 26.03.2012, Бюл. № 6.

116. Пащенко, Л. П. Новые сорта тритикале в технологии хлеба / Л. П. Пащенко, А. В. Любарь, С. В. Гончаров, В. Р. Воронцов // Новые сорта тритикале в технологии хлеба : материалы Межд. конф. 6 марта 2000 г., Р.-на Дону , Россия / РГТУ. — Р.-на Дону, 2000. — С 110 — 113.

117. Пащенко, Л. П. Тритикале: состав, свойства, рациональное использование в пищевой промышленности / Л. П. Пащенко, И. М. Жаркова, А. В. Любарь. — Воронеж: Издат. полигр. фирма Воронеж, 2005. — 51 с.

118. Пектин. Применение пектина / Т. И. Костенко, В. В. Нелина, Л. В. Донченко, Н. С. Карпович. — К.: Ассоциация «Пектин», 1992. — 51 с.

119. Петруня, Е. В. Разработка технологии продуктов быстрого приготовления из твердой пшеницы : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Петруня Е. В. ; Московский государственный университет пищевых производств.. — М., 2005. — 25 с.

120. Пищевая ценность зерна тритикале/ А. Т. Васюкова, А. В. Сусликов, М. В. Васюков [и др.] // Хранение и переработка зерна. — 2002. — № 2. — С. 48-49.

121. Погорелова, И. И. Биохимическое обоснование и разработка технологии получения рисовой крупы повышенного качества и биологической ценности : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Погорелова И. И. ; Кубанский государственный технологический университет. — Краснодар, 2001. — 22 с.

122. Попова, О. Г. Разработка методологии и новых методов контроля качества продукции растениеводства : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.01 / Попова О. Г. ; Московский государственный университет пищевых производств. — М., 2009. — 28 с.

123. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах [Крошко Г. Д., Левченко В. І., Назаренко Л. Н. та ін.]. — К.: Віпол, 1998. — 163 с.

124. Прибильський, М. І. Дослідження білкового складу зернових екстрактів з тритикале / М. І. Прибильський, О. Ф. Бойко // Наукові праці ОНАХТ. — 2011. — № 24. — С. 47-50.

125. Применение тритикалевой муки и солода в технологии хлеба / Л. П. Пашенко, Н. А. Никитин, Д. Н. Болотов [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2003. — № 9. — С. 74-76.

126. Прядко, Т. П. Перспектива використання екструдатів зернових культур для збагачення традиційних харчових середовищ / Т. П. Прядко // Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали Міжнар. конф. 9 листопада 2012 р., Київ, Україна / НУХТ. — К., 2012. — С. 25-27.

127. Рогожкина, Н. В. Приемы технологии возделывания озимой тритикале в условиях лесостепи Среднего Поволжья : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Рогожкина Н. В. ; Пензенская государственная сельскохозяйственная академия. — Пенза, 2006. — 23 с.

128. Россошанская, Н. А. Разработка технологии пшеничных хлопьев : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Россошанская Н. А. ; Московский ордена трудового красного знамени институт пищевой промышленности. — М., 1986. — 23 с.

129. Рынок тритикале России, Украины и Беларуси [Электронный ресурс] / Архив материалов за апрель 2009. — Электрон. дані (10 файлів). — 2009. — Режим доступа: <http://www.agro.ru/news/main.aspx>. (дата звернення 10.06.2013). — Назва з екрану.

130. Рябчун, В. К. Роль тритикале у диверсифікації та стабілізації виробництва зерна і продуктів його переробки / В. К. Рябчун // Наукове забезпечення виробництва зерна тритикале і продуктів його переробки : матеріали Міжнар. конф. 3 жовтня 2005 р. Харків, Україна / ХДУХТ. — Харків, 2005. — С. 3-4.

131. Рябчун, В. К. Хлебопекарское качество зерна новых линий яровых гексаплоидных тритикале / В. К. Рябчун, В. И. Шатохин, И. А. Панченко // Наукові основи стабілізації виробництва продукції рослинництва : матеріали Міжнар. конф. 2 березня 1999 р., Харків, Україна / ХДУХТ. — Харків, 1999. — С. 199-200.

132. Сирохман, І. В. Проблеми якості і безпечності харчових продуктів / І. В. Сирохман, Т. М. Лозова // Наукові праці національного університету харчових технологій. — 2011. — № 37. — С. 5-9.

133. Скакунов, А. Е. Совершенствование технологии хлебобулочных изделий на основе тритикалевой муки с использованием пряно-ароматических добавок : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Скакунов А. Е. ; Кубанский государственный технологический университет. — Краснодар, 2006. — 26 с.

134. Скурихина, М. И. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / М. И. Скурихина, М. Н. Волгарева. — М.: ВО Агропомиздат, 1987. — 360 с.

135. Скурихина, М. И. Химический состав пищевых продуктов / М. И. Скурихина, М. Н. Волгарева. — М.: ВО Агропомиздат, 1987. — 224 с.

136. Смирнова, И. В. Интенсификация технологии спирта с использованием ультразвука в процессе водно-тепловой обработки пшеницы : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Смирнова И. В. ; Московский государственный университет пищевых производств.. — М., 2007. — 25 с.

137. Соболевський, В. С. Холодне кондиціонування зерна / В. С. Соболевський, В. В. Горбенко, В. Д. Денисенко // *Зерно і хліб*. — 2007. — № 3. — С. 31 — 33.

138. Сусликов, А. В. Разработка технологии производства муки тритикалевой для хлебобулочных изделий : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Сусликов А. В. ; Киевский институт хлебопродуктов. — К., 2001. — 27 с.

139. Таранин, С. А. Исследование процессов шелушения ячменя с целью создания малогабаритного шелушителя горизонтального типа : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Таранин С. А. ; Московский государственный университет пищевых производств.. — М., 2005. — 24 с.

140. Тертычная, Т. Н. Технологические аспекты использования муки из зерна тритикале в хлебопечении / Т. Н. Тертычная, С. В. Гончаров // *Тритикале России: материалы Междунар. конф. 5 октября 2000 г., Ростов-на-Дону, Россия / РГТУ*. — Ростов-на-Дону, 2000. — С. 113 — 118.

141. Тертычная, Т. Н. Использование тритикале в производстве диетического печенья / Т. Н. Тертычная, О. С. Черных, Н. М. Дерканосова. // *Хранение и переработка сельхоз сырья*. — 2001. — № 2. — С. 48-54.

142. Тертычная, Т. Н. Теоретические и практические аспекты использования тритикале в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.01 / Тертычная Т. Н. ; Воронежская государственная технологическая академия. — Воронеж, 2010. — 34 с.

143. Тетраплоидные тритикале / В. Е. Бормотов, Н. И. Дубовец, А. М. Щербакова [и др.]. — Мн.: Наука и техника, 1990. — 136 с.

144. Технологія виробництва та якість їстівного збіжжя / Є. М. Мухаметов, М. А. Казаніна, Л. К. Туликова, О. Н. Макасішева // Мінськ Дизайн ПРО. — 1996. — № 4. — С. 56-60.

145. Тибицькова, Н. Н. Формирование урожая и качество зерна озимой тритикале в зависимости от сорта и норм высева на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Тибицькова Н. Н. ; Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия. — Волгоград, 2011. — 23 с.

146. Ткаченко, И. В. Использование зерна тритикале в рационах откармливаемых свиней / И. В. Ткаченко, Г. Ф. Палий // Аграрный вестник Урала. — 2008. — № 11. — С. 75-76.

147. Тритикале [Електронний ресурс]. — Поширення, галузь застосування. Передові аграрні країни. — Електрон. дані (5 файлів). — 2014. — Режим доступу: Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/2010-06-11-07-14-09/263-2011-02-18-19-49-31>. (дата звернення 10.06.2013). — Назва з екрану.

148. Тритикале в кормлении цыплят / Н. И. Братишко, О. В. Притуленко, Л. Л. Полякова, Р. Б. Гриценко // Птахівництво. — 2003. — № 62. — С. 4-5.

149. Урубков, С. А. Разработка технологий новых видов крупы и муки из зерна тритикале : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Урубков С. А. ; Московский государственный университет пищевых производств. — М., 2014. — 31 с.

150. Фесенко, Е. А. Режимы влаготепловой обработки при пластификации пшеницы / Е. А. Фесенко, Д. А. Жигунов // Наукові праці. — 2002.- № 24. — С.86-89.

151. Фесенко, К. М. Найкращими властивостями відрізняються пластівці з тритикале, отримані методом пропарювання зерна під тиском 0,17 МПа впродовж 6-8 хв / К. М. Фесенко. // Зерно і хліб. — 2009. — № 2. — С. 25-26.

152. Фурманова, Ю. П. Воздушная» гречиха — продукт, изготовленный с помощью микроволн / Ю. П. Фурманова, Т. В. Корж, О. И. Шаповаленко // Инновационные технологии производства продуктов питания функционального назначения : материалы Междунар научно-практич. конф., 10 апреля 2015 г. Кутаиси, Грузия / МОН ГГУАЦ. — Кутаиси, 2015. — С. 353-358.

153. Харчова хімія [Електронний ресурс]. — Загальна характеристика білків, жирів, вуглеводів. Поживна цінність продуктів харчування — Електрон. дані (2 файлів). — 2014. — Режим доступу: <http://food-chem.ru/lektsii-po-uglevodam/160-klejsterizaciya-kрахmala>. (дата звернення 11.08.2014). — Назва з екрану.

154. Хосни, К. Р. Зерно и зернопереработка / К. Р. Хосни. — М.: СПб: Профессия, 2006. — 336 с.

155. Хуртина, Н. Н. Формирование продуктивности озимой тритикале в зависимости от сорта и густоты посева на светло-серых лесных почвах Волго-Вятского региона : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Хуртина Н. Н. ; Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. — Н. Новгород, 2006. — 19 с.

156. Цетва, И. С. Смесительная ценность сортов яровой твердой пшеницы и озимой тритикале : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Цетва И. С. ; ГНУ Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока. — Саратов, 2006. — 28 с.

157. Черепнина, Л. В. Технологии хлебобулочных изделий из цельного зерна тритикале с применением ферментных препаратов на основе целлюлаз : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Черепнина Л. В. ; Орловский государственный технический университет — Орел, 2010 — 22 с.

158. Чумаченко, Ю. При лущенні тритикале треба зволожувати його до 15 % і знімати 2-3 % оболонки / Ю. Чумаченко, О. Волошенко // Зерно і хліб. — 2010. — № 3. — С. 19.

159. Чумаченко, Ю. Д. Снижение энергозатрат процесса крупобразования зерна тритикале / Ю. Д. Чумаченко // Зернові продукти і комбікорма. — 2012. — № 2. — С. 35-37.

160. Чусова, А. Е. Получение и исследование α - и β -амилаз тритикалевого солода для использования его в пивоварении : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Чусова А. Е. ; Воронежская государственная технологическая академия. — Воронеж, 1997. — 18 с.

161. Шаповаленко, О. І. Дослідження сучасного стану круп'яних продуктів / О. І. Шаповаленко, О. О. Євтушенко, Ю. П. Тертишна // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах: матеріали Всеукр. конф. 9 березня 2013 р., Умань, Україна / УНУС. — Умань, 2013.- С 4-5.

162. Шаповаленко, О. І. Плющення голозерного вівса / О. І. Шаповаленко, Є. І. Харченко, Ю. П. Фурманова, Н. Свиридчук. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2013. — № 140. — С. 45-49.

163. Швецова, И. А. Хлебопекарские свойства муки повышенной дисперсности из цельносмолотого зерна пшеницы / И. А. Швецова, Б. М. Максимчук, Н. А. Попов // Хлебопекарская и кондитерская промышленность. — 1985. — № 6. — С.32 — 35.

164. Шевченко, В. Е. Тритикале / В. Е. Шевченко, Н. Т. Павлюк, В. В. Верзилин. — Воронеж: ПЦ ВГАУ, 1997. — 281 с.

165. Шкапов, Е. И. Совершенствование технологии диспергирования зерна для производства хлебобулочных изделий : автореф. дис ... канд. техн. наук : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Шкапов Е. И. Московский государственный университет пищевых производств.; — М., 2002. — 24 с.

166. Шубина, Л. Н. Формирование и оценка потребительских свойств муки из зерна тритикале с применением биопрепаратов : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Шубина Л. Н. ; Кубанский государственный технологический университет. — Краснодар, 2009. -21 с.

167. Шулындин, А. Ф. Тритикале — агротехника и урожай / А. Ф. Шулындин. // Сельская жизнь. — 1977. — № 21. — С. 5-8.

168. Щипак, Г. В. Результаты селекции озимой тритикале на урожайность, зимостойкость и качество зерна / Г. В. Щипак, А. П. Петрова, Е. Н. Шевченко, В. Г. Щипак // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. — 2010. — № 9. — С. 179-188.

169. Щипак, Г. В. Хліб з тритикале / Г. В. Щипак // Зерно і хліб. — 1998. — № 3. — С. 30-31.

170. Ядамсурэнгийн, Б. Х. Разработка технологии производства продуктов функционального назначения из ячменя : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Ядамсурэнгийн Б. Х. ; Восточно-сибирский государственный технологический университет. — Улан-Уде, 2003. — 24 с.

171. Яровий тритикале [Електронний ресурс] — Зерно тритикале — перспективна сільськогосподарська культура. Особливості вирощування та цінність нових сортів тритикале — Електрон. дані (4 файлів). — 2014. — Режим доступу: <http://www.webfarmerstvo.org.ua/roslynnyctvo/jarovyj—trytykale.php>. (дата звернення 16.10.2014). — Назва з екрану.

172. Bartnik, M. Chemical characteristics of the Polish cultivars and varieties of triticale / B. Maria, A. Kunikowska, P. Jolanta // Forest. and Wood Technol. — 1991. — № 19. — P. 11-17.

173. FAO statistica [Електронний ресурс] -Agriculture bases. — Електрон. дані (6 файлів). — 2013. — Режим доступу <http://apps.fao.org>. (дата звернення 01.02.2013). — Назва з екрану.

174. Farrell, E. P. Milling characteristic of triticale / E.P. Farrell, C.G.Tsen/ — Winchester: FDS, 1991. — 360 p.

175. Fortification Basics / R.R. Blomfield, O.T. Miln, N.T. Clapton, O.O. Dean and ect. — P.: Maize Meal, 1988. 867 p.

176. Galliard, T. Enzyme Degradation of Cereal Lipids / T. Galliard // Academic Press. — 1983. — № 8. — P 111-148.

177. Kučerová, J. J. The effect of year, site and variety on the quality characteristics and bioethanol yield of winter triticale / J. J. Kučerová. // Journal of the Institute of Brewing & Distilling. — 2007. — № 113. — P. 142-146.

178. Naylor, R. E. Effects of nitrogen and the plant growth regulator chlormequat on grain size, nitrogen content and amino acid composition of triticale / R. E. Naylor, N. H. Stephen // J.Agr.Sci. — 1993. — № 2. — P.159-169.

179. Sadowska, J. Pilot production and estimation of triticale flours / J. Sadowska, J. Kaczynska // Cent. for Agrotech. & Vet. Sci. — 1992. — № 10. — P. 70-76. —

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А
ПАТЕНТ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ СПОСІБ КУЛІНАРНОЇ ОЦІНКИ
КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ І ПШЕНИЦІ

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 104152

СПОСІБ КУЛІНАРНОЇ ОЦІНКИ КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ
ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ І ПШЕНИЦІ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи
і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні
моделі 12.01.2016.

Голова Державної служби
інтелектуальної власності України

А.Г. Жарінова





ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **104152** (13) **U**
(51) МПК
A23L 1/10 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2015 07630	(72) Винахідник(и): Господаренко Григорій Миколайович (UA), Любич Віталій Володимирович (UA), Полянецька Ірина Олегівна (UA), Новіков Володимир Вікторович (UA), Возіян Валерія Валеріївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 30.07.2015	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.01.2016	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.01.2016, Бюл.№ 1	(73) Власник(и): УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, п/в Софіївка, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)

(54) СПОСІБ КУЛІНАРНОЇ ОЦІНКИ КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ І ПШЕНИЦІ

(57) Реферат:

Спосіб визначення кулінарних властивостей круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці включає варіння крупи масою 50 г у спеціальному циліндрі на електроводяній бані з додаванням 150 см³ водопровідної води. При цьому оцінювання проводять за градаціями, розробленими для тритикале і пшениці з додатковим визначенням консистенції під час розжовування.

UA 104152 U

ДОДАТОК Б
ПАТЕНТ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ СПОСІБ ОТРИМАННЯ КРУПИ
ТРИТИКАЛЕВОЇ ЦІЛОЇ

УКРАЇНА



ПАТЕНТ

НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

№ 105455

СПОСІБ ОТРИМАННЯ КРУПИ ТРИТИКАЛЕВОЇ ЦІЛОЇ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 25.03.2016.

В.о. Голови Державної служби
інтелектуальної власності України

А.А.Малиш





ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105455** (13) **U**
(51) МПК
A23L 7/10 (2016.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2015 07815	(72) Винахідник(и): Господаренко Григорій Миколайович (UA), Дмитрук Євген Адамович (UA), Любич Віталій Володимирович (UA), Полянецька Ірина Олегівна (UA), Новіков Володимир Вікторович (UA), Возіян Валерія Валеріївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 06.08.2015	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.03.2016	(73) Власник(и): УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА, вул. Інститутська, 1, п/в Софіївка, м. Умань, Черкаська обл., 20305 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.03.2016, Бюл.№ 6	

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ КРУПИ ТРИТИКАЛЕВОЇ ЦІЛОЇ

(57) Реферат:

Спосіб отримання крупи тритикалевої цілої, що включає очищення зерна від домішок, причому зерно за вологості 12-14 % лущать на двох лущильно-шліфувальних системах з індексом лущіння 9-11 % з сепаруванням отриманого продукту з використанням аспіратора після кожної системи лущіння.

UA 105455 U

ДОДАТОК В
АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ
НА КРПУ'ЯНОМУ ЦЕХУ НВВ УНУС

“ПОГОДЖЕНО”

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач навчально-наукового
виробничого відділу УНУС

Ректор Уманського національного
університету садівництва


“ 3 ” жовтня 2015 р.

Длугоборський Р. В.




“ 3 ” жовтня 2015 р.

Непочатенко О. О.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник – навчально-науково-виробничий відділ УНУС в особі зав. відділом рослинництва.

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Новікова В. В. за темою: „Удосконалення технології виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале”, виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено на круп'яному цеху УКР-1.

1. Вид запровадження – застосування технології виробництва крупи із тритикале подрібненої.

2. Характеристика масштабів впровадження – виробництво дослідно-промислових партій крупи із тритикале подрібненої в кількості 1 т.

3. Новизна результатів науково-дослідної роботи – впроваджено технологію виробництва крупи із тритикале подрібненої, що включає очищення зерна від домішок, який відрізняється тим, що зерно за вологості 12–14 % лушать на двох лушильно-шліфувальних системах з індексом лушення 9–11 % та подрібнюють з наступним сепаруванням проміжних продуктів.

4. Економічний ефект – 1420 грн/т у цінах 2015 року.

5. Соціальний і науково-технічний ефект – використання в зернопереробній промисловості нових сортів зерна тритикале вітчизняного виробництва, розширення асортименту круп'яних продуктів.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за впровадження

Від навчально-наукового
виробничого відділу УНУС

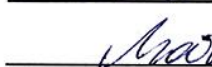
викладач кафедри технології
зберігання і переробки зерна

зав. відділом рослинництва

Уманського НУС

 Новіков В. В.

 Дзбонь В. І.

 Любич В. В.

“ 3 ” жовтня 2015 р.

“ 3 ” жовтня 2015 р.



**Таблиця В.1 – Зведені економічні показники виробництва крупи із тритикале
подрібненої № 1, 2 і 3 в умовах навчально-наукового виробничого відділу
Уманського НУС**

Назва продукту, показника	Вихід, %	Фактичний вихід, т	Виручка від реалізації, грн/т	Затрати грн/т	Прибуток, грн/т
№3	60,9	0,609	4263	2523,696	1739,304
№4	16,2	0,162	1134	671,328	462,672
Мучка	16,9	0,169	135,2	700,336	-565,136
Відходи	5,3	0,053	31,8	219,632	-187,832
Усушка	0,7	0,007	0	29,008	-29,008
Разом	100	1	5564	4144	1420
Ел.ен				120	
Амортизація				524	
Транспортні витрати				600	
Зар. плата				400	
Сировина				2500	
Всього витрат				4144	

Примітка. Вартість крупи №3 і 4 становила 7 грн/кг, мучки – 0,8 грн/кг, відходів – 0,6 грн/кг.

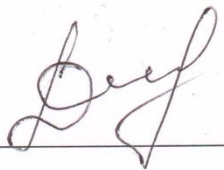
Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за пвпровадження

Від навчально-наукового виробничого
відділу УНУС

Викладач кафедри технології
зберігання і переробки зерна

зав. виробництва

 Новіков В. В.

 Дзьонь В.І.

ДОДАТОК Г
АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ
НА КРУП'ЯНОМУ ЗАВОДІ ТОВ «УМАНЬНАСІНТРАВ»

«ПОГОДЖЕНО»

Ректор Уманського національного
університету садівництва

[Signature]

Непопратенко О.О.

« 3 » *Березня*

2016



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ТОВ «Уманьнасінтрав»



Шийко М. С.

2016 р.

АКТ

ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО_ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Замовник – ТОВ «Уманьнасінтрав».

Даним актом стверджується, що результати наукової роботи Новікова В. В. за темою: «Удосконалення технології виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале», виконаної в Уманському національному університеті садівництва, запроваджено на круп'яному заводі.

1. **Вид запровадження** – застосування технології виробництва крупи тритикалевої плющеної.

2. **Характеристика масштабів впровадження** – виробництво дослідно-промислових партій крупи тритикалевої плющеної кількістю 1 т.

3. **Новизна результатів науково-дослідної роботи** – впроваджено технологію виробництва крупи тритикалевої плющеної, що включає пропарювання зерна з індексом лушення 9–11 % упродовж 5 хв за тиску насиченої пари 0,15МПа та його відволожування впродовж 5 хв. Крупу плющену сушать до вологості не вище 14 % та просіюють на розсіві.

4. **Економічний ефект** – 1254 грн/т у цінах 2016 р.

5. **Соціальний і науково-технічний ефект** – використання в зернопереробній промисловості нових сортів зерна тритикале вітчизняного виробництва, розширення асортименту круп'яних продуктів.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальні за впровадження:

[Signature] Новіков В.В.
« 3 » *Березня* 2016 р.

[Signature] Любич В.В.
« 3 » *Березня* 2016 р.

Від ТОВ «Уманьнасінтрав»
відповідальний за впровадження
головний бухгалтер:

[Signature] Тихонюк І. М.
« 3 » *Березня* 2016 р.

**Таблиця Г.1 – Зведені економічні показники виробництва крупи із тритикале
подрібненої № 1, 2 і 3 в умовах навчально-наукового виробничого відділу
Уманського НУС**

Назва продукту, показника	Вихід, %	Фактичний вихід, т	Виручка від реалізації, грн/т	Затрати грн/т	Прибуток, грн/т
Крупа плющена	92,4	0,924	7854	6142,752	1711,248
Мучка	2,7	0,027	21,6	179,496	-157,896
Відходи	4,4	0,044	26,4	292,512	-266,112
Усушка + втрати	0,5	0,005	0	33,24	-33,24
Разом	100	1	7902	6648	1254
Зведені витрати на виробництво крупи					
Ел.ен, + вода грн/т				160	
Амортизація, грн/т				530	
Транспортні витрати, грн/т				358	
Зар. Плата, грн/т				600	
Сировина, грн/т				5000	
Разом витрат				6648	

Примітка. Вартість крупи плющеної становила 8,5 грн/кг, мучки – 0,8 грн/кг, відходів – 0,6 грн/кг.

Від Уманського національного
університету садівництва
відповідальний за пвпровадження

Від ТОВ «Уманьнасінтрав»
відповідальний за впровадження

Викладач кафедри технології
зберігання і переробки зерна

Головний бухгалтер

Новіков В. В.

Тихонюк І. М.

ДОДАТОК Г
АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ
У НАУКОВИЙ ПРОЦЕС УМАНСЬКОГО НУС



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

вул. Інститутська, 1 м. Умань, Черкаська обл., 20305
тел.: (04744) 4-69-89, 3-20-11 Факс: (04744) 3-20-41, 3-53-18
E-mail: udau@udau.edu.ua Web: www.udau.edu.ua КОД ЄДРПОУ 00493787

« 03 » 11. 2015 № 20-06 / 911

На № _____ від _____

Про впровадження результатів
науково-дослідної
роботи у навчальний процес

Довідка

Видана викладачу кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва Новікову В. В. в тому, що результати його дисертаційної роботи за темою “Удосконалення технології виробництва круп’яних продуктів із зерна тритикале” впроваджено в навчальний процес курсів “Технологічне обладнання галузі”, “Машини, обладнання та їх використання при переробці с.-г. продукції” для студентів 3 та 4 курсів інженерно-технологічного факультету.

Перший проректор



І.І. Мостов'як

Завідувач навчального відділу

Н.А. Іванова

Новіков 0955091543

ДОДАТОК Д
МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Таблиця Д.1 – Кулінарна оцінка каші із зерна тритикале і пшениці

Показник	Бал				
	9	7	5	3	1
Запах	сильно виражений	виражений	слабо виражений	відсутній, злегка змінений	нетиповий, з сильно вираженим стороннім запахом
Колір	світло-кремовий з жовтим відтінком або без нього	злегка темніший або світліший, кремовий	кремовий з світло-коричневим відтінком	коричневий, світло сірий	темно коричневий або темно сірий
Смак	сильно виражений	виражений	слабо виражений	відсутній	нетиповий, з сильно вираженим стороннім смаком
Консистенція	розсипчаста	слабо розсипчаста (липка)	слабо розсипчаста, грудкувата	не розсипчаста	неоднорідна, водява, липка
Консистенція каші під час розжовування	дуже ніжна, добре розжовується без хрусту	досить ніжна, добре розжовується, без хрусту	жорсткувата, трохи утворює грудки, з слабким хрустом	жорстка, грудкувата з хрустом	дуже грудкувата, з сильним хрустом, сильно жорстка

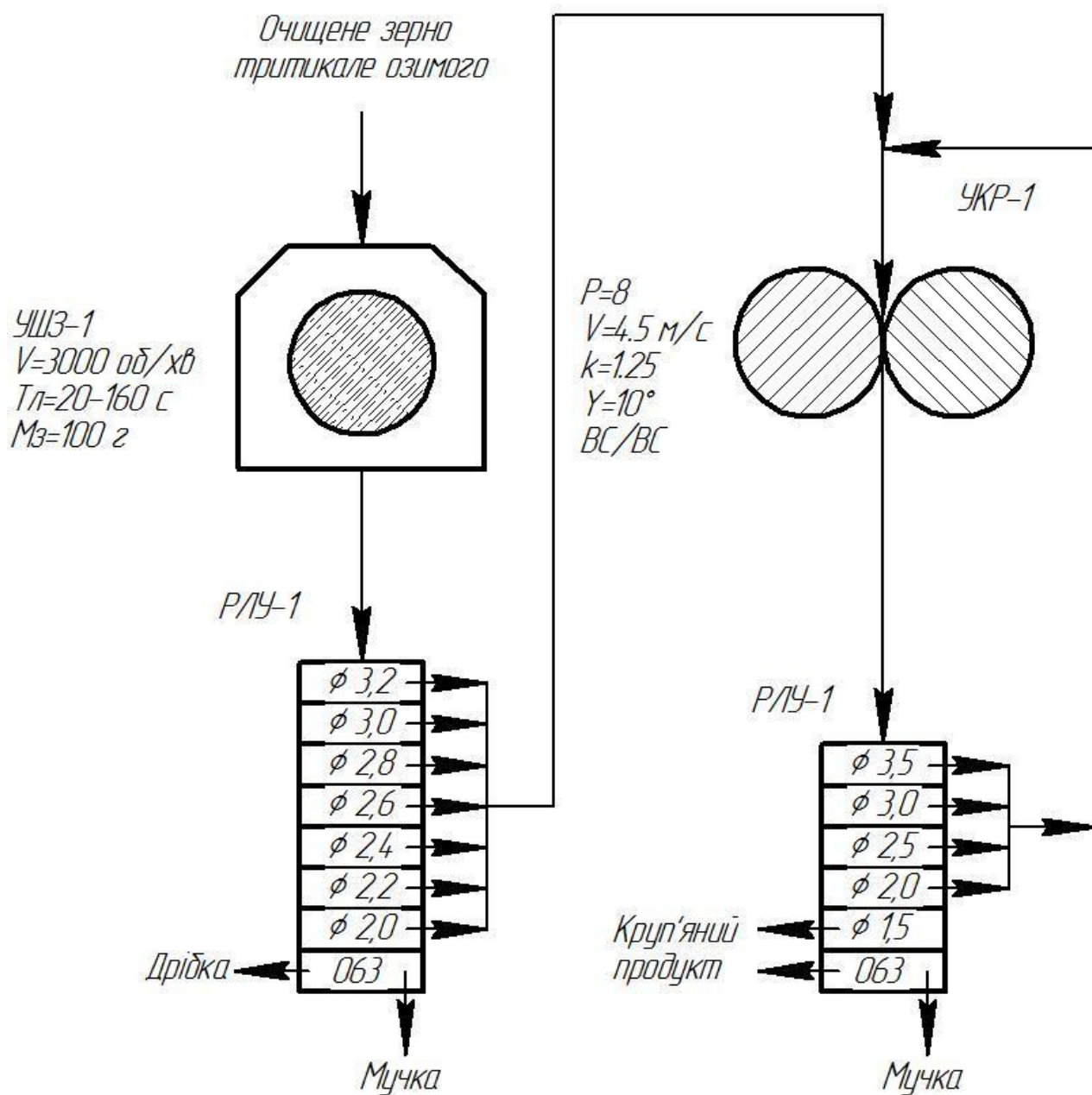


Рисунок Д.1 – Технологічна схема виробництва крупів із тритикале подрібнених у лабораторних умовах

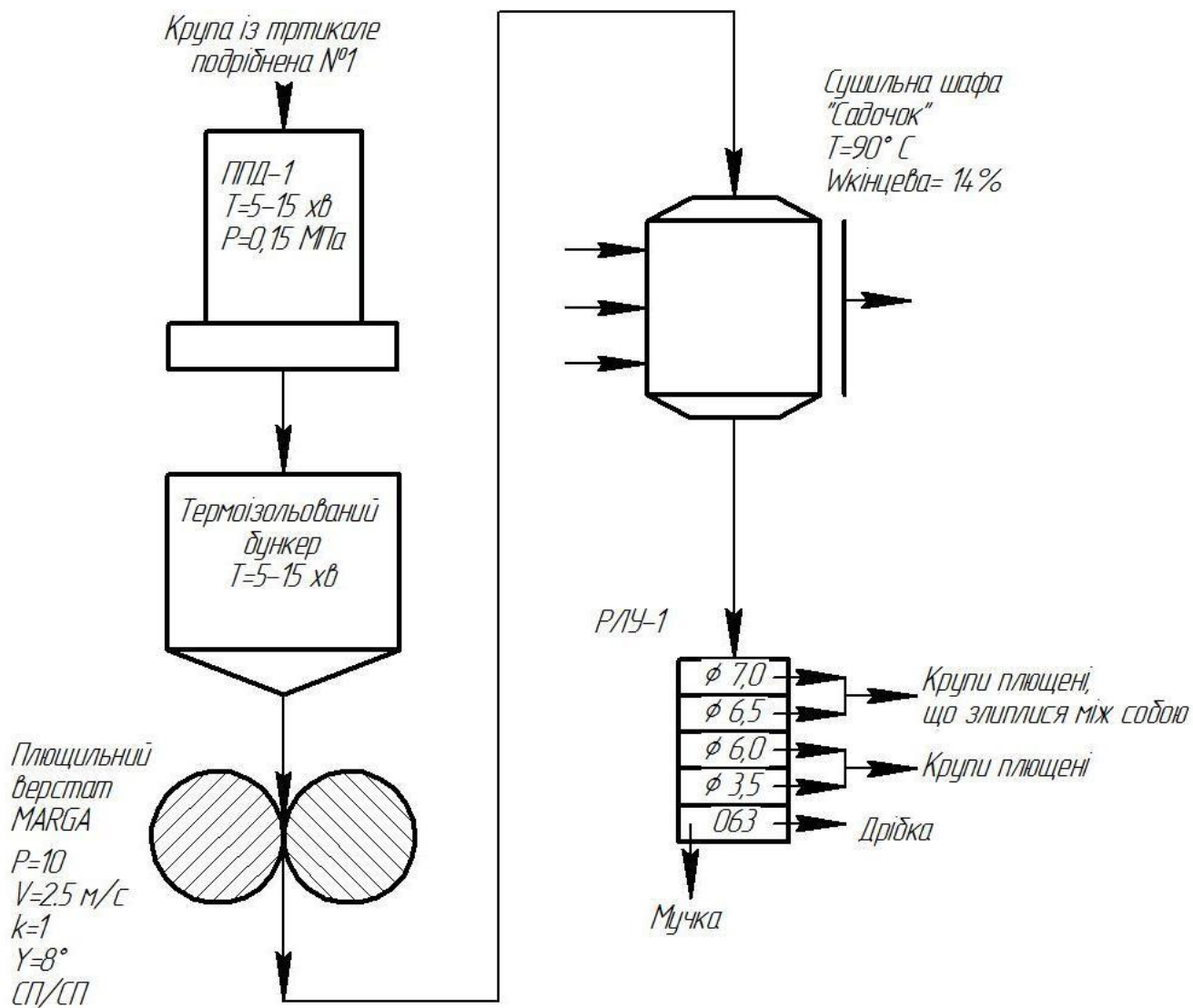


Рисунок Д.2 – Технологічна схема виробництва крупів із тритикале подрібнених в лабораторних умовах

ДОДАТОК Е
ВПЛИВ ВОДОТЕПЛОВОГО ОБРОБЛЕННЯ ТА ПАРАМЕТРІВ ЛУЩЕННЯ
НА ЯКІСТЬ ТА ВИХІД КРУП'ЯНИХ ПРОДУКТІВ

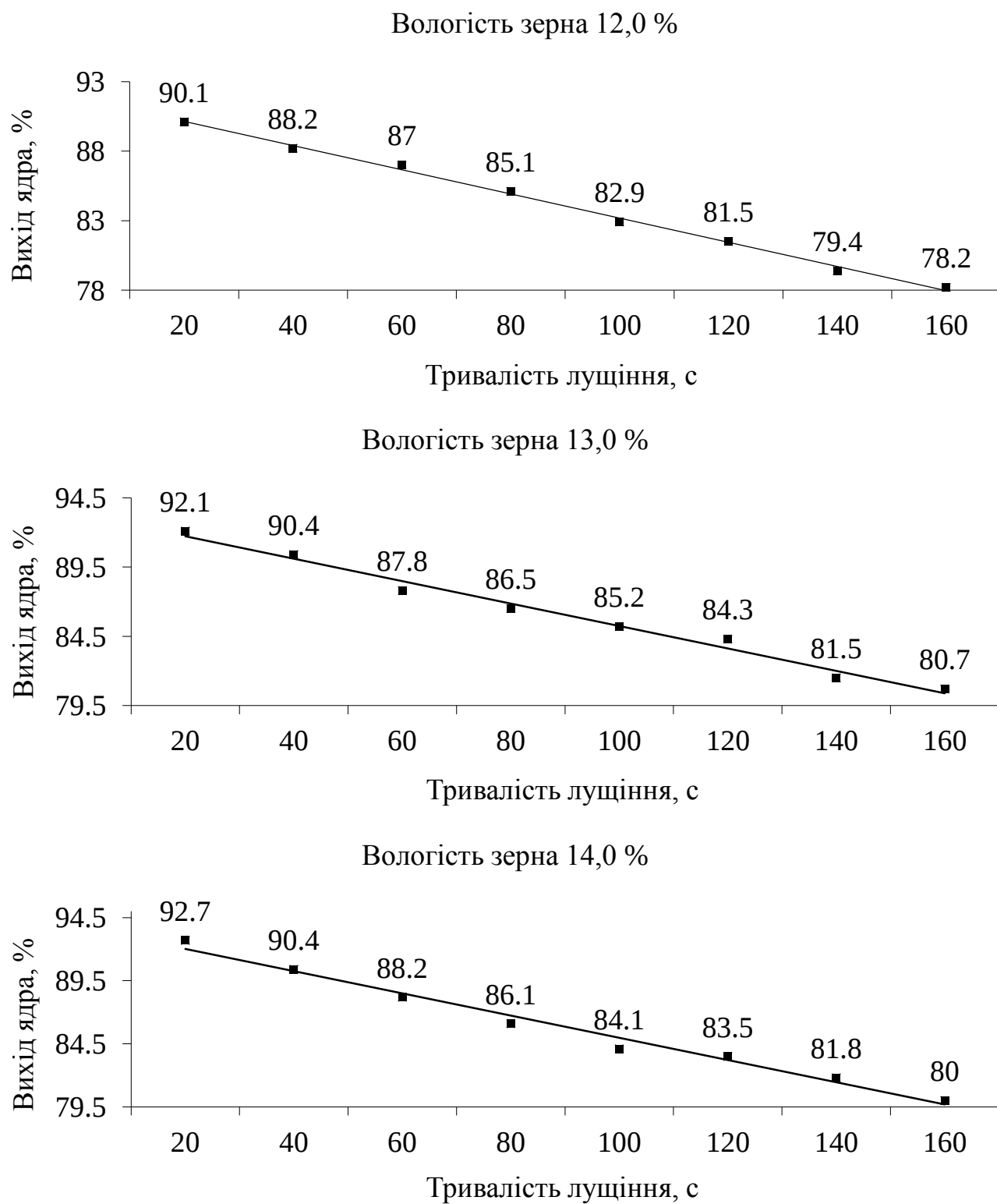


Рисунок Е 1 – Вихід крупи із зерна тритикале озимого сорту Тактик залежно від вологості зерна

Таблиця Е.1 – Вихід крупи із зерна тритикале озимого сорту Тактик залежно від вологості та тривалості відволожування, %

Тривалість лущення	Тривалість відволожування, хв			
	30	60	90	120
Вологість зерна 15,0 %				
20	93,0	93,5	93,8	93,4
40	90,1	90,4	90,9	90,5
60	88,0	88,6	88,6	88,0
80	87,2	87,5	88,4	87,2
100	85,2	85,6	86,2	86,1
120	84,5	84,8	85,3	84,3
140	81,6	83,0	83,2	83,5
160	80,9	81,5	81,8	81,7
Вологість зерна 16,0 %				
20	93,7	93,9	94,3	93,9
40	90,6	91,4	91,9	91,5
60	89,4	89,4	89,3	88,6
80	87,5	88,1	88,7	87,9
100	85,9	86,0	87	86,4
120	84,9	85,5	86,1	85,0
140	83,4	83,3	83,8	84,2
160	81,2	81,0	82,4	82,4

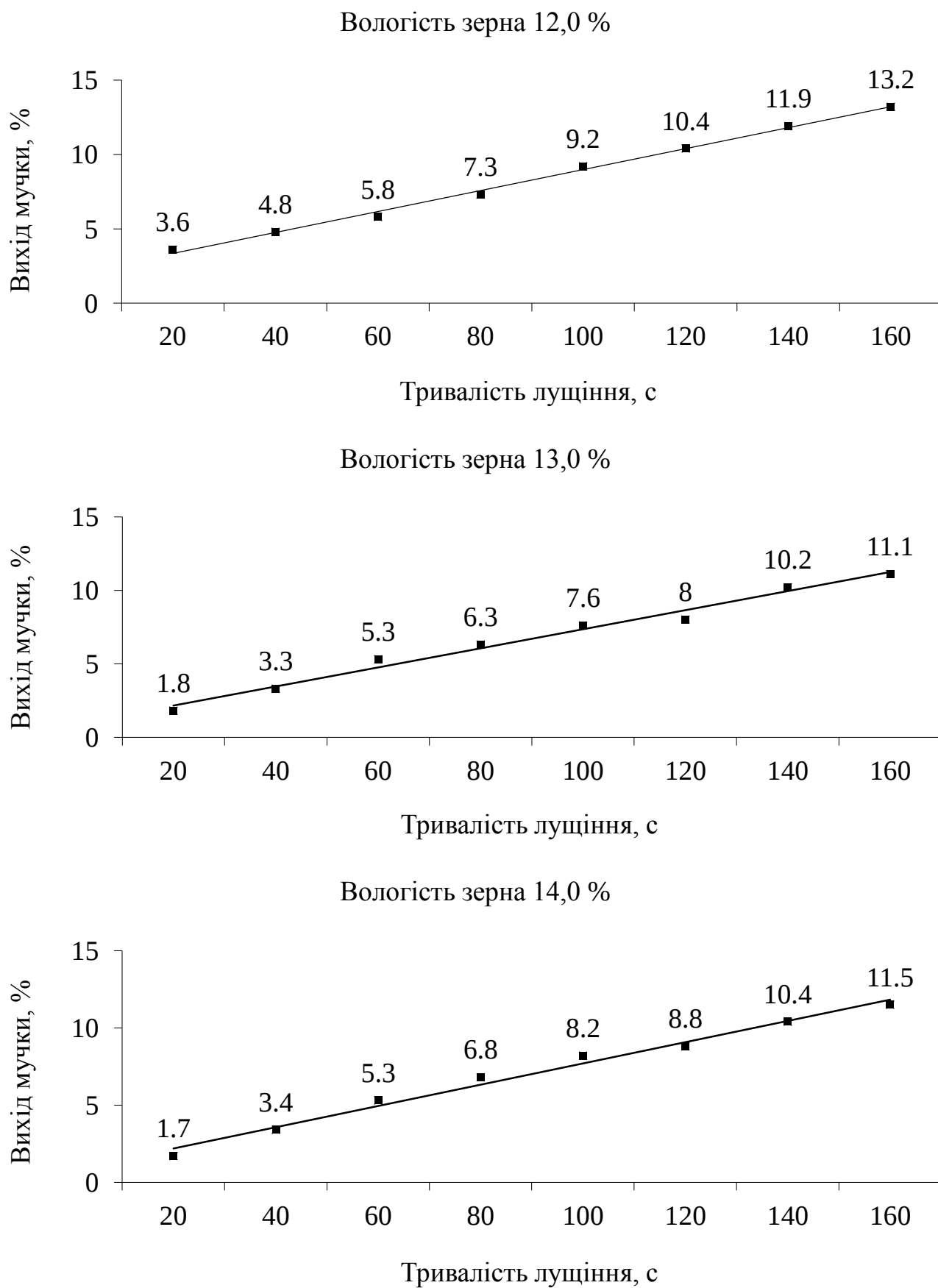


Рисунок Е 2 – Вихід мучки кормової під час виробництва крупи із зерна тритикале озимого сорту Тактик залежно від вологості зерна

**Таблиця Е 2 Вихід мучки кормової під час виробництва крупи із зерна
тритикале сорту Тактик залежно від вологості та тривалості
відволожування, %**

Тривалість лущення	Тривалість відволожування, хв			
	30	60	90	120
Вологість зерна 15,0 %				
20	1,7	0,7	0,8	0,7
40	4,1	3,3	3,6	3,5
60	6,2	4,9	5,5	5,4
80	6,8	5,7	5,9	6,2
100	8,5	7,7	7,6	7,2
120	9	8	8,1	8,4
140	11,4	9,6	10,2	9,4
160	12,1	10,8	11,1	10,6
Вологість зерна 16,0 %				
20	0,8	0,4	0,3	0,5
40	3,6	2,6	2,6	2,8
60	4,5	4,4	4,8	5,3
80	6,5	5,3	5,4	5,6
100	7,6	7,3	6,6	7
120	8,4	7,4	7,4	8
140	9,5	9,4	9,4	8,8
160	11,5	11,5	10,5	10,2

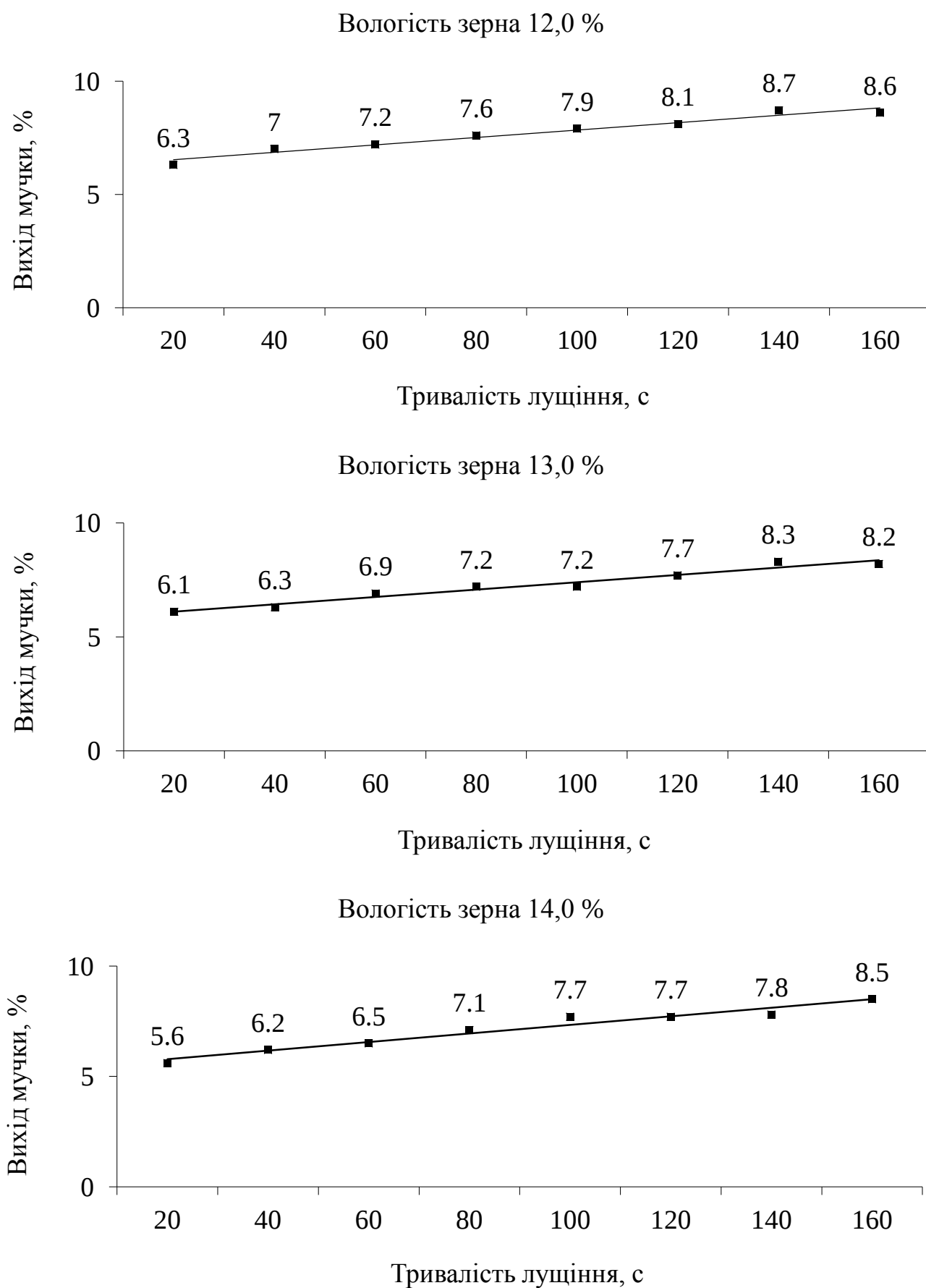


Рисунок Е 3 – Вихід дрібки під час виробництва крупи із зерна тритикале озимого сорту Тактик залежно від вологості зерна

**Таблиця Е 3 Вихід мучки кормової під час виробництва крупи із зерна
тритикале сорту Тактик залежно від вологості та тривалості
відволожування, %**

Тривалість лущення	Тривалість відволожування, хв			
	30	60	90	120
Вологість зерна 15,0 %				
20	5,3	5,8	5,4	5,9
40	5,8	6,3	5,5	6
60	5,8	6,5	5,9	6,6
80	6	6,8	5,7	6,6
100	6,3	6,7	6,2	6,7
120	6,5	7,2	6,6	7,3
140	7	7,4	6,6	7,1
160	7	7,7	7,1	7,7
Вологість зерна 16,0 %				
20	5,5	5,7	5,4	5,6
40	5,8	6	5,5	5,7
60	6,1	6,2	5,9	6,1
80	6	6,6	5,9	6,5
100	6,5	6,7	6,4	6,6
120	6,7	7,1	6,5	7
140	7,1	7,3	6,8	7
160	7,3	7,5	7,1	7,4

**Таблиця Е 4 – Умовний прибуток заводу продуктивністю 10 т/добу від
реалізації крупи із тритикале подрібненої № 1**

Тривалість лущення, с	Вологість, %	Тривалість відволожування, хв	Виручка від реалізації круп, тис. грн./рік	Виручка від реалізації мучки, тис. грн./рік	Виручка від реалізації дрібки, тис. грн./рік	Загальна виручка з урахуванням витрат на сировину, тис. грн./рік	Витрати на воду, тис. грн.	Витрати на електроенергію, тис. грн.	Умовний прибуток, тис. грн./рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	12	0	18836,6	125,2	737,6	7779,3	0,0	0,0	7779,3
40	12	0	18482,0	175,2	777,8	7515,0	0,0	0,0	7515,0
60	12	0	18189,9	211,0	831,4	7312,3	0,0	0,0	7312,3
80	12	0	17814,4	264,6	871,7	7030,7	0,0	0,0	7030,7
100	12	0	17355,5	332,6	911,9	6680,0	0,0	0,0	6680,0
120	12	0	17042,6	379,1	938,7	6440,4	0,0	0,0	6440,4
140	12	0	16667,1	429,1	992,3	6168,6	0,0	0,0	6168,6
160	12	0	16396,0	468,5	1019,2	5963,6	0,0	0,0	5963,6
20	13	0	19274,6	57,2	710,7	8122,6	43,5	195,2	7883,8
40	13	0	18878,3	114,4	751,0	7823,7	43,5	195,2	7584,9
60	13	0	18335,9	193,1	804,6	7413,6	43,5	195,2	7174,9
80	13	0	18043,9	228,9	858,2	7211,0	43,5	195,2	6972,2
100	13	0	17751,9	271,8	885,1	6988,7	43,5	195,2	6749,9
120	13	0	17543,3	296,8	925,3	6845,4	43,5	195,2	6606,6
140	13	0	17021,8	375,5	965,5	6442,8	43,5	195,2	6204,0
160	13	0	16792,3	407,7	992,3	6272,3	43,5	195,2	6033,5
20	14	0	19316,4	53,6	697,3	8147,3	51,0	390,5	7705,8
40	14	0	18815,7	128,7	737,6	7762,0	51,0	390,5	7320,5
60	14	0	18356,8	196,7	777,8	7411,3	51,0	390,5	6969,7
80	14	0	17939,6	250,3	844,8	7114,8	51,0	390,5	6673,2
100	14	0	17564,1	304,0	885,1	6833,1	51,0	390,5	6391,6
120	14	0	17439,0	321,8	898,5	6739,3	51,0	390,5	6297,8
140	14	0	17042,6	375,5	952,1	6450,2	51,0	390,5	6008,7
160	14	0	16750,6	422,0	965,5	6218,1	51,0	390,5	5776,5
20	15	30	19358,1	53,6	670,5	8162,2	58,5	585,7	7517,9
40	15	30	18774,0	143,0	710,7	7707,8	58,5	585,7	7063,5
60	15	30	18315,1	211,0	751,0	7357,0	58,5	585,7	6712,7
80	15	30	18106,5	239,6	777,8	7203,9	58,5	585,7	6559,6
100	15	30	17731,0	296,8	804,6	6912,4	58,5	585,7	6268,1
120	15	30	17564,1	314,7	844,8	6803,6	58,5	585,7	6159,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
140	15	30	17000,9	404,1	871,7	6356,6	58,5	585,7	5712,4
160	15	30	16834,0	422,0	911,9	6247,9	58,5	585,7	5603,6
20	15	60	19525,0	28,6	657,1	8290,7	58,5	585,7	7646,4
40	15	60	18899,2	125,2	697,3	7801,6	58,5	585,7	7157,4
60	15	60	18502,8	182,4	737,6	7502,7	58,5	585,7	6858,5
80	15	60	18315,1	211,0	751,0	7357,0	58,5	585,7	6712,7
100	15	60	17877,0	278,9	777,8	7013,7	58,5	585,7	6369,5
120	15	60	17731,0	289,7	831,4	6932,1	58,5	585,7	6287,8
140	15	60	17355,5	350,4	844,8	6630,8	58,5	585,7	5986,5
160	15	60	17021,8	393,4	898,5	6393,6	58,5	585,7	5749,3
20	15	90	19556,3	25,0	650,4	8311,7	58,5	585,7	7667,4
40	15	90	18932,5	121,6	689,3	7823,4	58,5	585,7	7179,1
60	15	90	18475,7	189,5	728,2	7473,4	58,5	585,7	6829,1
80	15	90	18377,7	203,8	737,6	7399,0	58,5	585,7	6754,8
100	15	90	17960,5	268,2	764,4	7073,0	58,5	585,7	6428,8
120	15	90	17762,3	286,1	824,7	6953,1	58,5	585,7	6308,8
140	15	90	17318,0	357,6	842,1	6597,7	58,5	585,7	5953,4
160	15	90	17059,3	389,8	887,7	6416,8	58,5	585,7	5772,6
20	15	120	19539,6	32,2	634,3	8286,0	58,5	585,7	7641,8
40	15	120	18915,8	128,7	673,2	7797,8	58,5	585,7	7153,5
60	15	120	18417,3	203,8	712,1	7413,2	58,5	585,7	6768,9
80	15	120	18273,4	225,3	724,1	7302,8	58,5	585,7	6658,5
100	15	120	18006,4	264,6	748,3	7099,3	58,5	585,7	6455,0
120	15	120	17662,2	307,5	808,6	6858,3	58,5	585,7	6214,0
140	15	120	17447,3	339,7	826,1	6693,1	58,5	585,7	6048,8
160	15	120	17084,3	389,8	871,7	6425,8	58,5	585,7	5781,5
20	16	30	19504,1	28,6	670,5	8283,2	66,0	781,0	7436,2
40	16	30	18878,3	128,7	697,3	7784,4	66,0	781,0	6937,3
60	16	30	18619,6	160,9	742,9	7603,5	66,0	781,0	6756,4
80	16	30	18169,1	232,4	764,4	7245,9	66,0	781,0	6398,8
100	16	30	17877,0	271,8	804,6	7033,4	66,0	781,0	6186,4
120	16	30	17658,0	300,4	838,1	6876,5	66,0	781,0	6029,5
140	16	30	17380,6	339,7	869,0	6669,2	66,0	781,0	5822,2
160	16	30	16907,0	411,2	905,2	6303,4	66,0	781,0	5456,4
20	16	60	19616,7	14,3	651,7	8362,8	66,0	781,0	7515,7
40	16	60	19116,1	93,0	678,5	7967,6	66,0	781,0	7120,6
60	16	60	18669,7	157,3	724,1	7631,2	66,0	781,0	6784,1
80	16	60	18448,6	189,5	745,6	7463,7	66,0	781,0	6616,7
100	16	60	17968,8	261,0	785,8	7095,7	66,0	781,0	6248,6
120	16	60	17895,8	264,6	819,4	7059,8	66,0	781,0	6212,7
140	16	60	17430,6	336,1	850,2	6697,0	66,0	781,0	5849,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
160	16	60	16936,2	411,2	886,4	6313,9	66,0	781,0	5466,8
20	16	90	19660,6	10,7	637,0	8388,3	66,0	781,0	7541,2
40	16	90	19139,1	93,0	663,8	7975,8	66,0	781,0	7128,8
60	16	90	18609,2	171,6	709,4	7570,2	66,0	781,0	6723,2
80	16	90	18450,7	193,1	730,8	7454,6	66,0	781,0	6607,6
100	16	90	18137,8	236,0	771,1	7224,9	66,0	781,0	6377,8
120	16	90	17918,7	264,6	804,6	7068,0	66,0	781,0	6220,9
140	16	90	17453,6	336,1	835,4	6705,1	66,0	781,0	5858,1
160	16	90	17167,8	375,5	871,7	6494,9	66,0	781,0	5647,9
20	16	120	19637,6	17,9	624,9	8360,4	66,0	781,0	7513,4
40	16	120	19116,1	100,1	651,7	7948,0	66,0	781,0	7100,9
60	16	120	18523,7	189,5	697,3	7490,5	66,0	781,0	6643,5
80	16	120	18427,7	200,3	718,8	7426,8	66,0	781,0	6579,7
100	16	120	18073,1	250,3	759,0	7162,4	66,0	781,0	6315,4
120	16	120	17812,4	286,1	792,5	6971,0	66,0	781,0	6123,9
140	16	120	17597,5	314,7	823,4	6815,6	66,0	781,0	5968,5
160	16	120	17249,1	364,8	859,6	6553,5	66,0	781,0	5706,4

**Таблиця Е 5 – Умовний прибуток заводу продуктивністю 20 т/добу від
реалізації крупи із тритикале подрібненої № 1**

Тривалість лушення, с	Вологість, %	Тривалість відволожування, хв	Виручка від реалізації крупи, тис. грн./рік	Виручка від реалізації мучки, тис. грн./рік	Виручка від реалізації дрібки, тис. грн./рік	Загальна виручка з урахуванням витрат на сировину, тис. грн./рік	Витрати на воду, тис. грн.	Витрати на електроенергію, тис. грн.	Умовний прибуток, тис. грн./рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	12	0	37673,2	250,3	1475,1	15558,6	0,0	0,0	15558,6
40	12	0	36963,9	350,4	1555,6	15029,9	0,0	0,0	15029,9
60	12	0	36379,8	422,0	1662,8	14624,6	0,0	0,0	14624,6
80	12	0	35628,9	529,2	1743,3	14061,4	0,0	0,0	14061,4
100	12	0	34711,0	665,1	1823,8	13359,9	0,0	0,0	13359,9
120	12	0	34085,2	758,1	1877,4	12880,8	0,0	0,0	12880,8
140	12	0	33334,3	858,2	1984,7	12337,2	0,0	0,0	12337,2
160	12	0	32791,9	936,9	2038,3	11927,2	0,0	0,0	11927,2
20	13	0	38549,3	114,4	1421,5	16245,2	43,5	195,2	16006,4
40	13	0	37756,6	228,9	1501,9	15647,4	43,5	195,2	15408,6
60	13	0	36671,9	386,2	1609,2	14827,3	43,5	195,2	14588,5
80	13	0	36087,8	457,7	1716,5	14422,0	43,5	195,2	14183,2
100	13	0	35503,7	543,6	1770,1	13977,4	43,5	195,2	13738,6
120	13	0	35086,5	593,6	1850,6	13690,7	43,5	195,2	13452,0
140	13	0	34043,5	751,0	1931,0	12885,5	43,5	195,2	12646,8
160	13	0	33584,6	815,3	1984,7	12544,6	43,5	195,2	12305,8
20	14	0	38632,7	107,3	1394,6	16294,6	51,0	390,5	15853,1
40	14	0	37631,4	257,5	1475,1	15524,0	51,0	390,5	15082,5
60	14	0	36713,6	393,4	1555,6	14822,5	51,0	390,5	14381,0
80	14	0	35879,2	500,6	1689,7	14229,5	51,0	390,5	13788,0
100	14	0	35128,2	607,9	1770,1	13666,3	51,0	390,5	13224,8
120	14	0	34877,9	643,7	1796,9	13478,5	51,0	390,5	13037,0
140	14	0	34085,2	751,0	1904,2	12900,4	51,0	390,5	12458,9
160	14	0	33501,2	843,9	1931,0	12436,1	51,0	390,5	11994,6
20	15	30	38716,2	107,3	1341,0	16324,4	58,5	585,7	15680,2
40	15	30	37548,0	286,1	1421,5	15415,5	58,5	585,7	14771,3
60	15	30	36630,2	422,0	1501,9	14714,0	58,5	585,7	14069,8
80	15	30	36213,0	479,2	1555,6	14407,7	58,5	585,7	13763,4
100	15	30	35462,0	593,6	1609,2	13824,8	58,5	585,7	13180,5
120	15	30	35128,2	629,4	1689,7	13607,3	58,5	585,7	12963,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
140	15	30	34001,8	808,2	1743,3	12713,3	58,5	585,7	12069,0
160	15	30	33668,0	843,9	1823,8	12495,7	58,5	585,7	11851,5
20	15	60	39049,9	57,2	1314,2	16581,3	58,5	585,7	15937,0
40	15	60	37798,3	250,3	1394,6	15603,3	58,5	585,7	14959,0
60	15	60	37005,6	364,8	1475,1	15005,5	58,5	585,7	14361,2
80	15	60	36630,2	422,0	1501,9	14714,0	58,5	585,7	14069,8
100	15	60	35754,0	557,9	1555,6	14027,5	58,5	585,7	13383,2
120	15	60	35462,0	579,3	1662,8	13864,2	58,5	585,7	13219,9
140	15	60	34711,0	700,9	1689,7	13261,6	58,5	585,7	12617,3
160	15	60	34043,5	786,7	1796,9	12787,2	58,5	585,7	12142,9
20	15	90	39112,5	50,1	1300,8	16623,3	58,5	585,7	15979,1
40	15	90	37865,1	243,2	1378,5	15646,8	58,5	585,7	15002,5
60	15	90	36951,4	379,1	1456,3	14946,8	58,5	585,7	14302,5
80	15	90	36755,3	407,7	1475,1	14798,1	58,5	585,7	14153,8
100	15	90	35920,9	536,4	1528,7	14146,1	58,5	585,7	13501,8
120	15	90	35524,6	572,2	1649,4	13906,2	58,5	585,7	13261,9
140	15	90	34635,9	715,2	1684,3	13195,4	58,5	585,7	12551,2
160	15	90	34118,6	779,6	1775,5	12833,7	58,5	585,7	12189,4
20	15	120	39079,1	64,4	1268,6	16572,1	58,5	585,7	15927,8
40	15	120	37831,7	257,5	1346,4	15595,5	58,5	585,7	14951,3
60	15	120	36834,6	407,7	1424,1	14826,4	58,5	585,7	14182,1
80	15	120	36546,7	450,6	1448,3	14605,6	58,5	585,7	13961,3
100	15	120	36012,7	529,2	1496,6	14198,5	58,5	585,7	13554,2
120	15	120	35324,3	615,1	1617,2	13716,6	58,5	585,7	13072,4
140	15	120	34894,6	679,4	1652,1	13386,2	58,5	585,7	12741,9
160	15	120	34168,7	779,6	1743,3	12851,5	58,5	585,7	12207,3
20	16	30	39008,2	57,2	1341,0	16566,4	66,0	781,0	15719,4
40	16	30	37756,6	257,5	1394,6	15568,7	66,0	781,0	14721,7
60	16	30	37239,3	321,8	1485,8	15206,9	66,0	781,0	14359,9
80	16	30	36338,1	464,9	1528,7	14491,7	66,0	781,0	13644,7
100	16	30	35754,0	543,6	1609,2	14066,8	66,0	781,0	13219,8
120	16	30	35316,0	600,8	1676,3	13753,0	66,0	781,0	12906,0
140	16	30	34761,1	679,4	1737,9	13338,5	66,0	781,0	12491,4
160	16	30	33814,1	822,5	1810,4	12606,9	66,0	781,0	11759,9
20	16	60	39233,5	28,6	1303,5	16725,5	66,0	781,0	15878,5
40	16	60	38232,2	186,0	1357,1	15935,3	66,0	781,0	15088,2
60	16	60	37339,4	314,7	1448,3	15262,4	66,0	781,0	14415,3
80	16	60	36897,2	379,1	1491,2	14927,4	66,0	781,0	14080,4
100	16	60	35937,6	522,1	1571,7	14191,4	66,0	781,0	13344,3
120	16	60	35791,6	529,2	1638,7	14119,5	66,0	781,0	13272,5
140	16	60	34861,2	672,3	1700,4	13393,9	66,0	781,0	12546,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
160	16	60	33872,5	822,5	1772,8	12627,8	66,0	781,0	11780,7
20	16	90	39321,1	21,5	1274,0	16776,5	66,0	781,0	15929,5
40	16	90	38278,1	186,0	1327,6	15951,6	66,0	781,0	15104,6
60	16	90	37218,4	343,3	1418,8	15140,5	66,0	781,0	14293,4
80	16	90	36901,3	386,2	1461,7	14909,2	66,0	781,0	14062,2
100	16	90	36275,5	472,0	1542,2	14449,7	66,0	781,0	13602,7
120	16	90	35837,5	529,2	1609,2	14135,9	66,0	781,0	13288,9
140	16	90	34907,1	672,3	1670,9	13410,3	66,0	781,0	12563,3
160	16	90	34335,6	751,0	1743,3	12989,8	66,0	781,0	12142,8
20	16	120	39275,2	35,8	1249,8	16720,8	66,0	781,0	15873,7
40	16	120	38232,2	200,3	1303,5	15895,9	66,0	781,0	15048,9
60	16	120	37047,4	379,1	1394,6	14981,1	66,0	781,0	14134,0
80	16	120	36855,4	400,5	1437,6	14853,5	66,0	781,0	14006,5
100	16	120	36146,2	500,6	1518,0	14324,9	66,0	781,0	13477,8
120	16	120	35624,7	572,2	1585,1	13941,9	66,0	781,0	13094,9
140	16	120	35195,0	629,4	1646,7	13631,1	66,0	781,0	12784,1
160	16	120	34498,3	729,5	1719,2	13106,9	66,0	781,0	12259,9

**Таблиця Е 6 – Умовний прибуток заводу продуктивністю 40 т/добу від
реалізації крупи із тритикале подрібненої № 1**

Тривалість лушення, с	Вологість, %	Тривалість відволожування, хв	Виручка від реалізації крупи, тис. грн./рік	Виручка від реалізації мучки, тис. грн./рік	Виручка від реалізації дрібки, тис. грн./рік	Загальна виручка з урахуванням витрат на сировину, тис. грн./рік	Витрати на воду, тис. грн.	Витрати на електроенергію, тис. грн	Умовний прибуток, тис. грн./рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	12	0	75346,3	500,6	2950,2	31117,2	0,0	0,0	31117,2
40	12	0	73927,8	700,9	3111,1	30059,9	0,0	0,0	30059,9
60	12	0	72759,7	843,9	3325,7	29249,3	0,0	0,0	29249,3
80	12	0	71257,8	1058,5	3486,6	28122,9	0,0	0,0	28122,9
100	12	0	69422,1	1330,3	3647,5	26719,9	0,0	0,0	26719,9
120	12	0	68170,5	1516,2	3754,8	25761,5	0,0	0,0	25761,5
140	12	0	66668,6	1716,5	3969,4	24674,4	0,0	0,0	24674,4
160	12	0	65583,8	1873,8	4076,6	23854,3	0,0	0,0	23854,3
20	13	0	77098,6	228,9	2842,9	32490,3	43,5	195,2	32251,6
40	13	0	75513,2	457,7	3003,8	31294,8	43,5	195,2	31056,0
60	13	0	73343,8	772,4	3218,4	29654,6	43,5	195,2	29415,8
80	13	0	72175,6	915,5	3433,0	28844,0	43,5	195,2	28605,3
100	13	0	71007,4	1087,1	3540,2	27954,8	43,5	195,2	27716,0
120	13	0	70173,0	1187,2	3701,2	27381,4	43,5	195,2	27142,7
140	13	0	68087,0	1501,9	3862,1	25771,0	43,5	195,2	25532,3
160	13	0	67169,2	1630,7	3969,4	25089,2	43,5	195,2	24850,5
20	14	0	77265,4	214,6	2789,3	32589,3	51,0	390,5	32147,8
40	14	0	75262,9	514,9	2950,2	31048,0	51,0	390,5	30606,5
60	14	0	73427,2	786,7	3111,1	29645,0	51,0	390,5	29203,5
80	14	0	71758,4	1001,3	3379,3	28459,0	51,0	390,5	28017,5
100	14	0	70256,5	1215,8	3540,2	27332,6	51,0	390,5	26891,0
120	14	0	69755,8	1287,4	3593,9	26957,1	51,0	390,5	26515,6
140	14	0	68170,5	1501,9	3808,4	25800,8	51,0	390,5	25359,3
160	14	0	67002,3	1687,9	3862,1	24872,3	51,0	390,5	24430,8
20	15	30	77432,3	214,6	2682,0	32648,9	58,5	585,7	32004,6
40	15	30	75096,0	572,2	2842,9	30831,1	58,5	585,7	30186,8
60	15	30	73260,3	843,9	3003,8	29428,1	58,5	585,7	28783,8
80	15	30	72425,9	958,4	3111,1	28815,4	58,5	585,7	28171,1
100	15	30	70924,0	1187,2	3218,4	27649,6	58,5	585,7	27005,4
120	15	30	70256,5	1258,8	3379,3	27214,6	58,5	585,7	26570,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
140	15	30	68003,6	1616,4	3486,6	25426,6	58,5	585,7	24782,3
160	15	30	67336,1	1687,9	3647,5	24991,5	58,5	585,7	24347,2
20	15	60	78099,8	114,4	2628,4	33162,6	58,5	585,7	32518,4
40	15	60	75596,6	500,6	2789,3	31206,6	58,5	585,7	30562,3
60	15	60	74011,3	729,5	2950,2	30011,0	58,5	585,7	29366,7
80	15	60	73260,3	843,9	3003,8	29428,1	58,5	585,7	28783,8
100	15	60	71508,1	1115,7	3111,1	28054,9	58,5	585,7	27410,6
120	15	60	70924,0	1158,6	3325,7	27728,3	58,5	585,7	27084,0
140	15	60	69422,1	1401,8	3379,3	26523,2	58,5	585,7	25878,9
160	15	60	68087,0	1573,4	3593,9	25574,4	58,5	585,7	24930,1
20	15	90	78225,0	100,1	2601,5	33246,7	58,5	585,7	32602,4
40	15	90	75730,1	486,3	2757,1	31293,6	58,5	585,7	30649,3
60	15	90	73902,8	758,1	2912,7	29893,6	58,5	585,7	29249,3
80	15	90	73510,6	815,3	2950,2	29596,2	58,5	585,7	28951,9
100	15	90	71841,8	1072,8	3057,5	28292,1	58,5	585,7	27647,8
120	15	90	71049,2	1144,3	3298,9	27812,3	58,5	585,7	27168,1
140	15	90	69271,9	1430,4	3368,6	26390,9	58,5	585,7	25746,6
160	15	90	68237,2	1559,1	3551,0	25667,3	58,5	585,7	25023,1
20	15	120	78158,2	128,7	2537,2	33144,2	58,5	585,7	32499,9
40	15	120	75663,4	514,9	2692,7	31191,1	58,5	585,7	30546,8
60	15	120	73669,2	815,3	2848,3	29652,8	58,5	585,7	29008,5
80	15	120	73093,4	901,2	2896,6	29211,2	58,5	585,7	28566,9
100	15	120	72025,4	1058,5	2993,1	28397,0	58,5	585,7	27752,7
120	15	120	70648,6	1230,1	3234,5	27433,3	58,5	585,7	26789,0
140	15	120	69789,2	1358,9	3304,2	26772,3	58,5	585,7	26128,0
160	15	120	68337,4	1559,1	3486,6	25703,1	58,5	585,7	25058,8
20	16	30	78016,4	114,4	2682,0	33132,8	66,0	781,0	32285,8
40	16	30	75513,2	514,9	2789,3	31137,4	66,0	781,0	30290,4
60	16	30	74478,5	643,7	2971,7	30413,9	66,0	781,0	29566,8
80	16	30	72676,2	929,8	3057,5	28983,5	66,0	781,0	28136,4
100	16	30	71508,1	1087,1	3218,4	28133,6	66,0	781,0	27286,5
120	16	30	70632,0	1201,5	3352,5	27506,0	66,0	781,0	26659,0
140	16	30	69522,2	1358,9	3475,9	26677,0	66,0	781,0	25829,9
160	16	30	67628,1	1645,0	3620,7	25213,8	66,0	781,0	24366,7
20	16	60	78467,0	57,2	2606,9	33451,1	66,0	781,0	32604,1
40	16	60	76464,4	371,9	2714,2	31870,5	66,0	781,0	31023,5
60	16	60	74678,8	629,4	2896,6	30524,7	66,0	781,0	29677,7
80	16	60	73794,3	758,1	2982,4	29854,8	66,0	781,0	29007,8
100	16	60	71875,2	1044,2	3143,3	28382,7	66,0	781,0	27535,7
120	16	60	71583,2	1058,5	3277,4	28239,1	66,0	781,0	27392,0
140	16	60	69722,5	1344,6	3400,8	26787,8	66,0	781,0	25940,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
160	16	60	67744,9	1645,0	3545,6	25255,5	66,0	781,0	24408,5
20	16	90	78642,2	42,9	2547,9	33553,0	66,0	781,0	32706,0
40	16	90	76556,2	371,9	2655,2	31903,3	66,0	781,0	31056,2
60	16	90	74436,8	686,6	2837,6	30281,0	66,0	781,0	29433,9
80	16	90	73802,7	772,4	2923,4	29818,5	66,0	781,0	28971,4
100	16	90	72551,1	944,1	3084,3	28899,4	66,0	781,0	28052,4
120	16	90	71675,0	1058,5	3218,4	28271,9	66,0	781,0	27424,8
140	16	90	69814,2	1344,6	3341,8	26820,6	66,0	781,0	25973,6
160	16	90	68671,1	1501,9	3486,6	25979,6	66,0	781,0	25132,6
20	16	120	78550,4	71,5	2499,6	33441,6	66,0	781,0	32594,5
40	16	120	76464,4	400,5	2606,9	31791,8	66,0	781,0	30944,8
60	16	120	74094,7	758,1	2789,3	29962,1	66,0	781,0	29115,1
80	16	120	73710,9	801,0	2875,1	29707,0	66,0	781,0	28860,0
100	16	120	72292,4	1001,3	3036,0	28649,7	66,0	781,0	27802,7
120	16	120	71249,4	1144,3	3170,1	27883,9	66,0	781,0	27036,8
140	16	120	70390,0	1258,8	3293,5	27262,2	66,0	781,0	26415,2
160	16	120	68996,5	1459,0	3438,3	26213,9	66,0	781,0	25366,8

**Таблиця Е 7 – Умовний прибуток заводу продуктивністю 70 т/добу від
реалізації крупи із тритикале подрібненої № 1**

Тривалість лушення, с	Вологість, %	Тривалість відволожування, хв	Виручка від реалізації крупи, тис. грн./рік	Виручка від реалізації мучки, тис. грн./рік	Виручка від реалізації дрібки, тис. грн./рік	Загальна виручка з урахуванням витрат на сировину, тис. грн./рік	Витрати на воду, тис. грн.	Витрати на електроенергію, тис. грн	Умовний прибуток, тис. грн./рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	12	0	135623,4	901,2	5310,4	56010,9	0,0	0,0	56010,9
40	12	0	133070,1	1261,6	5600,0	54107,7	0,0	0,0	54107,7
60	12	0	130967,4	1519,1	5986,2	52648,7	0,0	0,0	52648,7
80	12	0	128264,0	1905,3	6275,9	50621,1	0,0	0,0	50621,1
100	12	0	124959,7	2394,5	6565,5	48095,8	0,0	0,0	48095,8
120	12	0	122706,9	2729,2	6758,6	46370,7	0,0	0,0	46370,7
140	12	0	120003,4	3089,7	7144,8	44413,9	0,0	0,0	44413,9
160	12	0	118050,9	3372,9	7338,0	42937,7	0,0	0,0	42937,7
20	13	0	138777,4	412,0	5117,3	58482,6	43,5	195,2	58243,9
40	13	0	135923,8	823,9	5406,9	56330,6	43,5	195,2	56091,8
60	13	0	132018,8	1390,3	5793,1	53378,2	43,5	195,2	53139,5
80	13	0	129916,1	1647,8	6179,3	51919,2	43,5	195,2	51680,5
100	13	0	127813,4	1956,8	6372,4	50318,6	43,5	195,2	50079,9
120	13	0	126311,5	2137,0	6662,1	49286,6	43,5	195,2	49047,8
140	13	0	122556,7	2703,5	6951,7	46387,9	43,5	195,2	46149,1
160	13	0	120904,6	2935,2	7144,8	45160,6	43,5	195,2	44921,8
20	14	0	139077,8	386,2	5020,7	58660,7	51,0	390,5	58219,2
40	14	0	135473,2	926,9	5310,4	55886,4	51,0	390,5	55444,9
60	14	0	132169,0	1416,1	5600,0	53361,1	51,0	390,5	52919,6
80	14	0	129165,1	1802,3	6082,8	51226,2	51,0	390,5	50784,7
100	14	0	126461,7	2188,5	6372,4	49198,6	51,0	390,5	48757,1
120	14	0	125560,5	2317,2	6469,0	48522,7	51,0	390,5	48081,2
140	14	0	122706,9	2703,5	6855,2	46441,5	51,0	390,5	46000,0
160	14	0	120604,2	3038,2	6951,7	44770,1	51,0	390,5	44328,6
20	15	30	139378,2	386,2	4827,6	58768,0	58,5	585,7	58123,7
40	15	30	135172,8	1029,9	5117,3	55495,9	58,5	585,7	54851,7
60	15	30	131868,6	1519,1	5406,9	52970,6	58,5	585,7	52326,3
80	15	30	130366,7	1725,1	5600,0	51867,7	58,5	585,7	51223,5
100	15	30	127663,2	2137,0	5793,1	49769,3	58,5	585,7	49125,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
120	15	30	126461,7	2265,8	6082,8	48986,2	58,5	585,7	48341,9
140	15	30	122406,5	2909,4	6275,9	45767,8	58,5	585,7	45123,5
160	15	30	121204,9	3038,2	6565,5	44984,6	58,5	585,7	44340,4
20	15	60	140579,7	206,0	4731,0	59692,7	58,5	585,7	59048,5
40	15	60	136074,0	901,2	5020,7	56171,8	58,5	585,7	55527,5
60	15	60	133220,3	1313,1	5310,4	54019,8	58,5	585,7	53375,5
80	15	60	131868,6	1519,1	5406,9	52970,6	58,5	585,7	52326,3
100	15	60	128714,5	2008,3	5600,0	50498,8	58,5	585,7	49854,6
120	15	60	127663,2	2085,5	5986,2	49910,9	58,5	585,7	49266,7
140	15	60	124959,7	2523,2	6082,8	47741,7	58,5	585,7	47097,5
160	15	60	122556,7	2832,2	6469,0	46033,8	58,5	585,7	45389,6
20	15	90	140805,0	180,2	4682,8	59844,0	58,5	585,7	59199,7
40	15	90	136314,3	875,4	4962,8	56328,4	58,5	585,7	55684,2
60	15	90	133025,1	1364,6	5242,8	53808,4	58,5	585,7	53164,2
80	15	90	132319,2	1467,6	5310,4	53273,1	58,5	585,7	52628,8
100	15	90	129315,3	1931,0	5503,5	50925,8	58,5	585,7	50281,5
120	15	90	127888,5	2059,8	5937,9	50062,2	58,5	585,7	49417,9
140	15	90	124689,4	2574,7	6063,5	47503,6	58,5	585,7	46859,3
160	15	90	122827,0	2806,4	6391,7	46201,2	58,5	585,7	45556,9
20	15	120	140684,8	231,7	4566,9	59659,5	58,5	585,7	59015,2
40	15	120	136194,1	926,9	4846,9	56143,9	58,5	585,7	55499,6
60	15	120	132604,5	1467,6	5126,9	53375,0	58,5	585,7	52730,7
80	15	120	131568,2	1622,1	5213,8	52580,1	58,5	585,7	51935,8
100	15	120	129645,7	1905,3	5387,6	51114,6	58,5	585,7	50470,4
120	15	120	127167,6	2214,3	5822,1	49379,9	58,5	585,7	48735,6
140	15	120	125620,6	2446,0	5947,6	48190,2	58,5	585,7	47545,9
160	15	120	123007,2	2806,4	6275,9	46265,6	58,5	585,7	45621,3
20	16	30	140429,5	206,0	4827,6	59639,1	66,0	781,0	58792,1
40	16	30	135923,8	926,9	5020,7	56047,4	66,0	781,0	55200,3
60	16	30	134061,4	1158,6	5349,0	54745,0	66,0	781,0	53897,9
80	16	30	130817,2	1673,6	5503,5	52170,3	66,0	781,0	51323,2
100	16	30	128714,5	1956,8	5793,1	50640,5	66,0	781,0	49793,4
120	16	30	127137,5	2162,8	6034,5	49510,8	66,0	781,0	48663,8
140	16	30	125140,0	2446,0	6256,6	48018,5	66,0	781,0	47171,5
160	16	30	121730,6	2960,9	6517,3	45384,8	66,0	781,0	44537,8
20	16	60	141240,6	103,0	4692,4	60212,0	66,0	781,0	59364,9
40	16	60	137635,9	669,4	4885,5	57366,9	66,0	781,0	56519,9
60	16	60	134421,8	1132,9	5213,8	54944,5	66,0	781,0	54097,5
80	16	60	132829,8	1364,6	5368,3	53738,7	66,0	781,0	52891,7
100	16	60	129375,4	1879,5	5657,9	51088,9	66,0	781,0	50241,8
120	16	60	128849,7	1905,3	5899,3	50830,3	66,0	781,0	49983,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
140	16	60	125500,4	2420,2	6121,4	48218,1	66,0	781,0	47371,0
160	16	60	121940,9	2960,9	6382,1	45459,9	66,0	781,0	44612,9
20	16	90	141556,0	77,2	4586,2	60395,4	66,0	781,0	59548,4
40	16	90	137801,2	669,4	4779,3	57425,9	66,0	781,0	56578,9
60	16	90	133986,3	1235,9	5107,6	54505,7	66,0	781,0	53658,7
80	16	90	132844,8	1390,3	5262,1	53673,3	66,0	781,0	52826,2
100	16	90	130591,9	1699,3	5551,7	52019,0	66,0	781,0	51172,0
120	16	90	129014,9	1905,3	5793,1	50889,3	66,0	781,0	50042,3
140	16	90	125665,6	2420,2	6015,2	48277,1	66,0	781,0	47430,0
160	16	90	123608,0	2703,5	6275,9	46763,4	66,0	781,0	45916,3
20	16	120	141390,7	128,7	4499,3	60194,8	66,0	781,0	59347,8
40	16	120	137635,9	720,9	4692,4	57225,3	66,0	781,0	56378,3
60	16	120	133370,5	1364,6	5020,7	53931,8	66,0	781,0	53084,8
80	16	120	132679,6	1441,8	5175,2	53472,6	66,0	781,0	52625,6
100	16	120	130126,3	1802,3	5464,8	51569,5	66,0	781,0	50722,5
120	16	120	128248,9	2059,8	5706,2	50190,9	66,0	781,0	49343,9
140	16	120	126702,0	2265,8	5928,3	49072,0	66,0	781,0	48225,0
160	16	120	124193,8	2626,2	6189,0	47185,0	66,0	781,0	46337,9

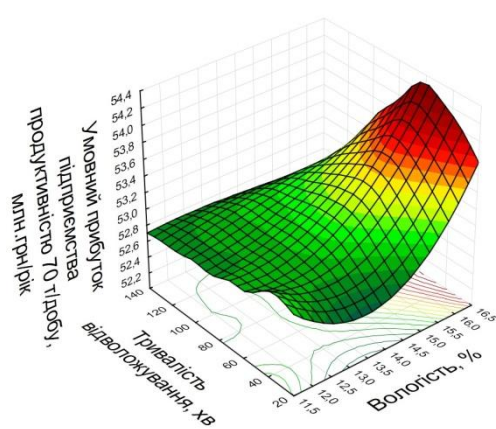
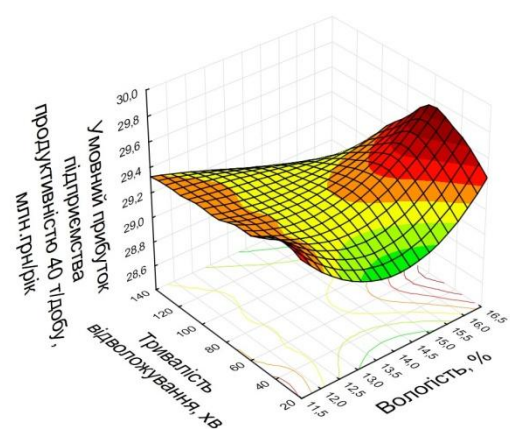
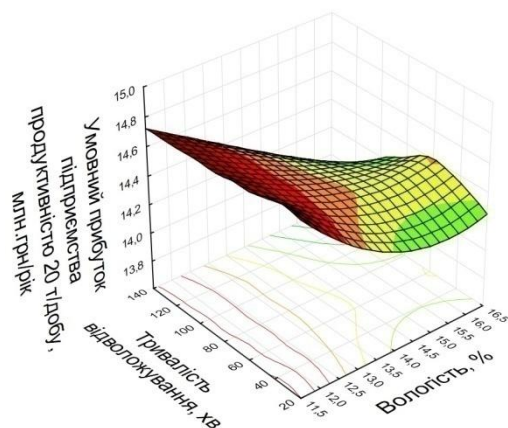
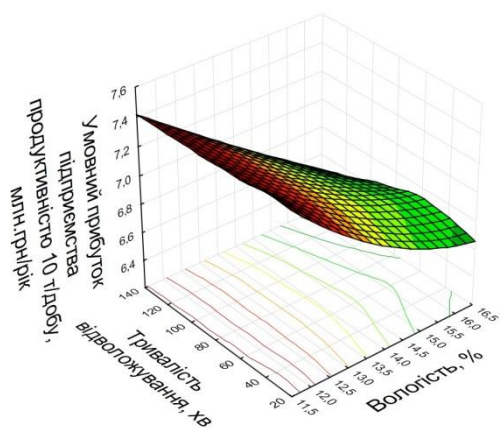


Рисунок Е 4 – Вплив режимів водотеплового оброблення на умовний прибуток підприємств продуктивністю 10, 20, 40 і 70 т/добу за тривалості лушення 60 с

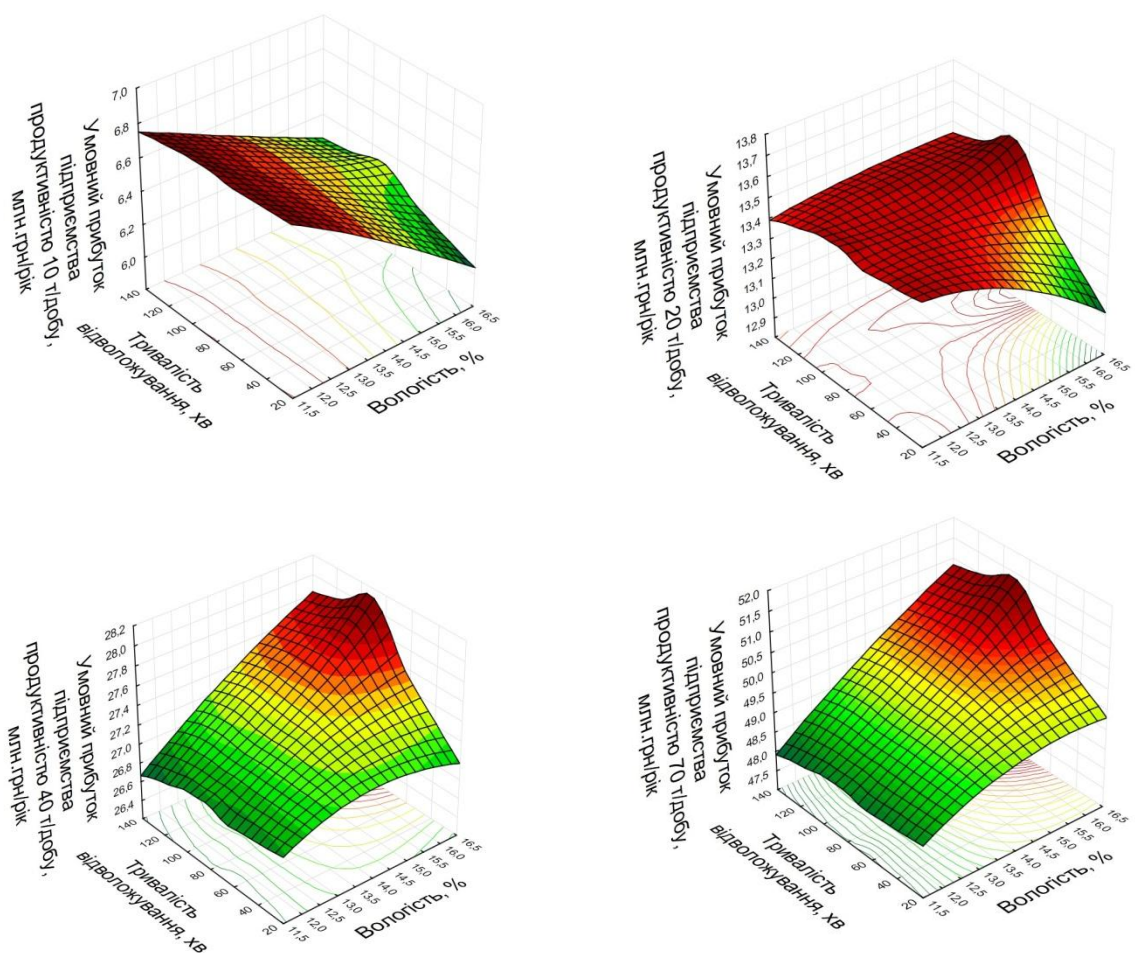


Рисунок Е 5 – Вплив режимів водотеплового оброблення на умовний прибуток підприємств продуктивністю 10, 20, 40 і 70 т/добу за тривалості лущення 100 с

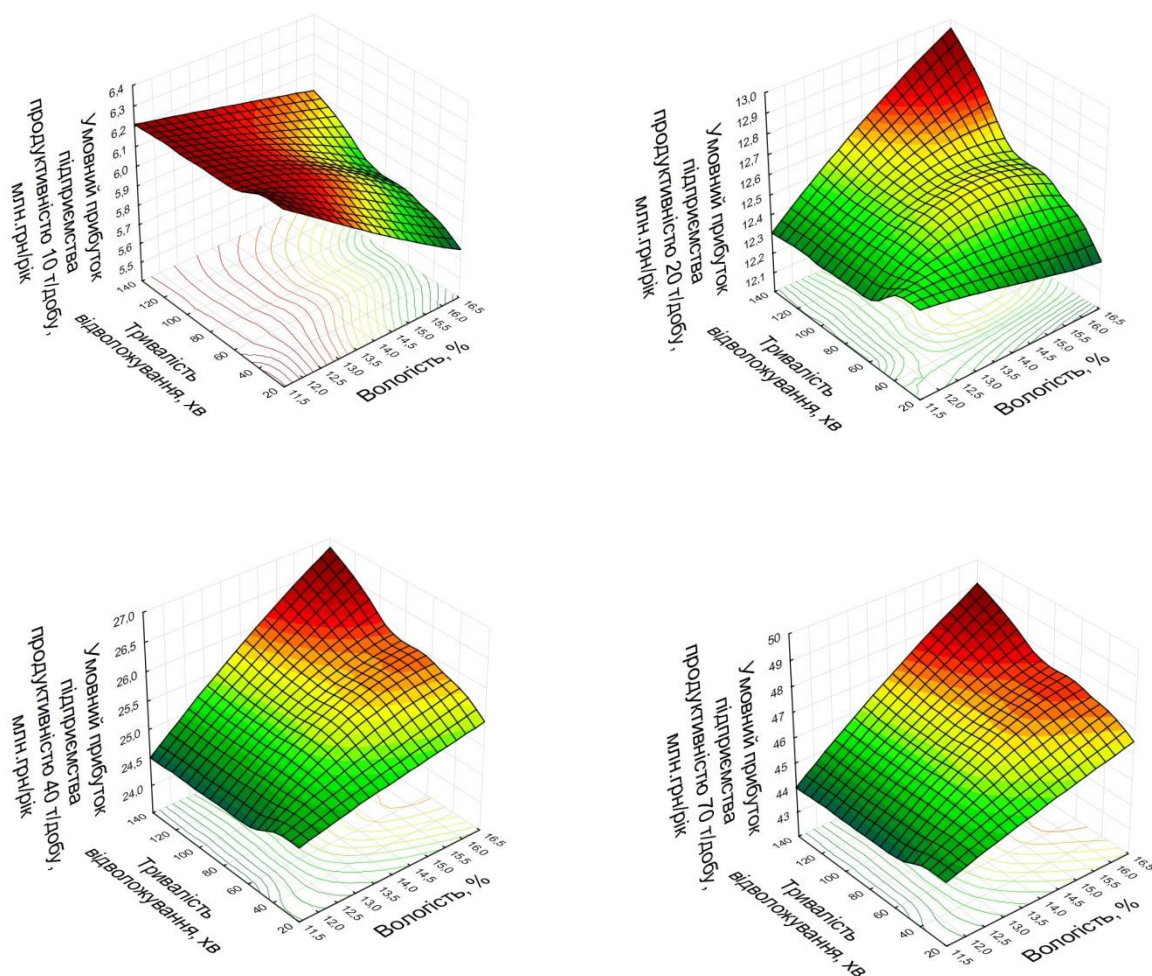


Рисунок Е 6 – Вплив режимів водотеплового оброблення на умовний прибуток підприємств продуктивністю 10, 20, 40 і 70 т/добу за тривалості лущення 140 с

Таблиця Е 8 – Коефіцієнт розварювання каші сорту Тактик залежно від тривалості лушення, %

Тривалість пропарювання, хв	Тривалість відволожування, хв	Індекс лушення, %							
		1,5	3,6	5,5	7,0	8,5	9,0	10,5	11,8
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	10	5	5	5	5	5	5	5	5
	15	5	5	5	5	5	5	5	5
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	10	5	5	5	5	5	5	5	5
	15	5	5	5	5	5	5	5	5
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	10	5	5	5	5	5	5	5	5
	15	5	5	5	5	5	5	5	5

Таблиця Е 9 – Запах каші сорту Тактик залежно від тривалості лушення

Тривалість пропарювання, хв	Тривалість відволожування, хв	Індекс лушення, %							
		1,5	3,6	5,5	7,0	8,5	9,0	10,5	11,8
5	5	9	9	9	9	9	9	9	9
	10	9	9	9	9	9	9	9	9
	15	9	9	9	9	9	9	9	9
10	5	9	9	9	9	9	9	9	9
	10	9	9	9	9	9	9	9	9
	15	9	9	9	9	9	9	9	9
15	5	9	9	9	9	9	9	9	9
	10	9	9	9	9	9	9	9	9
	15	9	9	9	9	9	9	9	9

Таблиця Е 10 – Смак каші сорту Тактик залежно від тривалості лущення

Тривалість пропарювання, хв	Тривалість відволожування, хв	Індекс лущення, %							
		1,5	3,6	5,5	7,0	8,5	9,0	10,5	11,8
5	5	9	9	9	9	9	9	9	9
	10	9	9	9	9	9	9	9	9
	15	9	9	9	9	9	9	9	9
10	5	9	9	9	9	9	9	9	9
	10	9	9	9	9	9	9	9	9
	15	9	9	9	9	9	9	9	9
15	5	9	9	9	9	9	9	9	9
	10	9	9	9	9	9	9	9	9
	15	9	9	9	9	9	9	9	9

**Таблиця Е 11 – Консистенція каші сорту Тактик залежно від тривалості
лущення**

Тривалість пропарювання, хв	Тривалість відволожування, хв	Індекс лушення, %							
		1,5	3,6	5,5	7,0	8,5	9,0	10,5	11,8
5	5	9	9	9	9	9	9	9	9
	10	9	9	9	9	9	9	9	9
	15	9	9	9	9	9	9	9	9
10	5	9	9	9	9	9	9	9	9
	10	9	9	9	9	9	9	9	9
	15	9	9	9	9	9	9	9	9
15	5	9	9	9	9	9	9	9	9
	10	9	9	9	9	9	9	9	9
	15	9	9	9	9	9	9	9	9

**Таблиця Е 12 – Консистенція каші під час розжовування сорту Тактик
залежно від тривалості лущення**

Тривалість пропарювання, хв	Тривалість відволожування, хв	Індекс лущення, %							
		1,5	3,6	5,5	7,0	8,5	9,0	10,5	11,8
5	5	3	3	3	5	5	7	7	7
	10	3	3	3	5	5	7	7	7
	15	3	3	3	5	5	7	7	7
10	5	3	3	3	5	5	7	7	7
	10	3	3	3	5	5	7	7	7
	15	3	3	3	5	5	7	7	7
15	5	3	3	3	5	5	7	7	7
	10	3	3	3	5	5	7	7	7
	15	3	3	3	5	5	7	7	7

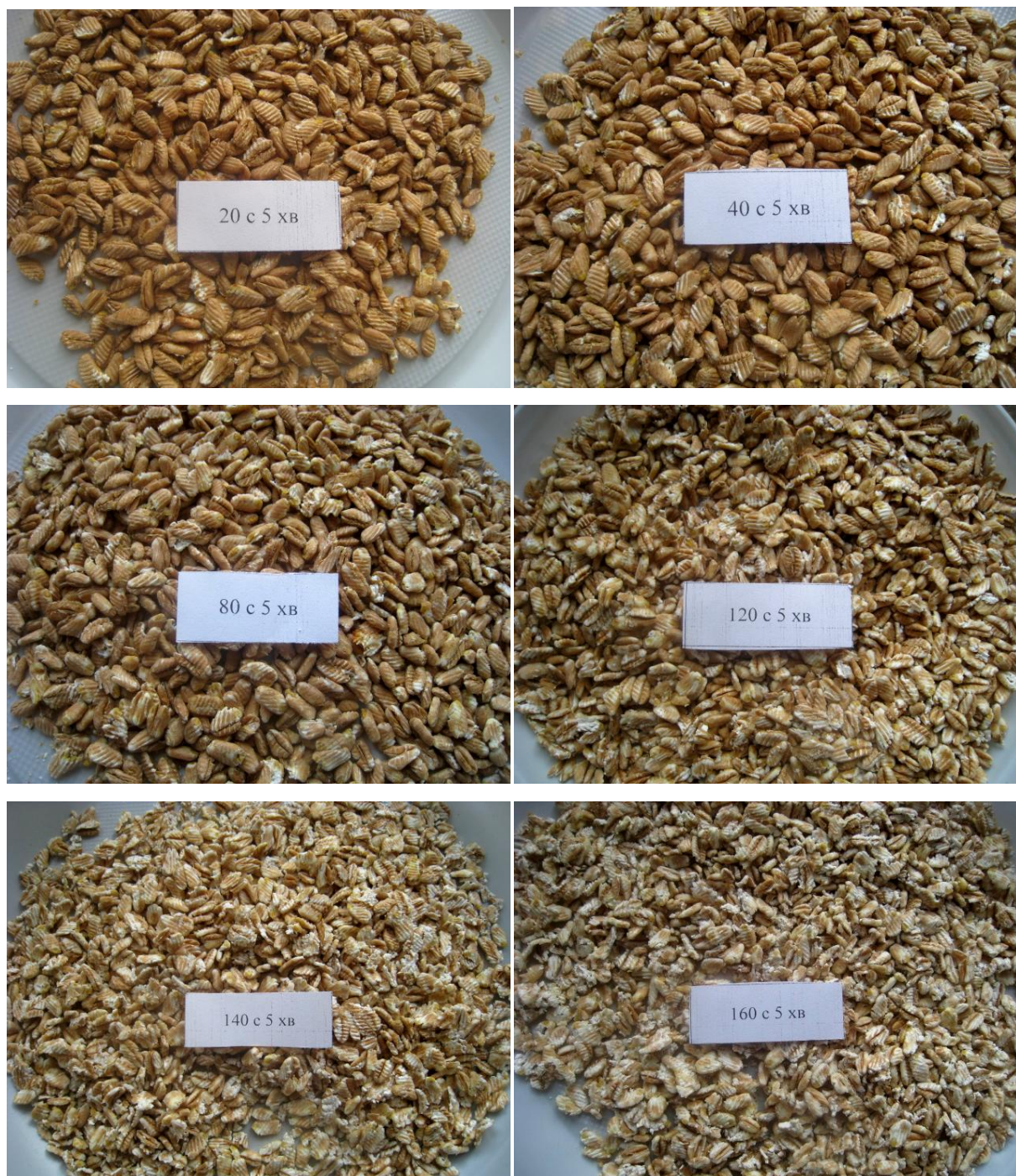


Рисунок Е 5 – Зовнішній вигляд крупи тритикалевої плющеної залежно від тривалості лушення, що вироблена за тривалості пропарювання і відволожуванням впродовж 5 хв

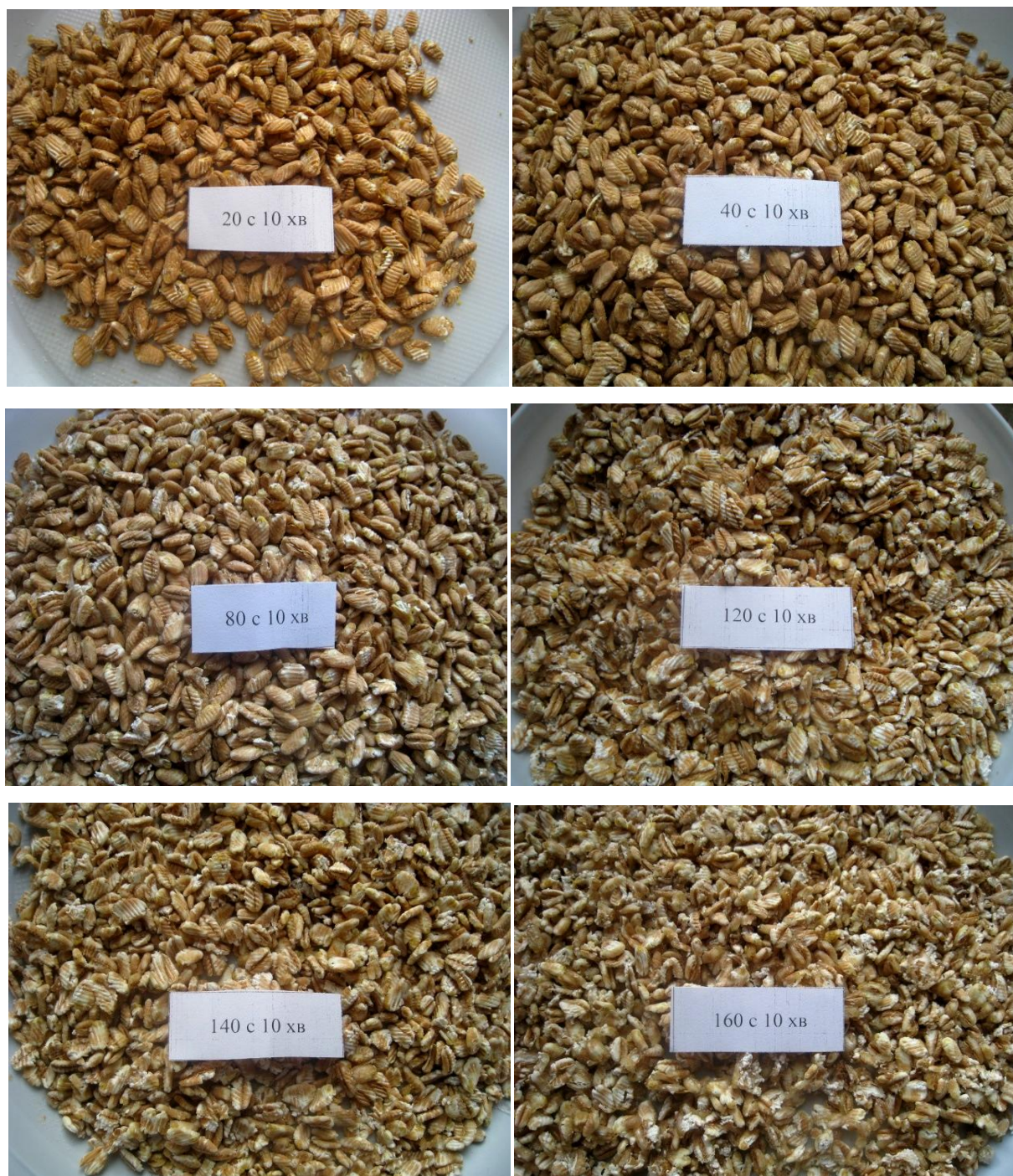


Рисунок Е 6 – Зовнішній вигляд крупи тритикалевої плющеної залежно від тривалості лушення, що вироблена за тривалості пропарювання 10 хв і відволожуванням впродовж 5 хв

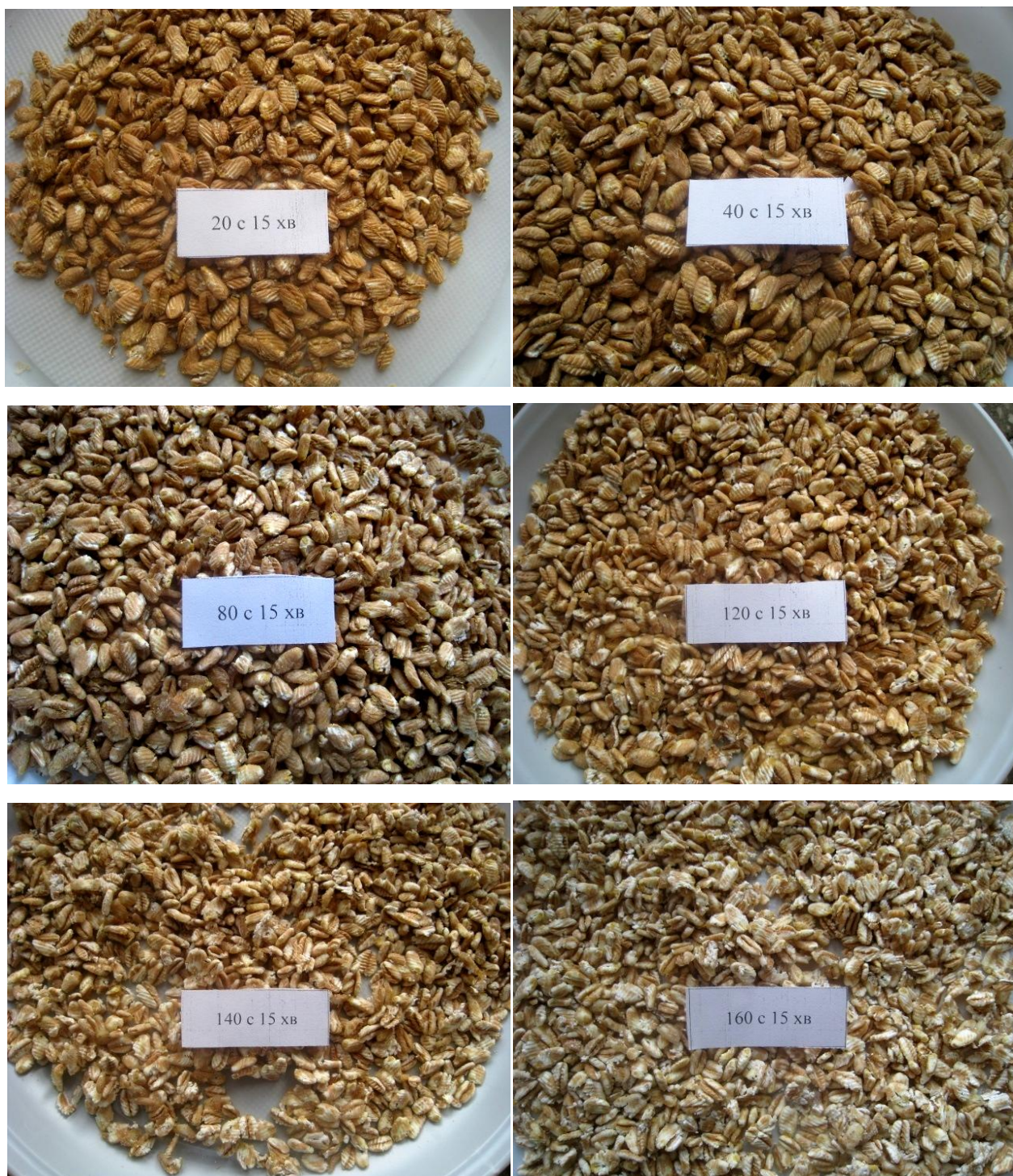


Рисунок Е 7 – Зовнішній вигляд крупи тритикалевої плющеної залежно від тривалості лушення, що вироблена за тривалості пропарювання 15 хв і відволожуванням впродовж 5 хв

ДОДАТОК Є
РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НА ПРИКЛАДІ
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КРУПІВ ІЗ ТРИТИКАЛЕ ПОДРІБНЕНИХ
№ 2, 3 ТА КРУПИ ТРИТИКАЛЕВОЇ ПЛЮЩЕНОЇ

Економічна ефективність від впровадження розроблених технологій оцінювали на прикладі проектів круп'яних заводів низької продуктивності (4т/добу). Під час проектування були враховані витрати на основні засоби та їх монтаж, сировину, витратні матеріали та оплата праці обслуговуючого персоналу. Технологічні схеми виробництва крупів із тритикале подрібнених № 2, 3 (Кд) та крупів тритикалевої плющеної (Кп) обрані відповідно до рекомендацій, що наведені в роботі. Вихідні дані для розрахунку наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності впровадження розроблених технологічних ліній

Показник	Кд	Кп
Продуктивність (П), т/добу	4	4
Річний робочий період (Р _п), діб	298	298
Вартість сировини (С _з), грн./т	1800	6000
Витрати на сировину в рік, тис. грн	2 145,6	7 152,0

Відповідно до встановлених норм виходу розроблений прайс-лист вартості основних продуктів перероблення зерна тритикале під час виробництва крупів подрібненої та плющеної за початкової вологості сировини 14,0%, що відповідає найменшому їх значенню (табл. 2, 3).

Розрахунок капітальних витрат, пов'язаних з придбанням устаткування.

1. Капітальні витрати, пов'язані з купівлею устаткування.

$$K_{\text{пр}} = \sum Z_i, \text{ тис. грн.}$$

Вартість устаткування за гуртовими цінами виробника:

$$C_6(K_d) = 2\,140\,200 \text{ грн.}$$

$$C_6(K_p) = 1\,548\,000 \text{ грн.}$$

Таблиця 2 – Прайс-лист на норми виходу круп'яних продуктів за технології виробництва крупи із тритикале подрібненої № 2 і 3

Асортимент	Норма виходу, %	Вартість, грн./т	Вартість продукції подібної до тієї, що випускається, грн./т
Крупа № 2	60,2	8 000	9500
Крупа № 3	16,1	8 500	9500
Мучка кормова	17,7	1 200	1400
Відходи І і ІІ категорій	5,3	700	800

Таблиця 3– Прайс-лист на норми виходу круп'яних продуктів за технології виробництва крупи тритикалевої плющеної

Асортимент	Норма виходу, %	Вартість, грн./т	Вартість продукції подібної до тієї, що випускається, грн./т
Крупа	92,4	10 000	12 000
Мучка кормова	2,7	1 200	1400
Відходи І і ІІ категорій	4,4	700	800

Витрати на запчастини складають 2 % від вартості устаткування.

$$З_{\text{зап.пр.}} (\text{Кд}) = 0,02 \times C_6 = 0,02 \times 2\,140\,200 = 42\,804 \text{ грн.}$$

$$З_{\text{зап.пр.}} (\text{Кп}) = 0,02 \times C_6 = 0,02 \times 1\,548\,000 = 30\,960 \text{ грн.}$$

Витрати на тару і упаковку складають 2 % від сумарної вартості устаткування і витрат на запчастини.

$$З_{\text{т.пр.}} (\text{Кд}) = 0,02 (C_6 + З_{\text{зап.пр.}}) = 0,02 (2\,140\,200 + 42\,804) = 43\,660 \text{ грн.}$$

$$З_{\text{т.пр.}} (\text{Кп}) = 0,02 (C_6 + З_{\text{зап.пр.}}) = 0,02 (1\,548\,000 + 30\,960) = 31\,579 \text{ грн.}$$

Витрати на комплектацію складають 0,7 % від вартості устаткування.

$$З_{к.пр.} (Кд) = 0,007 \times C_6 = 0,007 \times 2\,140\,200 = 14\,981 \text{ грн.}$$

$$З_{к.пр.} (Кп) = 0,007 \times C_6 = 0,007 \times 1\,548\,000 = 10\,836 \text{ грн.}$$

Витрати на заготівельно-складські роботи приймають 1,2% від суми вартості устаткування і витрат на запчастини.

$$P_{скл.пр.} (Кд) = 0,012 \times (C_6 + З_{зап.пр.}) = 0,012 \times (2\,140\,200 + 42\,804) = 26\,196 \text{ грн.}$$

$$P_{скл.пр.} (Кп) = 0,012 \times (C_6 + З_{зап.пр.}) = 0,012 \times (1\,548\,000 + 30\,960) = 18\,947 \text{ грн.}$$

Витрати на транспортування складають 3% від суми вартості устаткування, витрат на запчастини і упаковку.

$$З_{тр.пр.} (Кд) = 0,03 (C_6 + З_{зап.пр.} + З_{т.пр.}) = 0,03 (2\,140\,200 + 42\,804 + 43\,660) = 66\,799 \text{ грн.}$$

$$З_{тр.пр.} (Кп) = 0,03 (C_6 + З_{зап.пр.} + З_{т.пр.}) = 0,03 (1\,548\,000 + 30\,960 + 31\,579) = 48\,316 \text{ грн.}$$

ПДВ складає 18 % від суми вартості устаткування, витрат на запчастини і транспортування.

$$ПДВ_{пр} (Кд) = 0,18 (C_6 + З_{зап.пр.} + З_{тр.пр.}) = 0,18 (2\,140\,200 + 42\,804 + 66\,799) = 404\,964 \text{ грн.}$$

$$ПДВ_{пр} (Кп) = 0,18 (C_6 + З_{зап.пр.} + З_{тр.пр.}) = 0,18 (1\,548\,000 + 30\,960 + 48\,316) = 292\,909 \text{ грн.}$$

Націнка постачальницько-збутових організацій – 25% від вартості устаткування.

$$Н_{торг.пр.} (Кд) = 0,25 \times C_6 = 0,25 \times 2\,140\,200 = 535\,050 \text{ грн.}$$

$$Н_{торг.пр.} (Кп) = 0,25 \times C_6 = 0,25 \times 1\,548\,000 = 387\,000 \text{ грн.}$$

Зведені капітальні витрати наведено в табл. 4.

1. Капітальні витрати, пов'язані з монтажем устаткування.

Прямі витрати (Зпр)

$$З_{пр} = \sum Z_i, \text{ тис. грн.}$$

Зарплата персоналу, що здійснює монтаж визначається за формулою:

$$ЗП = T_p \times T_{ст}$$

T_p – трудоемність монтажу устаткування, людино-годин

$T_{ст}$ – тарифна ставка слюсаря 3 розряди, грн./годину

Переробне устаткування – 15.

Число днів на монтаж – 10.

Число робітників для монтажу – 6.

Зведні витрати на впровадження технологій наведені у таблиці 4.

Таблиця 4 – Загальні капітальні витрати на впровадження розроблених технологічних ліній

Назва витрат	Вартість, грн.	
	Кд	Кп
Вартість устаткування за гуртовими цінами підприємства-вигробника	2 140 200	1 548 000
Витрати на запчастини	42 804	30 960
Витрати на тару і упаковку	43 660	31 579
Витрати на комплектацію	14 981	10 836
Витрати на заготівельно-складські роботи	26 196	18 947
Витрати на транспортування	66 799	48 316
ПДВ	404 964	292 909
Націнка постачальницько-збутових організацій	535 050	387 000
Всього	3 274 654	2 368 547

$$T_p = \text{ТРД} \times \text{Д} \times \text{Ч} \times 3$$

ТРД – тривалість робочого дня, год.;

Д – число днів, необхідне для монтажу одиниці устаткування;

Ч – чисельність персоналу, необхідного для монтажу одиниці устаткування;

3 – кількість одиниць устаткування.

$$T_{p,пр.}(Кд) = 8 \times 10 \times 6 \times 20 = 9600 \text{ люд/годину}$$

$$T_{p.pr.}(Kп) = 8 \times 10 \times 6 \times 8 = 3840 \text{ люд/годину}$$

$$T_{ст} = O/T_{мас} = 2400/166 = 14,46 \text{ грн./годину}$$

O – оклад у місяць, грн.;

$T_{міс}$ – фонд робочого часу в місяць за законодавством, 166 годин

$$ЗП_{пр} (Кд) = 9600 \times 14,46 = 138\,816 \text{ грн.}$$

$$ЗП_{пр} (Кп) = 3840 \times 14,46 = 55\,526 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальні потреби (ЕСН = 26%)

$$O_{сн.pr} (Кд) = 0,26 \times ЗП_{пр} = 0,26 \times 138\,816 = 36\,092 \text{ грн.}$$

$$O_{сн.pr} (Кп) = 0,26 \times ЗП_{пр} = 0,26 \times 55\,526 = 14\,436 \text{ грн.}$$

Витрати на доставку устаткування приймають у розмірі 5% від ЗП.

$$З_{пр} (Кд) = 0,05 \times ЗП_{пр} = 0,05 \times 138\,816 = 6\,940 \text{ грн.}$$

$$З_{пр} (Кп) = 0,05 \times ЗП_{пр} = 0,05 \times 55\,526 = 2\,776 \text{ грн.}$$

Витрати на матеріали – 90% від ЗП.

$$З_{м.pr} (Кд) = 0,9 \times ЗП_{пр} = 0,9 \times 138\,816 = 124\,934 \text{ грн.}$$

$$З_{м.pr} (Кп) = 0,9 \times ЗП_{пр} = 0,9 \times 55\,526 = 49\,973 \text{ грн.}$$

Інші витрати – 5% від суми витрат на ЗП, доставку і матеріали.

$$З_{пр} (Кд) = 0,05 (ЗП_{пр} + З_{пр} + З_{м.pr}) = 0,05 (138\,816 + 6\,940 + 124\,934) = 13\,534 \text{ грн.}$$

$$З_{пр} (Кп) = 0,05 (ЗП_{пр} + З_{пр} + З_{м.pr}) = 0,05 (55\,526 + 2\,776 + 49\,973) = 5\,413 \text{ грн.}$$

Загальні прямі витрати наведено в таблиці 5.

Таблиця 5 – Прямі витрати, грн

Назва витрат	Вартість, грн	
	Кд	Кп
Зарплата персоналу	138 816	55 526
Відрахування на соціальні потреби	36 092	14 436
Витрати на доставку устаткування	6 940	2 776
Витрати на матеріали	124 934	49 973
Інші витрати	13 534	5 413
Всього	320 316	128 074

2. Накладні витрати приймають у розмірі 80% від прямих витрат.

$$НР_{пр} (Кд) = 0,8 \times З_{пр.пр} = 0,8 \times 320\,316 = 256\,252 \text{ грн.}$$

$$НР_{пр} (Кп) = 0,8 \times З_{пр.пр} = 0,8 \times 128\,074 = 102\,459 \text{ грн.}$$

3. Планові накопичення приймають у розмірі 8% від суми прямих витрат і накладних витрат.

$$ПН_{пр} (Кд) = 0,08 (З_{пр.пр} + НР_{пр}) = 0,08 (320\,316 + 256\,252) = 46\,125 \text{ грн.}$$

$$ПН_{пр} (Кп) = 0,08 (З_{пр.пр} + НР_{пр}) = 0,08 (128\,074 + 102\,459) = 18\,442 \text{ грн.}$$

Разом капітальні витрати на монтаж:

$$З_{кап.пр} (Кд) = 622\,697 \text{ грн.}$$

$$З_{кап.пр} (Кп) = 248\,975 \text{ грн.}$$

Витрата електроенергії на переробку 1 тонни продукції:

$$(Me \text{ Кд}) - 100 \text{ кВт} \times \text{год} / \text{т};$$

$$(Me \text{ Кп}) - 120 \text{ кВт} \times \text{год} / \text{т}.$$

Питома вартість електроенергії (Te) – 1,47 грн./кВт-год;

Річні витрати на електроенергію

$$Re (Кд) = П \times Рп \times Me \times Te = 4 \times 298 \times 100 \times 1,47 = 175\,224 \text{ грн.};$$

$$Re (Кп) = П \times Рп \times Me \times Te = 4 \times 298 \times 120 \times 1,47 = 210\,268 \text{ грн.}$$

Кількість ІТР і робочих, необхідних для обслуговування лінії на добу ($Ч_{обсл.}$) – 4 чол.;

Середня місячна заробітна плата:

$$(ЗП) - 2800 \text{ грн.} = 2800 / 166,7 = 16,86 \text{ грн./годину};$$

Робочий день (P_d) – 8 годин.

Річний бюджет заробітної плати

$$\Gamma_{б.з.} = Ч_{обсл.} \times T_{міс.} \times 12 = 4 \times 166,7 \times 12 \times 16,86 = 134\,906,98 \text{ грн.}$$

$$ЕСН = 134\,906,98 \times 0,366 = 49\,375,96 \text{ грн.,}$$

де $36,6\% = 28\% - \text{пенсійний збір} + 4\% - \text{соціальний збір} + 3,6\% - \text{медецинський збір} + 1\%.$

Вартість устаткування і його монтажу:

$$K_{з.пр.} (Кд) = K_{з.пр} + З_{кап.пр} = 3\,274\,654 + 622\,697 = 3\,897\,351 \text{ грн.};$$

$$K_{з.пр.} (Кп) = K_{з.пр} + З_{кап.пр} = 2\,368\,547 + 248\,975 = 2\,617\,522 \text{ грн.}$$

Амортизація:

$$A_{об} (КД) = K_{з.пр.} \times H_a^a = 3\,897\,351 \times 0,1 = 389\,735,1 \text{ грн.};$$

$$A_{об} (КП) = K_{з.пр.} \times H_a^a = 2\,617\,522 \times 0,1 = 261\,752,2 \text{ грн.},$$

де H_a^a – галузева норма активної частини основних доходів (10%);

$K_{з.пр.}$ – вартість устаткування.

Інші витрати = 10 % від суми матеріальних витрат, Гб.з., ЕСН, амортизації.

$$Ів (КД) = (134\,906,98 + 49\,375 + 389\,735,1) \times 0,1 = 57\,401 \text{ грн.}$$

$$Ів (КП) = (134\,906,98 + 49\,375 + 261\,752,2) \times 0,1 = 44\,603 \text{ грн.}$$

Повна собівартість ($C_{повн}$) = сума усіх витрат:

$$C_{повн} (КД) = 3\,897\,351 + 389\,735 + 57\,401 + 2\,145\,600 = 6\,490\,087 \text{ грн.};$$

$$C_{повн} (КП) = 2\,617\,522 + 261\,752 + 44\,603 + 7\,152\,000 = 10\,075\,877 \text{ грн.}$$

Вартість товарної продукції :

$C_{тп} = П \times Рп \times ТРД \times \sum$ витрат на готову продукцію;

$$C_{тп} (КД) = 4 \times 298 \times (8\,000 \times 0,602 + 8\,500 \times 0,161 + 1\,200 \times 0,177 + 700 \times 0,053) = 7\,669\,328 \text{ грн.}$$

$$C_{тп} (КП) = 4 \times 298 \times 8 \times (10\,000 \times 0,92 + 1200 \times 0,02 + 700 \times 0,04) = 11\,028\,384 \text{ грн.}$$

Плановий прибуток від реалізації продукції:

$$П_{реал} = C_{тп} - C_{повн}$$

$$П_{реал} (КД) = 7\,669\,328 - 6\,490\,087 = 1\,179\,241 \text{ грн.};$$

$$П_{реал} (КП) = 11\,028\,384 - 10\,075\,877 = 952\,507 \text{ грн.}$$

Плановий – чистий прибуток (з урахуванням податку на прибуток):

$$П_ч (КД) = П_{реал} \times 0,8 = 1\,179\,241 \times 0,80 = 943\,392,8 \text{ грн.};$$

$$П_ч (КП) = П_{реал} \times 0,8 = 952\,507 \times 0,80 = 762\,005 \text{ грн.}$$

Рентабельність виробництва :

$$R_a (КД) = П_ч / C_{повн} \times 100 = 943\,392,8 / 6\,490\,087 \times 100 = 14,5 \%;$$

$$R_a (КП) = П_ч / C_{повн} \times 100 = 762\,005 / 10\,075\,877 \times 100 = 7,5 \%.$$

Термін окупності капітальних вкладень:

$$T_e (КД) = K_{з.пр.} / П_ч = 3\,274\,654 / 943\,392,8 = 3,4 \text{ роки.}$$

$$T_e (K_p) = K_{з.пр} / П_ч = 2\,271\,071,1 / 762\,005 = 3,1 \text{ роки.}$$

Основні техніко-економічні показники виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале наведено в табл. 6.

Таблиця 6 – Техніко-економічні показники на впровадження розроблених технологічних ліній

Назва показника	Значення показника	
	Кд	Кп
Плановий прибуток від реалізації продукції, грн	1 179 241	952 507
Плановий-чистий прибуток, грн	943 392,8	762 005
Рентабельність виробництва, %	14,5	7,5
Термін окупності капітальних вкладень, рік	3,4	3,1

Розробив: викладач кафедри технології
зберігання і переробки зерна Уманського НУС

Новіков В. В.

ДОДАТОК Ж
РЕКОМЕНДАЦІЇ З ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КРУПИ ІЗ
ТРИТИКАЛЕ ПОДРІБНЕНОЇ № 1, 2, 3

ПОГОДЖЕНО

Вчена рада інженерно-технологічного факультету Уманського НУС, протокол № 6 від «09» червня 2016 р.

Голова вченої ради, декан інженерно-технологічного факультету,
к. т. н., доцент


Пушка О.С.
« 09 » червня 2016 р

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з наукової та інноваційної діяльності Уманського НУС
д. с.-г. н., професор


Карпенко В.П.
« 09 » червня 2016 р



РЕКОМЕНДАЦІЇ

з технології виробництва крупи із тритикале подрібненої № 1, 2, 3

Рекомендації розроблені відповідно до виконаних експериментальних та аналітичних наукових досліджень в Уманському національному університеті садівництва і можуть бути використані на круп'яних підприємствах під час виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале подрібнених.

За біологічними та технологічними характеристиками зерно тритикале є гібридом пшениці та жита. Крупи виробляють із постачальницького зерна тритикале озимого м'якозерного, фізичні властивості та хімічний склад основних речовин якого наближається до базису (табл. 1).

Крупи із тритикале виробляють подрібнені. Залежно від технології виробництва та розміру крупинок їх поділяють на крупи із тритикале подрібнені № 1, 2, 3. Під час підготовки зерна до виробництва круп'яних продуктів здійснюють очищення від побічних продуктів – мучки та відходів кормових I і II категорій; відходів III категорії.

Технологічний процес здійснюється в такій послідовності: приймання, розміщення, зберігання зерна тритикале; очищення зерна від мінеральних,

органічних та металоманітних домішок; лушення зерна та виділення мучки; подрібнення лущеного зерна; сортування круп'яних продуктів; фасування.

Принципальна технологічна схема виробництва крупів із тритикале подрібнених № 1, 2, 3 аналогічна схемі виробництва крупів із м'якої пшениці подрібнених № 1, 2, 3 (Рисунок).

Таблиця 1 – Показники якості зерна тритикале

Показники якості	Характеристика і норма	Базис
Фізичні властивості		
Маса 1000 зерен, г	41–55	36,7–49,9
Натура, г/л	643–728	630–750
Хімічний склад основних речовин		
Вміст білка, %	15,2–18,4	10–18
Вміст крохмалю, %	63,3–68,3	59–65
Вміст клітковини, %	2,21–2,46	2,66–3,18
Вміст золи, %	1,73–1,94	1,69–2,35

Очищення зерна тритикале проводять без поділу на крупні і середню фракції, але з відбором дрібної фракції (прохід крізь пробивне сито 2,0×20 мм), яку спрямовують у відходи I і II категорій.

Для одержання крупи із тритикале подрібненої № 1 зерно тритикале за початкової вологості 12,0–14,0 % направляють на лушення (дві системи) без додаткового подрібнення. Крупи із тритикале подрібнені № 2 і 3 виробляють із крупи № 1 шляхом її подрібнення на вальцевому верстаті. Для лушення зерна застосовують машини типу «Каскад» , параметри яких наведена в табл. 2.

Таблиця 2 – Характеристика робочих органів лущильника «Каскад»

Система	Частота обертів ротора об/хв	Витрата повітря аспіраційної мережі, м ³ /год	Кількість шліфувальних кругів, шт	Індекс лушення, %
1	960–1420	500–1200	2–4	4,5
2	960–1420	500–1200	2–4	4,5

Подрібнення проводять у вальцевому верстаті, параметри якого вказані на рис. 1.

Продукти після лущення та подрібнення провіюють і сортують за крупністю у розсійниках із застосуванням сит, наведених у табл. 3.

Таблиця 3 – Характеристика крупів із тритикале подрібнених № 1, 2, 3 за крупністю

Номер круп	Діаметри отворів двох суміжних пробивних сит, мм		Норма проходу та сходу двох суміжних сит, %, не менше
	прохід	схід	
№1	3,5	2,0	70
№2	2,0	1,5	70
№3	1,5	0,63	70

Контроль мучки здійснюють на ситі 063 з дротяної сітки з подальшим пропуском крізь магнітні сепаратори. Вміст частинок ядра (схід із сита 063) у мучці не повинен перевищувати 5 % від її маси. На операціях ситового контролю мучки, лузги, відходів I–II категорії допускається застосування буратів, центрифугалів, крупосортувалок і розсійників. Рекомендовані норми виходу крупів і відходів під час перероблення зерна тритикале наведені у табл. 4–5.

Таблиця 4 – Вихід крупів із тритикале подрібнених № 1 за початкової вологості зерна 12,0–14,0 %

Продукти перероблення	Початкова вологість, %		
	12,0	13,0	14,0
Крупи із тритикале подрібнені № 1			
Вихід крупи № 1, %	81,7	84,1	83,6
Мучка кормова, %	10,6	8,3	9,0
Дрібка, %	7,0	6,9	6,7
Механічні втрати, %	0,7	0,7	0,7

За зовнішнім виглядом крупа із тритикале подрібнена № 1 становить зерно тритикале, яке частково звільнене від зародка, плодових і насіннєвих оболонок, подовженої та овальної форми із закругленими кінцями.

Частинки подрібненого зерна тритикале, яке частково звільнене від зародка, плодових і насінневих оболонок, крупинки різної форми становлять крупу №2 і 3.

Таблиця 5 – Вихід крупів із тритикале подрібнених № 2, 3 за початкової вологості зерна 12,0–14,0 %

Продукти перероблення	Початкова вологість, %		
	12,0	13,0	14,0
Крупа № 2, %	58,5	60,9	60,2
Крупа № 3, %	15,6	16,2	16,1
Всього крупів, %	74,1	77,1	76,3
Мучка, %	19,9	16,9	17,7
Відходи I і II кат., %	5,3	5,3	5,3
Механічні втрати, %	0,7	0,7	0,7
Всього, %	100	100	100

Професор кафедри технології зберігання
і переробки зерна НУХТ, доктор техн. наук



Дмитрук Є. А.

Доцент кафедри технології зберігання
і переробки зерна, к. с.-г. н.



Любич В. В.

Викладач кафедри технології зберігання
і переробки зерна



Новіков В. В.

ДОДАТОК 3
РЕКОМЕНДАЦІЇ З ТЕХНОЛОГІЇ НА ВИРОБНИЦТВА КРУПИ
ТРИТИКАЛЕВОЇ ПЛЮЩЕНОЇ

ПОГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вчена рада інженерно-технологічного факультету Уманського НУС, діяльності Уманського НУС
протокол

№ 6 від «09» червня 2016 р.

Голова вченої ради, декан інженерно-технологічного факультету, к. т. н. _____ 2016 р

доцент

_____ Пушка О.С

« 09 » червня 2016 р

РЕКОМЕНДАЦІЇ

з технології на виробництва крупи тритикалевої плющеної

Рекомендації розроблені відповідно до виконаних експериментальних та аналітичних наукових досліджень в Уманському національному університеті садівництва і можуть бути використані на круп'яних підприємствах під час виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале подрібнених.

Крупи тритикалеві плющені виробляють з крупів із тритикале подрібнених № 1.

Під час підготовки зерна до перероблення на круп'яні продукти виділяють:

- побічні продукти – мучка та відходи кормові I і II категорій;
- відходи не кормові III категорії.

Технологічний процес здійснюється в такій послідовності:

- приймання, розміщення, зберігання сировини;
- гаряче кондиціювання крупи;
- плющення пропареної та відволоженої крупи;
- сушіння;
- охолодження;

- сортування круп'яних продуктів;
- фасування.

Принципіальна технологічна схема по виробництву крупів тритикалевих плющених наведена на рис.

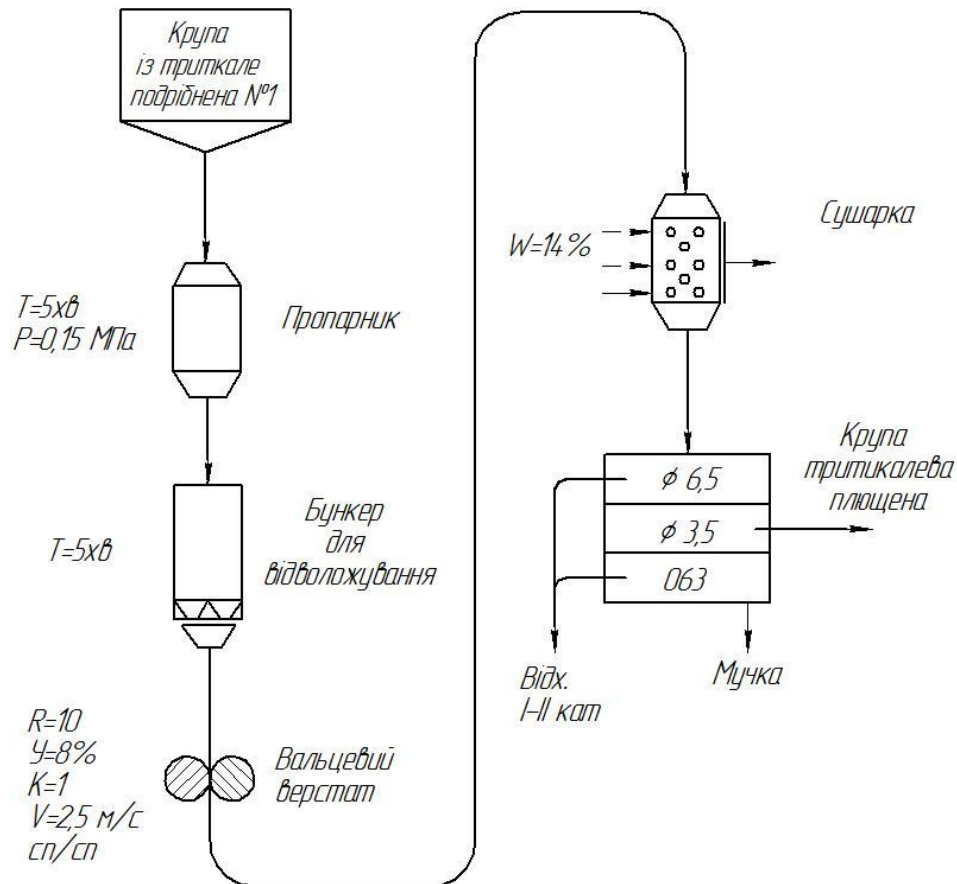


Рисунок Технологія виробництва крупів тритикалевої плющеної

Пропарювання крупів проводять у пропарювачах періодичної дії за тиску насиченої пари 0,1–0,15 МПа та експозиції пропарювання 5 хв. Вологість крупів після пропарювання становить не більше 25 %.

Пропарені крупи проходять процес відволожування при постійному перемішуванні крупів упродовж 5 хв.

Плющення крупів проводять в плющильних або вальцевих верстатах при встановленні диференціалу 1:1. При використанні вальцевих верстатів

встановлюють такий режим роботи: кут нахилу рифлів – 3, кількість рифлів на 1 см – 6–8, розташування рифлів сп/сп, зазор – 0,5 мм.

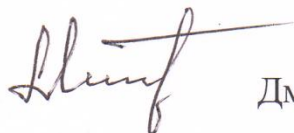
Плющені крупи висушують до вологості не більше 14 % та охолоджують до температури робочого приміщення. Крупу тритикалеву плющену отримують проходом сита Ø 6,5 мм і сходом сита Ø 3,5 мм під час сортування, відбираючи утворені під час сушіння грудочки злиплих крупинок, а також дрібні частинки зруйнованих крупинок і мучку.

Після просіювання готові крупи подають на фасування і пакування в пачки масою 0,5–1,0 кг. Режим роботи транспортного обладнання повинен бути таким, щоб він не спричиняв руйнування плющених круп.

Вихід крупів стосовно до маси сировини, яка надходить, повинен становити не менше 92 %.

Порядок розрахунку виходу проводять відповідно рекомендацій правил організації та ведення технологічного процесу на круп'яних заводах.

Професор кафедри технології зберігання
і переробки зерна НУХТ, доктор техн. наук



Дмитрук Є. А.

Доцент кафедри технології зберігання
і переробки зерна, к. с.-г. н.



Любич В. В.

Викладач кафедри технології зберігання
і переробки зерна



Новіков В. В.

ДОДАТОК И
ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ЗАЛЕЖНО ВІД
ГЕОМЕТРИЧНИХ РОЗМІРІВ

Таблиця И 1 – Довжина зерна тритикале залежно від сорту та геометричних розмірів, мм

Схід пробивного сита	Сорт				
	Алکید	Тактик	Лінія ЛР 195	Стратег	Хлібодар харківський
3,2×20 мм	8,9	8,7	8,6	8,4	8,8
3,0×20 мм	8,4	8,6	8,0	8,0	7,9
2,8×20 мм	8,0	8,1	7,7	8,2	7,7
2,6×20 мм	7,9	6,7	7,8	7,9	7,3
2,4×20 мм	7,7	7,4	7,6	7,3	7,2
2,2×20 мм	7,2	7,1	6,9	6,9	6,2
2,0×20 мм	6,8	6,6	6,8	6,7	6,6
Без фракціонування	8,3	8,1	8,2	8,3	7,4

Таблиця И 2 – Ширина зерна тритикале залежно від сорту та геометричних розмірів, мм

Схід пробивного сита	Сорт				
	Алکید	Тактик	Лінія ЛР 195	Стратег	Хлібодар харківський
3,2×20 мм	3,6	3,5	3,7	3,2	3,45
3,0×20 мм	3,1	3,1	3,2	3,1	3,19
2,8×20 мм	2,9	2,8	2,8	2,9	3,12
2,6×20 мм	2,8	2,8	2,7	2,8	2,98
2,4×20 мм	2,6	2,5	2,5	2,4	2,84
2,2×20 мм	2,8	2,3	2,4	2,7	2,66
2,0×20 мм	2,1	2,1	2,1	2,1	2,09
Без фракціонування	3,3	3,1	3,3	3,1	2,9

Таблиця И 3 – Товщина зерна тритикале залежно від сорту та геометричних розмірів, мм

Схід пробивного сита	Сорт				
	Алгід	Тактик	Лінія ЛР 195	Стратег	Хлібодар харківський
3,2×20 мм	3,2	3,5	3,4	3,3	3,4
3,0×20 мм	3,1	3,2	3,1	3,1	3,0
2,8×20 мм	3,0	3,0	3,3	3,0	2,8
2,6×20 мм	2,7	2,9	3,1	2,5	2,7
2,4×20 мм	2,5	2,1	3,2	2,8	2,5
2,2×20 мм	2,1	2,1	2,3	2,2	2,2
2,0×20 мм	1,8	1,7	2,1	1,8	2,9
Без фракціонування	3,2	3,1	3,3	3,2	2,8

Таблиця И 4 – Площа зовнішньої поверхні зерна тритикале залежно від сорту та геометричних розмірів, мм

Схід пробивного сита	Сорт				
	Алکید	Тактик	Лінія ЛР 195	Стратег	Хлібодар харківський
3,2×20 мм	119,9	116,4	119,5	102,8	116,1
3,0×20 мм	99,0	102,7	95,6	93,2	94,7
2,8×20 мм	88,0	87,3	83,9	90,9	88,8
2,6×20 мм	82,6	68,4	81,7	81,4	79,8
2,4×20 мм	74,6	66,6	75,8	67,3	74,4
2,2×20 мм	70,0	59,2	59,5	64,7	56,3
2,0×20 мм	50,9	48,2	52,2	49,7	50,7
Без фракціонування	103,0	94,6	102,3	98,2	78,6