

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему:

Удосконалення технології вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТ-1-24
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Валерій ШЕВЛЮК

Керівник: _____ Олег ТЕРТИШНИЙ

Дніпро 2025

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

_____ Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«24» жовтня 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Шевлюку Валерію Григоровичу

1. Тема роботи: «Удосконалення технології вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння».

Керівник роботи: Тертишний Олег Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «24» жовтня 2025 року № 3184.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 11 грудня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання.

2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва круп'яних продуктів. 3 Нормативно-технологічна документація та інструкції

щодо ведення технологічних процесів на підприємствах з виробництва круп.

4 Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літературних джерел. 2 Матеріали та методи досліджень. 3 Результати експериментальних досліджень та їх обговорення.

4 Практична реалізація результатів експериментальних досліджень. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина.

Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Аналітичний огляд. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Схеми проведення експериментальних досліджень. 4 Результати досліджень та їх аналіз. 5 Практична реалізація результатів досліджень. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	24.10.2025	11.12.2025
5	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	24.10.2025	11.12.2025
6	доцент ТЕРТИШНИЙ Олег	24.10.2025	11.12.2025

7. Дата видачі завдання 24 жовтня 2025 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	24.10-27.10.25	виконано
2	Огляд літературних джерел	28.10-07.11.25	виконано
3	Матеріали та методи досліджень	08.11-14.11.25	виконано
4	Результати експериментальних досліджень та їх обговорення	15.11-30.11.25	виконано
5	Практична реалізація результатів експериментальних досліджень	01.12-06.12.25	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.12-08.12.25	виконано
7	Організаційно-економічна частина	09.12.25	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	10.12.25	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	11.12.25	виконано

Здобувач вищої освіти

_____ Валерій ШЕВЛЮК
(підпис)

Керівник роботи

_____ Олег ТЕРТИШНИЙ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: «Удосконалення технології вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння»

Кваліфікаційна робота: 80 сторінок, 14 рисунків, 11 таблиць, 0 додатків, 44 літературних джерел.

Мета роботи – удосконалення технології вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння, що дозволяє більш раціонально використовувати зернові ресурси.

Об'єкт дослідження – процес виробництва вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння.

Предмет дослідження – технологічні параметри, способи обробки та фактори, що впливають на удосконалення технології отримання вівсяного продукту швидкого приготування для раціонального використання зернових ресурсів.

Актуальність теми зумовлена зростанням попиту на швидкі у приготуванні, поживні та зручні у використанні харчові продукти, що відповідають сучасному темпу життя. Вівсяні круп'яні продукти, які не потребують варіння, дозволяють підвищити ефективність переробки зернових ресурсів, зменшити енергозатрати та розширити асортимент корисних продуктів для різних груп споживачів. Удосконалення технології таких продуктів сприяє створенню якісних, інноваційних та конкурентоспроможних харчових виробів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

Вівсяні продукти, технологія, швидке приготування, круп'яна сировина, обробка зерна, екструзія, тепловологісна обробка, споживчі властивості, харчова цінність, раціональне використання ресурсів, удосконалення технології.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	9
1.1 Харчова цінність круп'яних продуктів, що не потребують варіння.....	9
1.2 Асортимент круп'яних продуктів, що не потребують варіння	20
1.3 Вимоги до якості сировини і готової продукції.....	22
1.3.1 Вимоги до якості сировини.....	22
1.3.2 Вимоги до якості готової продукції.....	24
Висновки за розділом	25
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
2.1 Матеріали досліджень	27
2.2 Методи досліджень.....	28
Висновки за розділом	30
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	32
3.1 Дослідження впливу ступеня зволоження, часу відволоження та температури води на набухання продукту	32
3.2 Вплив повторного зволоження та відволоження на набухання продукту	39
3.3 Зміна вологості продукту під час пропарювання.....	41
3.4 Зміна кислотності продукту під час обробки	45
3.5 Вплив ступеня зволоження та тривалості пропарювання на набухання продукту	46
3.6 Вплив ступеню зволоження та тривалості пропарювання на здатність продукту зв'язувати воду.....	49
3.7 Експериментальна перевірка способу одержання вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння у лабораторних умовах	53
3.8 Дослідження стійкості продукту під час зберігання.....	55

Висновки за розділом	56
4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	59
4.1 Рекомендована технологічна схема отримання вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння	59
Висновки за розділом	61
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	62
5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва круп'яних продуктів швидкого приготування.....	62
5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва круп'яних продуктів швидкого приготування.....	65
Висновки за розділом	67
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	68
6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	68
6.2 Розрахунок вартості дослідження	71
Висновки за розділом	72
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	73
БІБЛІОГРАФІЯ	75

ВСТУП

Харчування людини є одним з найважливіших факторів, що визначають здоров'я населення. Правильне харчування забезпечує нормальний ріст і розвиток, сприяє профілактиці захворювань, продовженню життя людей, підвищенню працездатності і створює умови для адекватної адаптації до навколишнього середовища.

Більшість населення України страждає на порушення повноцінного харчування, що обумовлені як недостатнім споживанням харчових речовин, і нераціональним їх співвідношенням. Не викликає сумнівів, що невід'ємним атрибутом повноцінного раціону харчування є злакові культури та продукти їх переробки. Однак одним із суттєвих недоліків більшості видів традиційних круп є відносно велика тривалість їхнього варіння. У зв'язку з цим, сучасні тенденції здорового харчування, зростаюча динаміка життя, велика зайнятість населення, диктують необхідність створення нових продуктів з підвищеної біологічної та фізіологічної цінності, безпечних у споживанні, що дозволяють суттєво економити самий важливий ресурс людини – час. До такого нового покоління продуктів здорового харчування можна віднести випуск круп'яних продуктів швидкого приготування, які дозволяють не тільки залишити різноманітний та повноцінний раціон, але й суттєво заощадити час. Зернові продукти швидкого приготування є сучасним видом харчування, повнораціонним за балансом поживних речовин, енергетичної цінності і одночасно є професійним засобом від цілого ряду захворювань шлунково-кишкового тракту, обміну речовин, серцево-судинної системи [11, 15, 18].

Асортимент продуктів швидкого приготування на сьогоднішній день досить різноманітний і включає в себе різні крупи швидкого приготування, пластівці, сухі сніданки, повітряні зерна і інші зернові продукти, хоча ринок таких продуктів розвивається швидкими темпами, водночас зростає потреба населення у продуктах

швидкого приготування. Тому, можна сказати, що асортимент зернових продуктів швидкого приготування відповідає попиту населення.

Важливо також і те, що в процесі обробки зерна значна кількість вітамінів, мінеральних елементів і харчових волокон переходить у побічні продукти чи відходи. До теперішнього часу розроблено недостатньо способів ефективного використання цих побічних продуктів, зокрема, подрібненої крупи.

У зв'язку з цим необхідно приділяти велику увагу розробці маловідходних і енергозберігаючих технологій переробки зернової сировини, розроблення технологій виробництва нових видів круп'яних продуктів, що не вимагають додаткової кулінарної обробки, що дозволяють розширити асортимент та забезпечити конкурентоспроможність вітчизняної продукції.

Метою роботи є удосконалення технології вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння, що дозволяє більш раціонально використовувати зернові ресурси.

Для досягнення поставленої цілі було визначено наступні задачі:

- дослідити побічні продукти виробництва вівсяної неподрібненої крупи і оцінити можливість їх застосування для отримання круп'яного продукту, що не потребує варіння;
- дослідити процес отримання круп'яного продукту, не що потребує варіння, з колотого ядра вівса та визначити його оптимальні параметри;
- вивчити вплив основних параметрів волого-теплової обробки на показники якості та стійкості круп'яного продукту при зберіганні;
- дослідити можливість практичної реалізації отриманих результатів;
- розрахувати вартість проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – процес виробництва вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння.

Предмет дослідження – технологічні параметри, способи обробки та фактори, що впливають на удосконалення технології отримання вівсяного продукту швидкого приготування для раціонального використання зернових ресурсів.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Харчова цінність круп'яних продуктів, що не потребують варіння

Харчова цінність продукту – це сукупність властивостей харчового продукту, за наявності яких задовольняються фізіологічні потреби людини в необхідних речовинах і енергії. Харчова цінність продукту визначається кількістю та співвідношенням вмісту в ньому нутрієнтів, доброякісністю і біологічною цінністю, засвоюваністю, смаком, запахом і фізіологічною корисністю, тобто є сукупністю всіх корисних якостей [11, 19]. Харчова цінність продукту тим вище, ніж більшою мірою і він задовольняє потребам організму в харчових речовинах. Харчова цінність крупи, як і інших продуктів харчування, визначається здатністю задовольняти потреби організму людини у харчових речовинах, необхідних для його зростання і життєдіяльності [9, 16].

Найважливішим показником харчової цінності продукту є, перш за все, енергетична цінність. Енергетична цінність – це кількість енергії (Ккал, кДж), яке про вивільненні в організмі людини з їжі при її перетравленні. Найбільша енергетична цінність у вівсяній крупі (1444 кДж), більш низька у гречаної ядриці (1377 кДж), і у рисової крупі (1351 кДж) [12, 15].

Біологічна цінність – це показник якості харчового білка, що відображає ступінь відповідності його амінокислотного складу потребам організму в амінокислотах для синтезу білка.

Жири характеризуються таким показником як біологічна ефективність. Біологічна ефективність – показник якості жирових компонентів їжі, відображаючий вміст в них поліненасичених жирних кислот, так як ці кислоти не синтезуються в організмі людини і повинні надходити з їжею [22, 23].

Але харчова цінність визначається цими трьома показниками в повному обсязі. На її формування впливає вміст таких біологічно активних речовин, як

вітаміни і мінерали, а також засвоюваність продукту. На засвоюваність продукту надає вплив зовнішній вигляд, смак і аромат продукту, що готується.

Таким чином, харчова цінність круп визначається трьома факторами: енергетичною цінністю даного виду та сорту крупи; вмістом білків, вуглеводів, жирів, вітамінів та мінеральних речовин; зовнішнім виглядом та ароматом харчового продукту [12, 15, 22].

Хімічний склад круп представлений в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад круп (г на 100 г продукту)

Продукт	Вода	Білки	Жири	Моно і дисахариди	Крохмаль	Харчові волокна	Зола
Манна крупа	14,0	10,3	1,0	1,6	68,5	3,6	0,5
Гречана крупа	14,0	12,6	3,3	1,4	55,4	11,3	1,7
Рисова крупа	14,0	7,0	1,0	0,7	72,9	3,0	0,7
Пшоно	14,0	11,5	3,3	1,7	64,6	3,6	1,1
Вівсяна крупа	12,0	12,3	6,1	0,9	58,2	8,0	2,1
Перлова крупа	14,0	9,3	1,1	0,9	65,7	7,8	0,9
Пшенична крупа «Полтавська»	14,0	11,5	1,3	2,0	66,5	4,4	0,9

З таблиці 1.1 видно, що за хімічним складом крупи багаті крохмалем та білком.

Білки – це найбільш цінний компонент їжі. Вони беруть участь у найважливіших функціях організму. Основне значення білків полягає в їх незамінності іншими харчовими речовинами. Якщо жири і вуглеводи тією чи іншою мірою взаємозамінні, то білки компенсувати чимось неможливо [22, 25]. Білки координують і регулюють все те різноманіття хімічних перетворень в організмі, яке забезпечує функціонування його як єдиного цілого.

З таблиці 1.1 видно, що на частку білкових речовин припадає 7,0 – 12,6 %. Найбільш багаті білками гречана, вівсяна крупа і пшоно 119 – 126 %.

За фракційним складом білка зерно різних культур різко різняться. Білки рису переважно складаються з глютелінів. У гречки до 70% білків складають альбуміни (37,5 %) і глютеліни (33,4 %). Велика питома маса глютелінів і в вівсі: на їхню частку припадає більше третини сумарних білків. Глобуліни в вівсі складають близько однієї п'ятої, інше припадає на альбуміни та проламіни. У білках ячменю переважають проламіни і глютеліни, на їх частку в середньому доводиться понад 60 % [22, 29].

У організмі людини під впливом ферментів білки їжі здебільшого розщеплюються до вільних амінокислот. Певна частина амінокислот розщеплюється до органічних кетокислот, з яких в організмі знову синтезуються нові амінокислоти і потім білки. Організм людини здатний синтезувати тільки частину амінокислот, інші повинні доставлятися з їжею. Перші з них називаються заміnnими, другі – незамінними. Замінні амінокислоти здатні замінювати одна іншу в раціоні, так як вони перетворюються друг в друга або синтезуються з проміжних продуктів вуглеводного або ліпідного обміну. Для незамінних амінокислот такі шляхи обміну існують тільки у рослин та деяких мікроорганізмів.

Життєдіяльність людини забезпечується щоденним споживанням з їжею збалансованої суміші, що містить вісім незамінних амінокислот і дві частково замінні. Незамінні представлені амінокислотами з розгалуженим ланцюгом вуглецю – лейцином, ізолейцином і валіном, ароматичними – феніаланіном, триптофаном і треоніном, лізином і метіоніном. До частково замінних амінокислота відносяться аргінін та гістидин, так як в організмі вони синтезуються досить повільно. Недостатнє споживання аргініну та гістидину з їжею у дорослої людини в цілому не дається ознаки на розвитку, однак може виникнути екзема чи порушитися синтез гемоглобіну. В аргініні та гістидині особливо потребує молодий організм.

Відсутність в їжі хоча б однієї незамінної амінокислоти викликає негативний азотний баланс, порушення діяльності центральної нервової системи, зупинку зростання і важкі клінічні наслідки. Нестача однієї незамінної амінокислоти

призводить до неповного засвоєння інших.

Оптимальний вміст незамінних амінокислот у харчовому білку залежить певною мірою від віку людини, статі, професії та інших причин. Наприклад, для дорослого чоловіка вважається оптимальним вміст у 1 грамі харчового білка наступної кількості незамінних амінокислот (мг): ізолейцину – 40, лейцину – 70, лізину – 55, метіоніну в сумі з цистином (метіонін може в організмі замінити цистин) -35, фенілаланіну в сумі з тиразином – 60, триптофану – 10, треоніну – 40, валіну – 50 [19, 20].

Більшість білків круп неповноцінні. Аналізуючи амінокислотний склад різних злакових культур з точки зору еталонного білка для харчування людей, слід зазначити, що всі вони, за винятком вівса (2,2 – 3,8 %), бідні на лізин, а за винятком рису та сорго – ізолейцин. Для білків пшениці, сорго, ячменя і жита характерно досить невелика кількість метіоніну (1,6 – 1,7 мг/100г білка), Білки пшениці до того ж містять недостатню кількість треоніну (2,6 %), а білки кукурудзи – триптофану (0,6 %). Найбільш збалансованими за амінокислотним складом є в першу чергу овес, потім жито та рис.

У таблиці 1.2 наведено дані про вміст амінокислот в вівсяній крупі [2, 9].

Дані таблиці 1.2 показують, що вівсяна крупа містить велику кількість незмінних амінокислот і багато замінних амінокислот.

Жири (ліпіди) – це органічні сполуки, розчинні в ряді органічних розчинників і нерозчинні у воді.

Ліпіди виконують різноманітні функції у живому організмі. Ліпіди, що входять до складу стінок клітин, називають структурними. Вони входять до складу мембран клітин і беруть участь у різних процесах, що відбуваються в клітині. Є ще запасні ліпіди, що знаходяться в спеціальних клітинах, вони складаються в основному з тригліцеридів. Ці ліпіди є акумулятором хімічної енергії і використовуються при не залишку їжі.

Ліпіди мають високою калорійністю: 1 грам дає 9 кілокалорій – це більше ніж

в 2 рази вище калорійності білків та вуглеводів.

Таблиця 1.2 – Вміст амінокислот (мг на 100 г продукту)

Амінокислота	Вміст
Незамінні амінокислоти	3151
В тому числі:	
Валін	473
Ізолейцини	398
Лейцин	700
Лізин	420
Метионін	140
Треонін	350
Триптофан	17в
Фенілаланін	500
Замінні амінокислоти	7570
В тому числі:	
Аланін	590
Аргінін	640
Аспарагінова кислота	880
Гістидин	220
Гліцин	560
Глутамінова кислота	2820
Пролін	620
Серін	600
Тирозин	410
Цистин	230
Загальна кількість амінокислот	10721

Тривале обмеження ліпідів в харчуванні наводить до відхилення у фізіологічному стані організму: порушується діяльність центральної нервової системи, знімається стійкість організму до інфекцій (імунітет). Але і надмірне споживання

жирів небажано, воно призводить до ожиріння, серцево-судинних захворювань, передчасного старіння.

Основні компонентом ліпідів є жирні кислоти. Вони діляться на насичені та ненасичені. Насичені жирні кислоти (пальмітинова, стеаринова та ін.) використовуються організмів в цілому як енергетичні матеріал. Вони можуть частково синтезуватись в організмі з вуглеводів (і навіть з білків).

Чи не насичені жирні кислоти різняться по ступеням насиченості – мононенасичені і поліненасичені.

У харчуванні має значення не тільки кількість, але і хімічний склад вживаних жирів, особливо вміст поліненасичених жирних кислот – лінолевої, ліноленової і арахідонової, які входять до складу клітинних мембран і інших структурних елементів тканин і виконують в організмі низку важливих функцій, у тому числі забезпечують нормальний ріст і обмін речовин, еластичність судин та ін.

Поліненасичені жирні кислоти не можуть синтезуватися в організмі людини і тому є незамінними.

За даними таблиці 1.1, 1.3 видно, що більшість круп отримує трохи жиру, виняток складає вівсяна крупа, в якій вміст жиру становить 5,3 – 7,2 %, а частка ненасичених жирних кислот – 74 – 82 %, що сприяє її швидкому псуванню.

У таблиці 1.3 наведено дані по місту ліпідів у вівсяній крупі.

Таким чином, вівсяна крупа містить велику кількість ліпідів, у тому числі тригліцеридів та поліненасичених жирних кислот. Особливістю є також рівномірний розподіл жиру по зерну вівса.

У невеликій кількості крупи містять фосфатиди і стерини. Найбільш багата ними вівсяна крупа (0,1 – 0,5 %).

Вуглеводи є важливими енергетичними компонентами їжі. Однак роль вуглеводів в організмі людини не обмежується їх значенням як джерела енергії. Ця група речовин і їх похідні входять в склад різноманітних рідин та тканин, тобто є пластичними матеріалами; різноманітна та регуляторна функція вуглеводів – вони

протидіють накопиченню кетонів при окисненні жирів. Слід зазначити важливу роль вуглеводів у захисних реакціях організму, що особливо протікають в печінці [15, 18].

Таблиця 1.3 – Вміст ліпідів (г на 100 г продукту)

Ліпіди	Вміст
Сума ліпідів	6,10
Тригліцериди	3,09
Фосфоліпіди	0,32
Жирні кислоти (Сума)	5,48
Насичені	0,97
в тому числі:	
Міристинова	Залишки
Олеїнова	0,94
Стеаринова	0,03
Мононенасичені	2,02
в том числі:	
Міристалейнова	0,02
Олеїнова	2,00
Гадолейнова	
Поліненасичені	
у тому числі:	
Лінолева	2,36
Ліноленова	0,13
Арахідонова	

За хімічним складом їх зазвичай класифікують на прості цукри та полісахариди. До простих цукрів відносять моносахариди (глюкоза, фруктоза, ксилоза, арабіноза), дисахариди (сахароза, мальтоза та лактоза), трисахарид (рафінозу), тетрасахарид (стахіоза). До полісахаридів відносять геміцелюлози, крохмаль, інουλін, глікоген, целюлозу, пектинові речовини, катеди, декстрини і декстрини. Вони складаються з

різної довжини ланцюжків тих або інших моносахаридів.

З погляду засвоюваності в людському організмі вуглеводи поділяють умовно на дві групи – засвоювані в травному тракті людини і незасвоювані (харчові волокна).

Засвоювані вуглеводи є основним постачальником енергії. І хоча їх енергетичний коефіцієнт менше, ніж у жирів, людина споживає багато вуглеводів і отримує з ними 50 – 60 % потрібних калорій. Засвоювані вуглеводи як постачальники енергії можуть бути значною мірою замінюватися жирами та білками, але повністю виключити їх з харчування не можна. В іншому випадку в крові з'являються продукти неповного окислення жирів – «кетонові тіла», порушуються функції центральної нервової системи і м'язів, відбувається ослаблення розумової і фізичної діяльності, покрощується тривалість життя [22].

Із засвоюваних полісахаридів основне значення в харчуванні має крохмаль. Вміст крохмалю в деяких видах круп (рисова, манна) досягає 70 % (Таблиця 1.1). Значний вміст вуглеводів визначає високу енергетичну цінність. Енергетична цінність круп суттєво не відрізняється і складає на 100 г продукту 316 – 348 ккал.

Вміст харчових волокон у крупах невеликий, за винятком гречаної і вівсяний крупі, в яких міститься 11,3 і 8,0 % харчових волокон відповідно (таблиця 1.1).

Хоча харчові волокна в тонкому кишечнику майже не засвоюються, нормальне травлення без них практично неможливе. Нестача харчових волокон сприяє розвитку ожиріння, жовчно-кам'яної хвороби, серцево-судинні захворювання. Крім того, харчові волокна нормалізують діяльність корисної кишкової мікрофлори, сприяють виведенню з організму холестерин.

Вуглеводні запаси людини дуже обмежені, їх вміст не перевищує 1 % маси тіла. При інтенсивною роботі вони швидко виснажуються, тому вуглеводи повинні надходити з їжі щодня. Добова потреба людини у вуглеводах становить 400 – 500 г, причому приблизно 80 % доводиться на крохмаль.

Вміст вуглеводів у вівсяний крупі наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Вміст вуглеводів (г на 100 г продукту)

Вуглеводи	Вміст
Моносахариди:	
арабіноза	0,01
галактоза	0,08
глюкоза	0,09
ксилоза	0,01
фруктоза	0,06
ди-три-тетрасахариди	
лактоза	0,05
мальтоза	0,14
рафіноза	0,40
сахароза	0,40
стахіоза	
Полісахариди:	
геміцелюлоза	4,2
клітковина	2,8
крохмаль	48,8
пектин	

У крупах міститься досить багато вітамінів і мінеральних речовин. Їх вміст наведено у таблиці 1.5.

Роль мінеральних речовин в організмі людини надзвичайно різна попри те, що вони не є обов'язковим компонентом харчування.

Натрій – це життєво важливий міжклітинний та внутрішньоклітинний елемент, міститься во всіх тканинах і біологічних рідинах організму. Він бере участь у підтримці осмотичного тиску в тканинних рідинах і крові; регуляції кислотно-лужної рівноваги; підвищує активність травних ферментів. Найбільш багата натрієм вівсяна крупа – 35 мг на 100 г продукту.

Близько 90 % калію знаходиться всередині клітин. Він разом з іншими солями забезпечує осмотичний тиск; бере участь у передачі нервових імпульсів; регуляції

водно-сольового обміну, сприяє виведення води, а отже і шлаків; бере участь в регуляції діяльності серця і інших органів. Вміст калію у крупах коливається від 100 до 362 мг. Найбільший вміст калію у вівсяній крупі – 362 мг %.

Таблиця 1.5 – Вміст мінеральних речовин і вітамінів в крупах (мг на 100 г продукту)

Продукт	Мінеральні речовини						Вітаміни			
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	β-каротин	B ₁	B ₂	PP
Манна крупа	3	130	20	18	85	1,0	0	0,14	0,04	1,20
Гречана крупа	3	380	20	200	298	6,7	10	0,43	0,20	4,20
Рисова крупа	12	100	8	50	150	1,0	0	0,08	0,04	1,6
Пшоно	10	211	27	83	233	2,7	20	0,42	0,04	1,60
Вівсяна крупа	35	362	64	116	349	3,9		0,49	0,11	1,10
Перлова крупа	10	172	38	40	323	1,8	0	0,12	0,06	2,00
Пшенична крупа «Полтавська»	17	230	40	60	261	4,4	0	0,30	0,10	1,40

Кальцій – це основний структурний компонент кісток і зубів; бере участь у регуляції проникності клітинних мембран, в процесах передачі нервових імпульсів, в молекулярному механізмі м'язових скорочень, контролює активність ряду ферментів. Таким чином, кальцій виконує не тільки пластичні функції, а й впливає на багато біохімічних і фізіологічних процесів в організмі. У крупах міститься від 8 (манна) до 64 (вівсяна) мг % кальцію.

Магній – життєво важливий елемент, що бере участь у формуванні кісток, регуляції роботи нервової тканини і серцевого м'яза, що підвищує рухову активність кишечника, що сприяє виведення шлаків з організму. Найбільш багаті на магній гречана крупа – 200 мг % і вівсяна крупа – 116 мг %.

Фосфор – найважливіший елемент, що входить до складу білків, нуклеїнових кислот, кісткової тканини. Цей елемент бере участь у всіх процесах життєдіяльності організму: синтезі та розщепленні речовин у клітинах; регуляції обміну речовин.

Крім того, сполуки фосфору беруть участь в обміні енергії. У крупах фосфор міститься від 85 до 349 мг %. Найбільш багата фосфором вівсяна крупа – 349 мг %.

Залізо – це елемент, що бере участь в утворенні гемоглобіну та деяких ферментів. Цей елемент необхідний для біосинтезу сполук, що забезпечують дихання та кровотворення; він бере участь у імунобіологічних і окислювально-відновлювальних реакціях; входить до складу цитоплазми, клітинних ядер і ряду ферментів. Найбільш забезпечені залізом гречана, пшенична та вівсяна крупи – 3,9 – 6,7 мг %.

У крупах міститься багато вітамінів. Вітаміни мають велике значення для життєдіяльності людини. Це найважливіший клас незамінних харчових речовин. Для нормальної життєдіяльності людини вітаміни необхідні в невеликих кількостях, але так як організм не може задовольнити свої потреби в них за рахунок біосинтеза (він не синтезує вітаміни або синтезує їх у недостатній кількості), вони повинні надходити з їжею як її обов'язковий компонент. Відсутність чи нестача в організмі вітамінів викликає хвороби недостатності: гіповітаміноз (хвороби в результаті тривалої нестачі) і авітамінози (хвороби в результаті відсутності і чи різко вираженого глибокого дефіциту вітамінів).

Вітамін В₁ (тіамін) бере участь у регулюванні вуглеводного обміну. Нестача викликає порушення в роботі нервової, серцево-судинної, травної систем, поліневрит. Найбільшим вмістом вітаміну В₁ відрізняються крупи гречана, вівсяна і пшоно.

Рибофлавін – входить в склад ферментів, граючих істотну роль у реакціях окислення у всіх тканинах людини, а також регулює обмін вуглеводів, білків, жирів. При нестачі рибофлавіну виникають захворювання шкіри, запалення слизової оболонки ротової порожнини, розвиваються захворювання кровоносної системи і шлунково-кишкового тракту. Крупи містять від 0,04 до 0,2 мг % вітаміну.

Вітамін РР (ніацин) входить до складу ферментів, що беруть участь у клітинному диханні, регулюючих найвищу нервову діяльність функції органів

травлення. При недоліку Вітаміну РР в організмі спостерігається млявість, швидка стомлюваність, безсоння, знижена опірність до інфекційних захворювань. Ніацін сприяє засвоєнню рослинного білка, тому він важливий для осіб, які не вживають тваринні білки. Найбільш багата вітаміном РР гречана крупа – 4,19 мг %.

Отже, вівсяна крупа та продукти з неї багаті на вуглеводи, білки, рослинні жири, відрізняються підвищеним вмістом калію, магнію, натрію, фосфору, вітамінів В₁ і В₂. Це говорить про високу харчову цінність вівсяної крупи та продуктів з неї.

1.2 Асортимент круп'яних продуктів, що не потребують варіння

У нашій країні традиційний асортимент продуктів, що випускаються харчоконцентратною промисловістю, відповідно до кулінарного призначення і технологією виробництва, поділяють на наступні основні групи:

- харчові концентрати обідніх страв;
- сухі продукти для дитячого і дієтичного харчування;
- вівсяні дієтичні продукти;
- сухі сніданки;
- кавопродукти;
- прянощі.

Харчові концентрати, в свою чергу, включають в себе п'ять основних груп:

1. Харчові концентрати перших обідніх страв (супи бобові, круп'яні, з макаронних виробів, овочеві, овоче-круп'яні, овоче-бобові, молочні, борщі, м'ясні бульйони).

2. Харчові концентрати других обідніх страв (каші з різним вмістом жиру від 2 до 15 %, овочеві, овоче-бобові, овоче-круп'яні, каші з макаронних виробів, круп'яні пудинги, страви з рису і м'яса, м'ясні начинки).

3. Харчові концентрати солодких страв – десерти (кисілі, желе, десертні пудинги, креми заварні та желейні, кава та какао з молоком).

4. Харчові концентрати – соуси.

5. Харчові концентрати – напівфабрикати борошняних виробів (кекси, торти, печиво, млинці).

Залежно від технологічних режимів гідротермічної обробки (ГТО) і механічної обробки отримують напівфабрикат з різним гранулометричним складом. За цією ознакою концентрати діляться на сухі пюре і варено-сушені крупи.

За класифікацією, залежно від характеру та інтенсивності технологічної обробки розрізняють три види варено-сушених круп [6, 7]:

- звичайні варено-сушені крупи, одержані варкою і сушінням попередньо очищеної і вимитої сировини;
- варено-сушені крупи швидкого зварювання, одержувані методом гідратації (подвійний обробкою водою в процесі варіння) або способом механічної обробки круп (плющенням) в процесі сушіння;
- варено-сушені крупи, не що вимагають варіння, одержувані шляхом глибокої гідротермічної і механічною обробки в процесі сушіння [6, 7].

Огляд літератури по асортименту круп'яних продуктів показує, що немає чіткої єдиної класифікації термінології по цьому питанню.

В останні роки стає все більш різноманітним асортимент круп'яних продуктів швидкого приготування. Проводяться роботи по створенню нових зернових продуктів з допомогою нових технологій, заснованих на фізичних методах обробки зерна з його термообробкою і механічним порушенням структури ендосперму.

На світовому ринку продуктів з зерна можна виділити 3 основні групи: швидкорозварювані цілі крупи із часом варіння від 10 до 25 хвилин; швидкорозварювані крупи і пластівці зі часом варіння від 1 до 10 хвилин; instant продукти, тобто крупи і зернові пластівці швидкого приготування.

Всі перераховані круп'яні концентрати можуть перед розфасовкою дражувати або глазурувати цукром або карамельною масою, збагачуючими смаковими та добавками (сіль, ванілін, кориця, арахіс, шоколад, жир, сир, часник) [7].

1.3 Вимоги до якості сировини і готової продукції

1.3.1 Вимоги до якості сировини

Сировиною для виробництва круп'яних продуктів, що не потребують варіння, є крупи.

Показники якості круп визначаються вимогами до зовнішнього виду, смаку, запаху, вмісту доброякісного ядра, смітної домішки та ін., а також кулінарними та споживчими перевагами.

Якість крупи для виробництва продуктів, що не потребують варіння, оцінюють за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

При органолептичній оцінці крупи звертають увагу на стан поверхні, будову, форму і консистенцію крупинок, а також і їхнє забарвлення. За зовнішнім виглядом, розміром, будовою крупи розпізнають вид і різновид крупи. Крупа не повинна мати запаху цвілі, затхлості або будь-чого стороннього. Вона не повинна також мати гіркового, кислого і інших невластивих їй присмаків.

Крупа вівсяна по якості повинна відповідати ДСТУ 7698:2015.

Вівсяна крупа в залежності від якості та способу обробки поділяється на види та сорти, вказані у таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Асортимент круп з вівса

Вид	Сорт	Характеристика
Крупа вівсяна не подрібнена	Вищий, перший, другий	Продукт, одержаний з пропареного, лущеного та шліфованого вівса. Замість пропарювання вівса допускається пропарювання крупи
Крупа вівсяна плющена	Вищий, перший, другий	Продукт, одержуваний в результаті плющення вівсяної неподрібненої крупи, що попередньо пройшла пропарювання

За показниками якості вівсяна крупа повинна відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Показники якості вівсяної крупи

Найменування показників	Характеристика и норми для сортів		
	Вищого	Першого	Другого
Колір	Сірувато-жовтий різних відтінків		
Запах	Властивий вівсяній пропареній крупі без пліснявого, затхлого та інших сторонніх запахів		
Смак	Властивий вівсяній пропареній крупі зі специфічним слабким присмаком гіркоти, без кислого і інших сторонніх присмаків		
Вологість, %, не більше	12,5	12,5	12,5
Доброякісне ядро, %, не менше, в тому числі колотих ядер, не більше	99,0	98,5	97,0
	0,5	1,0	2,0
Необрушені зерна, %, не більше	0,4	0,7	0,8
Смітна домішка, %, не більше	0,3	0,7	0,8
Мучка, %, не більше	0,3	0,5	0,5
Зараженість шкідниками		Не допускається	
Металомагнітні домішки, мг в 1 кг крупи	3	3	3

У крупі вищого гатунку, що використовується у виробництві продуктів дитячого харчування, додатково нормується кислотність (не більше 6 град.), не допускаються зіпсовані ядра і нормуються мікробіологічні показники якості.

Таким чином, органолептичні показники – колір, смак, запах мають відповідати цьому виду крупи. Вміст бур'янисто домішки, а також зіпсованих, нелущених зерен при переробці круп має бути зведено до мінімуму. Допустимий вміст металомагнітних домішок – не більше 3 мг на 1 кг крупи. Не допускається зараженість круп шкідниками. Вміст доброякісного ядра залежно від сорту крупи має бути в межах 97 – 99 %. У ньому нормуються колоті ядра (1 – 2 %).

1.3.2 Вимоги до якості готової продукції

Якість круп'яних продуктів, що не потребують варіння, оцінюють за органолептичними та фізико-хімічними показниками, а також показниками безпеки.

Відповідно до технічних умов за органолептичними показниками крупи, що не потребують варіння, повинні відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Органолептичні показники якості

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Властивий даному виду крупи, приготованої звичайним кулінарним способом. Крупинки різного ступеню набухання. Допускаються крупинки, що не зберегли свою первинну форму
Смак і запах	Властиві даному виду вареної крупи, без стороннього запаху и присмаку
Консистенція	М'яка, розсипчаста або в'язка в різному ступені

Фізико-хімічні показники круп, що не потребують варіння, повинні відповідати вимогам, зазначеним у таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 – Фізико-хімічні показники якості

Показники	Норми
Вміст вологи, %, не більше	10,0
Вміст дробленої крупи(прохід через металічне штамповане сито №3), %, не більше для перлової та пшеничної для гречаної	3,0 без обмеження
Відновлюваність у хвилинах, не більше	10,0
Вміст феродомішок в 1 кг крупи, не більше	3,0
Величина окреми часток феродомішок у найбільшому лінійному вимірюванні не має перевищувати, мм	0,3
Зараженість комірними шкідниками, наявність плісняви, видимої неозброєним оком і сторонні домішки	Не допускається

Таким чином, як видно з таблиці 1.9, у крупах, що не потребують варіння, нормується вміст вологи, вміст дробленої крупи, а також вміст і розміри феродомішок. Не допускається зараженість шкідниками і наявність цвілі. Відновлюваність круп, що не потребують варіння, не має перевищувати 10 хвилин.

Висновки за розділом

Аналіз літературних даних показав, що на даний час у країні з вівса виробляють різні круп'яні продукти, але їх асортимент недостатній, хоча за харчовою цінністю вівсяні круп'яні продукти перевершують багато інших круп'яних продуктів.

Вміст білків і жирів у вівсяній крупі значно вищий, ніж у інших крупах. Білки вівса містять усі незамінні амінокислоти. У жирі вівса знайдено лецитин – дуже важливий у фізіологічному відношенні фосфатид. Вуглеводи вівсяного ядра представлені в основному крохмалем, гранули якого мають веретеноподібну форму і дуже дрібні, що забезпечує їхню гарну засвоюваність. У вівсяній крупі порівняно з іншими крупами міститься набагато більше харчових волокон, що забезпечує нормальне травлення. Також у вівсяній крупі міститься достатня кількість вітамінів групи В. Сприятливий і мінеральний склад вівса: він містить необхідні організму солі магнію, фосфору, заліза, калію, кальцію. Харчові речовини вівса мають високу засвоюваність: білки – 85 %, жири – 94 %, вуглеводи – 96 %.

Крім того, з літератури відомо, що основним існуючим на даний час способом виробництва круп, що не потребують варіння, є технологія одержання варено-сушених круп. Активна вологотеплова обробка крупи та плющення дозволяють досягти досить високого ступеня модифікації крохмалю та виключити необхідність термічної обробки крупи при приготуванні каші. Однак спосіб отримання варено-сушених круп має суттєві недоліки, такі як велика тривалість процесу, висока енергоємність і собівартість продукту. Також відомо, що при виробництві вівсяної

крупі виходить багато колотого ядра (навіть при базисному виході крупі 45,5 %, подрібнення та борошна – 15,5 %), яке не проходить за стандартом і прямує на кормові цілі. Ці колоті ядра можна використовувати для отримання круп'яного продукту, що не потребує варіння.

У зв'язку з вищевикладеним, нами було визначено мету досліджень – вдосконалення технології вівсяного круп'яного продукту, який не потребує варіння.

Для досягнення поставленої мети в ході дослідження сплановано та вирішено такі завдання:

- дослідити побічні продукти виробництва вівсяної неподрібненої крупі і оцінити можливість їх застосування для отримання круп'яного продукту, що не потребує варіння;
- дослідити процес отримання круп'яного продукту, не що потребує варіння, з колотого ядра вівса та визначити його оптимальні параметри;
- вивчити вплив основних параметрів волого-теплової обробки на показники якості та стійкості круп'яного продукту при зберіганні;
- дослідити можливість практичної реалізації отриманих результатів;
- розрахувати вартість проведених експериментальних досліджень.

Об'єкт дослідження – процес виробництва вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння.

Предмет дослідження – технологічні параметри, способи обробки та фактори, що впливають на удосконалення технології отримання вівсяного продукту швидкого приготування для раціонального використання зернових ресурсів.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Матеріали досліджень

Матеріалом досліджень служив побічний продукт виробництва вівсяної крупи, колоте ядро вівса. Крупу вівсяну аналізували за ДСТУ 7698:2015.

Показники якості крупи вівсяної наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Показники якості вівсяної крупи 1 сорту (перед контролем)

Найменування показника	Характеристика
Колір	Сірувато-жовтий
Запах	Властивий вівсяній крупі без цвілевого, затхлого та інших сторонніх запахів
Смак	Властивий вівсяній крупі зі специфічним слабким присмаком гіркоти, без кислого та інших сторонніх присмаків
Вологість, %	9,5
Доброякісне ядро, %, у тому числі: колотих ядер, %	81,2 18,5
Необрушені зерна, %	Не виявлено
Сміттєва домішка, %	0,1
Кукіль, %	Не виявлено
Шкідлива домішка, % У числі шкідливої домішки: Мінеральна домішка, % Квіткові плівки, %	Не виявлено Не виявлено Не виявлено
Мучка, %	0,18
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не виявлено
Металомагнітна домішка, мг на 1 кг крупи	Не виявлено

Таким чином, дані таблиці показують, що порівняно з ДСТУ (таблиця 1.7.) досліджувана вівсяна крупа має високий вміст колотих ядер – 18,5 %. Ці колоті ядра можна використовувати для отримання круп'яного продукту, що не потребує варіння, що є темою цього дослідження.

Загальна схема проведення експериментальних досліджень представлена на рисунку 2.1.



2.2 Методи досліджень

Методи технологічних досліджень:

- аналіз вівсяної крупи проводили відповідно до ДСТУ 7698:2015;
- відбір проб крупи – за ДСТУ ISO 13690:2003;
- визначення зараженості шкідниками хлібних запасів – за ДСТУ

9175:2022;

- визначення вологості крупи – за ДСТУ 7698:2015;
- визначення домішки та доброякісного ядра – за ДСТУ 7698:2015;
- визначення вмісту металомангнітної домішки – за ДСТУ 7698:2015;
- визначення органолептичних показників крупи – за ДСТУ 7698:2015;
- аналіз якості вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння – за

ДСТУ 7698:2015 на методи аналізу харчових концентратів.

Технологічні дослідження проводили так:

З вівсяної крупи, що надходить на контроль виділяли колоте ядро проходом сита діаметром 2 мм і сходом з сита № 063, яке зволожували до вологості 14 – 34 % водою з температурою 20 – 90 °С.

Розрахунок кількості води, необхідної для зволоження, проводили за такою формулою:

$$G_B = \frac{G_3(W_2 - W_1)}{100 - W_2} \quad (2.1)$$

де G_B – кількість води, яка потрібна для зволоження, мл;

G_3 – маса крупи, г;

W_1 – вихідна вологість крупи, %;

W_2 – кінцева вологість крупи, %.

Потім колоте ядро відволожували протягом 30 – 240 хвилин. Після відволожування колоте ядро піддавали контактному сушінню при постійній температурі 150 °С.

Після цього проводили повторне зволоження колотого ядра з вихідною вологістю 16, 18, 20 % до вологості 32 %. Потім відволожували протягом 30 – 240 хвилин і сушили при температурі 150 °С.

Наступним етапом дослідження було пропарювання колотого ядра вівса з попереднім відволожуванням протягом 30 хвилин, при тиску пари 0,1 – 0,3 МПа протягом 1 – 10 хвилин і подальшим сушінням при температурі 150 °С.

Якість круп'яного продукту, що не потребує варіння, оцінювали за набуханням, здатністю зв'язувати воду у продукті.

Методи біохімічних досліджень:

- вміст крохмалю визначали поляриметричним методом;
- набухання визначали – за ДСТУ 1055:2006;
- здатність зв'язувати воду – за ДСТУ 1055:2006;
- кислотність визначали – за ДСТУ 4250:2003;
- визначення зольності – за ДСТУ 4634:2006;
- кінетику зміни вологості визначали ваговим методом.

Оскільки вміст жиру у вівсяному круп'яному продукті близько 6 %, то було визначено гігієнічно обґрунтовані терміни дослідження продукту, а також показники, що рекомендуються, контрольовані в процесі зберігання.

Зберігання зразків вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння, здійснювали в лабораторних умовах, наближених до умов виробництва та торгівлі (відносна вологість повітря не більше 75 %, температура повітря 20 °С) протягом 6 місяців. У процесі зберігання двічі на місяць визначали кислотність, щомісяця визначали вологість. На початку та в кінці зберігання визначали вміст жиру, кислотне число жиру.

Планування експериментів і статистичну обробку даних проводили у відповідність до загальноприйнятих методів.

Висновки за розділом

Матеріалом досліджень слугував побічний продукт виробництва вівсяної крупи – колоте ядро вівса, яке за показниками якості відповідає ДСТУ 7698:2015 і

має високий вміст колотих ядер (18,5 %), придатних для виробництва круп'яного продукту, що не потребує варіння.

Для оцінки якості крупи та продукту застосовували стандартизовані методи: органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні та біохімічні, включно з визначенням вологості, домішок, здатності до набухання, зв'язування води, вмісту крохмалю та кислотності.

Технологічні дослідження включали зволоження колотого ядра до 14 – 34 % вологості, відволожування, сушіння при 150 °С, повторне зволоження та пропарювання при 0,1 – 0,3 МПа з подальшим сушінням, що дозволило оцінити вплив технологічних параметрів на якість продукту.

Біохімічні дослідження та оцінка зберігання продукту (6 місяців за контрольованих умов) забезпечили визначення терміну придатності та стабільності показників, таких як кислотність, вологість, вміст жиру та кислотне число жиру.

Планування експериментів та статистична обробка даних виконані відповідно до загальноприйнятих наукових методів, що забезпечує достовірність отриманих результатів.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Дослідження впливу ступеня зволоження, часу відволоження та температури води на набухання продукту

У ході досліджень ми піддавали колоте ядро вівса волого-тепловій обробці.

Волого-теплова обробка є складним фізико-хімічним процесом, у результаті якого відбувається значні якісні зміни білкових речовин, вуглеводів (переважно крохмалю) та інших харчових речовин продукту [9].

Білки в процесі варіння згортаються, втрачаючи при цьому значну частину води.

Крохмаль під дією тепла та води набухає [4, 10, 12, 18]. Набухання – це мимовільний процес поглинання низькомолекулярного розчинника високомолекулярною речовиною, що супроводжується збільшенням маси та об'єму останнього. Причиною набухання є дифузія молекул низькомолекулярного розчинника у високомолекулярну речовину. У цьому відбуваються характерні зміни властивостей зерен крохмалю. Йде частковий розрив водневих зв'язків усередині зерна крохмалю і, отже, морфологічні зміни. У цьому зростає кількість полісахаридів, що пов'язані зі збільшенням розмірів зерен. Набухання інтенсивно збільшується в перший період до 35 хвилин, а в інтервалі від 35 до 70 хвилин процес набухання дещо сповільнюється. Після 70 хвилин процес набухання зростає, але повільніше, ніж у початковий період [12].

Внаслідок волого-теплової обробки крупи відбуваються і небажані явища. Наприклад, утворюються сильно забарвлені сполуки цукрів з білковими речовинами – меланоїдини, про це вказує потемніння круп. Цукор та білкові речовини, що вступили в реакції меланоїдиноутворення, не засвоюються організмом, тому ці реакції небажані. Як не бажане явище спостерігається також гідроліз жиру, тобто розкладання його на складові – жирні кислоти. Це може призвести до утворення

різних перекисів і, зрештою, до розпаду їх на речовини, що надають продукту характерний запах і присмак жиру, що окислився.

Залежно від режиму волого-теплової обробки спостерігається різна глибина описаних вище якісних змін харчових речовин у крупах. Слід прагнути найбільш повної зміни вуглеводного комплексу, в основному крохмалю, проте надмірно жорсткий режим може призвести до глибоких та небажаних змін харчових речовин.

При отриманні круп, що не потребують варіння, застосовують глибшу волого-теплову обробку з тим, щоб усі харчові речовини довести до повної кулінарної готовності і якнайсильніше зруйнувати міжклітинні перегородки. Однак слід уникати перезволоження крупи, внаслідок чого можуть утворюватися грудки звареної крупи. Зварена крупа має бути розсипчастою [2, 3, 4, 7].

Однією з основних характеристик змін стану круп'яного продукту, що не потребує варіння, дослідники розглядають набухання.

Тому на даному етапі нашою метою було виявлення впливу ступеня зволоження, тривалості відволоження та температури обробки на набухання продукту. Для цього ми зволожували крупу до 14 – 20 % з температурою води 20 – 90 °С, потім відволожували протягом 30 – 240 хвилин, після чого сушили контактним способом при постійній температурі 150 °С.

Отримані результати представлені у таблицях 3.1 – 3.8.

Таблиця 3.1 – Вплив ступеня зволоження та часу відволоження на набухання продукту при температурі води 20 °С

Час відволоження, хв	Вологість, %			
	14	16	18	20
30	3,2	3,4	4,0	3,4
60	3,2	3,2	3,4	3,2
90	3,2	3,4	3,0	3,6
120	2,8	3,0	3,8	3,6
180	3,0	4,0	3,0	3,4
240	3,2	4,0	3,2	3,6

З таблиці 3.1. видно, що ступінь зволоження та час відволоження при температурі води 20 °С на набухання продукту не впливають.

Таблиця 3.2. – Вплив ступеня зволоження та часу відволоження на набухання продукту при температурі води 30 °С

Час відволоження, хв	Вологість, %			
	14	16	18	20
30	3,2	3,2	3,4	3,8
60	3,4	3,2	3,2	3,8
90	3,0	3,0	3,6	4,0
120	3,2	3,2	3,2	4,2
180	3,6	3,2	3,4	4,2
240	3,2	3,0	4,0	4,4

За даними таблиці 3.2 можна дійти висновку, що при температурі води 30 °С ступінь зволоження і тривалість відволоження також незначно впливають на набухання продукту.

Таблиця 3.3 – Вплив ступеня зволоження та часу відволоження на набухання продукту при температурі води 40° С, мл/г

Час відволоження, хв	Вологість, %			
	14	16	18	20
30	3,0	3,2	3,4	3,2
60	3,6	3,0	3,6	3,2
90	3,2	3,2	3,2	3,4
120	3,4	3,4	3,0	3,4
180	3,4	3,6	3,2	3,2
240	3,0	3,6	3,6	3,6

Дані, наведені в таблиці 3.3 показують, що ступінь зволоження крупи, а також тривалість відволожування при температурі 40 °С не впливають на набухання

продукту.

Таблиця 3.4 – Вплив ступеня зволоження та часу відволоження на набухання продукту при температурі води 50 °С

Час відволоження, хв	Вологість, %			
	14	16	18	20
30	3,8	3,4	3,0	3,6
60	3,8	3,6	3,4	3,2
90	3,4	3,2	3,4	3,4
120	3,2	4,0	3,6	3,8
180	3,0	3,8	3,6	3,8
240	3,4	3,4	3,8	3,6

Аналіз таблиці 3.4 показує, що відмінності у значенні набухання продукту знаходяться в межах помилки досліду і при температурі води 50 °С ступінь зволоження і час відволоження практично не впливають на набухання продукту.

Таблиця 3.5 – Вплив ступеня зволоження та часу відволоження на набухання продукту при температурі води 60 °С

Час відволоження, хв	Вологість, %			
	14	16	18	20
30	3,2	3,4	3,8	3,2
60	3,4	3,4	4,0	3,2
90	3,2	3,6	3,4	3,4
120	3,4	3,2	3,0	3,6
180	3,8	3,6	3,2	3,8
240	3,2	3,8	3,0	4,0

За даними, наведеними в таблиці 3.5, можна сказати, що із зміною ступеня зволоження та часу відволоження набухання продукту практично не змінюється.

Таблиця 3.6 – Вплив ступеня зволоження та часу відволоження на набухання продукту при температурі води 70 °С

Час відволоження, хв	Вологість, %			
	14	16	18	20
30	3,4	3,0	3,2	3,4
60	3,4	3,4	3,4	3,6
90	3,0	3,0	3,2	3,2
120	3,2	3,2	3,0	3,0
180	3,2	3,2	3,8	3,0
240	3,0	3,4	4,0	3,4

Відповідно до даних таблиці 3.6 на набухання круп'яного продукту ступінь зволоження та тривалість відволоження також не впливають.

Таблиця 3.7 – Вплив ступеня зволоження та часу відволоження на набухання продукту при температурі води 80 °С

Час відволоження, хв	Вологість, %			
	14	16	18	20
30	3,2	3,0	3,2	3,4
60	3,0	3,0	3,0	3,6
90	3,2	3,2	3,4	3,0
120	3,0	3,0	3,2	3,2
180	3,6	3,4	3,0	3,6
240	4,0	3,6	3,6	3,8

З таблиці 3.7 видно, що набухання продукту при температурі води 80 °С знаходиться в межах від 3,0 до 4,0 мл/г. Проте, слід зазначити, що при цій температурі вже простежується тенденція до збільшення набухання продукту.

Таблиця 3.8 – Вплив ступеня зволоження та часу відволоження на набухання продукту при температурі води 90 °С

Час відволоження, хв	Вологість, %			
	14	16	18	20
30	3,0	3,2	3,0	3,4
60	3,4	3,2	3,6	3,4
90	3,6	3,6	3,6	3,0
120	3,0	3,4	3,2	3,6
180	3,2	3,0	3,6	3,6
240	3,6	3,8	3,8	4,0

Таблиця 3.8 показує, що при температурі води 90 °С також спостерігається незначне зростання набухання продукту зі збільшенням ступеня зволоження та часу відволоження.

В цілому, аналіз таблиць показує, що набухання круп'яного продукту змінюється в межах від 3,0 до 4,0 мл/г. Це знаходиться на рівні набухання контрольного зразка (3,4 мл/г) і трохи вище. Таким чином, можна зробити висновок, що ступінь зволоження до 20 %, а також температура води при зволоженні та тривалість відволожування практично не впливають на набухання вівсяного круп'яного продукту.

Тому ми продовжили дослідження та зволожували колоте ядро вівса до вологості 22 – 34 % за температури води 20 °С. Потім відволожували протягом 30 – 240 хвилин і сушили контактним способом при постійній температурі 150 °С. Більш тривалий час відволоження з дослідження виключили, оскільки фактично відбувається стабілізація набухання продукту. Теплоу обробку вище 150 °С не проводили, так як при вищій температурі продукт набуває темно-коричневий колір, горілий присмак і відбуваються незворотні процеси. Крупу зволожували до 34 %, тому що при зволоженні вище 34 % у продукті з'являється вільна волога у вигляді слизу. Це веде до втрат та згодом до нестабільності результатів.

Отримані результати представлені рисунку 3.1.

Отримані експериментальні дані свідчать, що інтенсивність набухання колотого ядра вівса істотно залежить як від рівня зволоження, так і від тривалості відволожування. Найвищі показники досягаються за оптимального поєднання цих двох факторів.

Характер кривих показує, що збільшення ступеня зволоження, а також часу відволоження веде до збільшення набухання продукту. Починаючи з вологості 22 % спостерігається зростання набухання та при вологості 28 – 34 % вона лежить в межах від 5 до 6,5 мл/г.

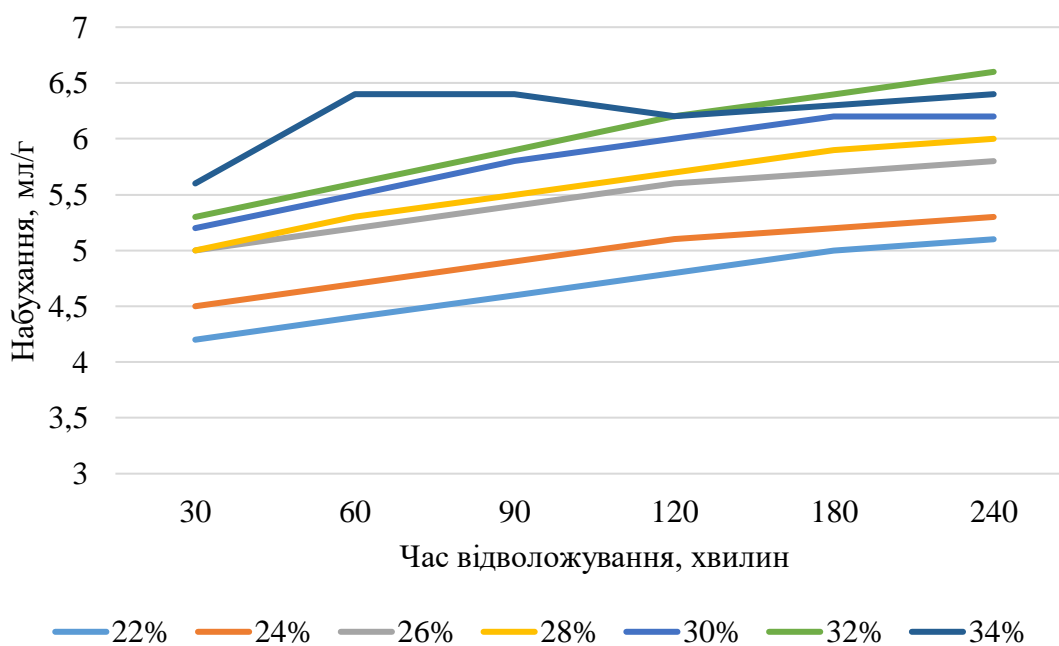


Рисунок 3.1 – Вплив тривалості відволоження та ступеня зволоження на набухання продукту при температурі 20 °C

При зволоженні колотого ядра вівса до 22 – 24 % ще немає явної залежності набухання продукту від тривалості відволожування, хоча вже видно залежність від ступеня зволоження – набухання продукту зростає і при вологості 24 % воно вище, ніж при вологості 22 %.

Як видно з рисунка, при вологості 26 % набухання трохи зростає і лежить в межах від 4,4 до 5,2 мл/г.

Продукт, зволожений до 28 %, демонструє поступове зростання набухання й досягає максимального значення 6,0 мл/г за 240 хв відволоження. При підвищенні вологості до 30 % спостерігається більш інтенсивне збільшення набухання: від 5,2 мл/г на 30-й хвилині до 6,2 мл/г на 180-й хвилині, після чого крива виходить на плато, що свідчить про стабілізацію структурно-механічних властивостей продукту.

За вологості 32 % максимальне набухання становить 6,6 мл/г і досягається також за 240 хв відволоження, що вказує на підвищену здатність зерна поглинати воду за умов помірного перезволоження.

Особливий характер має крива для продукту з вологістю 34 %. У межах 30 – 90 хвилин спостерігається різкий стрибок набухання до 6,4 мл/г, після чого фіксується невелике зниження та подальше повторне зростання. Така нестійкість пояснюється появою вільної вологи у вигляді легкого слизу, що утворюється при надмірному зволоженні й впливає на рівномірність водопоглинення.

Таким чином, порівняльний аналіз графіків показує, що найкращі показники набухання характерні для круп'яного продукту з вологістю 30 – 32 % та тривалістю відволожування 120 – 240 хвилин. Саме ці параметри забезпечують оптимальну структурну підготовку вівсяного ядра до подальших технологічних процесів, сприяючи формуванню високоякісного продукту швидкого приготування.

3.2 Вплив повторного зволоження та відволоження на набухання продукту

З літературних джерел відомо, що круп'яні продукти, що не потребують варіння, одержують у результаті подвійної волого-теплової обробки [2, 3, 6].

Тому в подальших дослідженнях ми піддавали зразки повторної волого-теплової обробки. Зразки зволожували до вологості 32 % (за результатами попередньої серії дослідів), відволоження проводили протягом 30 – 240 хвилин і

потім сушили контактним способом при постійній температурі 150 °С.

На рисунку 3.2 показано вплив повторного зволоження до вологості 32 % з вихідною вологістю 16 – 20 % на набухання круп'яного продукту при температурі обробки 150 °С.

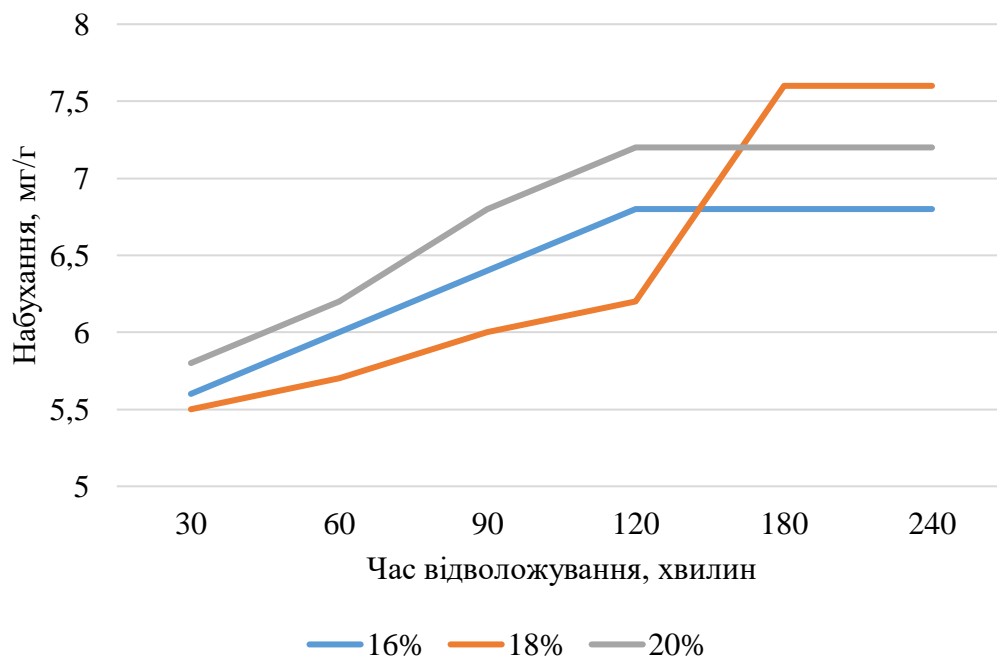


Рисунок 3.4 – Вплив повторного зволоження на набухання круп'яного продукту

При повторному зволоженні продукту до вологості 32 % з вихідною вологістю 16 % максимальне набухання становить 6,8 мл/г при тривалості відволоження 120 хвилин і залишається на цьому рівні при подальшому відволоженні.

При повторному зволоженні до 32 % з вихідною вологістю 18 % у проміжку відволоження від 30 до 180 хвилин набухання продукту збільшується до 7,6 мл/г і залишається незмінною.

Набухання продукту з вихідною вологістю 20 % зростає від 5,8 мл/г при тривалості відволоження 30 хвилин до 7,2 мл/г при відволоженні протягом 120 хвилин. Потім спостерігається незначне зростання набухання продукту до 7,5 мл/г при 240 хвилинах відволоження.

Таким чином, на графіку видно, що повторне зволоження веде до значного збільшення ступеня набухання круп'яного продукту.

Тому, при виробництві круп'яного продукту, що не потребує варіння, для покращення його якості, рекомендуємо проводити повторне зволоження за наступних режимів.

Спочатку зволожити крупу до вологості 18 – 20 %, відволоження проводити протягом 120 – 180 хвилин, потім сушити контактним способом. Після цього повторно зволожувати до 32% вологості, відволожувати 180 хвилин і також сушити контактною сушкою при постійній температурі 150 °С.

3.3 Зміна вологості продукту під час пропарювання

З літературних даних відомо, що в результаті пропарювання вологість зерна підвищується на 2 – 3 % [11].

Проте слід зазначити, що у літературі немає даних про зміну вологості колотого ядра вівса внаслідок пропарювання. Тому, нашою метою було вивчення кінетики зволоження під час пропарювання залежно від часу пропарювання, тиску пари та вихідної вологості продукту.

Колоте ядро вівса зволожували до вологості 22,0 – 30,0 %, пропарювали протягом 1 – 10 хвилин при тиску пари 0,1 – 0,3 МПа і потім сушили при постійній температурі.

Отримані дані представлені рисунки 3.3 – 3.6.

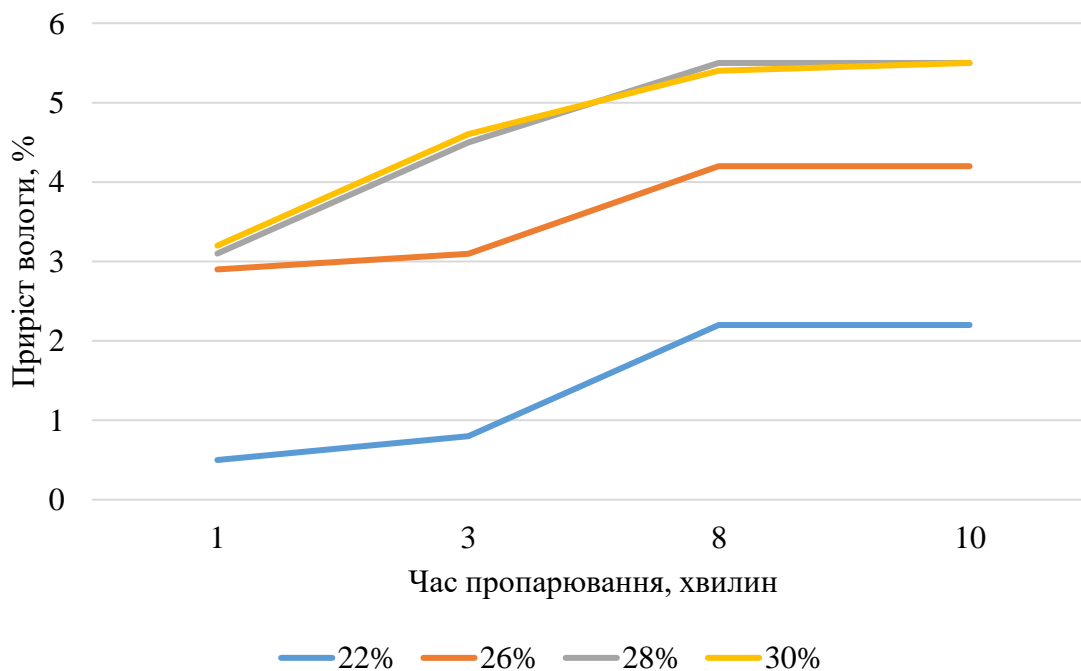


Рисунок 3.3 – Кінетика зволоження колотого ядра вівса при пропарюванні (тиск пару 0,1 МПа)

При вологості 22,0 % крива плавно зростає в інтервалі від 1 до 4 хвилин, а потім робить різкий стрибок. Максимальний приріст води в продукті складає 4,9 %. При зволоженні до 26,0 % приріст води знаходиться в інтервалі від 2,9 % при 1 хвилині пропарювання до 4,9 % при 10 хвилинах пропарювання. При зволоженні до 28,0 % найменше значення приросту води – 3,2 % (1 хвилина пропарювання), найбільше – 7,6 % (10 хвилин пропарювання). Практично на тому ж рівні значення приросту води в продукті при зволоженні його до 30,0 %.

Зміна вологості продукту в залежності від ступеня зволоження та тривалості пропарювання при тиску пари 0,2 МПа відображено на рисунку 3.4.

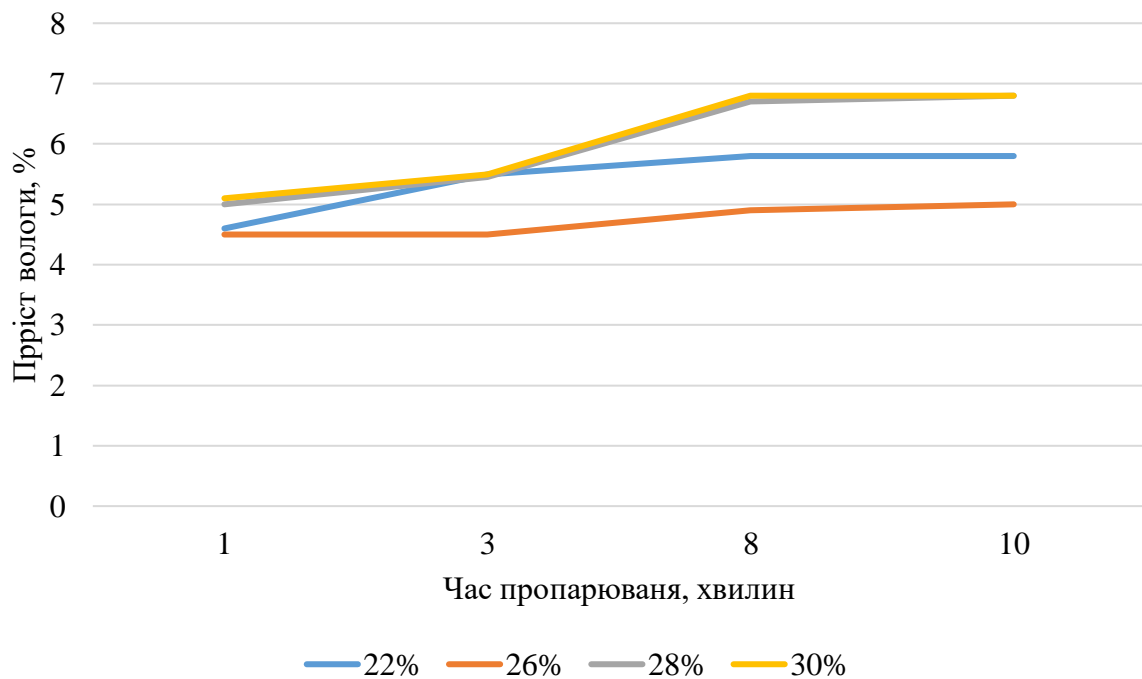


Рисунок 3.4 – Кінетика зволоження колотого ядра вівса при пропарюванні (тиск пари 0,2 МПа)

При вологості 22,0 % відбувається незначне збільшення приросту вологи в продукті, потім стабілізація, після чого різке збільшення до 7,1 % при тривалості пропарювання 10 хвилин. Зволожений до 26,0 % продукт характеризується максимальним приростом вологи при тривалості пропарювання 10 хвилин, що становить 7,3 %. При зволоженні продукту до 28 і 30 % криві приросту вологи перебувають на одному рівні. Зі збільшенням тривалості пропарювання вони зростають і максимальний приріст вологи при вологості 28,0 % становить 8,2 %, при вологості 30,0 – 8,2 %.

Збільшення тиску пари до 0,3 МПа веде до зростання вологи в продукті, що відображено на рисунку 3.5.

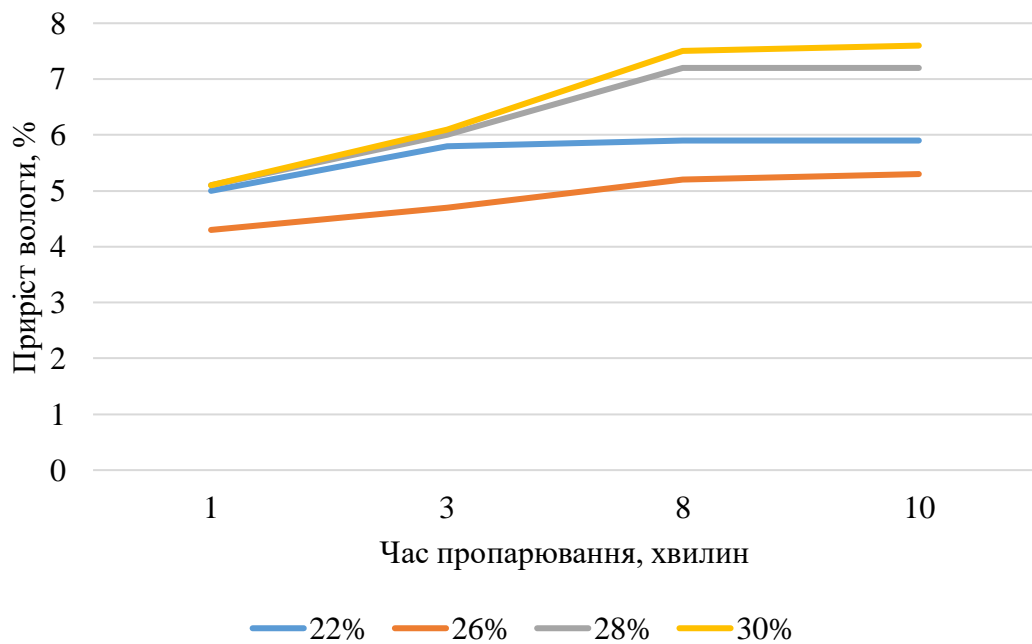


Рисунок 3.5 – Кінетика зволоження колотого ядра вівса при пропарюванні (тиск пари – 0,3 МПа)

З рисунка видно, що на початкових етапах пропарювання приріст вологи трохи зростає, потім за 3 – 4 хвилин пропарювання стабілізується, після чого знову зростає. Максимальний приріст вологи становить близько 7,5 % продукту, зволоженому до 28,0 – 30,0 % при тривалості пропарювання 4 – 5 хвилин.

Таким чином, проведені дослідження показали, що в результаті пропарювання колотого ядра вівса, приріст вологи в середньому становить 3 – 5 % залежно від вихідної вологості та вибраних режимів. Відомо, що найглибші зміни у біохімічному комплексі відбуваються при вологості 28 – 34 %. Ґрунтуючись на отриманих даних та літературних джерелах, у подальших дослідженнях верхню межу зволоження встановили на рівні 28 %.

3.4 Зміна кислотності продукту під час обробки

У продуктах з вівса одним із нормованих показників є кислотність, що пов'язано з високим вмістом жиру, який до того ж розподілений по зернівці рівномірно [9].

Тому доцільно оцінити як впливають параметри обробки колотого ядра вівса на кислотність продукту. Для цього ми визначаємо кислотність відповідно до ГОСТ 26972.

Отримані результати подано у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Зміна кислотності продукту при обробці, град.

Вологість продукту, %	Тривалість пропарювання, хв			
	1	3	8	10
22	4,25	4,35	4,50	4,75
25	4,30	4,50	5,20	5,50
28	4,50	4,75	5,50	6,0

Дані таблиці 3.9 показують, що зі збільшенням вологості продукту, а також зі збільшенням тривалості пропарювання кислотність продукту зростає. Якщо кислотність контрольного зразка становить 3,8 °, то при вологості 22 % і тривалості пропарювання 1 хвилину кислотність продукту становить 4,25 °. Максимальну кислотність (6,0 °) має продукт із вологістю 28 % та тривалістю пропарювання 10 хвилин, що фактично є обмежувальною нормою для вівсяної неподрібненої крупи.

При волого-тепловій обробці ліпідний комплекс крупи піддається дії тепла, вологи та кисню повітря, що значно змінює його склад. В результаті гідротермічної обробки відбувається зниження загального вмісту та зміни співвідношення вільних, зв'язаних та міцно пов'язаних ліпідів.

Відбувається зниження вмісту токоферолів, жирних кислот та збільшення вмісту продуктів гідролізу тригліцеридів, фосфоліпідів, тобто накопичення вільних

жирних кислот, що призводить до зростання кислотності продукту [8].

Таким чином, найменша кислотність продукту спостерігається при вологості 22 % та тривалості пропарювання 1 хвилину, що становить 4,25 °. Максимальну кислотність має продукт, зволожений до 28 % і пропарений протягом 10 хвилин – 6,0 °.

Поряд з цим, волого-теплова обробка значно знижує активність ліполітичних ферментів ліпази та ліпоксигенази, підвищуючи, тим самим, стійкість продукту в процесі подальшого зберігання.

Виходячи з цього, при доборі режимів технологічної обробки необхідно максимально прагнути до скорочення тривалості процесу, до властивостей, що зберігають якість і підвищують поживну цінність товару.

3.5 Вплив ступеня зволоження та тривалості пропарювання на набухання продукту

Нашою метою було виявлення впливу ступеня зволоження та тривалості пропарювання на набухання круп'яного продукту. Для цього ми зволожували крупу до вологості 22 – 28 %, відволожували протягом 30 хвилин, потім пропарювали при тиску пари 0,1 – 0,3 МПа протягом 1 – 10 хвилин і отриманий продукт сушили контактною сушкою при постійній температурі 150 °С 4 хвилини.

Отримані дані подано на рисунках 3.6, 3.7, 3.8.

На рисунку 3.6 показано вплив ступеня зволоження та тривалості пропарювання на набухання продукту при тиску пари 0,1 МПа.

Характер кривих показує, що збільшення ступеня зволоження веде до збільшення набухання продукту. При вологості 22 % значне зростання набухання спостерігається в проміжку від 1 до 3 хвилин пропарювання і максимальна набухання становить 7,0 мл/г при пропарюванні протягом 3 хвилин. Потім йде незначне зниження набухання продукту і в проміжку від 8 до 10 хвилин

пропарювання набухання стабілізується на рівні 6,4 мл/г.

Набухання продукту, зволоженого до 25 % збільшується від 5,4 до 7,2 мл/г у проміжку від 1 до 3 хвилин, потім набухання плавно знижується до 6,6 мл/г при 8 хвилинах пропарювання і залишається на тому ж рівні і при 10 хвилинах пропарювання.

Зволожений до 28 % продукт має максимальне набухання 8,0 мл/г при пропарюванні протягом 3 хвилин, потім набухання знижується до 7,0 мл/г при 10 хвилинах пропарювання.

На рисунку 3.7 показано вплив ступеня зволоження та тривалості пропарювання на набухання продукту при тиску пари 0,2 МПа.

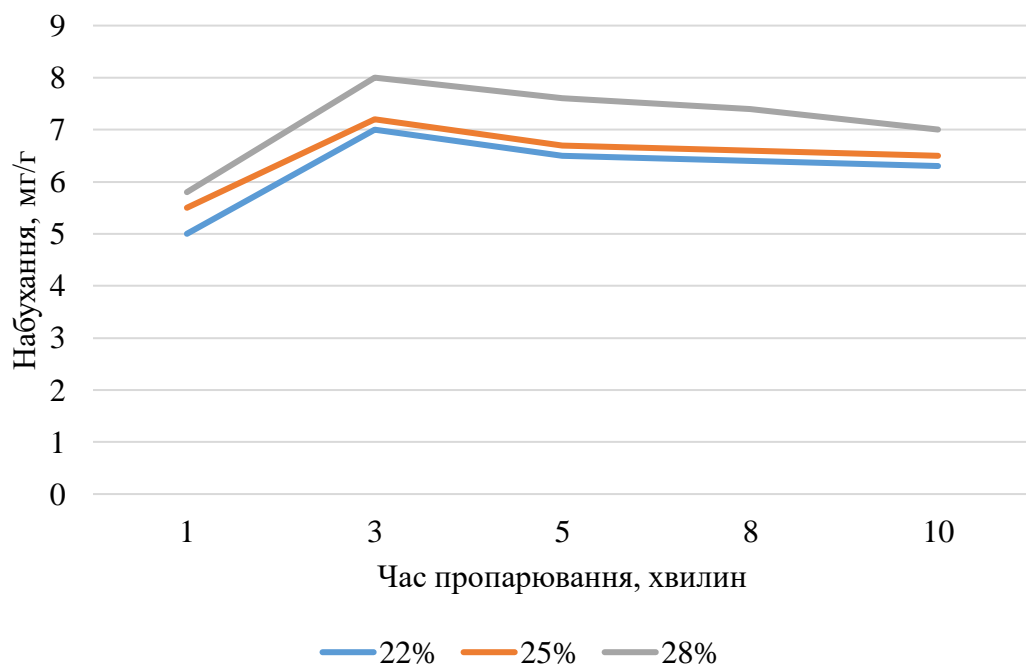


Рисунок 3.6 – Вплив тривалості пропарювання та ступеня зволоження на набухання продукту при тиску пари 0,1 МПа

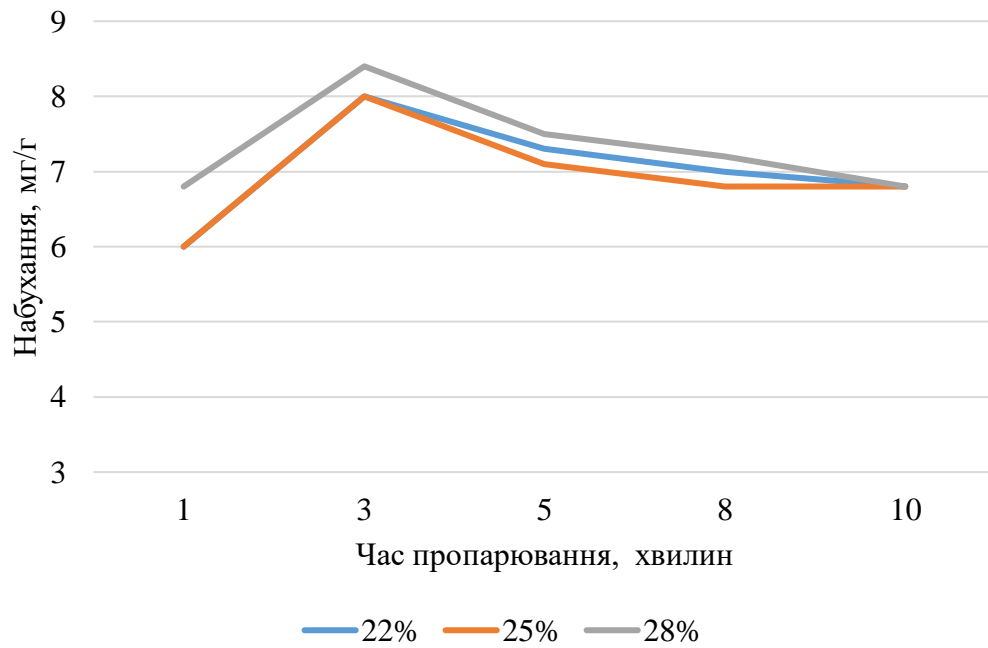


Рисунок 3.7 – Вплив тривалості пропарювання та ступеня зволоження на набухання продукту при тиску пари 0,2 МПа

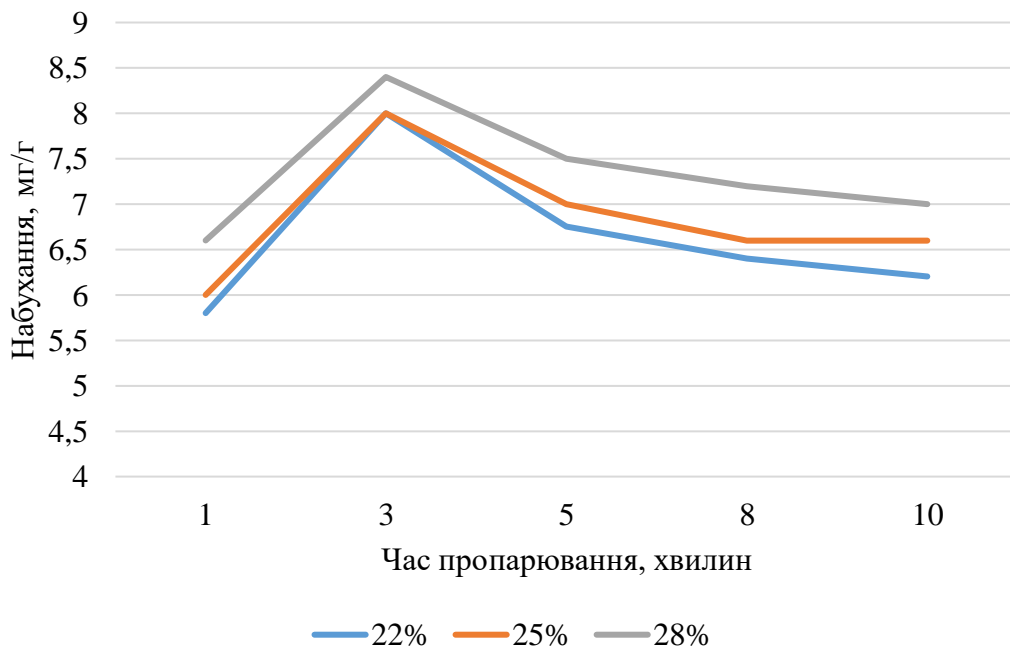


Рисунок 3.8 – Вплив тривалості пропарювання та ступеня зволоження на набухання продукту при тиску пари 0,3 МПа

На графіку видно, що при вологості 22 %, так і при вологості 25 % і 28 % у проміжку між 1 та 3 хвилинами пропарювання спостерігається різкий стрибок набухання продукту. Максимальне набухання становить 8,4 мл/г для вологості 28 % при 3 хвилинах пропарювання. У проміжку від 3 до 10 хвилин пропарювання відбувається падіння набухання продукту і при 10 хвилинах набухання продукту для вологості 22,25 і 28 % становить 6,8 мл/г.

На рисунку 3.8 представлено вплив ступеня зволоження та тривалості пропарювання на набухання продукту при тиску пари 0,3 МПа.

При зволоженні колотого ядра вівса до вологості 22 % максимум значення набухання становить 8,0 мл/г при 3 хвилинах пропарювання, потім набухання плавно знижується до 6,3 мл/г при пропарюванні протягом 10 хвилин.

При зволоженні до 25 % максимум також знаходиться на рівні 8,0 мл/г при пропарюванні протягом 3 хвилин, а потім спостерігається падіння набухання до 6,6 мл/г при 8 хвилинах пропарювання і залишається на тому ж рівні при 10 хвилинах пропарювання.

Зволожений до 28 % продукт характеризується збільшенням набухання в проміжку від 1 до 3 хвилин пропарювання і при 3 хвилин досягає максимального рівня 8,4 мл/г. Потім набухання продукту знижується до 7,2 мл/г при 8 хвилинах пропарювання. В інтервалі від 8 до 10 хвилин пропарювання йде незначне зниження набухання продукту і при 10 хвилинах становить 7,0 мл/г.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що найбільше набухання має продукт, зволожений до 28 %, пропарений при тиску пари 0,2 МПа протягом 3 хвилин.

3.6 Вплив ступеню зволоження та тривалості пропарювання на здатність продукту зв'язувати воду

Здатність продукту зв'язувати воду характеризує рівень готовності продукту

до вживання.

Необроблене колоте ядро вівса має цей показник (здатність зв'язувати воду) на рівні 2,2 г/г.

Нашою метою було виявлення ступеня зволоження та тривалості пропарювання на здатність продукту зв'язувати воду. Для цього ми зволожували крупу до вологості 22 – 28 %, пропарювали протягом 1 – 10 хвилин при тиску пари 0,1 – 0,3 МПа і потім сушили контактною сушкою при постійній температурі 150 °С 4 хвилини.

Отримані результати представлені на рисунках 3.9, 3.10, 3.11.

На рисунку 3.9 показано, як впливає ступінь зволоження та тривалість пропарювання на здатність продукту зв'язувати воду при тиску пари 0,1 МПа.

Всі криві, незалежно від ступеня зволоження, мають точку перегину при тривалості пропарювання 3 хвилини. Здатність зв'язувати воду коливається від 3,1 до 5,6 г/г залежно від ступеня зволоження. Максимальна величина здатності продукту зв'язувати воду спостерігається при вологості 28 % та тривалості пропарювання протягом 3 хвилин.

На рисунку 3.10 представлена залежність здатності продукту зв'язувати воду від ступеня зволоження та тривалості пропарювання при тиску пари 0,2 МПа.

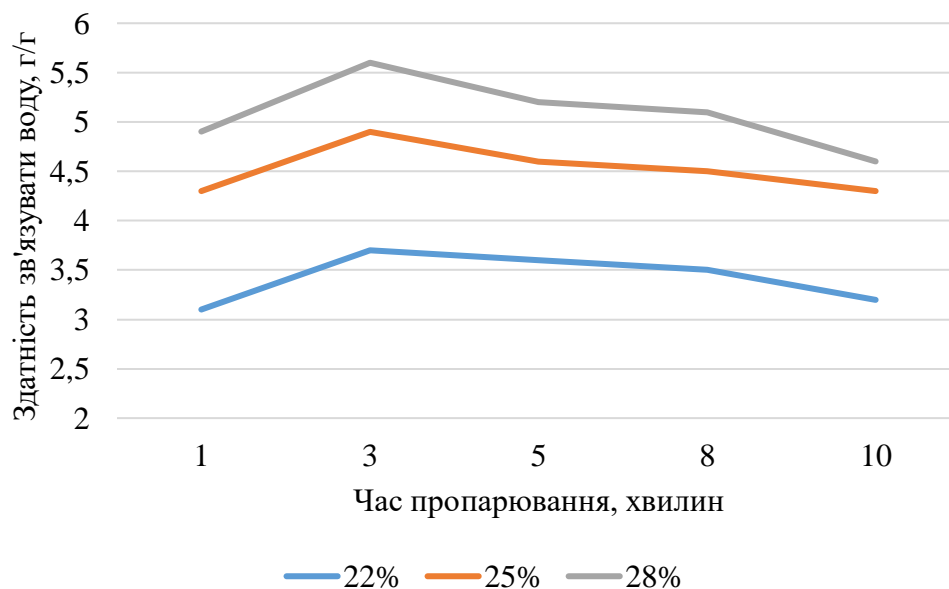


Рисунок 3.9 – Вплив тривалості пропарювання та ступеня зволоження на здатність продукту зв'язувати воду при тиску пари 0,1 МПа

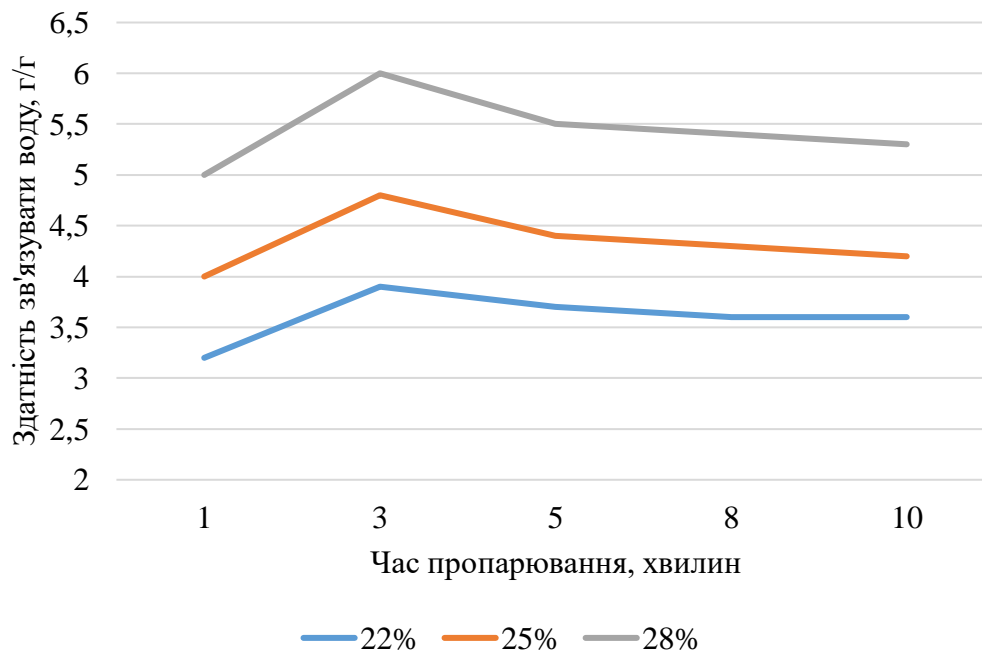


Рисунок 3.10 – Вплив тривалості пропарювання і ступеня зволоження на здатність продукту зв'язувати воду при тиску 0,2 МПа

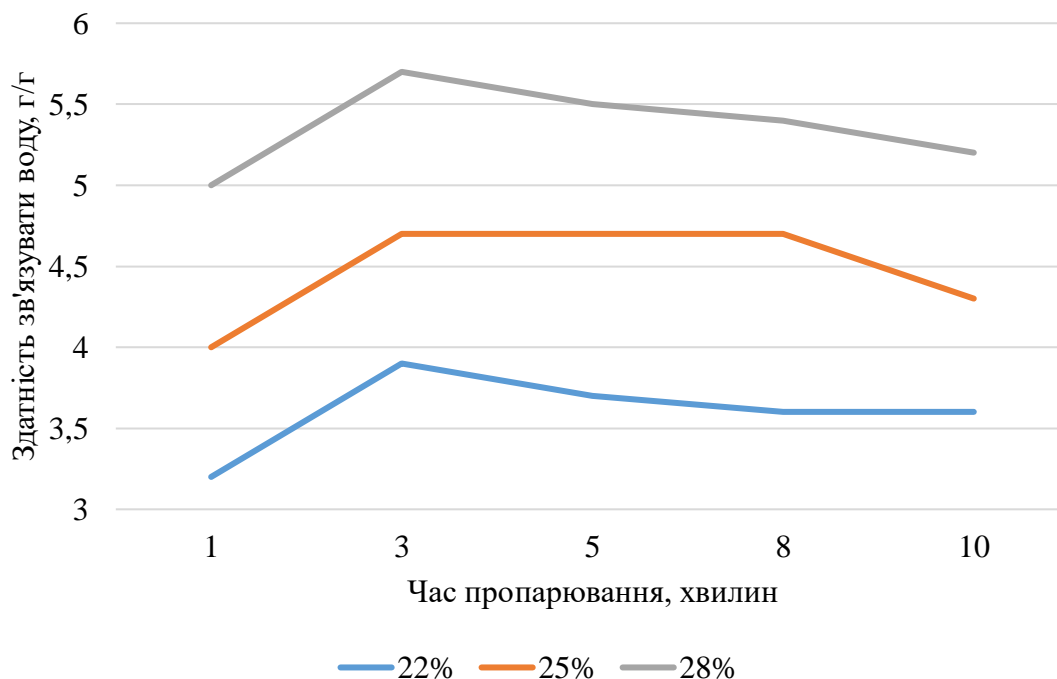


Рисунок 3.11 – Вплив тривалості пропарювання і ступеня зволоження на здатність продукту зв’язувати воду при тиску пари 0,3 МПа

Характер кривих показує, що здатність продукту зв’язувати воду збільшується до часу пропарювання 3 хвилини, потім трохи знижується.

При вологості 22 % максимальна величина здатності зв’язувати воду становить 3,9 г/г при часі пропарювання 3 хвилини в інтервалі від 3 до 10 хвилин пропарювання, здатність продукту зв’язувати воду знижується і при 10 хвилинах пропарювання становить 3,6 г/г.

Зволожена до 25 % крупа має максимальне значення здатності зв’язувати воду також за 3 хвилини пропарювання, що становить 4,8 г/г, потім крива знижується до значення 4,2 г/г при 10 хвилинах пропарювання.

При вологості 28 % найменша здатність продукту зв’язувати воду спостерігається при тривалості пропарювання 1 хвилину та становить 5,0 г/г, а найбільша 6,0 при 3 хвилинах пропарювання.

Рисунок 3.11 відображає здатність продукту зв’язувати воду в залежності від

ступеня зволоження та тривалості пропарювання при тиску пари 0,3 МПа,

Найменшою здатністю зв'язувати воду володіє продукт з вологістю 22 %. В інтервалі від 1 до 3 хвилин крива зростає і при 3 хвилин пропарювання досягає максимуму – 3,9 г/р. Потім здатність продукту зв'язувати воду знижується до значення 3,6 г/г при часі пропарювання 10 хвилин.

При вологості 25 % здатність продукту зв'язувати воду плавно зростає до значення 4,7 г/г за тривалості пропарювання 3 хвилини, а потім зменшується.

При вологості 28 % здатність продукту зв'язувати воду в межах від 5,0 до 5,7 г/г. Максимальна здатність зв'язувати воду – 5,7 г/г спостерігається при тривалості пропарювання 3 хвилини, потім крива плавно знижується до 5,2 г/г.

Таким чином, дані графіків на рисунках 3.15 – 3.17 показують, що найбільшу здатність зв'язувати воду має продукт, зволожений до 28 % при тривалості пропарювання 3 хвилини з тиском пари 0,2 МПа.

3.7 Експериментальна перевірка способу одержання вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння у лабораторних умовах

Результати експериментальної перевірки отриманих оптимальних параметрів отримання вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння (зволоження колотого ядра вівса до вологості 28 %, відволоження протягом 30 хвилин, пропарювання при тиску пари 0,2 МПа протягом 3 хвилин) в лабораторних умовах показали, що отриманий продукт має високу якість.

Аналіз якості готового продукту представлено таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Показники якості вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Різної форми колоті ядра
Колір	Жовто-коричневий
Смак	Нормальний, властивий вівсяній крупі, без присмаку гіркоти, злегка горіховий
Запах	Нормальний, властивий вівсяній крупі, без цвілевого, затхлого та інших сторонніх запахів, злегка горіховий
Консистенція після приготування	Розсипчаста
Масова частка вологи, %	3,5
Набухання, мл/г	8,6
Відновлюваність, хв	3; НВЧ – 1
Здатність зв'язувати воду, г/г	5,8
Кислотність, град	4,8
Сторонні домішки, зараженість шкідниками	не виявлено
Масова частка металомагнітної домішки	не виявлено

Таким чином, оцінивши якість готового продукту, що не потребує варіння, можна відзначити, що він має жовто-коричневий колір, смак і запах властиві вівсяним продуктам, злегка горіховий, консистенція після приготування розсипчаста.

Продукт має низьку вологість (3,5 %), високий ступінь набухання (8,6 мл/г), що в 3 рази перевищує набухання вихідної сировини, відновлюється в гарячій воді протягом 3 хвилин, в НВЧ – протягом 1 хвилини.

Все це говорить про те, що отриманий вівсяний продукт, що не потребує варіння, має високі споживчі властивості.

3.8 Дослідження стійкості продукту під час зберігання

Стійкість крупи при зберіганні визначається гігіроскопічністю, станом ліпідної фракції [3, 5, 7, 8, 11].

В результаті волого-теплової обробки у круп'яній сировині відбуваються процеси, які впливають на швидкість та характер зміни властивостей при зберіганні.

Для дослідження змін якісних показників зразків у процесі зберігання вихідна сировина – колоте ядро вівса та готовий вівсяний круп'яний продукт, що не потребує варіння, зберігали протягом 6 місяців при відносній вологості повітря не більше 75 % при температурі 20 °С. У процесі зберігання через кожні 15 діб із зразків брали проби для визначення кислотності по бовтанці. Вміст жиру, кислотне число жиру та вміст мікроорганізмів визначали на початку та в кінці зберігання.

Волого-теплова обробка крупи викликає інактивацію ліпази та ліпоксигенази, що значною мірою попереджає гідроліз жиру. Кислотність по бовтанці досить об'єктивно характеризує якісні зміни крупи під час зберігання. Зміна кислотності круп при зберіганні наведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Зміна кислотності колотого ядра вівса та вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння

Найменування продукту	Градус кислотності по бовтанці при зберіганні, діб												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
Початкова сировина – колоте ядро вівса	4,8	4,8	5,0	5,0	5,2	5,2	5,4	5,6	5,8	5,8	6,2	6,8	7,0
Вівсяний круп'яний продукт, що не потребує варіння	4,6	4,6	4,8	4,8	5,0	5,0	5,0	5,2	5,2	5,4	5,4	5,4	5,6

З результатів, поданих у таблиці 3.11 видно, що у вихідній сировині спостерігається збільшення кислотності, що закінчується через 135 діб. Подальше зберігання до 180 діб не призводить до приросту кислотності у сировині, кислотність стабілізується.

Пропарювання крупи веде до інактивації ліполітичних ферментів, які гальмують окислення ліпідів у процесі зберігання. Тому, кислотність готового продукту значно нижча за кислотність вихідної сировини – 5,6 град і 7,0 град відповідно (через 6 місяців зберігання).

Таким чином, можна дійти висновку, що волого-теплова обробка веде до зростання стійкості продукту при зберіганні.

Висновки за розділом

Комплексно оцінено вплив умов волого-теплової обробки на ступінь набухання колотого ядра вівса та визначено оптимальні параметри, що забезпечують інтенсивне водопоглинення й формування якісних характеристик продукту, призначеного для швидкого приготування.

Перший етап досліджень показав, що за зволоження в межах 14 – 20 %, незалежно від температури води (20 – 90 °C) та тривалості відволоження (30 – 240 хв), набухання продукту змінюється незначно й утримується в інтервалі 3,0 – 4,0 мл/г. Ці значення практично відповідають контрольному зразку, що свідчить про слабку чутливість крупи до початкових режимів гідротермічної обробки. Отже, для досягнення суттєвих змін необхідне підвищення рівня зволоження.

Поглиблені дослідження при зволоженні 22 – 34 % виявили виразну залежність між величиною набухання й двома факторами – ступенем зволоження та часом відволожування. Із зростанням вологості від 22 до 34 % інтенсивність набухання збільшується від 4,0 до 6,5 мл/г, що пов'язано з активізуванням структурних змін крохмальних зерен та підвищенням їх здатності до

водопоглинення. Найбільш помітний приріст ефекту спостерігається у діапазоні вологості 28 – 32 %, де криві набухання демонструють стабільне зростання до 180 – 240 хв відволоження. Водночас надмірне зволоження (34 %) призводить до появи вільної вологи у вигляді слизу, що зумовлює нерівномірність набухання та не рекомендоване до промислового застосування.

Таким чином, оптимальними параметрами першої гідратації є зволоження до 30 – 32 % та витримування протягом 120 – 240 хвилин. Саме цей режим забезпечує максимальну інтенсифікацію набухання, рівномірний перехід води у внутрішню структуру ядра та формування бажаних технологічних властивостей.

Подальші дослідження підтвердили ефективність повторного зволоження – технологічного прийому, традиційно застосовуваного у виробництві круп, що не потребують варіння. Повторне доведення вологи до 32 % після попереднього зволоження (16 – 20 %) значно підвищує показники набухання. Максимальні значення досягнуто у зразків з початковою вологістю 18 – 20 % і становлять 7,2 – 7,6 мл/г. Це майже вдвічі вище, ніж при одноразовому зволоженні, що свідчить про глибше руйнування міжклітинних перегородок, покращення доступності структурних компонентів і підготовку продукту до швидкого кулінарного відновлення.

На підставі отриманих результатів встановлено раціональні технологічні режими:

- перше зволоження: 18 – 20 %, відволоження 120 – 180 хв, сушіння при 150 °С;
- друге зволоження: до 32 %, відволоження 180 хв, повторна сушіння при 150 °С.

Такий двоступеневий режим забезпечує максимальну здатність продукту до набухання, що є ключовим критерієм якості круп швидкого приготування.

У рамках третього етапу досліджено зміну вологості під час пропарювання колотого ядра вівса. Встановлено, що інтенсивність зволоження залежить від

тривалості дії пари, її тиску та вихідної вологості продукту. Пропарювання сприяє подальшому стабілізуванню структури, підвищенню пластичності компонентів, кращому руйнуванню клітинних оболонок і, відповідно, покращує підготовку ядра до подальшої сушки та формування готового продукту.

Загалом комплекс проведених експериментів дозволив встановити закономірності водопоглинення колотого ядра вівса та визначити оптимальні режими волого-теплової обробки. Встановлено, що саме комбінація зволоження 30 – 32 %, тривалості відволоження 120 – 240 хв та повторної гідратації є найбільш ефективною для формування високоякісного круп'яного продукту, що не потребує варіння.

Результати створюють науково обґрунтовану основу для подальшої оптимізації технологічного процесу й можуть бути використані у промисловому виробництві продуктів швидкого приготування на основі вівса.

4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Рекомендована технологічна схема отримання вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння

Рекомендована технологічна схема виробництва вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння (рисунок 4.1), розроблена з урахуванням можливості її впровадження на сучасних підприємствах зернопереробної промисловості та передбачає використання серійного, широко доступного обладнання. Такий підхід забезпечує не лише технологічну гнучкість, а й економічну доцільність упровадження, оскільки не потребує значних капіталовкладень у модернізацію виробництва.

Згідно зі схемою, початковим етапом є очищення колотого ядра вівса від металоманітних домішок на магнітному сепараторі У1-БМЗ-01, що гарантує безпечність сировини та захищає обладнання від пошкоджень. Наступна операція – аспіраційне очищення на колонці А1-БКА, де видаляються легкі домішки та пилові частинки. Після цього продукт проходить фракціонування на сепараторі А1-БЛС-12, де відбирають дрібну мучку й цілі ядра, що випадково потрапили до потоку, забезпечуючи однорідність подальшої технологічної обробки.

Відібрані колоті ядра направляються на етап зволоження, що необхідне для підготовки зерна до волого-теплової обробки. Після цього оброблений овес надходить до пропарювача А1-БПБ, де відбувається інтенсивне пропарювання, завдяки якому підвищуються пластичні властивості зерна і створюються умови для якісного плющення.

Плющення є ключовим етапом, що формує кінцеву структуру продукту, забезпечуючи одержання пластівців з рівною поверхнею та оптимальною товщиною. Завершальними операціями є сушіння та охолодження, у ході яких

продукт доводиться до нормативної вологості та стабілізується для подальшого зберігання.

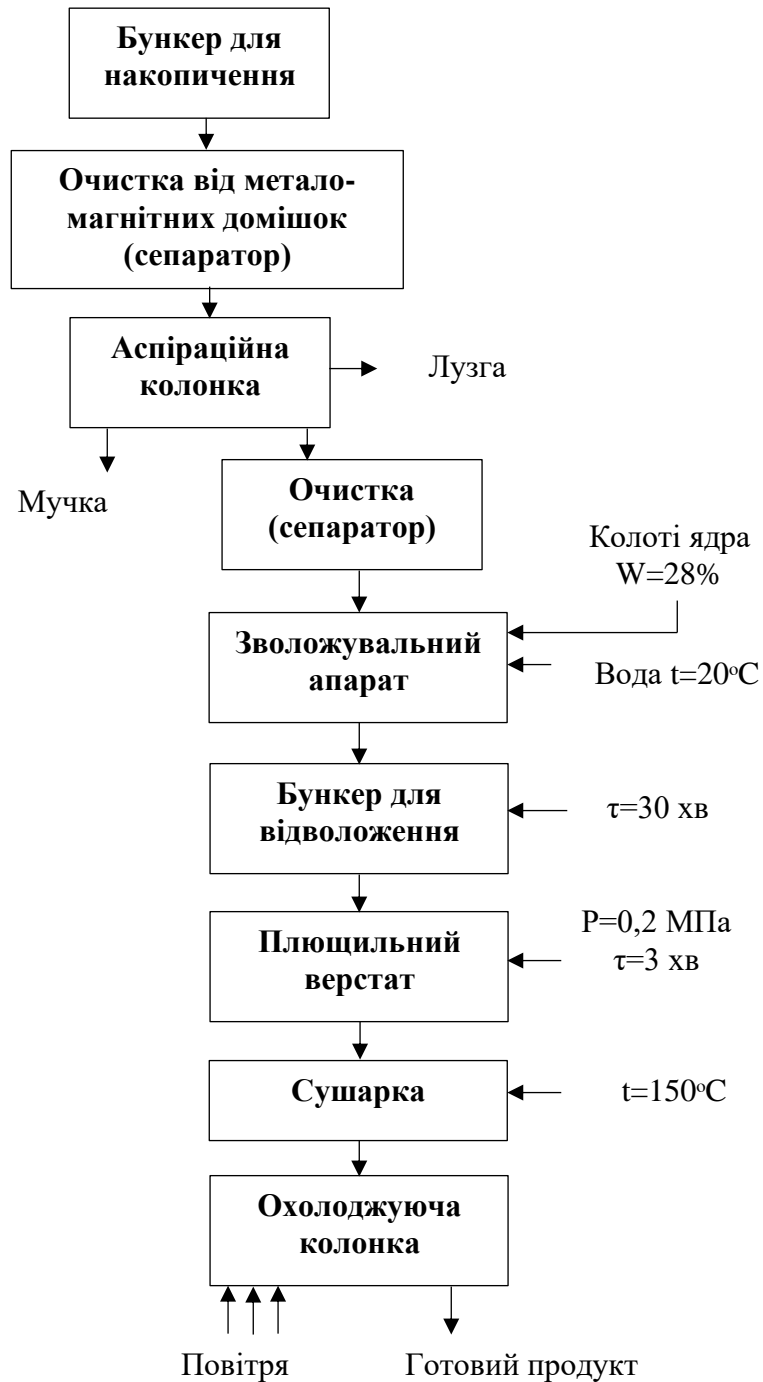


Рисунок 4.1 – Рекомендована технологічна схема виробництва вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння

Запропонована технологічна схема представляє собою логічно вибудовану послідовність технологічних операцій, які забезпечують отримання якісного продукту.

Висновки за розділом

Представлено практичну реалізацію удосконаленої технології отримання вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння. На основі проведених досліджень сформовано раціональну технологічну схему, яка передбачає використання доступного серійного обладнання та забезпечує стабільну якість продукції.

Первинні операції очищення (магнітне сепарування, аспірація, фракціонування) гарантують безпечність і належну підготовку колотих ядер вівса. Зволоження, відволоження та пропарювання сприяють оптимізації структури зерна та забезпечують ефективне плющення. Завершальні операції сушіння та охолодження стабілізують продукт, знижують вологість до нормативів і подовжують термін зберігання.

Запропонована схема технологічно обґрунтована, придатна для промислового впровадження й дозволяє отримати якісний, зручний у використанні продукт швидкого приготування при раціональному використанні зернових ресурсів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва круп'яних продуктів швидкого приготування

Розробка картки безпеки праці є доцільною для забезпечення системного контролю виробничих процесів та зниження ризику нещасних випадків на підприємстві. Вона дозволяє чітко визначити потенційно небезпечні операції, встановити порядок дій працівників у надзвичайних ситуаціях та забезпечити дотримання нормативних вимог з охорони праці. Крім того, картка сприяє підвищенню культури безпеки серед персоналу та стандартизації технологічних операцій, що особливо важливо при виробництві харчових продуктів, де дотримання санітарно-гігієнічних норм є критичним.

Додатковою перевагою є можливість регулярного оновлення картки відповідно до змін у технологічному процесі, модернізації обладнання або появи нових нормативних вимог. Це забезпечує її актуальність та практичну цінність для щоденної роботи. Окрім цього, картка полегшує проведення інструктажів, підвищує відповідальність працівників за виконання вимог безпеки та сприяє формуванню стабільного безаварійного виробничого середовища.

Приклад розробленої карти наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва круп'яних продуктів швидкого приготування

Етап виробництва	Потенційна небезпека	Заходи безпеки	Відповідальні особи	Примітки
Приймання та зберігання сировини	Пошкодження під час розвантаження, контакт з пилом	Використання спецодягу, рукавичок, респіраторів; дотримання правил підйому вантажів	Комірник, начальник складу	Контроль вологості та чистоти складу
Сортування та відокремлення колотого ядра	Порізи та травми від сит, пил	Захисні рукавички, огороження рухомих частин обладнання, вентиляція	Оператор сортувальної лінії	Регулярне технічне обслуговування сит
Зволоження та відволоження	Опіки від гарячої води, слизька підлога	Використання термостійких рукавичок, спецвзуття, дотримання інструкцій	Оператор	Контроль температури води та часу зволоження
Пропарювання	Опіки від пари, високий тиск	Використання спецодягу, окулярів, захисних екранів; перевірка герметичності обладнання	Оператор пропарювальної установки	Дотримання нормативного тиску і часу обробки
Сушіння	Опіки від гарячих поверхонь, пожежна небезпека	Використання термостійких рукавичок, контроль температури, наявність вогнегасників	Оператор сушильного обладнання	Регулярна очистка нагрівальних елементів

Етап виробництва	Потенційна небезпека	Заходи безпеки	Відповідальні особи	Примітки
Пакування	Порізи, травми при роботі з пакувальним обладнанням	Використання захисних рукавичок, дотримання інструкцій з експлуатації	Оператор пакувальної лінії	Контроль герметичності пакування
Зберігання готової продукції	Падіння коробок, псування продукту	Дотримання правил укладання, спецодяг, контроль вологості та температури	Комірник	Регулярний контроль умов зберігання
Прибирання та утилізація відходів	Контакт із пилом, гострими предметами	Використання рукавичок, масок, спеціального обладнання для відходів	Прибиральник	Сортування та безпечна утилізація відходів

Цей документ повинен бути погоджений із відповідними контролюючими та наглядовими органами, зокрема службами охорони праці підприємства, санітарно-епідеміологічними органами та іншими компетентними структурами, які відповідають за безпеку виробництва та дотримання санітарних норм. Після затвердження він повинен бути офіційно доведений до відома всіх працівників, доступний для ознайомлення на робочих місцях та регулярно оновлюватися у разі змін технологічного процесу або нормативних вимог. Крім того, документ слугує основою для навчання персоналу, контролю за виконанням правил безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям на виробництві.

5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва круп'яних продуктів швидкого приготування

Утилізація відходів під час виробництва круп'яних продуктів швидкого приготування є економічно та екологічно доцільною, оскільки дозволяє зменшити забруднення навколишнього середовища, підвищити ефективність використання сировини та створити додаткові продукти харчування або корми для тварин. Використання побічних продуктів, таких як лущиння, дрібне ядро та порошкоподібні частки, сприяє зменшенню виробничих втрат і може підвищувати харчову цінність кінцевої продукції.

Основні шляхи утилізації відходів виробництва круп'яних продуктів швидкого приготування представлені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Основні шляхи утилізації відходів виробництва круп'яних продуктів швидкого приготування

Вид відходів	Характеристика	Можливий шлях утилізації	Примітки
Лушпиння та оболонки зерна	Тверді волокнисті рештки	Виробництво кормів для тварин, біоенергетика (пелети, біопаливо)	Високий вміст клітковини, низька харчова цінність для людини
Дрібне ядро та порошкоподібні частки	Колоті та подрібнені залишки ядра	Додавання до хлібобулочних виробів, мюслі, печива, напоїв функціонального призначення	Підвищує харчову цінність продуктів, джерело білка та клітковини
Пил та пилоподібні домішки	Мікрочастки, що осідають під час переробки	Компостування, виготовлення органічних добрив	Потребує попереднього контролю на забруднення
Мінеральні домішки	Пісок, дрібне каміння	Відділення та утилізація як технічний відхід	Не придатні для харчового використання
Відпрацьована вода	Вода після промивання та зволоження	Біологічне очищення та повторне використання	Можливе використання у технологічних циклах після очищення

Регламентування утилізації відходів повинно здійснюватися відповідно до чинного законодавства України у сфері охорони навколишнього середовища, санітарних норм та стандартів якості харчових продуктів, а саме: Державних стандартів (ДСТУ), санітарних правил та норм (СанПіН), а також нормативів щодо поводження з відходами виробництва.

Висновки за розділом

Розробка картки безпеки праці дозволяє систематизувати потенційні небезпеки на всіх етапах виробництва та визначити ефективні заходи їх запобігання. Основні ризики пов'язані з механічними травмами, опіками, контактом з пилом та високотемпературними поверхнями, а також зберіганням та утилізацією відходів.

Впровадження картки забезпечує дотримання санітарно-гігієнічних норм, охорону здоров'я працівників і підвищує безпеку виробничого процесу. Документ має бути погоджений із відповідними органами контролю та наданий кожному працівнику для ознайомлення і дотримання правил безпечної роботи.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Вартість основних і побічних матеріалів визначають за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (6.1)$$

де m_1 – кількість використаного i -го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку матеріальних витрат наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Необхідна кількість основних матеріалів та їхня вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Ядро вівсяне колоте, кг	5	32,00	160,00
Всього			160,00

Розрахунок витрат на оплату праці наведено в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8700	50,00	20	1230,00
Всього				1230,00

Нарахування на заробітну плату виконують за ставкою 22 % від суми бруто-зарплати:

$$H = \frac{1230,00 \cdot 22}{100} = 270,60 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.2)$$

де M – потужність обладнання, кВт;

K – коефіцієнт використання потужності ($K = 0,9$);

T – тривалість роботи, год;

a – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Витрата електроенергії для пропарювання крупи:

$$E_1 = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 40 \cdot 6,4 = 576,00 \text{ грн.}$$

Витрата електроенергії для сушіння крупи:

$$E_2 = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 32 \cdot 6,4 = 165,88 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії під час роботи комп'ютера:

$$E_3 = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 248 \cdot 6,4 = 999,94 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 = 576,00 + 165,88 + 999,94 = 1741,82 \text{ грн.}$$

Амортизація обладнання, що використовується в процесі дослідження, розраховується за такою формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.3)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.,

Розрахунки амортизації наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунки витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Пропарювач	23480,30	10	5	32,16
Сушарка	9600,00	10	4	10,52
Ноутбук	23000,00	24	31	468,82
Всього				511,50

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(1230,00 \cdot 80)}{100} = 984,00 \text{ грн.}$$

Зведені витрати подано в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Кошторис зведених витрат на проведення дослідження

Найменування витрат	Сума, грн.
Матеріали основні	160,00
Оплата праці учасникам досліджень	1230,00
Нарахування на заробітну плату	270,60
Електроенергія	1741,82
Амортизація	511,50
Накладні витрати	984,00
Всього	4897,92

Аналіз показує, що найбільшу частку витрат становлять електроенергія та заробітна плата – відповідно 1741,82 грн і 1230,00 грн.

6.2 Розрахунок вартості дослідження

Ціну проведених досліджень розраховують за формулою:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.4)$$

де $Ц$ – загальна вартість дослідження, грн;

C – фактичні витрати, грн;

P – норматив рентабельності ($P = 30$), %.

$$Ц = 4897,92 + \frac{30 \cdot 4897,92}{100} = 6367,30 \text{ грн.}$$

Отже, з урахуванням рентабельності 30 %, кінцева вартість дослідження становить 6367,30 грн..

Висновки за розділом

У ході виконання розрахунків було визначено повну структуру витрат, пов'язаних із проведенням дослідження. Найбільшу частку становлять витрати на електроенергію та оплату праці, що свідчить про енергоємність процесів та значну частку трудових ресурсів у загальній собівартості. Загальна сума витрат склала 4897,92 грн, що охоплює матеріальні витрати, оплату праці, нарахування, амортизацію та накладні витрати.

Проведений економічний розрахунок дозволив визначити кінцеву вартість дослідження з урахуванням рентабельності 30 %, яка становить 6367,30 грн. Отримані результати підтверджують економічну доцільність виконаних досліджень та забезпечують обґрунтованість подальших розрахунків щодо впровадження технології.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В результаті проведених досліджень розроблено новий спосіб отримання вівсяного круп'яного продукту, що не потребує варіння, який відрізняється тим, що в якості вихідної сировини використовується побічний продукт виробництва вівсяної крупи – колоті ядра вівса, а також скороченням технологічного процесу і зниженням енергоємності.

2. Вивчено вплив ступеня зволоження, температури води, часу звільнення, а також повторного зволоження на набухання продукту. Встановлено, що ступінь зволоження до 20 %, температура води та тривалість відволоження суттєво не впливають на набухання продукту. Значне зростання набухання спостерігається при зволоженні колотих ядер вівса до вологості 22 – 30 %, проте подальше зволоження веде до появи в продукті вільної вологи, що ускладнює обробку. Повторне зволоження також веде до зростання набухання.

3. Вивчено вплив ступеня зволоження, тиску пари та тривалості пропарювання на набухання продукту та його здатність зв'язувати воду. Відзначено, що зі збільшенням ступеня зволоження до 28 %, тиску пари до 0,2 МПа та тривалості пропарювання до 3 хвилин, набухання продукту та його здатність зв'язувати воду зростають, потім стабілізуються або незначно знижуються.

4. Виявлено, що внаслідок пропарювання колотих ядер вівса максимальний приріст вологи становить 3 – 5 %, що дозволяє зволожувати продукт перед пропарюванням до вологості 28 %.

5. Встановлено, що при отриманні вівсяного продукту, що не потребує варіння, змінюється його кислотність. Так, зі збільшенням вологості продукту і тривалості пропарювання кислотність продукту зростає. При рекомендованих режимах кислотність продукту становить 4,5 – 4,8 град.

6. Запропонована схема технологічно обґрунтована, придатна для промислового впровадження й дозволяє отримати якісний, зручний у використанні

продукт швидкого приготування при раціональному використанні зернових ресурсів.

7. Розробка картки безпеки праці дозволяє систематизувати потенційні небезпеки на всіх етапах виробництва та визначити ефективні заходи їх запобігання. Основні ризики пов'язані з механічними травмами, опіками, контактом з пилом та високотемпературними поверхнями, а також зберіганням та утилізацією відходів.

8. Проведений економічний розрахунок дозволив визначити кінцеву вартість дослідження з урахуванням рентабельності 30 %, яка становить 6367,30 грн. Отримані результати підтверджують економічну доцільність виконаних досліджень та забезпечують обґрунтованість подальших розрахунків щодо впровадження технології.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Жемела Г.П., Бараболя О.В. Технологія борошномельного та круп'яного виробництва: навчальний посібник для студентів вищих агротехнологічних навчальних закладів / Г.П. Жемела, О.В. Бараболя – Полтава: 2011. – 292 с.

2. Мерко І.Т. Технології мукомельного і круп'яного виробництва [Текст]: підручник для студентів вищих навчальних закладів / І.Т. Мерко. – Вид. 2-ге, перероб. та допов. – Одеса : Друк. дім, 2010. – 472 с.

3. Мерко І.Т., Моргун В.О. Наукові основи і технологія переробки зерна: підручник для студентів вищих навчальних закладів / І.Т. Мерко, В.О. Моргун – Одеса: Друк, 2001. – 348с.

4. Інноваційні методи обробки продовольчої сировини / С.Ю. Миколенко, О.В. Гончарова, А.М. Пугач, А.В. Купченко, В.С. Кошулько, Я.В. Гезь: Монографія. Дніпро: Журфонд, 2017. 224 с.

5. Подпряттов Г.І., Скалецька Л.Ф. Технологія виробництва борошна, крупи та олії. – К.: Видавництво НАУ, 2000. – 200 с.

6. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах. – К.: Віпол, 1998. – 164 с.

7. Шатенко Є. І., Соц С.М. Технологія круп'яного виробництва. – К.: Освіта України, 2010. – 272 с.

8. Відходи та безвідходне виробництво в харчовій промисловості : наук.-допом. бібліогр. покажч. двома мовами 1956 – 2020 рр. / [упоряд. І. М. Мельничук]; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2021. 110 с. Режим доступу: http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/34268/1/Waste_and_waste-free_production_in_the_food_industry.pdf.

9. Aliiev Elchyn, Gavrilenko Alexander, Tesliuk Hennadii, Tolstenko Alexander, Koshul'ko Vitaliy (2019). IMPROVEMENT OF THE SUNFLOWER SEED SEPARATION PROCESS EFFICIENCY ON THE VIBRATING SURFACE. ACTA

PERIODICA TECHNOLOGICA (APTEFF), 50, 12 – 22. DOI: <https://doi.org/10.2298/APT1950012A> (Scopus).

10. Nykyforov, A., Antoshchenkov, R., Halych, I., Kis, V., Polyansky, P., Koshulko, V., Tymchak, D., Dombrovska, A., Kilimnik, I. (2022). Construction of a regression model for assessing the efficiency of separation of lightweight seeds on vibratory machines involving measures to reduce the harmful influence of the aerodynamic factor. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (116)), 24–34. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253657> (Scopus).

11. Землеробська механіка. Інноваційні технології харчових виробництв / А.С. Кобець, С.П. Сокол, А.М. Пугач, Ю.О. Чурсінов, О.А. Півоваров, С.Ю. Миколенко, О.С. Ковальова, В.С. Калина, В.С. Кошулько, Д.О. Тимчак, Н.А. Сова, К.А. Худайбердієва. Дніпро: «Свідлер А.Л.». 2022. Том 4. 460 с. (наукова монографія, ISBN 978-617-627-174-1).

12. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова, В.С. Кошулько. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с. (посібник, ISBN 978-617-95201-3-6).

13. Л. посібник). Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. 78 с.

14. Gorohivets N. A., Vedmedeva, E. V. (2016). Inheritance of epidermis pigmentation in sunflower achenes, *Cytol Genet.* Vol. 50, no. 2. P. 116-120. DOI: 10.3103/S0095452716020031.

15. Poliakova N.A., Vedmedeva, E.V. (2016). Inheritance of Anthocyanin Coloration Trait in Pericarp of Sunflower Seeds. *HELIA*. P. 81–90. DOI: 10.1515/helia-2016-0005

16. Заїка П. М. (2006). Теорія сільськогосподарських машин. Очистка і сортування насіння. Харків: Око. 407 с.

17. Котов Б. І., Пастушенко, М. Г., Степаненко, С. П. (2012). Дослідження ефективності вібровідцентрової сепарації зерна на ступінчасто-конічному решеті

методом планування експериментів. Конструювання, експлуатація та виробництво сільськогосподарських машин. Випуск 42. Частина 2. С. 70-75.

18. Дерев'янку Д. (2015). Дослідження ударної взаємодії травмування насіння поверхнею циліндричного решета вібросепаратора після його сходження з диска розподільника. Техніка і технології АПК. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, № 6 (69). С. 9-12.

19. Заїка П. М., Бакум, М. В., Михайлов, А. Д., Козій, О. Б. (2012). Сепарація насіння льону на вібраційних сепараторах. Вібрації в техніці та технологіях. № 3 (67). С. 106-111.

20. Clien C., Chiang, Y. P., Pomeranz, Y. (1989). Image analysis and characterization of cereal grains with a laser range finder and camera contour extractor. Cereal Chem. № 6. P. 466-470.

21. Thomson, W. H., Pomeranz, Y. (1991). Classification of wheat kernels using three-dimensional image analysis. Cereal Chem. 68. № 34. P. 357-361.

22. Kiratiratanapruk K., Sinthupinyo, W. (2011). Color and texture for corn seed classification by machine vision. Int. Symp. Intell. Signal Process. Commun. Syst. "The Decad. Intell. Green Signal Process. Commun. ISPACS. P. 7-11.

23. Rong R. V., Sardeshmukh, M. M. (2014). Comparative analysis of Indian wheat seed classification. Icacci'14. P. 937-942.

24. Mira Park, Jesse S. Jin, Sherlock L. Au, Suhuai Luo, Yue Cui (2009). Automated Defect Inspection Systems by Pattern. Recognition International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition. Vol. 2. No. 2. P. 31-41.

25. Міщенко М. І., Ріда, В. П. (2000). Патент на корисну модель UA 553 U, МПК (2006) B07B 9/00. Зерноочищувальний сепаратор. Заявник Відкрите акціонерне товариство "Хорольський механічний завод". № 99105723. Заявл. 19.10.1999. Опубл. 15.09.2000, Бюл. № 4.

26. Galling Michael John, Deefholts Murray Benedict Mark. (1981). Sorting objects. Gunson`s Sortex Ltd. Заявка Великобритании, кл. В 07 С 5/02, G 01 N 21/00, НКИ. G 1 А. Заявл. 19.01.81, N 8101542. Оpubл. 28.07.82.
27. Lockett James F. (1982). Univeisal sorting apparatus. Патент США, кл. В 07 С. 5/342, НКИ 209/564, N4344539. Заявл. 05.05.78, N 903050. Оpubл. 17.08.82.
28. Mohammad Reza Seifi, Reza Alimardani. (2010). Moisture-Dependent Physical Properties of Sunflower Seed (SHF8190). Modern Applied Science. Vol. 4, No. 7. Published by Canadian Center of Science and Education. P. 135-143.
29. Ghodsevali A., Vafaei, A. (2008). Studying of physical properties of sunflower in Golestan province. The fifth conference of agricultural machinery and mechanization, Mashad, Iran, 306 p.
30. Gupta R. K., Das, S. K. (1997). Physical properties of sunflower seeds. Journal of Agricultural Engineering Research. № 66. P. 1-8.
31. Sahebeh Jafari, Javad Khazaei, Akbar Arabhosseini, Jafar Massah, Mohammad Hadi Khoshtaghaza. (2011). Study on mechanical properties of sunflower seeds. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Volume 14. Issue 1. P. 1-11.
32. Chavoshgoli Es., Abdollahpour, Sh., Abdi, R., Babaie, A. (2014). Aerodynamic and some physical properties of sunflower seeds as affected by moisture content. Agric Eng Int: CIGR Journal. Vol. 16. No.2. P. 136-142.
33. Jafari S. (2008). Design and construction a laboratory sunflower seed dehuller machine. A thesis submitted to Graduate Studies Office in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Mechanic of Agricultural Machinery. Tehran, Iran, (in farsi).
34. Khodabakhshian R., B. Emadi, M. H. Abbaspour Fard. (2009). Aerodynamic properties of sunflower seed, kernel and its hull affected by moisture content and size, azargol variety as a case study. International Agricultural Engineering Conference, Bangkok, Thailand.

35. Жемела Г.П., Бараболя О.В. Технологія борошномельного та круп'яного виробництва: навчальний посібник для студентів вищих агротехнологічних навчальних закладів / Г.П. Жемела, О.В. Бараболя – Полтава: 2011. – 292 с.

36. Мерко І.Т., Моргун В.О. Наукові основи і технологія переробки зерна: підручник для студентів вищих навчальних закладів / І.Т. Мерко, В.О. Моргун – Одеса: Друк, 2001. – 348с.

37. Інноваційні методи обробки продовольчої сировини / С.Ю. Миколенко, О.В. Гончарова, А.М. Пугач, А.В. Купченко, В.С. Кошулько, Я.В. Гезь: Монографія. Дніпро: Журфонд, 2017. 224 с.

38. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційні методи визначення показників якості зерна: Навчальний посібник. Дніпро: ДДАЕУ, 2023. 325 с.

39. Маковецька Ю. Сучасне керування відходами відповідно до принципів циркулярної економіки. Посібник курсу ZWA deep level, 2021. 140 с. Режим доступу: <https://zerowastekharkiv.org.ua/wp-content/uploads/2021/12/posybnic-lekciye-book-5.pdf>.

40. Відходи та безвідходне виробництво в харчовій промисловості : наук.-допом. бібліогр. покажч. двома мовами 1956 – 2020 pp. / [упоряд. І. М. Мельничук]; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2021. 110 с. Режим доступу: http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/34268/1/Waste_and_waste-free_production_in_the_food_industry.pdf.

41. Дудяк І. Д., Туз М. С. Технологія виробництва борошна, круп і комбікорму : методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти ступеня «магістр» спеціальності 201 «Агрономія» денної форми навчання. Миколаїв, 2015. 139 с.

42. Одарченко М.С. Основи охорони праці: підручник. Х.: СтильІздат, 2017. 334 с.

43. Нікітченко О. Ю. Конспект лекцій з дисципліни “Промислова екологія” (для студентів 3 курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.170202 “Охорона праці”). Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Х.: ХНАМГ, 2013. 164 с.

44. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання. Дніпро: ДДАЕУ. 2020. 40 с.