

**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:

**Визначення функціонально-технологічних
властивостей продуктів із гречаної та пшоняної
круп**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МгХТз-1-23
освітньо-професійної програми «Харчові
технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Катерина ДЕВЯТКА

Керівник: _____ Віталій КОШУЛЬКО

Рецензент: _____

Дніпро 2024

**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)

«11» листопада 2024 р.

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

Девяткі Катерині Олександрівні

1. Тема роботи: «Визначення функціонально-технологічних властивостей продуктів із гречаної та пшоняної круп».
Керівник роботи: Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «11» листопада 2024 року № 3768.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 16 грудня 2024 року
3. Вихідні дані до роботи 1 Літературні джерела та періодичні видання. 2 Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва продуктів із мікронізованих круп зерна гречки та проса. 3 Нормативно-технологічна документація та правила ведення технологічних процесів на елеваторах. 4 Патенти та авторські свідоцтва.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Об'єкти і методи дослідження. 3 Дослідна частина. 4 Практична реалізація запропонованих рішень. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Аналіз стану питання. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Результати досліджень та їх аналіз. 4 Кошторис витрат на проведення досліджень. 5 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцент КОШУЛЬКО Віталій	11.11.2024	16.12.2024
5	доцент КОШУЛЬКО Віталій	11.11.2024	16.12.2024
6	доцент КОШУЛЬКО Віталій	11.11.2024	16.12.2024

7. Дата видачі завдання 11 листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	11.11-13.11.24	виконано
2	Аналітичний огляд	14.11-18.11.24	виконано
3	Об'єкти і методи дослідження	19.11-20.11.24	виконано
4	Дослідна частина	20.11-29.11.24	виконано
5	Практична реалізація запропонованих рішень	02.12-06.12.24	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.12-08.12.24	виконано
7	Організаційно-економічна частина	09.12-12.12.24	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	13.12-14.12.24	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	15.12.2024	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Катерина ДЕВЯТКА
(підпис)

Керівник роботи _____ Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка магістерської роботи містить: 68 сторінки друкованого тексту, 22 рисунки та ілюстрацій, 14 таблиць та використано 53 літературних джерела посилань.

Мета роботи – проаналізувати та узагальнити дані щодо функціонально-технологічних властивостей цих зернових культур для подальшого їх раціонального використання у харчовій галузі.

Об'єктами дослідження були мікронізовані гречана та пшоняна крупа.

Предметом дослідження були функціонально-технологічні властивості продукті із мікронізованої гречаної та пшоняної крупи та кулінарна продукція на їх основі.

Зростання інтересу до здорового харчування та використання натуральних продуктів у харчовій промисловості сприяє дослідженню функціонально-технологічних властивостей традиційних зернових культур. Гречана та пшоняна крупи є важливими компонентами раціону, оскільки вони містять високоякісні білки, вітаміни, мінерали та біологічно активні речовини, які позитивно впливають на здоров'я людини.

Визначення функціонально-технологічних властивостей цих продуктів дозволяє не лише оцінити їх харчову цінність, але й визначити можливості для їх використання у створенні нових видів харчових продуктів, зокрема функціонального призначення. Такі властивості, як водопоглинальна здатність, емульгуюча активність, гелеутворення та піноутворення, впливають на структуру, текстуру та якість готових продуктів, що робить їх важливими параметрами для харчової промисловості.

Ключові слова: ЗЕРНО, ПЛАСТИВЦІ, МІКРОНІЗАЦІЯ, ТЕМПЕРАТУРА, ТРИВАЛІСТЬ, ПРОЦЕС, ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ, ВАРІННЯ, ГІДРОМОЖУЛЬ, ГРЕЧКА, ПШОНО, ДОСЛІДЖЕННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	
1.1 Загальна характеристика гречаної крупи, харчова цінність та технологічні властивості	9
1.2 Загальна характеристика пшона, харчова цінність та технологічні властивості	12
1.3 Способи переробки круп	16
Висновки за розділом	21
2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	22
2.1 Об'єкти дослідження	22
2.2 Методи дослідження	23
Висновки за розділом	25
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	26
3.1 Дослідження щільності крупи гречаної, пшона та МК продуктів з них	26
3.2 Дослідження ступеня набухання мікронізованих продуктів із гречаної крупи	27
3.3 Дослідження ступеня набухання мікронізованих продуктів з пшона	34
3.4 Дослідження процесу швидкості поглинання вологи	39
3.5 Дослідження розварюваності	43
Висновки за розділом	45
4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ	47
4.1 Розроблення технології приготування кулінарної продукції з мікронізованих гречаних пластівців і пшона	47
Висновки за розділом	50
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	52
5.1 Розробка карти безпеки праці	52
5.2 Шляхи утилізації відходів виробництва продуктів із гречаних пластівців	53

Висновки за розділом	55
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	56
6.1 Організація проведення дослідження	56
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	57
6.3 Розрахунок вартості дослідження	60
Висновки за розділом	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	61
БІБЛІОГРАФІЯ	63

ВСТУП

Зростання інтересу до здорового харчування та використання натуральних продуктів у харчовій промисловості сприяє дослідженню функціонально-технологічних властивостей традиційних зернових культур. Гречана та пшоняна крупи є важливими компонентами раціону, оскільки вони містять високоякісні білки, вітаміни, мінерали та біологічно активні речовини, які позитивно впливають на здоров'я людини.

Визначення функціонально-технологічних властивостей цих продуктів дозволяє не лише оцінити їх харчову цінність, але й визначити можливості для їх використання у створенні нових видів харчових продуктів, зокрема функціонального призначення. Такі властивості, як водопоглинальна здатність, емульгуюча активність, гелеутворення та піноутворення, впливають на структуру, текстуру та якість готових продуктів, що робить їх важливими параметрами для харчової промисловості.

У даній роботі розглядаються фізико-хімічні та функціонально-технологічні характеристики гречаної та пшоняної круп, їх вплив на технологічні процеси та можливості застосування у створенні сучасних харчових продуктів.

Мета роботи – проаналізувати та узагальнити дані щодо функціонально-технологічних властивостей цих зернових культур для подальшого їх раціонального використання у харчовій галузі.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- дослідити щільність крупи гречаної, пшона та МК продуктів з них;
- дослідити ступень набухання мікронізованих продуктів із гречаної крупи;
- дослідити ступень набухання мікронізованих продуктів з пшона;
- дослідити швидкість поглинання вологи;
- дослідити ступень розварюваності досліджуваних продуктів;
- розробити технології приготування кулінарної продукції з мікронізованих гречаних пластівців і пшона;

- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єктами дослідження були мікронізовані гречана та пшоняна крупа.

Предметом дослідження були функціонально-технологічні властивості продукті із мікронізованої гречаної та пшоняної крупи та кулінарна продукція на їх основі.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Загальна характеристика гречаної крупи, харчова цінність та технологічні властивості

Гречка – одна з найважливіших національних круп'яних культур у Східній Європі. Дослідники писали, що гречана каша з молоком та всі інші молочні каші можуть розглядатися у структурі повноцінного харчування як зразок збалансованості. У кулінарії гречана крупа використовується не тільки для приготування каші та супів, але і розмелену в борошно її застосовують для приготування млинців, оладок, коржів та деяких сортів печива [1].

Гречка (*Fagopyrum*) – однорічна рослина, запилення якої проводиться комахами, що залучаються запашиним нектаром квіток. Плід – зернівка, покрита товстою плодовою оболонкою (лушпиння), зазвичай тригранної форми, рідше чотиригранної, як виняток, буває пласким, тобто, двограним. Зерно цієї культури за анатомічною будовою суттєво відрізняється від зерна хлібних злаків (пшениця, жито, ячмінь та ін.). Зернівка гречки покрита грубими коричневими плодовими оболонками, подібними до складу з квітковими плівками злаків. Під плідними оболонками знаходиться ядро, що складається з насінневих оболонок, алейронового шару, ендосперму і великого зародка, розташованого здебільшого в ендоспермі у вигляді S-подібно зігнутої пластинки. На частку плодових оболонок припадає в середньому 20 % маси зерна, насінневих оболонок – 2 %, алейронового шару – 4 %, ендосперму – 62 %, зародка – 12 % [7].

Практичне значення в культурі має лише один вид гречки – гречка їстівна. Вона характеризується білими та рожевими квітками, плодами з гладкою поверхнею та рівними краями, при дозріванні стебло її червоніє. Другий вид – гречка татарська є засмічувачем полів [4, 7].

Гречану крупу поділяють на ядрицю і проділ. Ядриця – цілі і надколоті ядра гречки кремового або зеленого кольору, консистенція – борошниста. Проділ утворюється при луценні гречки і відокремлюється від ядриці просіюванням,

білуватого кольору з кремовим або зеленуватим відтінком [9].

Швидкорозварююча, отримана після гідротермічної обробки гречки, ядриця має колір ядра коричневий з різними відтінками, а проділ – білий з коричневими відтінками. Консистенція ядра роноподібна, напівсклоподібна. За вмістом домішок та доброякісного ядра ядрицю звичайну і швидкорозварюючу ділять на 1-й та 2-й сорти; проділ на сорти не поділяють. Крім того гречана крупа відрізняється від інших хлібних злаків вищою харчовою цінністю, має Р-вітамінозні властивості [4].

За загальним хімічним складом гречана крупа відносяться до групи крохмалистих і вміст у них нутрієнтів коливається в залежності від району проростання. Загальний вміст вуглеводів у ній більше 60 %, основна частина яких припадає на крохмаль (табл. 1.1) [11].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад та енергетична цінність гречаної крупы

Нутрієнти, %	Вміст
Вода	8,41
Білки	11,73
Жири	2,71
Крохмаль	64,65
Харчові волокна	10,30
Моно- та дисахариди	1,40
Зола	2,20
Na	11
K	320
Ca	17
Mg	221
P	319
Fe	2,47
Каротин, мкг%	
B1, мг%	0,23
B2, мг %	0,27
PP, мг%	5,14
ЕЦ, ккал	371

За своїми властивостями білкові речовини гречаної крупы різко відрізняється від білків злаків. Клітковина в основному входить до складу плодових оболонок і значно в меншій кількості знаходиться в ендоспермі. На відміну від зернівки злаків

тканини ендосперму містять велику кількість золи [6].

Таблиця 1.2 – Білкові фракції плодів гречки

Фракції	Азот фракції у % загального азоту	
	Коливання	Середнє
Солерозчинні	54,10 – 65,40	59,80
Лужнорозчинні	16,40 – 27,70	20,20
Спирторозчинні	14,70 – 24,20	20,20

Цінність гречаної крупи визначає склад її білка (табл. 1.3). Незамінні амінокислоти добре розчиняються і легко засвоюються організмом людини та тварин [6].

Таблиця 1.3 – Вміст есенціальних амінокислот у гречаній крупі

Амінокислоти, %	Вміст
Валін	0,60
Ізолейцин	0,44
Лейцин	0,74
Лізін	0,60
Метіонін	0,15
Треонін	0,45
Триптофан	0,17
Фенілаланін	0,46

Білкові речовини гречки не здатні утворювати клейковину і не беруть участі в її утворенні при змішуванні з білками зерна. З цієї причини гречане борошно значно відрізняється за своїми технічними властивостями від пшеничного і використовується для виробів, які не потребують високої газоутримувальної здатності.

Мінеральні речовини, що входять до складу круп, представлені кальцієм – 17, залізом – 2,47, магнієм – 221, фосфором – 319, калієм – 320, натрієм -11, цинком – 2,42, міддю – 0,62, марганцем – 1 ,62, селеном – 8,40 мг на 100 грам. Гречана крупа містить значну кількість органічних кислот: яблучна, щавлева, малеїнова та ін., є джерелом антиоксидантів [6].

Крім вищепереліченого, у плодах гречки, головним чином у зародку міститься олія, яка відрізняється високою стійкістю до окислення, містить велику кількість лінолевої кислоти і відноситься до невисихаючих олій. Тому гречана крупа може зберігатися тривалий час, не знижуючи своїх поживних якостей.

Харчовою цінністю відрізняється також гречана мука, яка використовується для приготування різних страв, кондитерських виробів, дитячих сумішей, у винокурному та пивоварному виробництві.

Цінна особливість гречаної крупи та борошна полягає в їхній здатності добре вбирати жир, що використовується для харчування хворих, які не можуть споживати жири у чистому вигляді [11].

Також у деяких дослідженнях показано, що регулярне споживання гречаної крупи може знизити рівень глюкози у крові у хворих на діабет. Експериментами на тваринах встановлено, що часте вживання гречаної крупи може знизити холестерол у крові і запобігти утворенню каменів у жовчному міхурі [8].

З вище сказаного випливає, що висока харчова та споживча цінність гречаної крупи зумовлює її виняткову роль у харчуванні. У свою чергу, збереження харчової цінності залежить від технології переробки зерна.

1.2 Загальна характеристика пшоно, харчова цінність та технологічні властивості

Пшоно одержують із проса, що належить до родини просових (*Panicaceae*). Ця культура є надзвичайно давньою як в Азії, так і в Європі. У літописах XI століття зустрічається вказівка про просо, що виростало у районі Києва та в південних областях Київської Русі. На території Русі просо висівали ще за 3000 років до нашої ери – у Трипільських поселеннях Наддніпрянщини. У країнах Західної Європи та Америки просо займає лише незначні посівні площі [12].

З багатьох відомих видів найбільше значення має просо звичайне (*P. miliaceum*).

Залежно від характеру суцвіття звичайне просо ділиться на два підвиди:

- розлоге просо (*P. effusum*). Головна вісь волоті довга, пряма або злегка зігнута у верхній частині;
- стисле просо (*P. compactum*). Волотко прямостояче, але його вісь значно вкорочена. Загалом весь волотик має кулясту форму і форму витягнутої грудки. Між перерахованими підвидами спостерігаються перехідні, проміжні типи [14, 16].

Зернівка проса, щільно оточена квітковими плівками, має округлу або еліптичну форму за товщиною.

Дослідники проаналізували безліч зразків проса різного походження з Африки, Америки та Індії і показали відмінності за вмістом білка, жирів, золи. Амінокислотний склад проса залежить переважно від місця їх проростання [12].

Зазначено, що застосування азотних добрив збільшує врожайність зерна та кількість білків у ньому. Збільшена кількість білків є реакцією на азотні добрива головним чином за рахунок превалювання вмісту проламіну та низькоякісного білка в зернах. Мінеральний склад зерен також корелює зі збільшенням внесення у ґрунт фосфорних добрив. Показано, що такі фактори як щільність проростання, сезонність, вологість ґрунту та ін. впливають на зміну складу зерна [16].

За своїм хімічним складом просо відрізняється від пшениці і жита високим вмістом жиру (табл. 1.4) [9].

Пшоно являє собою зерна проса, звільнені від квіткових плівок, плодових та насінневих оболонок та зародка.

За даними [17] більшу кількість мінеральних речовин сконцентровано у зародку. Близько 68 % загальних мінеральних речовин та 75 % олії розташовані в зародковій фракції цілих зерен. Ендосперм, переважна частина зерна бідна мінеральними речовинами, золюю та вмістом жиру. Однак у ньому сконцентрований білок (80 %), крохмаль (94 %), вітаміни групи В (50 – 75 %).

Таблиця 1.4 – Хімічний склад та енергетична цінність пшона

Нутрієнти, %	Вміст
Вода	8,67
Білки	11,02
Жири	4,22
Крохмаль	64,35
Харчові волокна	8,50
Моно- та дисахариди	1,70
Зола	3,25
Na	5
K	195
Ca	8
Mg	114
P	285
Fe	3,01
Каротин, мкг%	
B ₁ , мг%	0,42
B ₂ , мг %	0,29
PP, мг%	0,85
ЕЦ, ккал	374

Як і інші плівчасті культури, необрушене зерно проса представлено значною кількістю клітковини золи, сконцентрованих у квіткових плівках, що містять 10 – 15 % золи. Головну масу золи становить окис кремнію, присутність якого надає плівкам характерного блиску.

Основні відмінності білків різних культур полягають у будові білкових молекул, їхньому амінокислотному складі (табл. 1.5). Білкові речовини пшона, так само як і гречаної крупи, кукурудзи, вівса та рису слабо набухають і не здатні утворювати еластичну масу, що не можна сказати, наприклад, про білки пшениці, які добре набухають. За амінокислотним складом найкращими є білки гречаної крупи, вівса, рису та жита, поступаються їм білки ячменю та пшениці, а найменш цінні білки пшона та кукурудзи [15].

Таблиця 1.5 – Амінокислотний склад пшона

Амінокислоти, %	Вміст
Валін	0,58
Ізолейцин	0,47
Лейцин	1,40
Лізін	0,21
Метіонін	0,22
Треонін	0,35
Триптофан	0,12
Фенілаланін	0,58

У складі зерна проса відзначається така сама закономірність у накопиченні білка, як й у пшениці (табл. 1.6). Білкові речовини проса представлені в основному проламінами та глютелінами (60 %); альбуміни та глобуліни становлять у сумі близько 20 % всіх білків [8].

Таблиця 1.6 – Фракційний склад білка проса

Фракції	Азот фракцій у % від суми видобутого білка	
	Коливання	Середнє
Водорозчинні	4,70 – 15,50	12,10
У т.ч. альбуміни	2,30 – 9,20	5,20
Солерозчинні	4,10 – 7,50	5,80
Лужнорозчинні	10,70 – 34,40	21,60
Спирторозчинні	45,80 – 77,20	60,00

Для оцінки споживчих переваг крупи, що виробляється з проса, важливим є показник консистенції звареної каші. Найкращі сорти дають розсипчасту кашу, найгірші характеризуються в'язкою, клейкою консистенцією. Цей показник пов'язаний з особливостями колоїдних властивостей крохмалю та білкових речовин. Можливо, що певну роль тут відіграє співвідношення амілози та амілопектину в крохмалі.

Відомо, що загальним недоліком круп з високим вмістом харчових волокон є тривала теплова обробка, в результаті якої збільшуються втрати харчових речовин, вітамінів і мікроелементів. Однією з таких технологій є мікронізація

ячмінних, пшеничних, зернобобових мікронізованих пластівців. Однак у літературі відсутні відомості про хімічний склад, харчову та біологічну цінність мікронізованих гречаних пластівців та мікронізованого пшона.

1.3 Способи переробки круп

У сучасному харчуванні значно зросла популярність продуктів швидкого приготування, зокрема дієтичних та лікувально-профілактичних, до складу яких входять зернові культури. Попит на готові до вживання продукти з високим вмістом білка та рослинних волокон також суттєво підвищився.

Зернові сніданки з'явилися наприкінці XIX століття в США. Їх виготовляють шляхом термічної обробки зерна разом із додаванням смакових і підсолоджувальних компонентів. Завдяки простоті приготування такі продукти сприяють розвитку самостійності – діти й підлітки легко можуть готувати собі сніданок чи інші страви. Найпоширенішими серед європейців видами зернових сніданків є хлібці, палички, мюслі з додаванням сушених фруктів, горіхів тощо.

Традиційні методи приготування страв із зернових, такі як промивання, замочування та варіння, залишаються актуальними, однак промисловість активно пропонує нові рішення. Наприклад, для скорочення часу приготування виробляють плющені крупи, пластівці та екструзійні зернові продукти. Пластівці з круп виготовляють шляхом обробки ядра зерна (гречки, пшона або вівса) за допомогою гідротермічного впливу та механічного плющення.

Гідротермічна обробка (ГТО) – це метод, який передбачає обробку зерна парою під тиском для зміни його властивостей. Цей процес підвищує пластичність зерна, знижує крихкість і мінімізує втрати під час обробки. Пропарювання сприяє зволоженню й нагріванню зерна, покращує його смакові та поживні властивості, а також підвищує стійкість до зберігання. У ході цього процесу відбувається денатурація білків, часткова клейстеризація крохмалю й утворення низькомолекулярних продуктів гідролізу, що підвищує засвоюваність і харчову цінність зерна [17].

Після пропарювання зерно підсушують і плющать, а потім висушують до стандартної вологості (10 – 11,5 %). Механічне плющення змінює структуру зерна, збільшуючи його здатність швидко вбирати воду, але ризик пересушування може призвести до утворення дрібних фракцій, тоді як недосушене зерно прилипає до обладнання.

ГТО є енергоємним процесом, що має низку недоліків, таких як втрати тепла й сировини. Традиційні методи потребують удосконалення, щоб задовольнити сучасний попит на крупи й пластівці, які готуються за 1–10 хвилин. Тому впроваджуються нові технології переробки, зокрема екструзія та мікронізація, що дозволяють отримувати якісні продукти з поліпшеними властивостями [17, 19].

Екструдювання є ефективним методом зміни біохімічних показників зернових інгредієнтів, що полягає в короткотривалій дії високих тисків і температури. Слово "екструзія" походить від латинського *extrude*, що означає "виштовхування" або "видавлювання". Це процес, який об'єднує термічну, гідротермічну і механічну обробку сировини для отримання продуктів із новими властивостями та структурою [15, 17].

На сучасному ринку представлений широкий асортимент екструзійних виробів, виготовлених із різних видів круп. До них належать інгредієнти для кормів для тварин, кондитерські вироби (шоколад, цукерки, печиво), продукти для дитячого і дієтичного харчування (повітряні палички, подушечки, пластівці), а також різноманітні макаронні вироби.

У харчовій промисловості використовують такі основні методи екструзії:

1. Холодна екструзія. Цей метод забезпечує механічні зміни у матеріалі під час його повільного переміщення та формування. Він застосовується для виготовлення кондитерських мас у формі джгутів, що використовуються у виробництві цукерок, батончиків, жувальної гумки та заготовок для сухих сніданків із подальшою термічною обробкою. Метод також широко застосовують у виробництві традиційних макаронних виробів.

2. Тепла екструзія. У цьому процесі сухі інгредієнти змішують із водою, після чого подають до екструдера. Під впливом механічної та теплової обробки, що

додатково підсилюється нагріванням зовнішніми обігрівачами, матеріал формується у кінцевий продукт. Після екструзії готовий виріб потребує додаткового висушування або охолодження. Цим методом виготовляють, наприклад, закуски.

3. Гаряча (варильна) екструзія. Цей метод забезпечує спучування екструдату під час його виходу з фільтри матриці. У результаті різкого зниження тиску та температури вода миттєво перетворюється на пару, що надає продукту характерної пористості. Такий метод застосовується для отримання снєків і продуктів швидкого приготування [16].

Екструзія дозволяє створювати продукти з новими споживчими властивостями, задовольняючи потреби сучасного ринку в інноваційних і зручних для використання харчових виробках.

Останнім часом за кордоном значна увага приділяється дослідженню та використанню крохмалевмісних продуктів, отриманих методом екструзії. Ці продукти мають властивості набухати, розчинятися в холодній воді та набувати потрібної форми і структури. Пориста мікроструктура формується внаслідок миттєвого випаровування вологи з екструдатів під час їх виходу з матриці, що призводить до різкого розширення, охолодження та утворення тривимірної гелевої сітки. Екструзійна технологія зараз займає важливе місце серед традиційних способів виробництва готових харчових продуктів і продуктів швидкого приготування [13].

Процес екструзії включає кілька етапів: продукт захоплюється шнеком, перемішується, проходить зони стиснення, нагрівання, гомогенізації, а потім зону екструзії. Тривалість обробки становить 1 – 2 хвилини, при цьому тиск і температура можуть досягати 50 МПа і 180 °С відповідно [12].

Основні переваги екструзійної обробки:

- підвищення ефективності використання сировини;
- отримання готових харчових продуктів або компонентів з високою здатністю утримувати воду та жир;
- зниження витрат на виробництво (тепло- та електроенергія);

- зменшення трудових витрат;
- розширення асортименту харчової продукції;
- зниження рівня забруднення навколишнього середовища.

Під час екструзії відбуваються суттєві фізичні, хімічні, мікробіологічні (стерилізація) та текстурні зміни. До екструзійних напівфабрикатів належать мюслі, попкорн, чіпси, палички, подушечки, каші швидкого приготування тощо. Найчастіше для екструдкування використовують зернову сировину, основним компонентом якої є крохмаль.

Вплив екструзії на склад і властивості продукту:

- Завдяки клейстеризації крохмалю та деструкції целюлозно-лігнінових сполук покращується харчова цінність. Кількість крохмалю збільшується на 12 %, декстринів – у понад п'ять разів, цукру – на 14 %.
- Поліпшується санітарний стан зерна: висока температура та тиск знищують патогенну мікрофлору і плісняві гриби.
- Підвищується засвоюваність білків і крохмалю, знижується вміст антипоживних сполук, таких як фітинова кислота, інгібітори протеїназ і лектини.
- Незначною мірою зменшується кількість термочутливих вітамінів групи В і вітаміну С. Водночас перетравлюваність харчових волокон суттєво зростає.

Екструдовані продукти можна додатково збагачувати білковими компонентами чи вітамінними добавками, що розширює їхні поживні властивості та сферу застосування [16].

Розроблено технологію виробництва екструдованих напівфабрикатів, які дозволяють швидко приготувати каші та супи без варіння. Також створено екструдовані і палички, збагачені білковими добавками, що використовуються як сухі сніданки [2].

Альтернативним прогресивним методом, аналогічним екструзії, є мікронізація зерна за допомогою інфрачервоного (ІЧ) випромінювання з подальшим плющенням. Методика полягає у нагріванні вологого зерна (22 – 24 % вологи) до 90 – 100 °С протягом 1,5 – 2 хвилин із наступним плющенням гарячого

зерна валками. Цей процес отримав назву «мікронізація» – обробка зернової сировини в мікрохвильовому ІЧ-діапазоні електромагнітного спектра ($\lambda = 2\text{--}6$ мкм) [2, 14].

Основні зміни, що відбуваються під час ІЧ-обробки:

Біохімічні: часткова клейстеризація та декстринізація крохмалю, денатурація білків, детоксикація шкідливих речовин (наприклад, інгібіторів трипсину в сої, таніну в сорго та просі).

Мікробіологічні: майже повне знезараження поверхні та внутрішньої структури продукту.

Фізичні: зерно або крупа «спучується», збільшуючись в обсязі на 30 %; знижується жорсткість, зростає пластичність; втрачається понад 50 % вологи; окремі культури, як-от кукурудза, сорго, просо, амарант, можуть «вибухати».

Органолептичні: покращуються смак і запах продукту, а також змінюється колір.

Особливістю ІЧ-обробки є збереження більшої кількості вітамінів та мікроелементів (йоду, заліза, марганцю тощо) порівняно з іншими методами термічної обробки. Крім того, ця технологія забезпечує вищу якість продукції, збільшення її виходу та зниження енерговитрат [12].

Застосування мікронізованих продуктів:

- у стравах швидкого приготування;
- у сухих сумішах і мюслі-батончиках;
- у виробництві хлібобулочних виробів.

Економічна доцільність мікронізації підтверджується можливістю отримання термостерилізованих продуктів із максимальною харчовою цінністю.

Принципова відмінність від екструзії полягає у заміні процесу пропарювання крупи інфрачервоною термообробкою. Мікронізація дозволяє виробляти зернові продукти з різних круп'яних культур, що сприяє їхньому широкому використанню у харчуванні населення.

Висновки за розділом

У даній роботі розглядаються фізико-хімічні та функціонально-технологічні характеристики гречаної та пшоняної круп, їх вплив на технологічні процеси та можливості застосування у створенні сучасних харчових продуктів.

Мета роботи – проаналізувати та узагальнити дані щодо функціонально-технологічних властивостей цих зернових культур для подальшого їх раціонального використання у харчовій галузі.

- дослідити щільність крупи гречаної, пшона та МК продуктів з них;
- дослідити ступень набухання мікронізованих продуктів із гречаної крупи;
- дослідити ступень набухання мікронізованих продуктів з пшона;
- дослідити швидкість поглинання вологи;
- дослідити ступень розварюваності досліджуваних продуктів;
- розробити технології приготування кулінарної продукції з мікронізованих гречаних пластівців і пшона;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єктами дослідження були мікронізовані гречана та пшоняна крупа.

Предметом дослідження були функціонально-технологічні властивості продукті із мікронізованої гречаної та пшоняної крупи та кулінарна продукція на їх основі.

2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Об'єкти дослідження

Згідно з метою і завданням дослідження об'єктами вивчення були обрані:

- крупа гречана (ядриця) для виробництва мікронізованих пластівців (ДСТУ 7697:2015);
- пшоно шліфоване для отримання мікронізованого пшона (ДСТУ 1055:2006);
- мікронізовані пластівці з гречаної крупи відповідно до нормативних документів;
- мікронізоване пшоно відповідно до нормативних документів;
- гречані пластівці «Nordic» (Фінляндія) як контрольний зразок.

Умови мікронізації: температура круп на виході становила 130 – 150 °С, час обробки – 18 – 20 секунд, товщина плющення – 0,3 – 0,5 мм. Відбір проб вихідної сировини, мікронізованих продуктів і контрольних зразків здійснювали згідно з вимогами ДСТУ 7697:2015. Усі досліджувані мікронізовані продукти були отримані з однієї партії.

Відбір проб та лабораторні випробування проводили відповідно до загальноприйнятих методик.

Загальна структура дослідження представлена на рисунку 2.1.

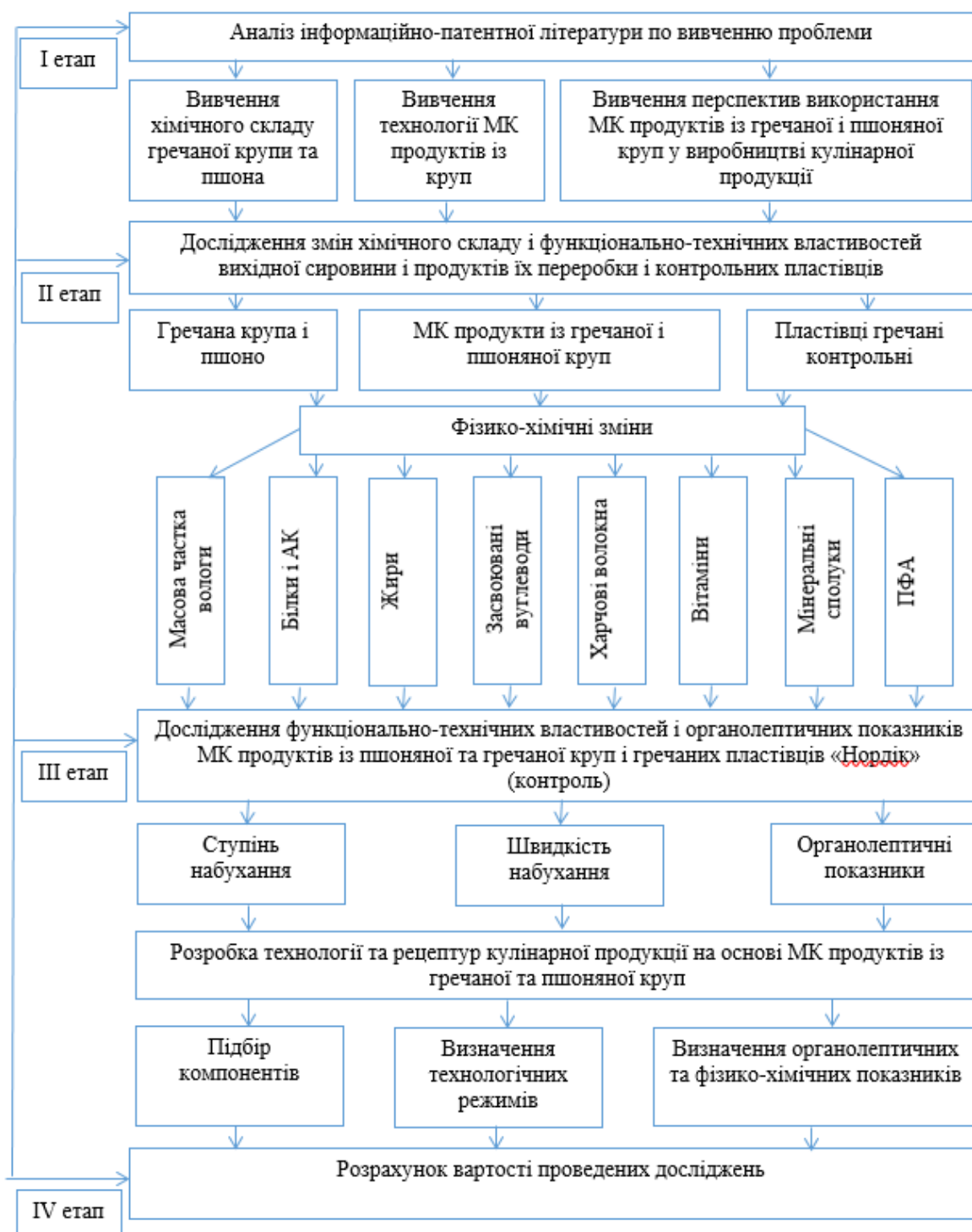


Рисунок 2.1 – Загальна структура дослідження

2.2 Методи дослідження

Дослідження сировини, напівфабрикатів та готових виробів проводились у відповідності до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Показники комплексного дослідження об'єктів

Найменування груп показників	Найменування окремих показників
1. Функціонально-технологічні	Ступінь поглинання води Швидкість поглинання води Розварюваність Об'ємна маса
2. Фізико-хімічні	Масова частка сухих речовин Вміст білка за загальним азотом Амінокислотний склад білків Вміст жиру Вміст харчових волокон Вміст водорозчинних речовин Вміст вітамінів Вміст і склад золи
3. Біологічна цінність	Амінокислотний скор
4. Органолептичні показники	Зовнішній вигляд Колір Консистенція Запах
5. Мікробіологічні показники	КМАФАнМ БГКП (колі-форми) Сальмонели S. aureus

- визначення вологості (ДСТУ 7734:2015);
- визначення загального білка (ДСТУ 4117:2007);
- визначення сирого жиру методом екстракції (ДСТУ 18609:2004);
- визначення крохмалю (ДСТУ 6493:2008);
- визначення ступеня деструкції крохмалю (ДСТУ 6493:2008);
- визначення загальних та відновлювальних цукрів (ДСТУ 4117:2007);
- визначення зольності (ДСТУ 4117:2007);
- визначення мікроелементів (ДСТУ 8123:2015);
- визначення розварюваності, кольору, запаху, смаку, консистенції пластівців (ДСТУ 7697:2015);
- органолептична оцінка готової продукції проводилася за 5-бальною

шкалою;

- визначення масової частки сухих речовин та жиру у готових кулінарних виробах (ГОСТ 30390-95);
- визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ);
- визначення бактерій групи кишкової палички (БГКП) (колі-форми);
- визначення бактерій роду *Salmonella* (ГОСТ Р 50480);
- визначення *Staphylococcus aureus* (ГОСТ 10444.2);
- визначення харчових волокон;
- визначення вмісту вітамінів на приладі ІЧ-4500;
- визначення суми водорозчинних речовин;
- визначення ступеня та швидкості поглинання вологи.

Висновки за розділом

Приведено коротку характеристику об'єктів проведення досліджень, визначено послідовність проведення дослідної роботи, побудовано структурну схему проведення досліджень, визначено та охарактеризовано методи дослідження.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження щільності крупи гречаної, пшоно та МК продуктів з них

Одним із джерел енергії для людського організму є вуглеводи, основний представник яких – крохмаль. У найбільшій кількості крохмаль міститься в насінні бобових (горох, квасоля, соя) та крупах (рис, пшоно, гречка тощо).

Крохмаль відіграє вирішальну роль у формуванні структури та певних властивостей харчових продуктів. Зважаючи на те, що необхідно підбирати такі способи теплової обробки, які в свою чергу сприятимуть максимальному збереженню структури продукту при виготовленні різних кулінарних виробів.

Функціонально-технологічні властивості сировини – це фізико-хімічні характеристики, які визначають її поведінку під час переробки на харчові продукти, а також сприяють отриманню бажаної структури, технологічних і споживчих характеристик кулінарних виробів. До ключових функціонально-технологічних властивостей відносять щільність і здатність до набухання (ступінь і швидкість), особливо у мікронізованих продуктах.

Мікронізовані гречані пластівці мають вигляд плоских сухих пелюсток округлої форми, а мікронізоване пшоно – це круглі зерна світло-жовтого кольору.

Щільність є показником, що відображає товщину плющення та пористість продукту. Товщина плющення відіграє важливу роль: чим тонші крупинки, тим швидше вони досягають кулінарної готовності. Водночас занадто тонке плющення може призводити до втрати структури круп під час варіння, що негативно впливає на органолептичні показники й споживчі властивості виробів.

З огляду на це були проведені дослідження, спрямовані на вивчення технологічних властивостей крупи.

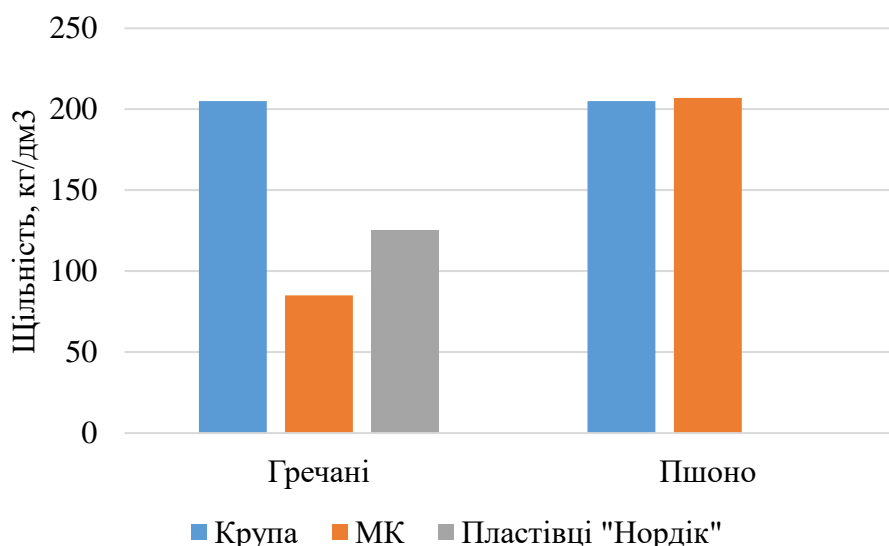


Рисунок 3.1 – Щільність вихідної сировини та мікронізованих продуктів із неї

Щільність гречаних мікронізованих пластівців становила 91,5 г/дм, що у 1,3 рази нижче щільності пластівців «Нордік» – 123,32г/дм і у 2,3 рази менше щільності гречаної крупи – 206 38 г/дм³ (рис. 3.1).

Щільність пшона не відрізнялася від щільності мікронізованого пшона і склала 208,31г/дм³ і 210,33г/дм³ відповідно.

Отже, мікронізовані гречані пластівці мають значно нижчу щільність порівняно з пластівцями «Нордік», що може свідчити про значно коротший час їх кулінарної готовності. Водночас щільність мікронізованої крупи та пшона виявилася подібною, що дозволяє припустити схожість їхніх технологічних властивостей.

Ці показники впливають на здатність продуктів набухати та поглинати рідину, що, у свою чергу, може впливати на тривалість теплової обробки. Це, ймовірно, потребує коригування технологічних процесів під час виготовлення кулінарних виробів із мікронізованих продуктів.

3.2 Дослідження ступеня набухання мікронізованих продуктів із гречаної крупи

Відомо, що крупи та інші види рослинної сировини, що використовуються в

харчоконцентратному виробництві, є капілярно-пористими матеріалами, тобто це колоїдні системи, що складаються з високомолекулярних сполук. Круп'яні пластівці складаються із значної частини білка, який у свою чергу має гідрофільні властивості. Як відомо, білкові речовини здатні поглинати велику кількість вологи. Отже, збільшення температури середовища призведе до процесу дифузії - проникненню молекул рідини у міжклітинний простір продукту, що залежить від розміру частинок подрібненого продукту. Крім цього підвищення температури також може призвести до зміни властивостей крохмалю. Також може змінювати структурно-механічні властивості круп механічний вплив, такий як, плющення, зазвичай у напрямі збільшення їх питомої поверхні, що впливатиме на здатність круп швидко набухати і вбирати вологу.

У ході дослідження функціонально-технологічних властивостей мікронізованих продуктів, зокрема ступеня набухання та швидкості поглинання вологи, як варильне середовище використовували молоко та воду, що відповідає умовам приготування кулінарних виробів.

Для забезпечення високої споживчої якості мікронізовані продукти не повинні перетворюватися на пастоподібну масу. Ступінь набухання досліджували за різних гідромодулів варильного середовища (1:4, 1:5, 1:6) та температур, які поступово підвищувалися: 20 °С, 45 °С, 65 °С, 85 °С, і 95 °С.

При температурах 20 °С і 45 °С ступінь набухання гречаних пластівців залишався стабільним для всіх гідромодулів:

- 314,48 (ГМ 1:4);
- 327,21 (ГМ 1:5);
- 327,06 (ГМ 1:6).

При температурі 65 °С ступінь набухання для ГМ 1:4 не змінювався, тоді як для ГМ 1:5 і 1:6 він зростав і становив 374,34 та 394,07 відповідно.

При температурі 85 °С ступінь набухання збільшувався для всіх досліджуваних гідромодулів.

При температурі 95 °С показники ступеня набухання залишалися на рівні попереднього режиму для ГМ 1:5 (519,85) та ГМ 1:6 (510,63). Проте для ГМ 1:4

ступінь набухання продовжував зростати через обмежену кількість води та перерозподіл вологи всередині пластівців.

Отже, для приготування в'язких каш методом заварювання оптимальним є гідромодуль 1:5, оскільки ступінь набухання пластівців для ГМ 1:5 і 1:6 не відрізнявся.

У варильному середовищі з температурами 65 – 95 °С ступінь набухання для ГМ 1:5 був достовірно вищим порівняно з ГМ 1:4.

Ці результати підтверджують доцільність використання ГМ 1:5 для забезпечення якісних споживчих характеристик кулінарних виробів.

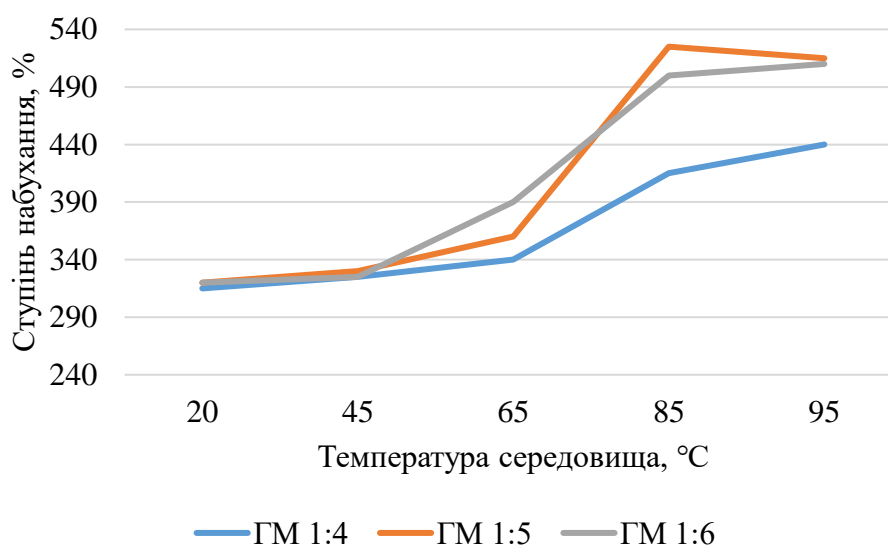


Рисунок 3.2 – Ступінь набухання МК гречаних пластівців у воді залежно від гідромодуля

Так як молочні каші є важливою складовою харчування населення, молоко було обрано другим варильним середовищем для досліджень. При температурі молока 20° і 45 °С ступінь набухання мікронізованих гречаних пластівців залишався стабільним для ГМ 1:5 і 1:6, становлячи відповідно 277,75 і 313,49. У той же час для ГМ 1:4 ступінь набухання збільшився (рис. 3.3).

Підвищення температури молока до 65 °С супроводжувалося достовірним зростанням ступеня набухання який склав:

- 350,06 для ГМ 1:4;

- 389,67 для ГМ 1:5;
- 427,37 для ГМ 1:6.

Подальше підвищення температури варильного середовища до 85 °С та 95 °С не призвело до змін ступеня набухання порівняно з показниками при 65 °С.

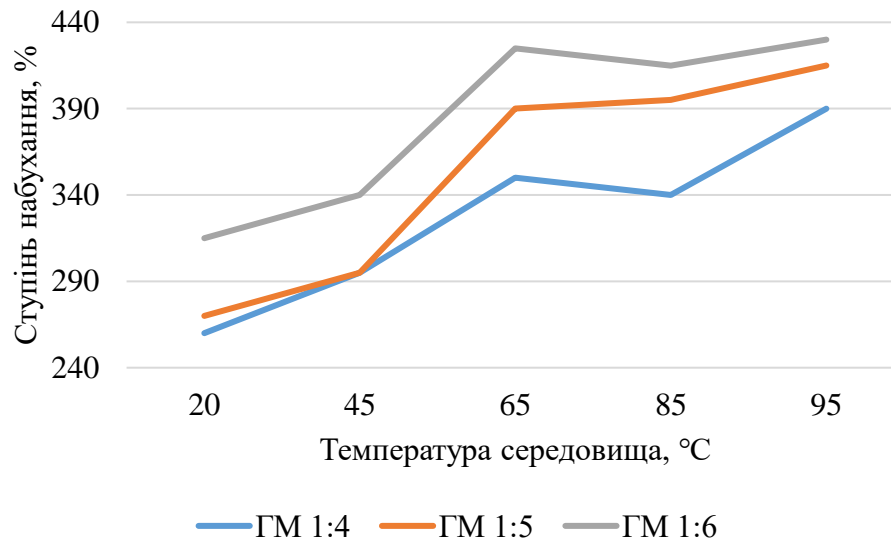


Рисунок 3.3 – Ступінь набухання мікронізованих гречаних пластівців у молоці залежно від гідромодуля

Отже, для приготування каш із мікронізованих гречаних пластівців достатньо залити їх молоком, нагрітим до температури 65 – 95 °С. Оскільки ступінь набухання при гідромодулях 1:5 і 1:6 суттєво не відрізняється, оптимальним для приготування молочних каш є ГМ 1:5. Водночас ступінь набухання пластівців при ГМ 1:5 відрізнялася від відповідних показників при ГМ 1:4, що впливає на консистенцію готової страви (рис. 3.3).

Додатково було досліджено гречані пластівці бренду «Нордік», і представлений на ринку (рис. 3.4 та 3.5). Проте вартість цієї продукції значно перевищує ціну мікронізованих гречаних пластівців.

Результати для пластівців «Нордік»:

- у воді температурою 20 °С, 45 °С та 65 °С ступінь набухання при ГМ 1:4 залишався стабільним і при 65 °С становив 325,97;
- для тих самих температур ступінь набухання при ГМ 1:5 та 1:6 поступово

зростав:

- при ГМ 1:5 – від 314,96% до 380,05;
- при ГМ 1:6 – від 312,76 до 411,56.

При підвищенні температури до 85 °С і 95 °С ступінь набухання пластівців для ГМ 1:5 і 1:6 залишався без змін і складав 492,96 та 500,53 відповідно (рис. 3.4). Однак для ГМ 1:4 ступінь набухання продовжував повільно збільшуватися при температурі 85 °С, що пояснюється недостатньою кількістю рідини та перерозподілом вологи (рис. 3.4).

Ці результати підтверджують ефективність застосування мікронізованих гречаних пластівців у кулінарії як економічно вигідної альтернативи аналогам, забезпечуючи при цьому якісний результат.

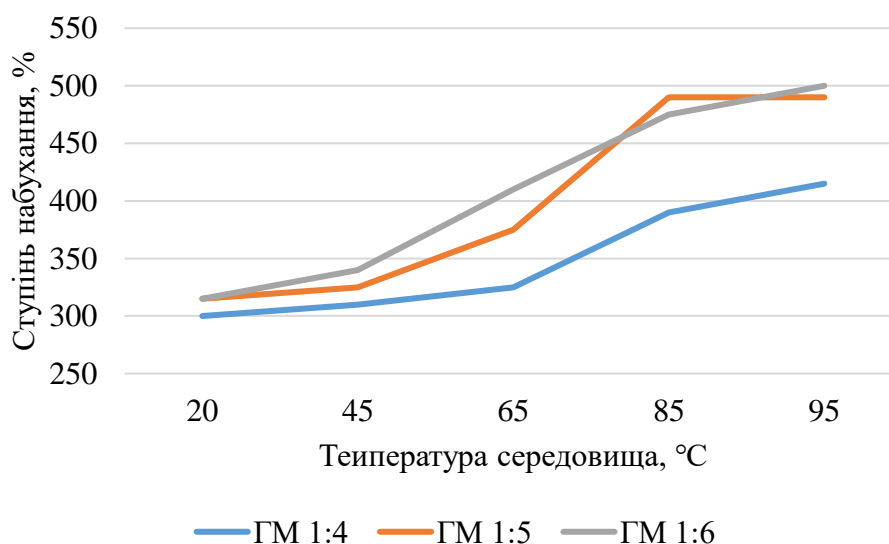


Рисунок 3.4 – Ступінь набухання пластівців «Нордік» у воді залежно від гідромодуля

Слід зазначити, що ступінь набухання гречаних пластівців «Нордік» для ГМ 1:5 та 1:6 не відрізнялася, тому дійшли висновку про те, що для приготування каш методом заварювання оптимальним є ГМ 1:5. Ступінь набухання пластівців у варильному середовищі з температурами 85 – 95 °С гідромодулі 1:5 достовірно відрізнялася від відповідних значень при ГМ 1:4 ($p < 0,05$).

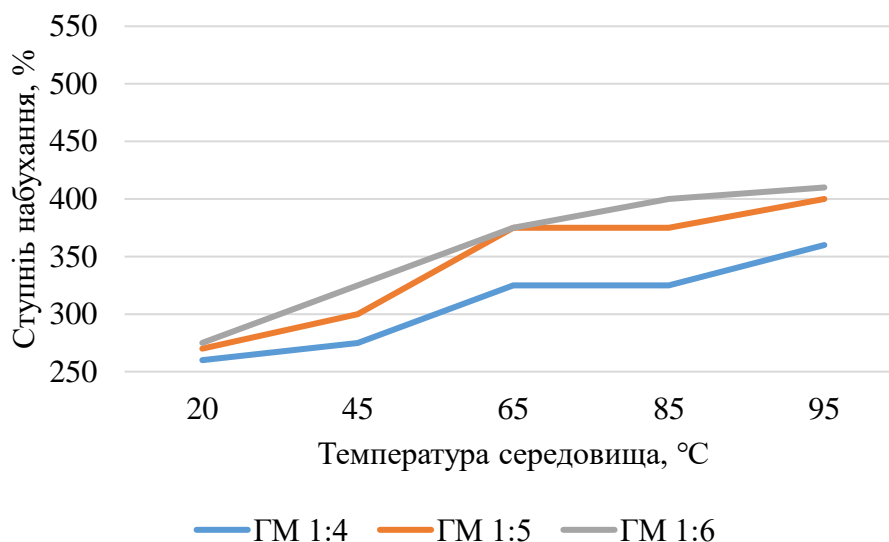


Рисунок 3.5 – Ступінь набухання пластівців «Нордік» у молоці залежно від гідромодуля

Оскільки виробник гречаних пластівців «Nordic» рекомендує використовувати для їх приготування не лише воду, а й молоко, було проведено дослідження ступеня їх набухання у цьому варильному середовищі (рис. 3.5).

У молоці з температурою 20 °C, 45 °C та 65 °C ступінь набухання гречаних пластівців «Нордік» зростав при гідромодулях 1:4, 1:5 і 1:6. Проте підвищення температури молока до 85 °C не вплинуло на ступінь набухання пластівців для всіх досліджуваних гідромодулів, який склав:

- 332,22 для ГМ 1:4;
- 385,8 для ГМ 1:5;
- 403,38 % для ГМ 1:6.

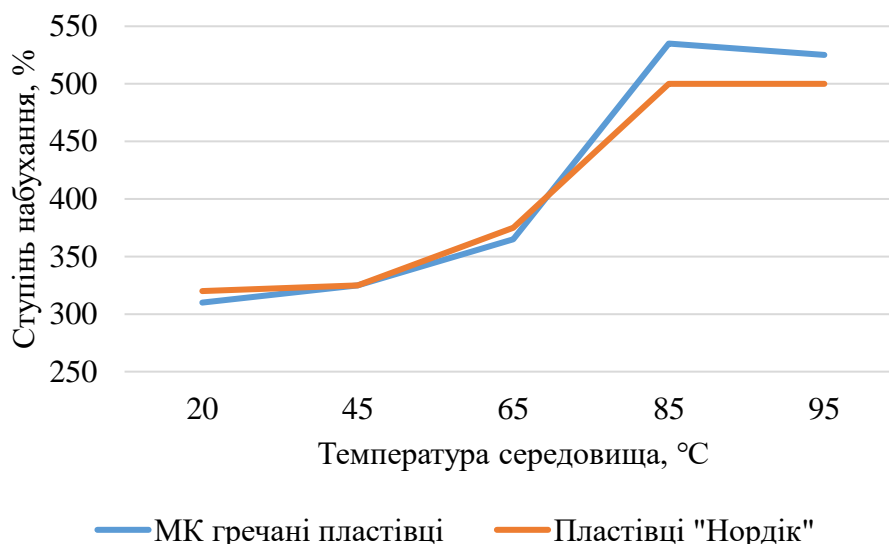


Рисунок 3.6 – Ступінь набухання МК гречаних та пластівців «Нордік» у воді, ГМ 1:5

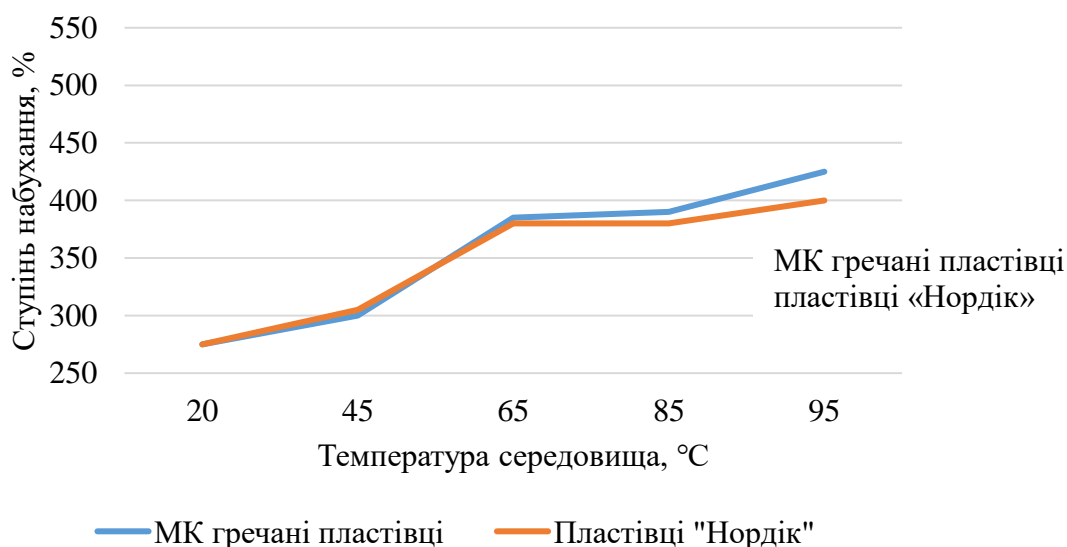


Рисунок 3.7 – Ступінь набухання МК гречаних та пластівців «Нордік» у молоці, ГМ 1:5

Результати досліджень показали, що оптимальним гідромодулем для приготування в'язких каш із досліджуваних пластівців є ГМ 1:5

Було проведено порівняння поведінки пластівців у різних варильних середовищах (рис. 3.6 та 3.7). Встановлено, що ступінь набухання мікронізованих пластівців у воді при температурі 20 °C була значно вищою. При інших температурних режимах суттєвих відмінностей у ступені набухання не

спостерігалось. Кулінарна готовність пластівців досягалась при температурі варильного середовища 85 – 95 °С.

Аналогічні результати отримані й при використанні молока як варильного середовища (рис. 3.7).

3.3 Дослідження ступеня набухання мікронізованих продуктів з пшона

Експериментальними дослідженнями [22], встановлено наступне: контакт продукту з рідиною веде до утворення поверхні поділу фаз та набухання. Внаслідок даних процесів виникає напруга, що змочує, від якої залежить рух рідини в капілярах. Остання залежить від розміру частинок. З іншого боку, набухання включає як просту дифузію - проникнення молекул рідини у продукт, а й сольватацію макромолекул, тобто взаємодія молекул розчинника з молекулами полімеру. Також відомо, що вологопоглинальна здатність тим вища, чим більша дисперсність частинок пластівців і температура.

Вивчення технологічних властивостей пшона та МК продуктів із нього були ідентичні дослідженням гречаних пластівців.

Ступінь набухання МК пшона у воді з температурою 20 °С, 45 °С і 65 °С при зазначених вище гідромодулях залишалась без змін і становила 95,44 (ГМ 1:4), 112,52 (ГМ 1:5) та 115,18 (ГМ 1:6), відповідно (рис. 3.8).

Температура варильного середовища, що дорівнює 85°С, супроводжувалась різким збільшенням ступеня набухання при всіх досліджених гідромодулях, яка надалі не змінювалася і склала 402,71 (ГМ 1:4), 455,39 (ГМ 1:5) та 500,5 (ГМ 1:6).

На підставі проведених досліджень встановлено, що ступінь набухання пшона МК для ГМ 1:5 та 1:6 не відрізнялася. Тому дійшли висновку, що оптимальним гідромодулем для приготування в'язких каш з МК пшона є ГМ 1:5 (рис. 3.8).

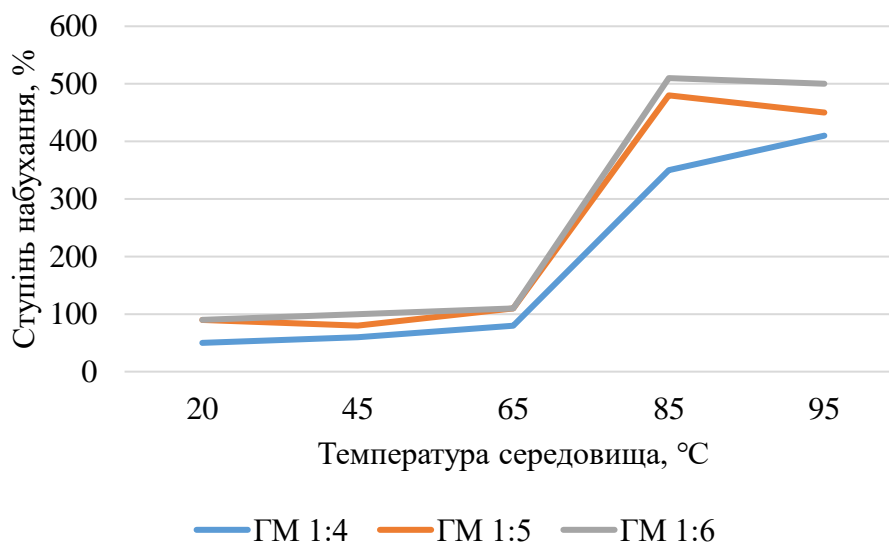


Рисунок 3.8 – Ступінь набухання мікронізованого пшона у воді в залежності від гідромодуля

Незалежно від гідромодуля, ступінь набухання мікронізованого пшона в молоці поступово збільшувався зі зростанням температури варильного середовища до 65 °C (рис. 3.9). При підвищенні температури до 85 °C спостерігалось значне зростання цього показника, яке досягло: 154,84 % (ГМ 1:4), 199,63 % (ГМ 1:5) і 183,52 % (ГМ 1:6).

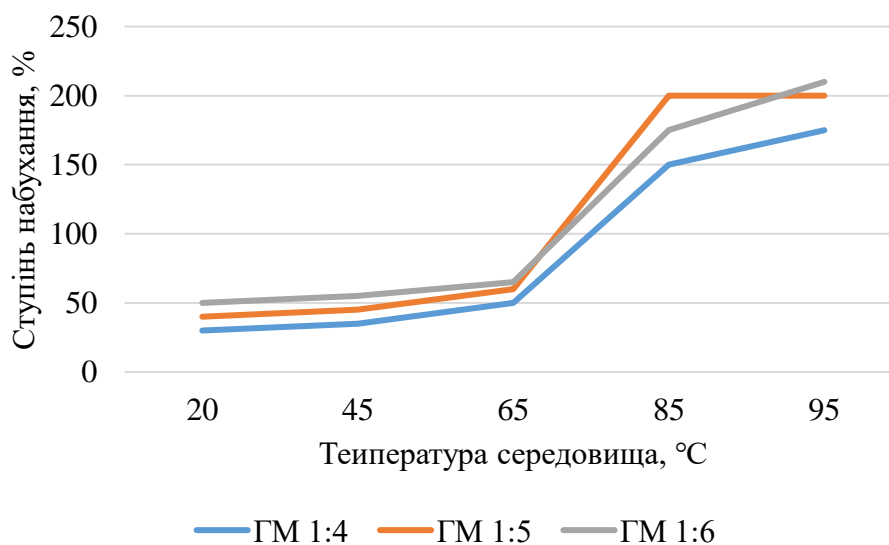


Рисунок 3.9 – Ступінь набухання мікронізованого пшона у молоці в залежності від гідромодуля

Подальше збільшення температури до 95 °С не вплинуло на ступінь набухання пшона для ГМ 1:5 і 1:6, тоді як для ГМ 1:4 було відзначено подальше підвищення цього показника (рис. 3.9).

Як і інших МК продуктів, ступінь набухання для ГМ 1:4 достовірно відрізнялася від ГМ 1:5, 1:6.

На підставі проведених досліджень дійшли висновку про те, що для варіння в'язких каш із МК пшона ГМ 1:5 є оптимальним.

Ступінь набухання пшона у воді при температурах 20 °С, 45 °С і 65 °С залишалася незмінною, становлячи 95,04 для ГМ 1:4 і ГМ 1:5 та 104,15 для ГМ 1:6 (рис. 3.10).

При підвищенні температури варильного середовища до 85 °С спостерігалось різке зростання ступеня набухання для всіх гідромодулів. Надалі цей показник залишався стабільним і склав:

- 374,41 для ГМ 1:4;
- 441,25 для ГМ 1:5;
- 415,19 для ГМ 1:6.

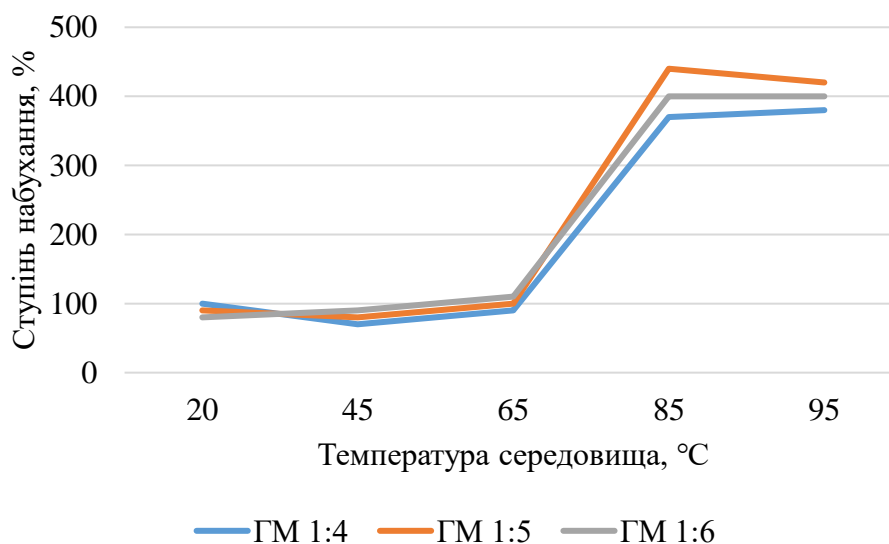


Рисунок 3.10 – Ступінь набухання мікронізованого пшона воді в залежності від гідромодуля

За результатами проведених досліджень встановлено, що ступінь набухання

пшона при ГМ 1:5 і 1:6 не мав суттєвих відмінностей. Це дозволяє зробити висновок, що оптимальним гідромодулем для приготування в'язких каш із пшона також є ГМ 1:5 (рис. 3.10).

Незалежно від гідромодуля, ступінь набухання пшона в молоці з температурою 20 °С, 45 °С і 65 °С залишився без змін і становив 70,58 (ГМ 1:4), 18 % (ГМ 1 :5) та 64,64 % (ГМ 1:6), відповідно (рис. 3.11). Підвищення температури варильного середовища до 85 °С супроводжувалося значним збільшенням цього показника до 138,56 % (ГМ 1:4), 169,92 % (ГМ 1:5) та 160,74 %, 46 %. Подальше підвищення температури варильного середовища до 95 °С не відбивалася на рівні набухання пшона для всіх гідромодулів (рис. 3.11).

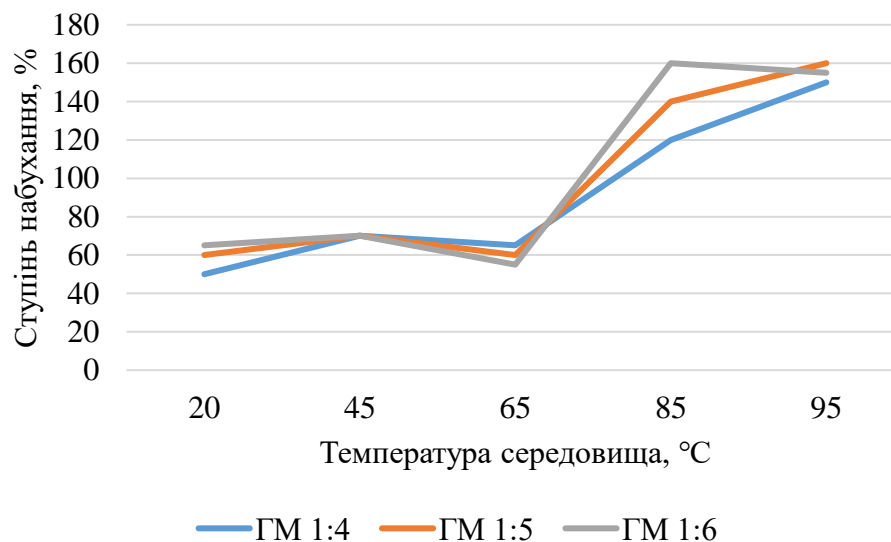


Рисунок 3.11 – Ступінь набухання мікронізованого пшона у молоці в залежності від гідромодуля

Як і інших МК продуктів, ступінь набухання для ГМ 1:4 достовірно відрізнялася від ГМ 1:5, 1:6. Тому дійшли висновку про те, що для варіння в'язких каш із пшона ГМ 1:5 є оптимальний.

Результати досліджень показали, що для приготування в'язких каш із пшона та мікронізованого пшона (МК пшона) оптимальним гідромодулем є ГМ 1:5. Для оцінки поведінки цих зразків у варильних середовищах було проведено порівняння (рис. 3.12 та 3.13).

Виявлено, що ступінь набухання МК пшона у воді при температурах 45 °С, 65 °С та 95 °С була вищою, ніж у звичайного пшона.

Кулінарна готовність МК пшона досягалася вже при температурі варильного середовища 85 °С.

Аналогічні результати були отримані і при використанні молока як варильного середовища (рис. 3.13).

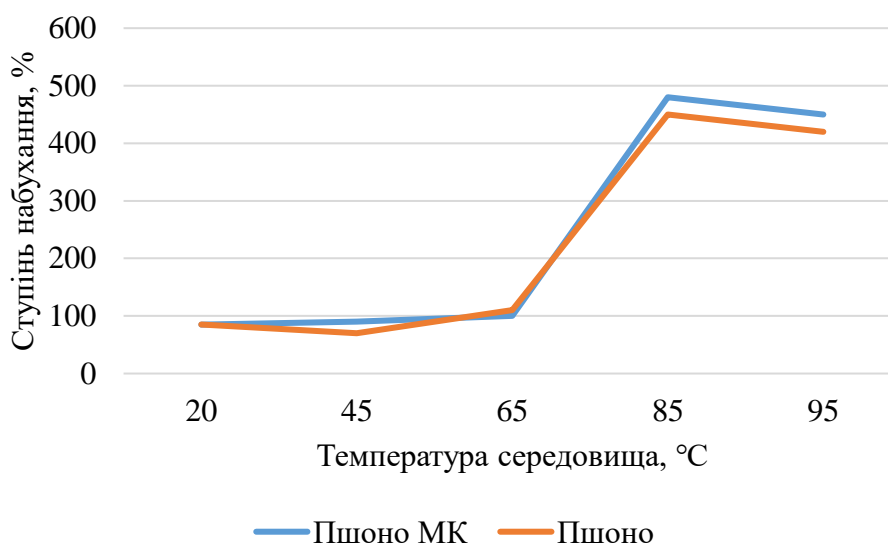


Рисунок 3.12 – Ступінь набухання мікронізованого пшона і пшона у воді ГМ 1:5

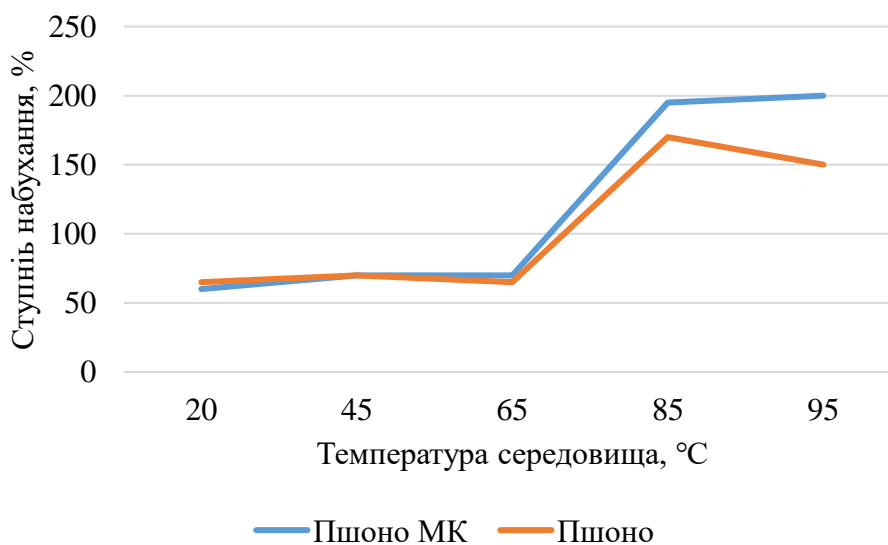


Рисунок 3.13 – Ступінь набухання мікронізованого пшона і пшона у молоці, ГМ 1:5

Ступінь набухання МК пшона в молоці з температурою 20 °С , 85 °С і 95 °С був значно вищим. При інших температурних режимах ступінь МК пшона не відрізнявся. Кулінарна готовність пшона МК досягалася при температурі варильного середовища 95 °С.

На підставі отриманих результатів можна зробити наступні висновки:

- оптимальний гідромодуль для набухання МК продуктів з крупи гречаної та пшона у різних варильних середовищах є ГМ 1:5;
- достатньою для набухання МК гречаних і пластівців «Нордік» у воді є температура 85 °С, в молоці – 65 °С; для пшона МК – 85 °С;
- ступінь набухання досліджуваних МК продуктів у молоці нижче, ніж у питній воді, так як дане варильне середовище є складною системою і до його складу входять білки, жири, кальцій та ін. нутрієнти, які можуть перешкоджати проникненню вологи в продукти.

Дослідження ступеня набухання МК продуктів виявило, що для всіх зразків характерне підвищення цього показника зі збільшенням температури навколишнього середовища. У межах одного сорту рису температура клейстеризації може варіюватися до 10 °С [8]. Встановлено також, що зі збільшенням вмісту амілози в крохмалі знижується температура його клейстеризації, що сприяє більш інтенсивному набуханням круп'яних культур.

3.4 Дослідження процесу швидкості поглинання вологи

Одним із ключових параметрів, що безпосередньо впливає на тривалість теплової обробки продукту є швидкість поглинання вологи. Для мікронізованих продуктів із гречаної крупи та пшона були визначені оптимальні гідромодулі (1:5), які забезпечують приготування в'язких каш. З точки зору практичності та санітарної безпеки готових страв доцільно використовувати рідину, доведена до кипіння.

Найбільш інтенсивне поглинання вологи у досліджуваних пластівців спостерігалось в перші три хвилини (рис. 3.14): від 11 % до 70,44 %. При цьому в

окремих випадках виявлялися не повністю проварені фрагменти пластівців («Нордік»). До десятої хвилини процес поглинання води стабілізувався, і лише на п'ятнадцятій хвилині було зафіксовано подальше незначне збільшення цього показника до 58 % (МК гречані) та 83,39 % («Нордік»), відповідно.

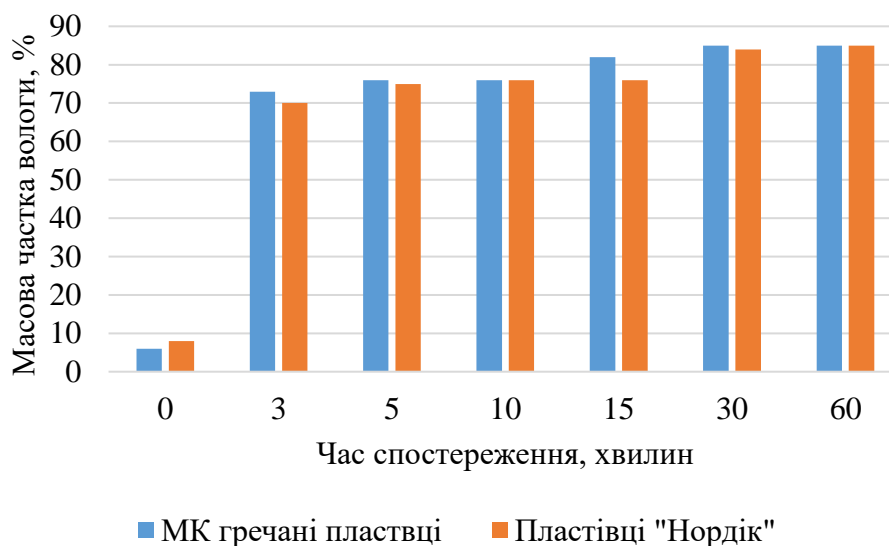


Рисунок 3.14 – Зміна масової частки води в МК гречаних пластівцях і пластівцях «Нордік» залежно від тривалості набухання у воді при температурі 95°C

У всіх досліджуваних пластівцях процес клейстеризації крохмалю, що супроводжувався інтенсивним поглинанням води, проходив протягом перших 10 хвилин заварювання окропом (рис. 3.14). При цьому масова частка води в МК гречаних пластівцях за оптимального гідромодуля 1:5 достовірно відрізнялася від показників пластівців «Нордік». Завдяки цьому приготування каш із МК гречаних пластівців потребує меншого часу.

Оскільки раніше зазначалося, що каші різної консистенції можна готувати на молоці, подальші дослідження проводилися з використанням цього варильного середовища (рис. 3.15).

Інтенсивне поглинання води у МК гречаних пластівцях та пластівцях «Нордік» також відзначалося у перші 3 хвилини набухання (рис. 3.15). За цей час масова частка води зросла з 6,73 % до 66,11 % для МК гречаних пластівців і з 8,3

% до 66,49 % для «Нордік». Значних відмінностей у цих показниках між пластівцями не виявлено. До 15-ї хвилини поглинання вологи стабілізувалося, але спостерігалось подальше незначне зростання. На 30-й хвилині максимальна масова частка вологи у всіх зразках досягла 81,92 % для МК гречаних пластівців і 81,05 % для «Нордік».

Отже, процес клейстеризації крохмалю, пов'язаний із поглинанням рідини, в досліджуваних пластівцях завершувався протягом перших 10 хвилин заварювання. Завдяки цьому каші з МК гречаних пластівців готуються швидше, ніж із пластівців «Нордік».

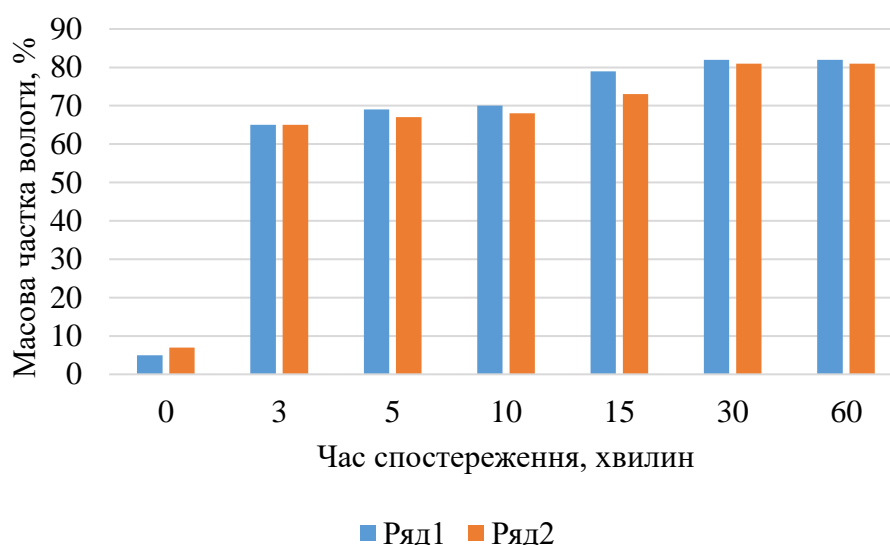


Рисунок 3.15 – Зміна масової частки вологи в МК гречаних пластівцях і пластівцях «Нордік» залежно від тривалості набухання у молоці при температурі

Час спостереження, хв

У перші 3 хвилини відзначено інтенсивне поглинання вологи досліджуваних зразків МК пшона та пшона (рис. 3.16). За цей період масова частка вологи зростає з 7,73 % до 64,79 % (пшоно МК) та з 10,23 % до 59,26 % (пшоно). Подальшими спостереженнями відзначено поглинання вологи, що продовжувалося, і стабілізувалося лише на 15 хвилині для пшона МК і 30 хвилині для пшона і склало 82,23 % (МК пшоно) і 83,05 % (пшоно), відповідно. У цей же час не зареєстровано наявності не зварених фрагментів.

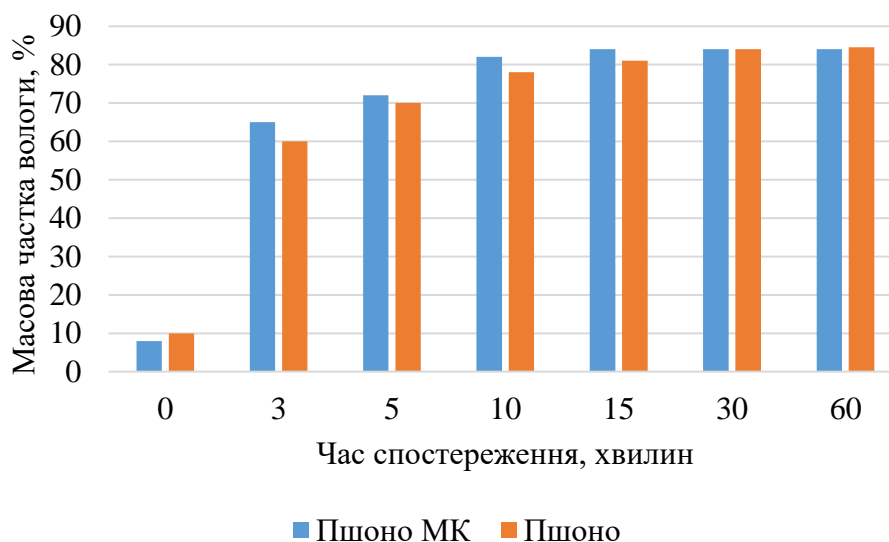


Рисунок 3.16 – Зміна масової частки вологи пшоно МК і пшоно від часу набухання у воді при $t = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$

Таким чином, у досліджуваних зразках пшоно МК і пшоно процес клейстеризації крохмалю, пов'язаний з інтенсивним поглинанням води, відбувався в перші 15 хвилин заварювання окропом (рис. 3.16). Крім того, масова частка вологи при оптимальному гідромодулі 1:5 у МК пшоні достовірно відрізнялася від вологості пшоно. Внаслідок цього процес приготування в'язких каш із МК пшоно відбуватиметься набагато швидше, ніж із пшоняної крупи.

Інтенсивне поглинання вологи пшоном МК і пшоном у молоці відбувалося так само, у перші 3 хвилини (рис. 3.17). За цей період масова частка вологи зростає з 7,73 % до 45,96 % та з 10,23 % до 47,01 % (проса). Значних відмінностей у масовій частці вологи не виявлено.

Поглинання вологи стабілізувалося лише до 15 хвилин спостережень для пшоно МК і до 30 хвилин для пшоно.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що високий ступінь і швидкість набухання МК продуктів із гречаної крупи та пшоно зумовлені значним збільшенням лінійних розмірів і пористості.

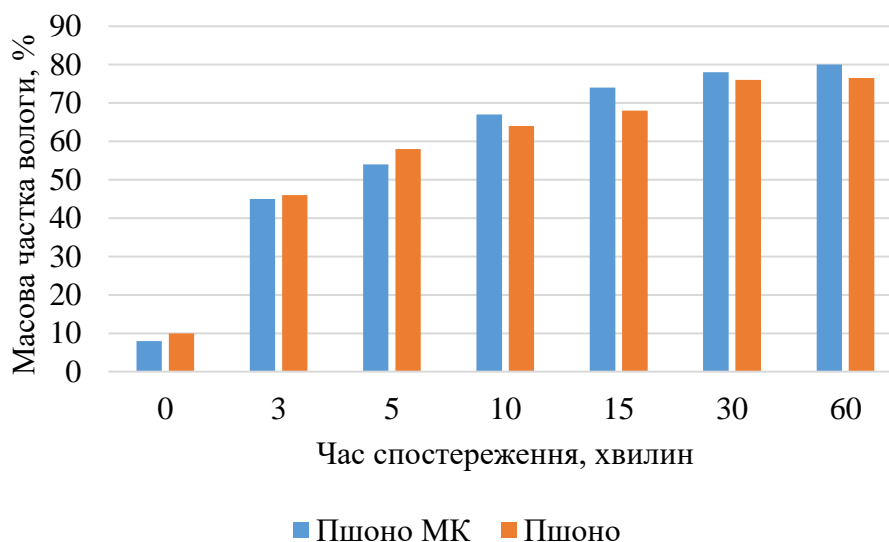


Рисунок 3.17 – Зміна масової частки вологи пшоно МК і пшоно від часу набухання у молоці при $t = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$

3.5 Дослідження розварюваності

Під час варіння круп відбуваються зміни їхніх фізико-хімічних властивостей, що призводять до розм'якшення, змін консистенції, маси, об'єму, смаку та аромату [11].

Тривалість варіння круп залежить від швидкості проникнення вологи у ядра, яка визначається товщиною клітинних стінок. На початкових етапах варіння вода поглинається білками, крохмалем і полімерами клітинних стінок. Через розрив клітин може відбуватися вивільнення клейстеризованого крохмалю в навколишнє середовище, що призводить до порушення форми та цілісності ядер. Таким чином, здатність клітин зберігати цілісність у процесі варіння визначає консистенцію та зовнішній вигляд готового продукту.

На основі органолептичних досліджень встановлено, що для приготування в'язкої каші з МК гречаних пластівців їх слід заливати рідиною температурою $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 5 – 10 хвилин. Для приготування супів пластівці можна додавати без попереднього заварювання (середній бал органолептичної оцінки – 4,5) (рис. 3.18). У таких умовах пластівці досягають кулінарної готовності, зберігаючи форму.

Заварювання МК пластівців протягом 15 – 20 хвилин супроводжується

низькими органолептичними оцінками, оскільки вони втрачають структуру і розварюються.

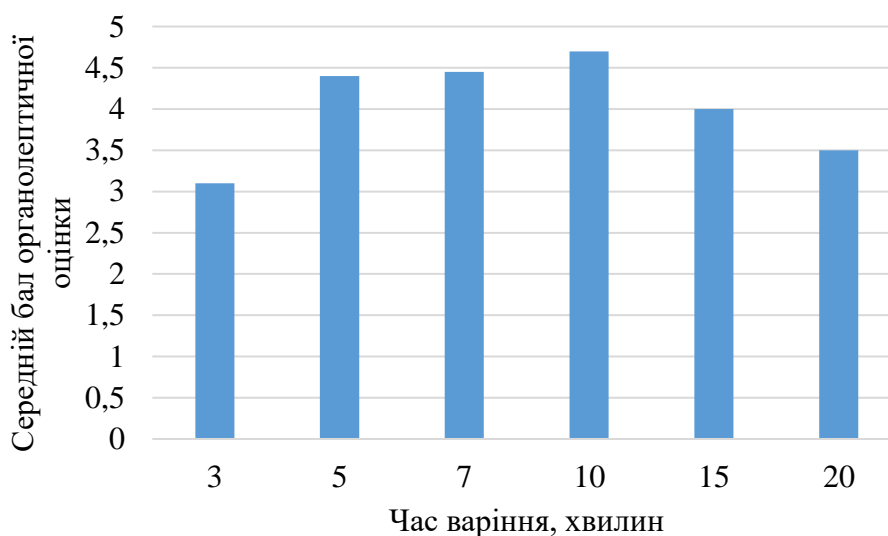


Рисунок 3.18 – Органолептична оцінка ступеня розварюваності МК гречаних пластівців

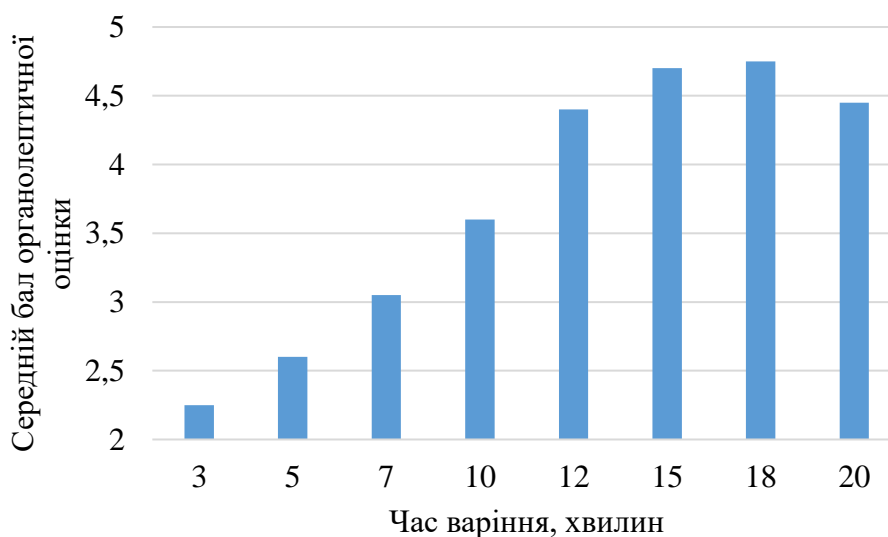


Рисунок 3.19 – Органолептична оцінка ступеня розварюваності МК пшоно

Цими дослідженнями встановлено, що для приготування в'язкої каші необхідно МК пшоно варити протягом 15 – 20 хвилин (середній бал органолептичної оцінки 4,5) (рис. 3.19). Варіння каші протягом 3 – 12 хвилин недоцільне, так як мікронізоване пшоно не досягає кулінарної готовності і має

присмак сирого крохмалю, хрумтить на зубах. Для приготування супів МК пшоно рекомендується закладати без попереднього заварювання за 15 – 18 хвилин до закінчення варіння. При цьому воно збереже форму, і присмак сирого крохмалю, присмак повністю зникає. Додавання в супи пшона МК за 20 хвилин і більше також супроводжувалося низькими органолептичними показниками: пшоно МК поступово, а потім повністю втрачало структуру, розварювалося.

Висновки за розділом

Дослідження МК продуктів показали, що вони здатні набухати у рідинах навіть за відносно низьких температур (20 °С – 65 °С). При цьому виявлено: чим вища температура середовища, тим інтенсивніше відбувається процес набухання. Для набухання у воді та молоці МК гречаних пластівців і пластівців «Нордік» достатньо залити їх рідиною з температурою 65 °С – 95 °С, тоді як для мікронізованого пшона і пшона оптимальною є температура 85 °С. Однак, для забезпечення санітарної безпеки рекомендується використовувати рідину, доведену до кипіння ($t = 95^{\circ}\text{C}$).

Встановлено оптимальні температури теплової обробки, які забезпечують максимальний ступінь набухання, а також визначено оптимальні гідромодулі для всіх досліджуваних МК продуктів – 1:5.

Дослідження швидкості поглинання вологи показали, що максимальна масова частка вологи у МК гречаних пластівців і пластівців «Нордік» досягається протягом перших 10 хвилин набухання у воді чи молоці, тоді як для МК пшона цей показник досягається за 15 хвилин.

Органолептична оцінка продукції, приготовленої за рекомендованими режимами, показала високі результати, із середнім балом $>4,5$.

Для приготування кулінарної продукції з МК продуктів гречаної та пшоняної круп рекомендовано такі режими:

- МК гречані пластівці: залити кип'яченою рідиною (вода або молоко) з температурою 95 °С і залишити на 5 – 10 хвилин; для супів – додавати в рідину за

5 – 10 хвилин до кінця варіння без попередньої теплової обробки.

- МК пшоно: проварити протягом 15 хвилин або додавати в супи за 15 хвилин до завершення приготування без попередньої теплової обробки.

4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

4.1 Розроблення технології приготування кулінарної продукції з мікронізованих гречаних пластівців і пшона

Останнім часом споживачі все більше приділяють увагу продуктам харчування, які містять корисні для здоров'я людини складові. Більше не обмежуються лише вітамінами та мінералами, але також звертають увагу на антиоксиданти та харчові волокна. Через численні дослідження цей вид складових став вкрай популярним серед споживачів.

На відміну від основних видів сировини та харчових добавок, за допомогою яких забезпечуються харчова цінність продукції та необхідні органолептичні характеристики, функціональні інгредієнти здійснюють позитивний фізіологічний вплив на організм людини. Використовуючи рослинну сировину, можна створити продукцію профілактичної спрямованості. Тому сьогодні одним із завдань нашої роботи була розробка технології та рецептур кулінарної продукції на основі мікронізованих гречаних пластівців та МК пшона. Як зазначалося раніше, вони є джерелами рослинного білка, вітамінів групи В, харчових волокон і поліфенольних антиоксидантів. Відомо, що традиційні способи обробки круп, а саме варіння, сприяють втраті більшої частини нутрієнтів. Проведені дослідження показали, що способом, що скорочує такі втрати, є мікронізація. Крім того, отримані режими гідротермічної обробки мікронізованих продуктів з гречаної та пшоняної круп, які лягли в основу розробки рецептур та технологій кулінарної продукції.

В існуючих рецептах супів та гарячих страв гречка та пшоно замінюються відповідними продуктами з МК. Технологія приготування кулінарних виробів кардинально відрізняється від традиційних (рис. 4.1).

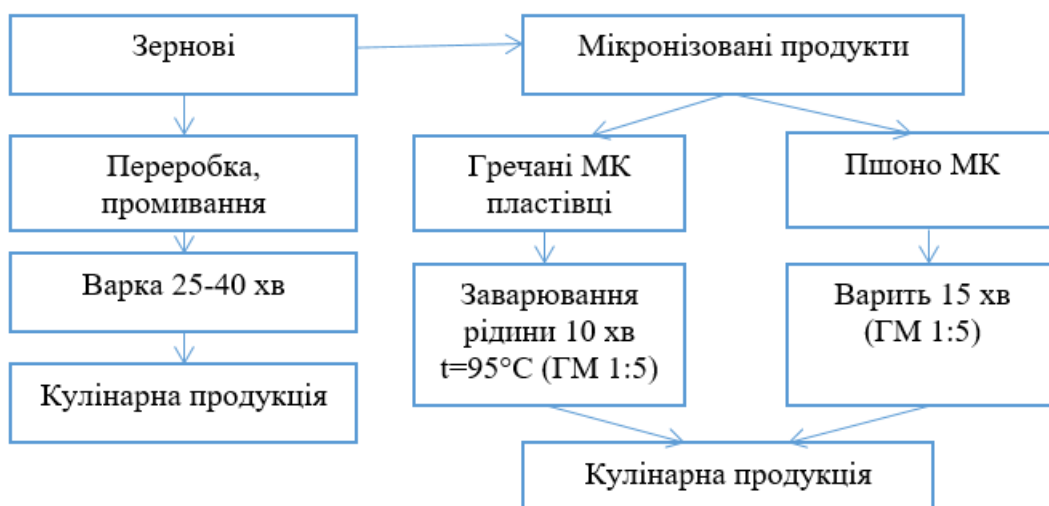


Рисунок 4.1 – Технологічна схема кулінарної продукції на основі традиційної сировини і МК продуктів

Розроблено технологію та рецептури кулінарної продукції різних груп: каші, запіканки, пудинги, супи, борошняні страви. Мікронізовані продукти з гречаної та пшоняної круп використовувалися у поєднанні з різними інгредієнтами: сиром, м'ясними, рибними та молочними продуктами, овочами, горіхами. Все це дозволило оптимізувати амінокислотний склад та покращити їхню харчову цінність.

Перераховані методи значно скорочують час приготування кулінарної продукції з МК пластівців зернових, порівняно з крупами в 2 – 3 рази, шляхом усунення перебирання та промивання. Це також дозволяє значно скоротити час варіння або навіть повністю виключити його без погіршення якості або смакових властивостей. Для приготування заправних та молочних супів з МК гречки рекомендується додавати пластівці в рідину в кінці процесу варіння, а пшоно – за 15 хвилин до готовності для забезпечення високої якості страв. Фізико-хімічні показники, харчова та біологічна цінність страв наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Фізико-хімічні показники, харчова та біологічна цінність білків страв (г/100 г продукту)

Найменування страв	Сухі речовини	Білки	Лімітуючі амінокислоти	Жири	Засвоєвані вуглеводи	Харчові волокна	Зола	ПФА	Енергетична цінність	Втрати маси	Збереження сухих речовин
	грам			Грам				мг	ккал	%	%
Пудинг із пшона МК з морквою	28,7	4,6	лізин	3,8	17,8	1,0	0,7	1,1	124	4,7	95,3
Каша з пшона МК з гарбузом	32,0	4,4	лізин	4,5	18,6	3,4	1,5	1,1	132	6,1	93,9
Запіканка «Сирна» з пшона МК	38,7	8,1	немає	6,2	21,6	1,6	0,7	1,1	175	16,7	83,3
Суп молочний з гречаними МК пластівцями	27,5	3,5	немає	3,1	8,3	5,9	0,7	1,5	75	10,6	89,4
Яловичина тушкована з гарбузом і гречаними МК пластівцями	54,8	14,5	немає	21,1	12,4	2,0	1,7	1,2	297	60,0	40,0
Млинці з гречаних МК пластівців	61,8	9,4	немає	5,6	40,5	10,0	2,1	1,0	250	20,0	80,0
Суфле із гречаних МК пластівців	50,3	11,2	немає	7,6	22,8	3,5	5,0	1,8	204	20,0	80,0
Відбивні з гречаних МК пластівців «Загадка»	46,2	8,8	немає	6,8	25,2	3,4	0,9	2,3	198	16,7	83,3
Запіканка з гречаних МК пластівців з рибю	30,4	9,6	немає	3,2	13,9	1,5	0,7	1,5	123	15,4	84,6

Проведені дослідження показали, що розроблена продукція є джерелом харчових волокон і поліфенольних антиоксидантів. У харчуванні дітей дошкільного та шкільного віку, лікувально-профілактичному та здоровому харчуванні різних верств населення.

Зважаючи на те, що було виключено варіння для МК гречаних пластівців, а заварювання може не відповідати вимогам безпеки, необхідно було провести мікробіологічні дослідження. Мікробіологічні дослідження показали, що встановлені режими теплової обробки МК пластівців відповідають вимогам безпеки (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Показники мікробіологічної безпеки кулінарної продукції

Найменування продукції	Мікробіологічні показники							
	КМАФАнМ, КОЕ/г		БГКП (колі-форми)		Сальмонели		Стафілокок (<i>S. aureus</i>)	
	норма	містить	норма	містить	норма	містить	норма	містить
Каша з гречаних МК пластівців (вода)	Не більше $1 \cdot 10^3$	Менше $1,5 \cdot 10^2$	У 1,0 г не допускається	Не виявлено	У 25 г не допускається	Не виявлено	У 1,0 г не допускається	Не виявлено
Каша з гречаних МК пластівців (молоко)	Не більше $1 \cdot 10^3$	Менше $1,5 \cdot 10^2$	У 1,0 г не допускається	Не виявлено	У 25 г не допускається	Не виявлено	У 1,0 г не допускається	Не виявлено

Висновки за розділом

У ході дослідження розроблено технологію та рецептуру кулінарних виробів на основі мікронізованих продуктів з гречаної крупи та пшона з різними наповнювачами: пудинги, каші, запіканки, супи, борошняні страви.

Крім того, за рахунок збільшення частки таких функціональних інгредієнтів як харчові волокна та поліфенольні антиоксиданти, цю кулінарну продукцію

можна віднести до функціональних продуктів харчування. Отже, розроблені кулінарні вироби з функціональними інгредієнтами на основі мікронізованих продуктів з гречаної та пшоняної круп можуть бути використані в харчуванні широкого кола споживачів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Розробка карти безпеки праці

Карта безпеки праці під час виробництва продуктів із гречаних пластівців забезпечує здоров'я і безпеку працівників та зменшує ризики травм. Вона містить рекомендації щодо безпечного виконання робіт на кожному етапі виробництва, а також основні вимоги до використання обладнання, санітарних норм та аварійних дій (рис. 5.1).

Картка безпеки праці під час виробництва продуктів із гречаних пластівців Мета: забезпечення безпеки працівників, зниження ризику травматизму та професійних захворювань у цеху з виробництва гречаної крупи	
1. Основні ризики на виробництві 1. Механічні ризики: контакт з рухомими частинами обладнання, використання ручного інструменту. 2. Фізичні ризики: вплив шуму, вібрації, високих температур. 3. Хімічні ризики: пил гречаної крупи, можливі розливи хімічних засобів для очищення обладнання. 4. Електричні ризики: робота з електроприладами та обладнанням під напругою. 5. Ризики пожежі: можливість займання пилу чи обладнання.	
2. Заходи безпеки 1. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): респіратори для захисту від пилу; захисні окуляри; спецодяг з антипилівим просоченням; захисне взуття; навушники для зниження шуму. 2. Правила роботи з обладнанням: перед запуском обладнання перевірити його технічний стан; не допускати контакту з рухомими частинами; використовувати захисні кожухи та огорожі на обладнанні. 3. Робота з хімічними засобами: зберігати хімічні речовини у спеціально відведених місцях; при роботі використовувати рукавички та маски; у разі проливання негайно повідомити відповідального. 4. Електробезпека: регулярно перевіряти стан електрообладнання; не виконувати ремонт без дозволу кваліфікованого персоналу; у разі аварії негайно вимкнути електропостачання. 5. Протипожежна безпека: заборонено палити в цеху; забезпечити доступ до вогнегасників та планів евакуації; утримувати робоче місце в чистоті, щоб уникнути накопичення пилу.	
3. Інструктажі та навчання 1. Первинний інструктаж: проходить усі працівники перед початком роботи, включає ознайомлення з правилами безпеки та використанням ЗІЗ. 2. Плановий інструктаж: проводиться раз на квартал, оновлення інформації про ризики та заходи безпеки. 3. Позаплановий інструктаж: у разі впровадження нового обладнання або змін у технологічному процесі. 4. Цільовий інструктаж: перед виконанням особливо небезпечних робіт.	
4. Процеси обробки сировини Обережність під час роботи з ножами, дробарками, млинами та іншим обладнанням. Використання систем аспірації для зменшення пилу.	
5. План дій у надзвичайних ситуаціях 1. У разі травмування: негайно зупинити обладнання; надати першу допомогу постраждалому; повідомити керівника зміни. 2. У разі пожежі: використати вогнегасник для гасіння займання; евакуюватися згідно з планом евакуації; повідомити пожежну службу.	6. Відповідальність працівників 1. Суворо дотримуватися правил техніки безпеки. 2. Використовувати ЗІЗ на робочому місці. 3. Негайно повідомляти про несправності обладнання чи порушення правил.
7. Контроль і аудит безпеки 1. Регулярна перевірка стану обладнання. 2. Щомісячний аналіз інцидентів і порушень. 3. Проведення внутрішніх аудитів безпеки.	
Цей документ адаптується відповідно до конкретних умов підприємства та чинного законодавства!!!	

Рисунок 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва продуктів із гречаних пластівців

5.2 Шляхи утилізації відходів виробництва продуктів із гречаних пластівців

Виробництво продуктів із гречаних пластівців супроводжується утворенням таких відходів, як лушпиння, пил, дрібна фракція зерна, зародки, а також залишки, які не відповідають стандартам якості. Рациональне використання цих відходів є важливим для підвищення екологічної та економічної ефективності виробництва.

Серед можливих шляхів утилізації виділяють::

1. Використання у сільському господарстві.

Годівля тварин:

- відходи можуть бути використані як додатковий корм для худоби, якщо вони не містять шкідливих домішок;
- перед використанням слід провести аналіз на вміст токсичних речовин та харчову цінність.

Компостування:

- органічні відходи змішуються з іншими біомасами для виробництва органічних добрив;
- мікронізація може покращити біодоступність поживних речовин, що сприятиме кращій ферментації в компості.

2. Енергетичне використання.

Виробництво біогазу:

- відходи можуть бути використані як сировина для біогазових установок;
- анаеробна ферментація відходів дозволяє отримувати метан, який можна використовувати для генерації енергії, а залишкову масу – як добриво.

Спалювання для отримання тепла:

- сухі відходи можуть використовуватися як паливо в котельнях для обігріву або виробництва пари;
- для цього слід організувати спеціалізоване спалювання з мінімізацією викидів.

3. Переробка у побічні продукти.

Виробництво кормових добавок:

- відходи можуть бути висушені, подрібнені та використані як компонент комбікормів для тварин або птиці.

Сировина для виготовлення пелет:

- подрібнені залишки можуть пресуватися у пелети для опалення чи промислового використання.

4. Використання у промисловості.

Виробництво біоматеріалів:

- відходи можна використовувати у виробництві біорозкладних упаковок, композитів чи інших матеріалів.

5. Екологічна утилізація.

Захоронення на спеціалізованих полігонах:

- якщо відходи не можуть бути використані жодним із зазначених способів, вони можуть бути безпечно утилізовані на полігонах, обладнаних для прийому органічних залишків.

Виведення у природне середовище:

- у разі повної органічної безпеки (за відсутності токсичних речовин) відходи можна використовувати для покращення ґрунтів як мульчу.

Рекомендації щодо утилізації відходів:

- перед вибором методу утилізації провести аналіз складу відходів, зокрема на вміст небезпечних речовин;

- дотримуватися екологічних стандартів і місцевих вимог до поводження з відходами;

- впроваджувати сучасні технології для переробки відходів з максимальним відновленням цінних компонентів.

Раціональне використання відходів продуктів із гречаних пластівців сприяє сталому розвитку підприємств, зниженню витрат та збереженню природних ресурсів. Це також дозволяє створювати нові продукти та впроваджувати сучасні технології утилізації в рамках кругової економіки.

Висновки за розділом

Була розроблена карта безпеки для операторів лінії мікронізації зернових пластівців та визначені основні шляхи та методи утилізації відходів, які утворюються під час процесу мікронізації житніх та ячмінних пластівців.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

Перелік робіт, що включає етапи дослідження для обґрунтування процесу та технологічних параметрів процесу виробництва продуктів із гречаних та пшонахних пластівців, представлений у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1-2	Вибір напрямку дослідної роботи	1
2-3	Пошук літературних джерел	8
3-4	Розробка плану досліджень	3
4-5	Вибір та огляд методик проведення наукових досліджень	5
5-6	Робота над підготовкою дослідних зразків гречки та пшона	2
6-7	Робота над підготовкою дослідного устаткування	5
7-8	Дослідження щільності крупи гречаної, пшона та МК продуктів з них, та їх ступеня набухання	6
7-9	Дослідження швидкості поглинання вологи	6
7-10	Дослідження ступеня розварюваності	5
7-11	Розроблення технології приготування кулінарної продукції з мікронізованих гречаних пластівців і пшона	6
8-12	Робота над обробкою результатів	1
9-12		1
10-12		1
11-12		1
12-13	Робота над підготовкою матеріалу для публічного захисту	8
Всього		59

Отже, для виконання всіх завдань та реалізації цілей магістерської роботи знадобиться 59 днів.

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати на основні та додаткові матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (6.1)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

В таблиці 6.2 наведено результати розрахунку витрат на матеріали.

Таблиця 6.2 – Кількість та вартість основних матеріалів

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн.	Сума, грн.
Крупа гречана, кг	10	39,00	390,00
Крупа пшоняна, кг	10	27,00	270,00
Всього			660,00

Заробітна плата осіб, які брали участь у дослідженнях, представлена в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн.	Середньочасовий заробіток, грн.	Кількість людино-годин	Сума, грн.
Керівник наукової роботи	9100	54,17	35	1896,70
Всього				1896,70

Нарахування на заробітну плату розраховують за формулою:

$$H = \frac{1896,70 \cdot 22}{100} = 417,27 \text{ грн.}$$

Витрати на спожиту електроенергію розраховуються за наступною формулою:

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

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на роботу устаткування для термічної обробки гречаної та пшоняної крупи:

$$E_1 = 1,6 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 4,68 = 161,74 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу обладнання для сушіння продуктів:

$$E_2 = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 48 \cdot 4,68 = 202,18 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на комп'ютер:

$$E_3 = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 112 \cdot 4,68 = 424,57 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 = 161,74 + 202,18 + 424,57 = 788,49 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію обладнання визначаються за 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.

Результати обчислень витрат на амортизацію представлені в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати обчислень витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Устаткування для термічної обробки	12500,00	15	3	15,41
Устаткування для сушки	15440,00	15	2	12,69
Персональний комп'ютер	11200,00	15	14	64,44
Всього				92,54

Накладні витрати пов'язані з проведенням досліджень складають:

$$\frac{(1896,70 \cdot 80)}{100} = 1517,36 \text{ грн.}$$

В таблиці 6.5 наведено кошторис витрат на проведення дослідження.

Таблиця 6.5 – Зведений кошторис витрат

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	660,00
Заробітна плата	1896,70
Нарахування на заробітну плату	417,27
Електроенергія	788,49
Амортизація	92,54
Накладні витрати	1517,36
Всього	5372,36

Згідно аналізу, найбільшу частку витрат становлять заробітна плата та накладні витрати.

6.3 Розрахунок вартості дослідження

Ціна досліджень визначається за формулою:

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

де $Ц$ – розрахункова ціна дослідження, грн.;

C – розрахункові витрати дослідження, грн.;

P – рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 5372,36 + \frac{30 \cdot 5372,36}{100} = 6984,07 \text{ грн.}$$

Розрахункова ціна досліджень складає 6984,07 грн.

Висновки за розділом

Основні статті витрат під час дослідження включають заробітну плату та накладні витрати, які становлять 1896,70 грн і 1517,36,00 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 6984,07 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дослідження МК продуктів показали, що вони здатні набухати у рідинах навіть за відносно низьких температур (20 °С – 65 °С). При цьому виявлено: чим вища температура середовища, тим інтенсивніше відбувається процес набухання. Для набухання у воді та молоці МК гречаних пластівців і пластівців «Нордік» достатньо залити їх рідиною з температурою 65 °С – 95 °С, тоді як для мікронізованого пшона і пшона оптимальною є температура 85 °С. Однак, для забезпечення санітарної безпеки рекомендується використовувати рідину, доведену до кипіння ($t = 95^{\circ}\text{C}$).

Встановлено оптимальні температури теплової обробки, які забезпечують максимальний ступінь набухання, а також визначено оптимальні гідромодулі для всіх досліджуваних МК продуктів – 1:5.

Дослідження швидкості поглинання вологи показали, що максимальна масова частка вологи у МК гречаних пластівців і пластівців «Нордік» досягається протягом перших 10 хвилин набухання у воді чи молоці, тоді як для МК пшона цей показник досягається за 15 хвилин.

Органолептична оцінка продукції, приготовленої за рекомендованими режимами, показала високі результати, із середнім балом >4,5.

Для приготування кулінарної продукції з МК продуктів гречаної та пшоняної круп рекомендовано такі режими:

- МК гречані пластівці: залити кип'яченою рідиною (вода або молоко) з температурою 95 °С і залишити на 5 – 10 хвилин; для супів – додавати в рідину за 5 – 10 хвилин до кінця варіння без попередньої теплової обробки.

- МК пшоно: проварити протягом 15 хвилин або додавати в супи за 15 хвилин до завершення приготування без попередньої теплової обробки.

У ході дослідження розроблено технологію та рецептуру кулінарних виробів на основі мікронізованих продуктів з гречаної крупи та пшона з різними наповнювачами: пудинги, каші, запіканки, супи, борошняні страви.

Крім того, за рахунок збільшення частки таких функціональних інгредієнтів

як харчові волокна та поліфенольні антиоксиданти, цю кулінарну продукцію можна віднести до функціональних продуктів харчування. Отже, розроблені кулінарні вироби з функціональними інгредієнтами на основі мікронізованих продуктів з гречаної та пшоняної круп можуть бути використані в харчуванні широкого кола споживачів.

Розроблена карта безпеки для операторів лінії мікронізації зернових пластівців та визначені основні шляхи та методи утилізації відходів, які утворюються під час процесу мікронізації житніх та ячмінних пластівців.

Основні статті витрат під час дослідження включають заробітну плату та накладні витрати, які становлять 1896,70 грн і 1517,36,00 грн відповідно. Загальна вартість дослідження з урахуванням 30 % нормативної рентабельності складає 6984,07 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. 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.
2. Тертишний О.О., Піоваров О.А., Кошулько В.С. Механічні процеси та обладнання харчових виробництв. Навчальний посібник. Дніпро: ДДАЕУ, 2022. 351 с.
3. Землеробська механіка. Інноваційні технології харчових виробництв / Кобець А.С., Сокол С.П., Пугач А.М., Чурсінов Ю.О., Піоваров О.А., Миколенко С.Ю., Ковальова О.С., Калина В.С., Кошулько В.С., Тимчак Д.О., Сова Н.А., Худайбердієва К.А. Колективна монографія. Дніпро: «Свідлер А.Л.», 2022. Том 4. 460 с.
4. Єремєєва О.А., Харченко Є.І., Любич В.В. Технологічні процеси переробки зерна пшениці в борошно: моногр. / Київ, 2021. 160 с.; іл.
5. Технологічні комплекси харчових виробництв : навчальний посібник / В.І. Теличкун, О.М. Гавва, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, М.Г. Десик, О.М. Чепелюк. – Київ : Видавництво «Сталь», 2017. – 456 с.
6. Передумови формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення : моногр. / Г.М. Господаренко та ін.; Київ, 2019. 336 с.
7. Якість та облік зерна за приймання, оброблення і зберігання: навч. посіб. / Н. М. Осокіна та ін. – К.: ТОВ «ТРОПЕА», 2021. – 456 с.: іл
8. Піоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
9. Калініченко Р. А., Войтюк В. Д. (2017). Математичне моделювання тепломасообмінних процесів високотемпературної термообробки зернових матеріалів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК, (275), 59-67.

10. Плавинський В. І., Плавинська С. В., Плавинська О. В. (2016). Проблеми мікронізації бобів сої. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів, (10 (2)), 126-131.
11. Калініченко Р. А., Войтюк, В. Д. (2017). Mathematical modeling of тепломass-exchange processes of high-temperature thermo-processing of grain materials. Науковий вісник НУБіП України. Серія: Техніка та енергетика АПК, (275), 5-5.
12. Полевода Ю. А., Ревва В. Ю., Попов І. І. Методи термічної обробки зерна. Вібрації в техніці та технологіях. 2022. № 2 (105). С. 122-129.
13. Полевода Ю.А., Ревва В.Ю., Попов І.І. Методи термічної обробки зерна. Вібрації в техніці та технологіях. 2022. № 2 (105). с.122- 129.
14. Bandura V., Kalinichenko R., Kotov B., Spirin A. Theoretical rationale and identification of heat and mass transfer processes in vibration dryers with IR-energy supply. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 4. № 8 (94), 50-58.
15. Deera C., Hebbar H. U. (2016). Effect of high-temperature short-time ‘micronization’ of grains on product quality and cooking characteristics. Food engineering reviews, 8, 201-213. <https://doi.org/10.1007/s12393-015-9132-0>.
16. Кошицька Н.А. Удосконалення елементів технології режимів сушіння насіння // Інститут сільського господарства Полісся НААН. Житомир, 2013. С. 278–281.
17. Матус Ю. В. Інформаційна підтримка технологічного процесу інфрачервоного сушіння зерна / Ю. В. Матус, В. А. Лахно, Т. Ю. Осіпова // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. – 2019. – № 7(255). – С. 43-49.
18. Паламарчук І. П., Цуркан О. В., Паламарчук В. І. Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми інфрачервоної віброхвильової конвеєрної сушарки для післязбиральної обробки сипкої сільськогосподарської продукції. Зб. наук. пр. ВНАУ. Серія: Технічні науки. Вінниця, 2015. №1 (89) Т.1 С.117–123.

19. . Бандура В., Ярошенко Л. Обґрунтування параметрів процесу сушіння насіння соняшнику у вібросушарці на основі інфрачервоного опромінення. *Scientific Works*. 2019. Vol. 83 (1). P. 110–116.
20. Chua K.Y. and Shaw S.K. (2003). Low cost drying methods for developing countries. *Trends in Food Science and Technology* 14: 519—528.
21. Bualuang, O., Onwude, D. I., & Pracha, K. (2017). Microwave drying of germinated corn and its effect on phytochemical properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(9), 2999 – 3004.
22. Onwude, D. I., Hashim, N., & Chen, G. (2016a). Recent advances of novel thermal combined hot air drying of agricultural crops. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 132–145.
23. Kovalova O.S., Chursinov Yu.O., Kofan D.D. Research of hydrothermal processing of dry barley malt // *Grain Products and Mixed Fodder's*. 2018. Vol.18, Issue 4. P.13-18. <https://doi.org/10.15673/gpmf.v18i4.1190>.
24. Бандура В., Ярошенко Л. Обґрунтування параметрів процесу сушіння насіння соняшнику у вібросушарці на основі інфрачервоного опромінення. *Scientific Works*. 2019. Vol. 83 (1). P. 110–116.
25. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, В.П. Олексюк, О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 288с.
26. Правила охорони праці для працівників, зайнятих на роботах зі зберігання та переробки зерна. Київ: Мін.Соц.Політики. 2017. 74 с.
27. Станкевич Г.М. Сушіння зерна: навч. посіб. / Г. М. Станкевич, Т. В. Страхова, В. І. Атаназевич – Київ: Либідь, 1997. – 352 с.
28. 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-1eksiye-book-5.pdf>.
29. 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.

30. Моделювання процесу ІЧ-обробки насіння соняшнику в стаціонарному шарі при композиційному плануванні експерименту [Електронний ресурс] / А. В. Купченко, К. О. Мельников, Ю. О. Чурсінов // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія : Технічні науки. – 2010. – № 1. – С. 142–147.

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

32. Pivovarov O., Kovaliova O. Features of grain germination with the use of aqueous solutions of fruit acids. Food Science and Technology. 2019. Volume 13 Issue 1. P.83-89. DOI: <http://dx.doi.org/10.15673/fst.v13i1.1334>

33. Zarkadas, L. N., & Wiseman, J. (2001). Influence of processing variables during micronization of wheat on starch structure and subsequent performance and digestibility in weaned piglets fed wheat-based diets. Animal feed science and technology, 93(1-2), 93-107.

34. Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційна технологія дезінфекції технологічного обладнання харчових виробництв. The 5th International scientific and practical conference “Prospects of modern science and education” (February 07 – 10, 2023) Stockholm, Sweden. International Science Group. 2023. P. 609-612. <https://doi.org/10.46299/ISG.2023.1.5>

35. Sesikashvili, O., Mardaleishvili, N., Gamkrelidze, E., & Tsagareishvili, S. (2021). The study on the process of dehydrating legumes during high-temperature micronization with infrared rays. Slovak Journal of Food Sciences, 15.

36. Shaimerdenova, D. A., Chakanova, Z. M., Iskakova, D. M., Sarbassova, G. T., Bekbolatova, M. B., & Yesmambetov, A. A. (2020). JT Effective method of grain processing using in grain bases for foods: Methods of grain bases' production. EurAsian Journal of BioSciences, 14(2).

37. 8. 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).

38. 9. Верещинский О.П. Наукові основи і практика підвищення ефективності сортових хлібопекарських помелів пшениці: дис. ... д-ра техн. наук / О.П. Верещинский. – Київ: НУХТ, 2014. – 388 с.

39. 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).

40. 11. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko, V., & Aleksandrova, A. (2022). Study of use of antiseptic ice of plasma-chemically activated aqueous solutions for the storage of food raw materials. *Food Science and Technology*, 15(4). <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2260>. (Web of Science (Core Collection)).

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

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

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

44. 15. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. К.: Віпол, 1998. 145 с.

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

46. 17. Шатенко Є. І., Соц С.М. Технологія круп'яного виробництва. К.: Освіта України, 2010. 272 с.
47. 18. Чурсінов Ю.О., Хозяєв І.О., Черних С.А., Лакіза О.В. Інноваційні технології виробництва борошна, круп та харчоконцентратів: навчальний посібник. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2011. 126 с.
48. Домарецький В. А. Технологія харчових продуктів: підруч. / В. А. Домарецький, А. І. Українець. Київ: НУХТ, 2003. 768 с.
49. Назаренко В. О., Юдічева О. П., Жук В. А. Формування якості товарів. Частина 1. Навчальний посібник. К.: Центр учбової літератури, 2012. – 386 с.
50. Основи фізіології харчування : підручник / Н. В. Дуденко, Л.Ф. Павлоцька, В. С. Артеменко, М. В. Кривоносов, І. С. Кратенко. Х. :Торнадо, 2003. 407 с.
51. Одарченко М.С. Основи охорони праці: підручник. Х.: СтильІздат, 2017. 334 с.
52. 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.
53. 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.