

**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:

**Обґрунтування технології виробництва  
харчових концентратів з додаванням  
зернових культур**

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

\_\_\_\_\_ Вячеслав КУЗНЄЦОВ

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Олександр ПІВОВАРОВ

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.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Кузнецову Вячеславу Сергійовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва харчових концентратів з додаванням зернових культур».

Керівник роботи: Півоваров Олександр Андрійович, доктор технічних наук, професор, 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 концентратів напоїв. 3 Нормативно-технологічна документація та інструкції щодо ведення технологічних процесів на підприємствах з виробництва харчоконцентратів. 4 Патенти та авторські свідоцтва.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Організація проведення експерименту і методи досліджень. 3 Результати досліджень та їх обговорення. 4 Практична реалізація результатів досліджень. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	професор ПІВОВАРОВ Олександр	24.10.2025	11.12.2025
5	професор ПІВОВАРОВ Олександр	24.10.2025	11.12.2025
6	професор ПІВОВАРОВ Олександр	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 літератури	28.10-07.11.25	виконано
3	Організація проведення експерименту і методи досліджень	08.11-14.11.25	виконано
4	Результати досліджень та їх обговорення	15.11-01.12.25	виконано
	Практична реалізація результатів досліджень	02.12-06.12.25	виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.12-08.12.25	виконано
6	Організаційно-економічна частина	09.12.25	виконано
7	Загальні висновки та список джерел посилання	10.12.25	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	11.12.25	виконано

**Здобувач вищої освіти**

\_\_\_\_\_ Вячеслав КУЗНЕЦОВ  
( підпис )

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ Олександр ПІВОВАРОВ  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

**Тема: «Обґрунтування технології виробництва харчових концентратів з додаванням зернових культур»**

**Кваліфікаційна робота:** 89 сторінок, 8 рисунків, 26 таблиць, 0 додатків, 44 літературних джерела.

**Мета роботи** – розробка рецептур та технології виробництва концентратів напоїв на основі житнього, ячмінного та вівсяного борошна та їх товарознавча оцінка.

**Об'єкт дослідження** – технологічний процес виробництва концентратів напоїв на зерновій основі.

**Предмет дослідження** – рецептурний склад, технологічні параметри виробництва та показники якості й товарознавчої оцінки концентратів напоїв, виготовлених із використанням житнього, ячмінного та вівсяного борошна.

*У сучасних умовах розвитку харчової промисловості зростає попит на продукти швидкого приготування, які поєднують зручність використання, високу харчову цінність та функціональні властивості. Харчові концентрати займають важливе місце в раціоні населення завдяки тривалому терміну зберігання, простоті транспортування та мінімальним витратам часу на приготування. Водночас актуальним є завдання підвищення їхньої біологічної цінності та розширення асортименту за рахунок використання натуральної рослинної сировини.*

*У зв'язку з цим дослідження даного питання є актуальним науково-практичним завданням, спрямованим на створення конкурентоспроможних продуктів із підвищеною харчовою та споживчою цінністю.*

### КЛЮЧОВІ СЛОВА

*харчові концентрати, зернові культури, технологія виробництва, жито, ячмінь, овес, рецептурний склад, харчова цінність, функціональні властивості, товарознавча оцінка.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....	9
1.1 Актуальні проблеми сучасного харчування .....	9
1.2 Підвищення харчової цінності напоїв .....	10
1.3 Підвищення харчової цінності кисілів.....	13
1.4 Технологія кисілів на основі крохмалю.....	16
1.5 Технологія зернових кисілів.....	24
1.6 Хімічний склад житнього, вівсяного та ячмінного борошна .....	26
Висновки за розділом .....	30
2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	33
2.1 Організація експерименту .....	33
2.2 Об'єкти та методи досліджень.....	34
Висновки за розділом .....	36
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ .....	37
3.1 Дослідження показників якості сировини, що використовується під час виробництва концентратів напоїв.....	37
3.2 Вплив режимів термічної обробки на вологість борошна .....	38
3.3 Вплив режимів термічної обробки на кінематичну в'язкість борошняних клейстерів .....	40
3.3.1 Вплив режимів термічної обробки на в'язкість клейстеру ячмінного борошна.....	41
3.3.2 Вплив режимів термічної обробки на кінематичну в'язкість клейстеру житнього борошна.....	42
3.3.3 Вплив режимів термічної обробки на кінематичну в'язкість клейстеру вівсяного борошна.....	44
3.4 Дегустаційна оцінка концентратів кисілів з різними складами .....	45
3.5 Дослідження впливу процесу зберігання на органолептичні та фізико-хімічні	

показники якості концентратів напоїв.....	52
3.6 Дослідження впливу процесу зберігання на мікробіологічні показники концентратів напоїв .....	56
3.7 Дослідження хімічного складу концентратів напоїв .....	58
3.7.1 Вивчення вмісту білка у концентратах напоїв .....	58
3.7.2 Вивчення вмісту жиру у концентратах напоїв .....	59
3.7.3 Вивчення вмісту вуглеводів у концентратах напоїв.....	59
3.7.4 Вивчення вмісту вітамінів у концентратах напоїв.....	61
3.7.5 Вивчення вмісту мінеральних речовин у концентратах напоїв .....	62
3.8 Вивчення ступеня задоволення добової потреби дорослого населення основних харчових речовин при вживанні напоїв з урахуванням борошна зернових культур .....	63
Висновки за розділом .....	64
4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	67
Висновки за розділом .....	69
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	71
5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва концентратів кисілів з додаванням борошна зернових культур.....	71
5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва концентратів кисілів з додаванням борошна зернових культур.....	74
Висновки за розділом .....	76
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	77
6.1 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження .....	77
6.2 Розрахунок вартості дослідження .....	81
Висновки за розділом .....	81
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	82
БІБЛІОГРАФІЯ .....	85

## ВСТУП

Проблема їжі завжди була однією з найважливіших проблем, що стоять перед людським суспільством.

Усе, крім кисню, людина отримує для своєї життєдіяльності з їжі [9]. Найважливіша умова підтримки здоров'я, високої працездатності та витривалості людини – збалансоване харчування, що забезпечує організм речовинами, які мають енергетичну цінність і одночасно служать пластичним матеріалом: білки, жири, вуглеводи, а також мікронутрієнти [7]. Світ здорового харчування переживає революцію. Нові рекомендації всесвітньої організації охорони здоров'я призвели до глобальної зміни вимог до складу продуктів здорового харчування. Для сучасного ринку харчових продуктів вже недоцільно випускати нові смачні продукти. В даний час підвищена увага приділяється виключенню потенційно небезпечних для здоров'я речовин із харчових продуктів та збільшенню у складі продуктів корисних інгредієнтів [2].

Зміни у структурі споживчого попиту, зумовлені соціально-економічними чинниками, прагненням до мінімуму скоротити час приготування їжі в домашніх умовах та на підприємствах громадського харчування поряд з незбалансованістю раціону харчування сучасної людини – основні передумови для розробки нових видів харчових концентратів швидкого приготування на натуральній основі [2].

Харчові концентрати мають цілу низку особливостей, які вигідно відрізняють їх від інших харчових продуктів: швидкість та простота приготування; висока концентрація поживних речовин при малому обсязі та масі; висока засвоюваність; здатність довго зберігатися без зниження якості [7]. Особливого значення мають концентрати кисілів, оскільки найважливішими споживачами таких продуктів є дитячі садочки, школи, лікарні, санаторії та лікувальні заклади різного типу [2].

Кисілі є сумішшю цукру-піску, картопляного або кукурудзяного крохмалю, плодово-ягідного екстракту і лимонної кислоти [9].

Картопляний крохмаль як желуюча речовина увійшов до нашого побуту

лише в XIX столітті, а раніше кисілі готували на заквашених відварах злаків [3, 5]. Існуючі технології отримання вівсяного кисілю досить трудомісткі і не забезпечують тривалого терміну зберігання, крім того, в літературі немає згадок про використання іншої сировини крім вівса.

Повна заміна крохмалю ячмінним, вівсяним і житнім борошном не тільки не знижує споживчі переваги продукту, а й збагачує його харчовими волокнами, білком, вітамінами групи В та мінеральними речовинами [1, 4].

Мета роботи – розробка рецептур та технології виробництва концентратів напоїв на основі житнього, ячмінного та вівсяного борошна та їх товарознавча оцінка.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

- вивчити фізико-хімічні та органолептичні показники зернової сировини та їх зміну внаслідок термічної обробки;

- дослідити зміну кислотного числа жиру обробленого та «сирого» борошна при зберіганні;

- розробити рецептури та технологію виробництва концентратів кисілів;

- провести товарознавчу оцінку розроблених концентратів кисілів.

Визначити регламентовані показники якості та терміни зберігання нової продукції;

- розглянути можливість практичної реалізації результатів досліджень;

- виконати розрахунок вартості витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва концентратів напоїв на зерновій основі.

Предмет дослідження – рецептурний склад, технологічні параметри виробництва та показники якості й товарознавчої оцінки концентратів напоїв, виготовлених із використанням житнього, ячмінного та вівсяного борошна.

## 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Актуальні проблеми сучасного харчування

Цивілізація принесла людству не тільки блага та визначні досягнення в галузі науки та нових високих технологій. Вона принесла ще й небачене раніше забруднення навколишнього середовища, величезне інформаційне та нервово-емоційне навантаження. Активне впровадження промислових технологій переробки сільськогосподарської сировини, раціоналізація харчування призвели до того, що були порушені традиції споживання їжі, до яких організм людини адаптувався протягом століть і стали фактично природною складовою його організму [7].

Згідно з останніми даними для повного задоволення життєвих потреб їжа людини повинна містити понад 20 тисяч різних сполук рослинного, тваринного та мікробного походження, з яких, наприклад, більш ніж 500 рослинних компонентів вже ідентифіковані, як здатні пригнічувати розвиток пухлинних процесів в організмі [12, 15].

На жаль, в даний час людина зі звичайною зміщеною дієтою не отримує і половини необхідних, перш за все мінорних нутрієнтів [12].

Медичні дослідження показали, що в останні роки в харчуванні населення спостерігається зниження споживання харчових джерел енергії і білка (особливо у груп населення з низькими доходами). Одночасно виявлено багато людей, які страждають на ожиріння, що є наслідком порушення обміну речовин [13]. Помітно збільшилася кількість «захворювань похилого віку», передумови яких накопичуються протягом всього життя людини: серцево-судинні захворювання, рак, діабет, інсульт, катаракта та глаукома, остеопороз, деякі хвороби мозку та нервової системи, наприклад хвороба Паркінсона та інше. Особливе занепокоєння викликають серцево-судинні та онкологічні захворювання [4, 5].

Порушення структури харчування – головний фактор, що завдає непоправний, на кілька порядків сильніший, ніж екологічна забрудненість, шкоду

нашому здоров'ю. Саме з цієї причини у 70 % населення визначається дефіцит вітаміну С, у 40 % - дефіцит  $\beta$ -каротину та вітаміну А, майже у третини населення – вітамінів групи В, абсолютно у всіх – мінералу селену [6, 8]. Виявлено значну нестачу таких мікроелементів як йод, залізо, а також фтор та цинк. Обмежено споживання харчових волокон [3, 7].

Нині у країнах розвинуеного світу, відбувається значна зміна ставлення людей, і особливо соціально активних верств населення, до свого здоров'я: зникають старі уявлення, що «здоров'я нічого не варте», витрати на нього не дають ніякої віддачі і ними можна знехтувати. Стає дедалі зрозумілішим, що саме здоров'я – найцінніше надбання людини, оскільки визначає її працездатність у суспільстві і, рівень життя і добробуту [7]. Тому особливу актуальність у раціоні населення сьогодні набувають продукти харчування функціональної спрямованості [10].

Останніми роками стало спостерігатися дедалі більше споживання харчових концентратів – продуктів, найповніше кулінарно підготовлених до споживання та звільнених від значної частини води, що міститься у них задля забезпечення можливості тривалого зберігання.

Великою популярністю користуються харчові концентрати солодких страв, які є механічною сумішшю цукру-піску, картопляного або кукурудзяного крохмалю, манної крупи, пшеничного борошна, сухого молока та різних смакових добавок у тих чи інших співвідношеннях, що визначаються рецептурою [1, 4].

Особливу важливість серед концентратів солодких страв мають напої, оскільки споживання збагачення нутрієнтами напоїв може стати однією з можливостей посилення захисних функцій організму людини [3].

## 1.2 Підвищення харчової цінності напоїв

Відновлені соки, нектари і напої належать до найбільш перспективних харчових систем, які дозволяють створити асортимент продуктів, що мають підвищену харчову цінність. Існує щонайменше дві причини, через які слід визнати

цю групу продуктів найбільш підходящими для вирішення проблем мікронутрієнтного дефіциту. До них відносять такі:

- фізіологічні норми споживання води (у тому числі у складі рідких продуктів), на відміну від фізіологічних норм споживання макронутрієнтів, практично не змінювалися і становлять близько 2 л на добу;
- в гідрофільному середовищі, якою є рідка складова цієї групи продуктів, добре розчиняються і диспергують всі неорганічні та багато органічних нутрієнтів, завдяки чому щільність поживних речовин у цих продуктах може бути збільшена до будь-яких заданих значень [5].

Напої є найтехнологічнішою основою для створення нових видів продуктів. Безалкогольні напої використовуються у харчуванні здорових і хворих людей для збагачення раціону біологічно активними речовинами (вітамінами, макро-і мікроелементами, харчовими волокнами) при різних захворюваннях як природні лікувальні фактори, що виконують захисну роль при хронічних інтоксикаціях, в умовах екологічного неблагополуччя.

Відповідно до цього широкий розвиток отримало виробництво всіляких харчових добавок для напоїв – білкових гідролізатів, збагачувачів, вітамінів, ферментних та мікробних препаратів, ДНК, окремих амінокислот [11].

Для збагачення напоїв плодово-ягідними компонентами застосовують криогенні технології, що дозволяють зберегти біологічно активні та поживні речовини продукту [7].

Розроблені рецептури безалкогольних напоїв лікувально-профілактичної спрямованості із застосуванням нових нетрадиційних біологічно активних добавок, в якості яких використовували одну з найцінніших за своїми біологічними властивостями добавку – мікрородорість Спіруліна. Для контингенту осіб з підвищеним фізичним навантаженням як добавку в напій використовували сік червоного столового буряка, білокачанної капусти, кропиви, яблука, моркви, топінамбуру, ревеня. Як збагачувальну пробіотичну мікрофлору використовували найбільш поширені штами біфідобактерій і лактобацил (ліофілізовану біомасу біфідобактерій антагоністично активного штаму *Bifidumbacterium bifidum* №1 та

ліофілізовану біомасу біфідобактерій антагоністично активних *L. Plantarum* штаму 8P-A3) [2], завдяки чому, напій має інгібуючу дію на ряд грамполозитивних і грамнегативних патогенних бактерій та сприяє синтезу в організмі амінокислот [13].

Для надійного та ефективного поповнення дефіциту в раціоні кальцію і магнію розроблено та виробляється мультівітамінний напій «з кальцієм і магнієм, дві склянки якого не тільки забезпечують організм усіма необхідними вітамінами, а й поповнюють добовий раціон 400 мг кальцію, що добре засвоюється [11].

При включенні до продукту суміші сухих біомас біфідо- та ацидофільних бактерій у вигляді концентратів використовують сухий ячний білок, вуглеводну частину глюкозної патоки (олігостимулін) та суху молочну сироватку. Як компоненти, що покращують органолептичні властивості продукту, використовують сухі фруктові-ягідні соки, аскорбінову кислоту, сахарозу, соєве молоко або їх суміші в різних поєднаннях [13].

Відомі мінеральні води, збагачені фруктовими компонентами, спортивні напої, холодний чай, енергетичні напої з вітамінами та баластовими речовинами [4], напої з нетрадиційної плодоовочевої сировини з антиоксидантною активністю [8].

Існує широкий асортимент напоїв збагачених гербальними екстрактами, ізотоніків, солодових напоїв [11, 15], напоїв приготованих з використанням ефірних олій лимона, апельсина, грейпфрута [5].

Для хворих на цукровий діабет розроблені напої з використанням аспартаму на основі збагаченого йодом і вітаміном С рослинної сировини, що включає листя бадану товстолистого, надземну частину пташиного горця, верхівки стебел деревію звичайного [7].

Для підвищення вмісту незамінних та замінних амінокислот при виготовленні напоїв застосовують картопляний концентрат [5].

При збагаченні напоїв широко застосовують зернову сировину. Так розроблено напій, до рецептури якого входить молочний продукт, кухонна сіль та зерно ячменю [7]. Ведуться розробки напою підвищеної харчової цінності на основі

вівсяної сировини [1]. Для харчування дітей хворих на целиакію існує рисово-яблучний напій [7]. Крім того відомі: напій на основі житнього та вівсяного борошна з додаванням жиру, меду та кумисної закваски [5, 11]; напій для дитячого харчування на основі крупи перлової, вівсяної, зерна жита, пророщеного зерна тритикале, пшеничних зародкових пластівців [15]; розчинний напій на основі пшениці [16]; зерновий концентрат для напоїв на основі гречаної або вівсяної сировини [6]; гранульований розчинний напій на основі суміші пшеничного, вівсяного, соєвого та рисового борошна [8]; дієтичний напій із додаванням алейронового шару зерна [9]; напій, що містить рисове, ячмінне, солодове борошно, хлористий натрій, хлористий калій і тринатрію цитрат [6]; напій, приготований з використанням мальтозного сиропу з продуктів, що містять крохмаль, переробки зернових [8]; композиція для отримання напою моментального приготування, що містить фруктову-ягідну наповнювач, крохмаль і харчові кислоти додатково містить пластівці вівсяні та гречану або рисову крупу [7].

З давніх-давен зернову сировину застосовують і при виробленні киселів [3]. Сучасна промисловість виробляє досить широкий асортимент киселів з використанням різних збагачувальних добавок.

### 1.3 Підвищення харчової цінності кисілів

Кисілі готують із свіжих та сушених плодів та ягід, соків та сиропів плодів та ягідних натуральних, пюре плодів та ягідних, молока, цукру, крохмалю та інших продуктів [7].

Використання плодів і ягід зумовлено вмістом у них алкалоїдів, терпеноїдів, фенольних сполук, органічних кислот, вітамінів, мінеральних та інших речовин, що визначають високі органолептичні показники напоїв та мають лікувально-профілактичну дію [9].

Асортимент кисілів досить широкий і одним із них є напіврідкий фруктовий кисіль на основі плодово-ягідної сировини. Для приготування цього кисілю

використовують натуральний фруктовий сік, воду, цукор, крохмаль картопляний, лимонну кислоту. Для покращення органолептичних властивостей кисілю при його виробництві застосовують натуральні ароматизатори та інші харчові добавки, які вводять у суміш фруктового компонента, води та підсолоджувача [11]. Випускають кисілі в брикетованому вигляді і у вигляді гранул [3].

Ведуться розробки швидкорозчинних гранульованих кисілів у наступному асортименті: кисіль на основі картопляного крохмалю з додаванням аронії чорноплідної та молочної сироватки [8]; кисілі з концентрованими соками, органічними харчовими кислотами та вітамінними преміксами, препаратом йоду у вигляді йодату калію, препаратом заліза у вигляді сульфату заліза, аскорбінової кислоти та ароматизатора; молочні кисілі на основі сухого знежиреного молока, картопляного крохмалю, концентрованого соку, органічних харчових кислот, аскорбінової кислоти, препарату кальцію у вигляді його солі молочної кислоти, препарату магнію, ароматизатора [8]; кисілі з борошном з ягід брусниці, концентрованого брусничного соку та сирної сироваткою на основі картопляного крохмалю з додаванням аскорбінової кислоти та вітамінного преміксу [3, 6]; кисілі з використанням горобинового, обліпихового, шипшинного, журавлинного, чорничного, смородинового, калинового, яблучного, малинового, вишневого, сливового, абрикосового, ожинового екстрактів та жому [12]; кисілі із соком та шротом моркви [3].

Відомий кисіль вітамінізований характеризується тим, що містить натуральний компонент у вигляді подрібненого до порошкоподібного стану натуральної сухої фруктово-ягідної сировини яблучної, або брусничної, або журавлиної, або чорничної, або апельсинової, або лимонної, або ананасової, або їх суміші, цукор, суміш із вітамінів С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, РР, А, Е, D та кислоти фолієвої [7].

Ті, що мають ряд корисних властивостей, запатентовані композиції для отримання кисілю, які містять лимонну кислоту і харчовий картопляний крохмаль, а також додатково містять аскорбат олігосахариду хітозану, підсолоджувач «Аспартам», вітамінний «Vitamin Prem H 30858 (UF 20982368)» та мінеральний

«Custo Mix Minerals (UF 27508368)» премікс, ароматизатор, ідентичний натуральному, харчові барвники та червоний виноградний екстракт «Grap Active RedL» [11, 13].

На основі сухої молочної сироватки також відомі: суха суміш для приготування кисілю, що включає сироватковий концентрат сухий, яблучний напівфабрикат, цукор-пісок, лимонну кислоту, крохмаль [13]; сухий кисіль, що містить цукор-пісок, крохмаль, яблучно-виноградний екстракт, лимонну кислоту [6]; концентрат кисілю, що включає сухе знежирене молоко, суху молочну сироватку, збагачену казеїном, які змішують з картопляним крохмалем, а додатково вводять обсмажений подрібнений арахіс, пектин [14].

Існує низькокалорійний склад для отримання основи кисілів, який містить натрієву сіль карбоксиметилцелюлози, харчовий водорозчинний полімер та низькокалорійний замінник цукру – отизон [14].

Особливо перспективною сировиною для збагачення кисілів є продукти переробки зерна, оскільки є одним із джерел необхідних організму харчових речовин (харчові волокна, вуглеводи, вітаміни) і вважаються класичними, створеними природою джерелами вітамінів групи В [12].

За часів Володимира Мономаха досить поширеною солодкою стравою був джур – злаковий кисіль, який готували з відцідженого відвару, висівок чи борошна з молоком, медом та сушеними ягодами [3, 5]. З дієтичної та медичної точки зору вівсяний кисіль представляє підвищений інтерес, так як містить легкозасвоювані цінні компоненти: крохмаль, білки, багаті амінокислотами (триптофаном, лізином, лецитином, метіоніном, холіном), вітаміни В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub> [9]. Сучасна промисловість виробляє: вівсяний кисіль з додаванням біфідумбактеріну сухого або суміші біфідумбактеріну і лактобактеріну [1], ацидофільних бактерій [6], кефіру [14] які мають високу біологічну цінність і тривалий термін зберігання; вівсяний кисіль із додаванням молочної сироватки [5]; ацидофільний кисіль, приготований з вівсяного та рисового борошна на заквасці з живої культури лактобацил [7]; оздоровчо-профілактичний кисіль моментального приготування для працюючих при шкідливих умовах праці, що включає крохмаль, яблука, буряк або куркуму, сік

селери, пластівці вівсяні, чай зелений, барбарис, лист лавру, корицю мелену, лимонну кислоту, кислоту аскорбінову; кисіль на основі вівсяного та житнього борошна з додаванням цукру та меду [7]; вівсяно-плодово-буряковий кисіль [10]; кисіль із заквашених пластівців «Геркулес» [7]; кисіль на основі крохмалю, що містить сухий зерновий відвар, порошок із насіннєвих камер яблук, лимонну кислоту та порошок із апельсинової цедри [5]; кисіль на основі екструдатів із суміші пшона та гречаного проділу [8]. Відомий вівсяний кисіль, який застосовується для лікування atopічних дерматитів у дітей [2].

#### 1.4 Технологія кисілів на основі крохмалю

Традиційна технологічна схема виробництва концентратів кисілів представлено на рисунку 1.1.

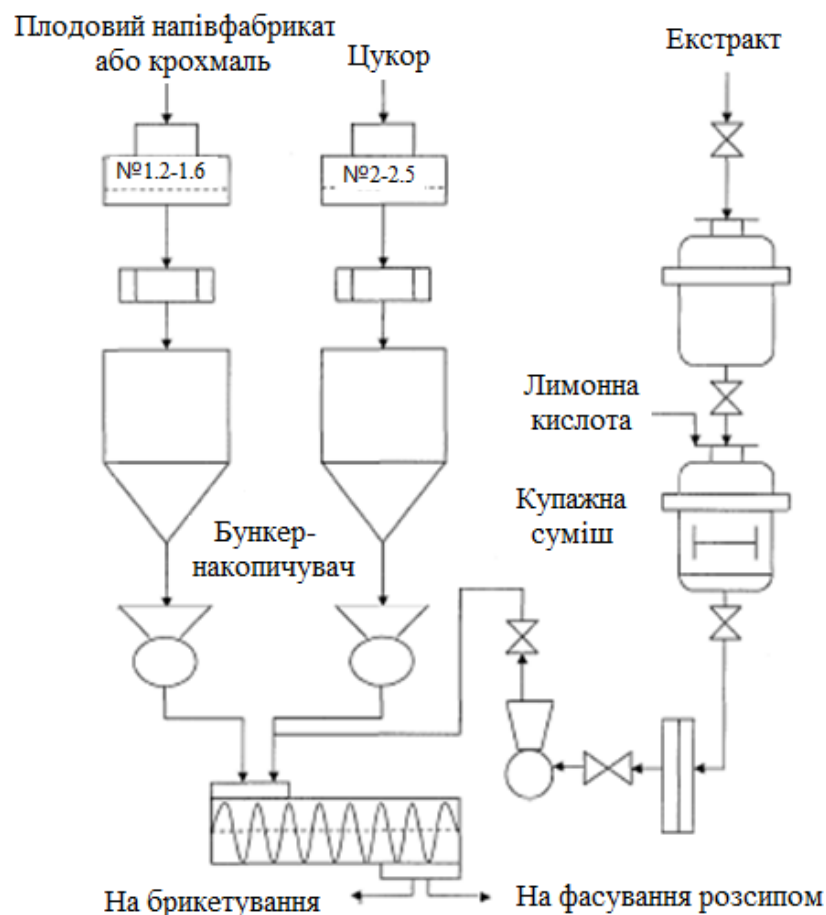


Рисунок 1.1 – Технологічна схема виробництва концентрату кисіля

Згідно зі схемою крохмаль або сухий плодовий напівфабрикат через відцентровий завантажувач надходить на бурат, на якому здійснюється контрольне просіювання продукту. Для просіву крохмалю встановлюють металоткані сита № 1,2 – 1,6, для просіву сухого плодового напівфабрикату № 2 – 2,5. З просіювача продукт надходить в уніфікований дозатор і з нього безперервним потоком йде змішувач безперервної дії.

Цукор-пісок просіюють для контролю на просіювачі, на якому встановлено металеве сито № 2 – 2,5, і через відцентровий розвантажувач подають в уніфікований дозатор, а з дозатора – змішувач. Крім просіювача може бути використаний також бурат.

При приготуванні киселів на плодово-ягідних екстрактах змішувач безперервної дії подають також відповідний екстракт. Екстракт із резервної ємності направляють у купажну ємність, обладнану мішалкою. Туди ж завантажують лимонну кислоту, що розчиняється в екстракті. Необхідно стежити за повним розчиненням кислоти в екстракті, інакше на поверхні брикетів киселів можуть утворюватися білі плями за рахунок знебарвлення екстракту кристалами лимонної кислоти, що розчиняються в цьому місці.

Екстракт із розчищеною в ньому лимонною кислотою (або без неї, якщо це журавлинний екстракт) через фільтр насосом-дозатором подають у змішувач безперервної дії. Фільтрують екстракт через металоткане сито № 1 або шовкове № 15. Зі змішувача маса киселю надходить на брикетний прес. Сформовані на пресі брикети направляють на пакувальні автомати, де їх загортають в етикетку. Готові брикети укладають на столі в коробки з гофрованого картону, які готують та накопичують на столі. Короба обклеюють і оформляють бандероллю на машині, що обандеролює, після чого направляють на цеховий склад готової продукції.

При застосуванні періодично працюючих змішувачів дотримуються наступного порядку завантаження сировини: спочатку завантажують цукор та екстракт з лимонною кислотою, а після перемішування – крохмаль. Масу ретельно перемішують до однорідного забарвлення.

Для мережі громадського харчування сухі кисілі на екстрактах випускають

не брикетовані, у насипному вигляді пакети з крафт-паперу вагою до 3 кг.

Для індивідуального споживача сухі кисілі випускають у пакетах із полімерних матеріалів. Однак у цьому випадку замість екстрактів краще застосовувати сухий плодовий напівфабрикат.

При приготуванні кисілів на сухих плодкових напівфабрикатах в змішувач подають відповідно до рецептури цукор і сухий плодовий напівфабрикат. Добре перемішану суміш направляють на фасувальний автомат. Продукцію фасують у пакети з полімерних матеріалів, наприклад папір, покритий поліетиленом, вагою від 33 до 250 г, не брикетуючи. Пакети з кисілем через лічильний пристрій надходять у короб, що знаходиться на столі.

Лінії пневмотранспорту для цукрового піску та крохмалю працюють за замкнутою системою, внаслідок чого втрати продукту при транспортуванні зведені до мінімуму. Деяке подрібнення цукрового піску цілком припустимо і відбивається з його технологічних якостях [9, 8].

Для приготування кисіля, отриманого за даною схемою, його розводять четвертою частиною холодної питної води, розведену суміш при перемішуванні вливають у киплячу воду, додають цукор і лимонну кислоту, доводять до кипіння, розливають гарячий кисіль у посуд, посипають цукром і охолоджують.

Однак цей кисіль має недостатньо хороші органолептичні властивості, оскільки в сухому концентраті не повністю збережено смак та аромат фруктів.

В даний час відомі інші технології виробництва концентратів кисілів.

Однією з них є спосіб приготування кисілю з натурального плодоягідного соку, в якому три чверті всієї кількості соку змішують з цукром і лимонною кислотою, додають воду, отриманий сироп нагрівають до кипіння. Крохмаль при перемішуванні вводять в ненагріту суміш натурального фруктового компонента, підсолоджувача і води, термічну обробку отриманої суміші проводять у вигляді пастеризації в проточному пастеризаторі від 86 °С до 98 °С протягом від 20 до 60 с кисілю з повітрям.

Як модифікований крохмаль використовують один із наступних: модифікований картопляний крохмаль, модифікований рисовий крохмаль,

модифікований соєвий крохмаль, модифікований кукурудзяний (маїсовий) крохмаль, модифікований гречаний крохмаль, модифікований крохмаль тапіоковий [11].

Технологія виробництва швидкорозчинного гранульованого кисіля на основі чорноплідної аронії з додаванням молочної сироватки складається з наступних етапів.

Відібрану за якістю плодово-ягідну сировину, зокрема аронію чорноплідну, промивають, обсушують та подрібнюють до розміру частинок від 0,5 до 1 мм. Далі подрібнені плоди піддають ферментативному гідролізу. Ферментація проводиться при температурі від 40 °С до 45 °С та рН від 4,8 до 5,0, протягом двох годин. Після ферментації субстрат розділяють сепаруванням на сік і мезгу.

Сік, у свою чергу, згущують у ротаційному вакуум-випарному апараті при температурі від 50 °С до 55 °С до масової частки сухих речовин від 55 % до 60 %.

Теплову обробку соку аронії доцільно здійснювати після згущення безпосередньо у вакуум-випарному апараті. Пастеризацію проводять при температурі 72 °С витримкою від 15 до 20 с.

Отриману при сепаруванні мезгу висушують у віброкиплячому шарі при температурі від 50 до 55 °С до залишкової вологості від 8 до 10 %, і подрібнюють на млині-дезінтеграторі до розміру частинок 0,02 мм.

Цукор розмелюють до стану цукрової пудри та просіюють. Відібрану за якістю сирну сироватку з масовою часткою сухих речовин 6,0 % і кислотністю не вище 75 °Т направляють через фільтри механічного очищення у вакуум-випарний апарат, де вона згущується при температурі від 50 до 55 °С до масової частки сухих речовин 60 % і пастеризує.

Якщо сироватка, що згущує, не направляється відразу на гранулювання, то проводиться її охолодження в резервуарі до температури 20 °С.

Всі сухі компоненти (цукрова пудра, крохмаль, борошно з ягід чорноплідної аронії) подаються в змішувач. Ретельно перемішана суміш надходить у гранулятор. Одночасно в процесі гранулювання коригується кількість рідкої фази до оптимуму наплення молочної сироватки, що згущує.

Отримані гранули киселю з вмістом сухої речовини від 88 % до 90 % надходять у сушарку для досушування повітрям при температурі від 50 °С до 55 °С до масової частки сухих речовин від 93 % до 95 %.

Висушені гранули киселю надходять на вібросито, де сортуються за розмірами і накопичуються в бункері. Сход з нижнього і верхнього сита надходить на подальшу переробку або подрібнення [6].

Запатентований спосіб отримання напівфабрикату для приготування кисілю, що характеризується тим, що при його отриманні використовують дозовану кількість фруктово-ягідної основи та сухого компонента, отриманого шляхом змішування крохмалю та цукру. Як фруктово-ягідну основу використовують герметично упакований у фольговану ємність один з наступних компонентів: рідкий натуральний фруктовий або ягідний сік, концентрований сік, сироп. Сухий компонент пакують у герметичний пакет. Обидва компоненти розміщують у спільній додатковій упаковці. Загальною додатковою упаковкою є сформована тверда упаковка. Додатково здійснюють фасування в герметичний пакет сушених фруктів та ягід. Даний пакет розміщують у спільній додатковій упаковці спільно з фруктово-ягідною основою та сухим компонентом. Відповідно до цього способу вся сипуча сировина просівається і пропускається через магнітний сепаратор. Виробляється дозування та змішування картопляного крохмалю з цукром-піском за рецептурою. Компоненти змішуються до отримання однорідної маси у змішувачах періодичної або безперервної дії.

Проводиться вибірковий контроль якості сухої суміші шляхом пробного варіння на наявність сторонніх домішок та контроль органолептичних показників.

Фрукти та ягоди, висушені до певної міри вологості, подрібнюють і виробляють дозовану розфасовку в герметичні пакети.

Концентрований сік або сироп пастеризується в трубчастому пастеризаторі при температурі 97 °С протягом не більше 5 хвилин, залежно від виду концентрату, і фільтрується через луджене сито №15.

Після ретельного перемішування суміш сухих компонентів надходить у фасувальний автомат, де відбувається фасування дозованої кількості у герметичну

упаковку.

Гарячий розлив проводиться на лінії пастеризації на верстаті з рідинним дозатором при температурі концентрату не нижче 95 °С пакети з комбінованого термозварювального фольгованого матеріалу. Кількість фруктового соку залежить від типу застосовуваного соку та визначається експериментально. Для досягнення найбільш ефективної термообробки тари необхідно стежити, щоб у пакет не потрапляло повітря.

Далі проводиться витримка пакетів із концентрованим соком при кімнатній температурі. Це необхідно для виявлення недоброякісної продукції (негерметичні шви, «бомбаж» тощо.). Витримка виробляється щонайменше 2-х тижнів.

Контроль якості концентрованих соків, витриманих у пакетах, проводиться за мікробіологічними та органолептичними показниками.

Далі проводиться укладання пакетів із сухою сумішшю та концентрованим соком і якщо є необхідність упаковки з сушеними фруктами в єдину групову тару, наприклад, у сформовану картонну упаковку, та її маркування.

Пропонований напівфабрикат для приготування кисілю дозволяє приготувати кисіль з оригінальними органолептичними фруктовими властивостями. Він має тривалий термін зберігання, легко та швидко використовується як у домашніх умовах, так і у різних закладах громадського харчування. Отриманий з напівфабрикату кисіль має приємний смак та забарвлення із збереженням усіх вітамінів та мікроелементів [12].

Для отримання кисілю з екстрактом пантів маралу готують фруктовоягідний відвар і додають до нього підсолоджувач. Полісахарид з водою залишають набухати при температурі від 23 до 25 °С протягом від 30 до 40 хвилин. Нагрівають розчин полісахариду до температури від 85 °С до 90 °С вводять його при цій температурі у фруктовоягідний відвар, нагрітий також до 90 °С. Суміш термостатують при перемішуванні протягом 3 – 10 хвилин. Охолоджують розчин полісахариду з відваром та підсолоджувачем до 45 °С. Нагрівають водний екстракт пантів марала до температури 40 °С вводять екстракт при даній температурі в охолоджену до 45 °С суміш полісахариду з відваром і підсолоджувачем. Як

полісахарид використовують водоростевий або мікробний, або рослинний полісахарид, або суміш водоростевого та рослинного полісахаридів. Як підсолоджувач використовують або цукор, або сукразит, або суміш цукру і сукразиту. В якості водоростевого полісахариду використовують альгінат натрію або карагенан, як мікробний – ксантан, як рослинний – галактоманнан або суміш водоростевого і рослинного полісахаридів у співвідношенні один до одного, зокрема карагенану з галактоманнаном. Як галактоманнан використовують або каробан, або коньяк маннан. Винахід дозволяє отримати цілющий кисіль, що володіє високими лікувально-профілактичними, поживними та органолептичними властивостями [1].

Для приготування кисілю в домашніх умовах плоди або ягоди перебирають, миють, при необхідності видаляють кісточки та плодоніжки, потім протирають. Сік віджимають та проціджують. Мезгу заливають гарячою водою (на одну частину мезги від п'яти до шести частин води), проварюють при слабкому кипінні від 10 до 15 хвилин і проціджують. В отриманий відвар (частину його охолоджують і використовують для розведення крохмалю) додають цукор, доводять до кипіння і при помішуванні відразу вливають підготовлений крохмаль, доводять до кипіння і додають віджатий сік.

Крохмаль готують так: його розводять охолодженим відваром (на одну частину крохмалю п'ять частин відвару) і проціджують.

Готовий кисіль розливають у вази або склянки від 150 до 200 г на порцію [3].

Існує два способи підготовки сухих плодових напівфабрикатів із застосуванням кондуктивного та конвективного сушіння для використання у виробництві концентратів кислів.

Згідно з першим способом, сировину, що надійшла в цех, наприклад, яблука, сортують, видаляють загнилі, запліснівілі, уражені шкідниками і направляють на мийку. Миті яблука калібрують за розміром три партії, які потім обробляють окремо. Інші види плодів та ягід обробляють за режимами, прийнятими під час підготовки їх у виробництві соків.

Відкалібровані яблука надходять до шнекового пропарювача, де

розварюються при температурі 105 °С протягом 15 хв.

Добре пропарені яблука направляють на здвоєну протиручну машину. Отримане яблучне тісто збирають у ємність і через дозатор передають у змішувач з паровою сорочкою та мішалкою, туди ж направляють крохмаль. Клейстеризовану суміш пюре з крохмалем направляють на вальцеву сушарку.

Отриманий сухий продукт подрібнюють, просіюють через сито і передають у відділення виробництва сухих кисілів.

Технологія виробництва сухих плодкових напівфабрикатів із застосуванням конвективного сушіння передбачає змішування картопляного крохмалю з плодovým пюре та клейстеризацію цієї суміші. Після чого з неї формують джгути, сушать їх і подрібнюють на порошок. При цьому 50% від загальної кількості пюре підігрівають до 50 °С і змішують у фаршемішалці з частиною крохмалю (40 % від загальної кількості). Змішування продовжують від 2 до 3 хв до отримання однорідної консистенції. До суміші у фаршемішалку додають частину плодового пюре, що залишилася, нагрітого до 100 °С. Суміш ретельно перемішують протягом 6 хв до повної клейстеризації крохмалю та отримання однорідної консистенції. Температура суміші в цей час не повинна бути нижчою за 70 °С. Для підтримки такої температури доцільно обладнати фаршемішалку водяною сорочкою, куди в разі потреби можна подавати гарячу воду.

Клейстеризовану суміш охолоджують, додаючи у фаршемішалку холодну воду. Лопаті фаршемішалки при цьому повинні обертатися.

В охолоджену до 45 °С суміш при роботі мішалки додають кількість крохмалю, що залишилася, все ретельно перемішують протягом 3 хв, до отримання однорідної маси. Отриману суміш картопляного крохмалю з плодovým пюре подають у формувач, на якому формують її в джгути діаметром 3 мм. Джгути сушать на стрічковій сушарці конвеєрної дії до вологості 12 % при температурі від 50 °С до 100 °С. Час сушіння від 1,5 до 2 год.

Висушені джгути подрібнюють на молоткових дробарках і перевіряють на стрічковому транспортері. Подрібнені джгути просівають через металоткане сито № 0,7 – 0,8 і пропускають через магнітні загородження. Готовий продукт

направляють у відділення виробництва або упаковують у пакети з крафтпаперу [9].

### 1.5 Технологія зернових кисілів

Слово «кисіль» – похідне від дієслова квасити, заквашувати. Пояснюється це тим, що за старих часів кисілі готували на заквашених відварах злаків [7]. Сучасна промисловість використовує новітні досягнення техніки та розробляє нові види зернових кисілів за різними технологіями.

Відомий спосіб приготування вівсяного концентрату, з якого отримують кисіль, що включає подрібнення вівсяної крупи, заливку холодною кип'яченою водою і кефіром у співвідношенні води і кефіру 20 до 1 з отриманням суспензії, її молочно-кисле бродіння при температурі від 28 °С. Далі процес отримання кисілю полягає у фільтрації, промиванні суспензії водою, відстоюванні фільтрату, отриманні концентрату та приготуванні з нього кисіля. Винахід спрямований на отримання вівсяного кисіля з високою біологічною цінністю, що має тривалий термін зберігання, придатний для серійного виробництва продукту [16].

З використанням молочно-кислих мікроорганізмів розроблено технологію вівсяного кисілю, яка включає приготування суспензії вівсяної сировини у воді, введення молочно-кислих мікроорганізмів, зброджування, поділ твердої та рідкої фаз, варіння та отримання цільового продукту. При цьому приготовлену суміш додатково настоюють з отриманням витриманої суспензії, потім отриману витриману суспензію піддають розподілу на тверду і рідку фази з відкиданням твердої фази і отриманням настою, отриманий настій піддають варінню з отриманням кисілю, кисіль охолоджують. Молочно-кислі мікроорганізми вводять у приготовлений охолоджений кисіль і піддають його зброджуванню з отриманням цільового продукту [11].

Згідно з іншим способом зерно вівса з оболонками подрібнюють, заливають водою до утворення суспензії. У закис додатково вводять ацидофільні бактерії (*Lactobacillus acidophilus*) у співвідношенні не менше 1 дози бактерій на 3 л води при температурі від 30 °С до 37 °С. Отриману суспензію поділяють на дві фракції,

з однієї, що містить оболонки, готують відвар, а іншу з дробленим зерном нагрівають до загусання і змішують з відваром оболонок при температурі від 90 °С до 100 °С до отримання кисілю. Вівсяний кисіль отримують з наповнювачами, що покращують смакові якості та біологічну цінність продукту (соки ягід, фруктів та овочів, сиропи та екстракти лікарських рослин тощо) [10].

Розроблено технологію отримання кисілю, де пластівці вівсяні «Геркулес» подрібнюють, розводять холодною водою та залишають для закисання від двох до трьох діб. Отриманий вівсяний кисіль має високу біологічну цінність і має тривалий термін зберігання [7].

В даний час відомий спосіб приготування сухого кисілю, включає сухий зерновий відвар, приготований шляхом висушування відвару крупи, що надає виробу приємного смаку і підвищує органолептичні показники продукту. Насінневі камери яблук сушать на вальцевій сушарці до вмісту вологи 5 %, сушені насінневі камери яблук, сушену апельсинову цедру, подрібнену до порошкоподібного стану та просіяну на віброситах, цукор, лимонну кислоту. Згідно з технологією, спочатку перемішують цукор, порошок із насінневих камер яблук, сухий зерновий відвар, лимонну кислоту, порошок із апельсинової цедри. Після ретельного перемішування суміш додають крохмаль. Готовий харчовий концентрат зважують та упаковують [15].

За допомогою гранулювання виробляють кисіль моментального приготування, призначений для використання як оздоровчо-профілактичний засіб за шкідливих умов праці. Відповідно до технологічної схеми сировинні компоненти: цукор-пісок, крохмаль картопляний, пластівці вівсяні, лимонну кислоту, вітамін С, чай зелений, корицю мелену, порошки овочів і фруктів, ароматизатор, листя лавра інспектують, просіюють, подрібнюють. Буряк використовують у вигляді порошку.

Яблука використовують як пюре. Для цього яблука ошпарюють, протирають і гомогенізують, отримане пюре протирають через сито з отворами діаметром від 1,0 до 1,5 мм.

Чай зелений, барбарис, лист лавра використовують як відвари. Для цього

рослинну сировину попередньо подрібнюють і заливають водою кімнатної температури при співвідношенні 1:10, доводять до кипіння, потім настоюють на киплячій водяній бані при частому помішуванні протягом 30 хв, після чого охолоджують при кімнатній температурі, проціджують, віджимаючи рослинну сировину і додаючи рослинну сировину.

У змішувач завантажують використовувані в процесі приготування композиції наступні компоненти: крохмаль картопляний, яблучне пюре, буряковий порошок, вівсяні пластівці, вітамін С, мелену корицю і цукровий пісок, отриману суміш ретельно перемішують 10 хвилин. Потім суміш зволожують відварами барбарису, зеленого чаю, листа лавра і водою очищеною з попередньо розчиненою в ній лимонною кислотою і соком селери і знову перемішують 10 хвилин. Готову суміш передають спочатку на вологе гранулювання, сушать, а потім направляють на сухе гранулювання.

Сухі гранули з частинками діаметром не більше 1,5 мм збирають у приймач і додають ароматизатор, ідентичний натуральному «Вишня». Готовий продукт – сухий концентрат кисілю – направляють на фасування у прозорі банки, пакети. Для отримання готового напою 20 г гранул заливають 200 мл гарячої води (температура від 96 до 100 °С) і перемішують. Продукти «При шкідливих умовах праці» виготовляються на вівсяній основі, що значно підвищує їхню протекторну дію, у тому числі на слизову оболонку шлунку [8].

#### 1.6 Хімічний склад житнього, вівсяного та ячмінного борошна

За хімічним складом жито, овес і ячмінь відносяться до групи злаків, багатих на крохмаль [5]. З цієї причини в останні 15 років у північноамериканських та європейських країнах (Канада, Нідерланди, Швеція, Німеччина та інші) великий інтерес проявляється до використання цих культур для виробництва крохмалю [4, 5, 14]. Крім того, зернова сировина відноситься до продуктів багатих харчовими волокнами, важливу роль яких у фізіології та біохімії харчування встановлено відносно недавно [2]. Розчинна фракція є пребіотиком, необхідним для

нормалізації мікрофлори товстої кишки, тоді як нерозчинна фракція переважно служить для нормалізації моторно-евакуаторної функції шлунково-кишкового тракту. Фізіологічні та біохімічні реакції організму (такі як зниження холестерину в крові, модифікація глікемічної реакції та зміна доступності нутрієнтів) значною мірою пов'язані зі споживанням як ізольованих харчових волокон, так і дієт, що містять продукти з високим рівнем харчових волокон [8]. Проте, основний напрямок переробки зерна – борошномельно-круп'яне виробництво [14].

Жито є однією з основних культур, зі збирання зерна вона посідає третє місце (після пшениці та ячменю) [3]. Із зерна жита виробляють три сорти борошна: сіяне, обдирне і оббивне. Відмінна особливість житнього борошна – наявність у складі великої кількості водорозчинних речовин (від 13 % до 18 %), зокрема розчинних білків, вуглеводів, слизів.

Білків житнє борошно містить у середньому від 10 % до 14 % [1, 9]. Вони представлені водо- та солерозчинними фракціями, здатними до необмеженого набухання. Загальна кількість розчинних та перехідних у розчинний стан білків досягає від 50 % до 52 % загального їхнього вмісту, з розчинними вуглеводами та слизами утворюють в'язкі колоїдні розчини.

Білки житнього борошна відносно багаті на такі амінокислоти, як лізин, гістидин, валін, лейцин [1].

З небілкових речовин у житньому борошні є амінокислота тирозин, ферментативне окислення якої пов'язане з утворенням темнозбарвлених речовин – меланінів.

Вуглеводи становлять 65 % сухої маси борошна та представлені крохмалем, цукрами, пентозанами, слизами та целюлозою [4].

Крохмалю в житньому борошні в залежності від його сорту міститься від 55 % до 73,5 %. Здебільшого він складається з великих сочевицеподібної форми зерен. Житній крохмаль відрізняється найнижчою температурою клейстеризації (від 46 °C до 62 °C) і здатністю давати в'язкий, повільно старіючий клейстер [5].

Цукор у житньому борошні перебувають у кількості від 6,0 % до 9,0 %. З них редукуючих цукрів від 0,2 % до 0,4 %, представлених глюкозою та фруктозою,

багато сахарози – від 4,0 % до 6,0 % маси борошна (або 80 % усіх цукрів), а також мальтози, раффінози та трифруктозанів [7].

Вміст пентозанів у житньому борошні від 4,8 % до 9,0 %, інших водорозчинних пентозанів від 1,0 % до 3,0 % маси борошна.

Водорозчинні пентозани входять до складу гумі-речовин (слизів), які дають надзвичайно в'язкі клейкі розчини [1].

Целюлози в житньому борошні, незважаючи на наявність, порівняно великої кількості оболонкових частинок, не так вже й багато – до 2,1 %. Це пов'язано зі значно меншим вмістом клітковини в оболонках та алейроновому шарі жита [11].

Особливість житнього борошна – наявність пектинових речовин. Жиру в житньому борошні небагато – від 1,0 % до 2,0 %. У його складі переважають лінолева (43 %), пальмітинова (27 %), олеїнова (20 %) кислоти, є ліноленова кислота (4 %); містяться також лецитин (9 % маси жиру) та токоферолі – вітамін Е (258 %), що є природними антиоксидантами, тому жир житнього борошна відрізняється великою стійкістю до прогіркання.

Як і більшість зернових культур житнє борошно містить: вітамін В<sub>1</sub> – у кількості від 2,0 до 6,0 мг/кг; В<sub>2</sub> – від 0,5 до 2,0 мг/кг; РР – від 10,0 до 17,0 мг/кг [2].

Житнє борошно багате на мінеральні елементи. У 100 г борошна містяться велика кількість макроелементів (калій у кількості від 200 до 396 мг, магній, кальцій від 19 до 43 мг, сірка, фосфор) та мікроелементів (алюміній від 270 до 1400 мкг, залізо від 3500 до 4100 мкг до 1950 мкг, фтор) [4].

У міру зниження сорту борошна значно збільшується кількість золи, целюлози, а також білків, щонайменше – цукру та жиру. Зростає загальна кількість водорозчинних речовин, значно знижується вміст крохмалю. У зв'язку із зміною складу змінюється калорійність борошна.

В даний час виготовляють тонко подрібнене звільнене від оболонок вівсяне борошно, що використовується для деяких кондитерських виробів, кисілів і продуктів дитячого і дієтичного харчування [1, 4].

Склад вівсяного борошна характеризується високим вмістом вуглеводів

(крохмалю, цукрів, слизів) – 67,6 %, наявністю цінних у харчуванні білків (проламінів, глобулінів та альбумінів), а також зольних елементів (1,80 г у 100 г борошна). У ній досить високий вміст вітамінів групи В (вміст вітаміну В<sub>1</sub> становить 0,35 мг, В<sub>2</sub> – 0,10 мг) та вітаміну Е [9]. До складу вівсяного борошна входять целюлоза (1,80 %), пентозани та мінеральні речовини (вміст у 100 г борошна калію 280 мг, кальцію 56 мг, магнію 110 мг, фосфору 250 мг, заліза 3,6 мг) [6].

Жиру у вівсяному борошні 6,8 г на 100 г, що вище, ніж в інших видів борошна.

Вміст білка в борошні становить 13 %. Білок вівсяного борошна є найбільш повноцінним з усіх злакових культур, особливо за вмістом лізину. За вмістом окремих амінокислот білки вівсяного борошна помітно відрізняються від білків пшеничного та ячмінного борошна. Для білків характерно підвищений вміст аргініну та різко знижений глютамінової кислоти [9].

Ячмінь є найдавнішою на земній кулі зерною культурою [3].

Складовою частиною ячмінного борошна є геміцелюлоза – високомолекулярний полісахарид, з якого при ферментативному гідролізі утворюються суміш гексоз (галактоза, маніозу), пентоз (ксилоза, арабінозу) та уронові кислоти (глюкоуронова, галактуронова). У ячмінному борошні геміцелюлоза знаходиться головним чином у вигляді пентозанів.

До високомолекулярних полісахаридів, які при гідролізі дають дуже в'язкі розчини, відносяться гумі-речовини. Основні складові їх речовини – глюкан і арабосилан.

Пектини містяться в невеликій кількості клітинних стінках ячмінного зерна у вигляді нерозчинного протопектину.

Екстрактивні речовини включають також вільні цукри, представлені рафінозою (близько 0,37 %), сахарозою (1,15 %), а також незначною кількістю фруктози, галактози та мальтози.

Ліпіди в ячмінному борошні становлять 1,6 %. Жир зосереджений головним чином в зародку і клітинах алейронового шару.

Кількість зольних речовин становить 1,4 %. Головну частину їх складають кремнієва кислота, фосфор, калій.

Азотовмісні речовини ячмінного борошна складаються з білкових та небілкових сполук. Останні представлені амінокислотами, солями органічних кислот та азотної кислоти, глютаміном. Всі форми небілкового азоту в сумі з азотом білків складають загальний азот, вміст якого у перерахунку на сирий білок становить близько 26 % [15].

У білках зерна ячменю переважають спирторозчинні (проламіни) і лужнорозчинні (глютеїни) фракції. На частку яких в середньому припадає понад 60 %. Вміст крохмалю в ячмінному борошні становить 55 %.

Розчинний у спирті білок ячмінного борошна називається гордеїн. До складу гордеїну входять: глютамінова кислота 43,2 %, пролін 13,7 %, лейцин 7,0 %, фенілаланін 5,3 %, цистин 2,5 %, триптофан 1,5 %, валін 1,4 %. У білку зерна ячменю вміст незамінних амінокислот становить 30,6 г/100 г білка [11].

Ячмінне борошно багате на вітаміни (вміст вітаміну В<sub>1</sub> – 0,28 %, В<sub>2</sub> – 0,11 %, РР – 2,50 %) та мінеральними речовинами (калієм, кальцієм, магнієм та фосфором).

Ячмінне борошно є одним із компонентів продуктів дитячого та дієтичного харчування. Воно містить більше, ніж інші злакові, цукрів, а також багато некрохмальних полісахаридів – слизів, завдяки яким має особливу дієтичну дію [5].

Таким чином, хімічний склад, харчова цінність та органолептичні якості вівсяного, житнього та ячмінного борошна дозволяють використовувати їх не тільки як замітник картопляного крохмалю в киселях, а й як джерело незамінних нутрієнтів у його складі.

Повна заміна картопляного крохмалю борошном із злакових культур при виробництві киселю не знижує його споживчі переваги, тому що вівсяне, ячмінне і житнє борошно дають досить густі та еластичні колодці [5].

#### Висновки за розділом

На сьогоднішній день існує чимало досліджень, присвячених збагаченню

напоїв корисними інгредієнтами. Але, незважаючи на це, розробка нових видів продукції цього напрямку залишиться актуальною на багато десятиліть. При цьому пріоритет зберігається за винятком потенційно небезпечних харчових речовин та збільшенням у складі продуктів натуральних інгредієнтів.

Огляд літератури показав, що існуючі технології виробництва та складу кисілів мають низку недоліків. Харчова цінність кисілів на основі крохмалю визначається лише кількістю і якістю плодово-ягідного компонента, що вноситься, або використанням штучних збагачувачів (вітамінів, мінеральних речовин та ін.). Способи заміни крохмалю на зерновий компонент дозволяють отримати кисіль у рідкій формі, що не забезпечує тривалий термін зберігання та створює незручності при транспортуванні. Крім того, у складі зернових кисілів використовується лише вівсяна сировина, хоча хімічний склад житнього і ячмінного борошна також дозволяє збагатити напої харчовими волокнами, вітамінами групи В, вітаміном РР, Е, ненасиченими жирними кислотами і білком, які відсутні в харчуванні, без погіршення органолептичних властивостей. У зв'язку з чим, метою дослідження з'явилися дослідження та розробка технології виробництва концентратів напоїв на основі житнього, ячмінного та вівсяного борошна та їх товарознавча оцінка.

Мета роботи – розробка рецептур та технології виробництва концентратів напоїв на основі житнього, ячмінного та вівсяного борошна та їх товарознавча оцінка.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

- вивчити фізико-хімічні та органолептичні показники зернової сировини та їх зміну внаслідок термічної обробки;
  - дослідити зміну кислотного числа жиру обробленого та «сирого» борошна при зберіганні;
  - розробити рецептури та технологію виробництва концентратів кисілів;
  - провести товарознавчу оцінку розроблених концентратів кисілів.
- Визначити регламентовані показники якості та терміни зберігання нової продукції;
- розглянути можливість практичної реалізації результатів досліджень;
  - виконати розрахунок вартості витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва концентратів напоїв на зерновій основі.

Предмет дослідження – рецептурний склад, технологічні параметри виробництва та показники якості й товарознавчої оцінки концентратів напоїв, виготовлених із використанням житнього, ячмінного та вівсяного борошна.

## 2 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Організація експерименту

Схема проведення досліджень представлена рисунку 2.1.

Теоретичний етап досліджень включав огляд літератури та формулювання цілей та завдань досліджень.

Основний обсяг досліджень був спрямований на проведення експериментів з використанням вівсяного, житнього і ячмінного борошна. Як смакоароматичний наповнювач були обрані овочеві і ягідні порошки.

На першому етапі в рамках аналітичного огляду вивчено актуальні проблеми сучасного харчування та шляхи їх вирішення. Розглянуто особливості виробництва та необхідність розширення асортименту концентратів напоїв. Сформульовано мету та завдання досліджень.

На другому етапі досліджували показники якості житнього, ячмінного та вівсяного борошна, після чого борошно для зниження вологості та поліпшення органолептичних показників піддавали термічній обробці при температурі від 50 °С до 190 °С з інтервалом в 20 °С, при цьому крок варіювали від 5 хв до 5 хв. В обробленому борошні вивчали комплекс фізико-хімічних (вологість, кислотність, число падіння), органолептичних (смак, запах, колір) та структурних (в'язкість) змін і на підставі отриманих даних вибирали режими термічної обробки та розробляли рецептури.

Третій етап включав товарознавчу оцінку розроблених продуктів, під час якої було проведено аналіз органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників, показників безпеки та харчової цінності напоїв та оцінено їх стійкість при зберіганні.

На завершальному етапі було виконано практичну реалізацію результатів досліджень та розраховано вартість їх проведення.



Рисунок 2.1 – Схема проведення досліджень

## 2.2 Об'єкти та методи досліджень

Як об'єкти досліджень були обрані рецептури та технологія концентратів кисілів. Крім того, для проведення досліджень були використані такі види сировини:

- борошно вівсяне, що відповідає вимогам ДСТУ 7698:2015;
- борошно житнє обдирне, що відповідає вимогам ДСТУ 8791:2018;
- борошно ячмінне, що відповідає вимогам ДСТУ 7700:2015;

- порошок буряків, моркви, шипшини та брусниці, що відповідають вимогам ДСТУ 8028:2015.

Для вирішення поставлених завдань використовувалися сучасні технологічні, фізико-хімічні та статистичні методи дослідження сировини та готової продукції.

Аналіз якості борошна житнього обдирного та ячмінного проводили відповідно до методик, викладених у наступній технічній документації:

- визначення масової частки вологи в борошні за ДСТУ EN ISO 712:2022;
- визначення металомангітної домішки в борошні за ДСТУ 46.004-99;
- визначення білизни борошна за ДСТУ ГОСТ 26361:2019;
- визначення кислотності борошна за ГОСТ 27493-87;
- визначення зольності борошна за ДСТУ ГОСТ 27494:2019;
- визначення кольору, запаху, смаку та кристалю борошна за ГОСТ 27558-87;
- визначення зараженості та забрудненості шкідниками хлібних запасів за ДСТУ 9175:2022;
- визначення крупності борошна за ДСТУ 4960:2008;
- визначення числа падіння у борошні за ДСТУ ISO 3093:2019;
- визначення вмісту крохмалю згідно з ДСТУ ISO 6493:2008;
- визначення кислотного числа жиру за ДСТУ 4250:2003.

Борошно вівсяне та концентрат кисілю досліджували відповідно до методик, викладених у наступній технічній документації:

- визначення крупності помелу борошна вівсяного за ДСТУ 4960:2008;
- визначення вмісту сторонніх домішок та зараженості шкідниками хлібних запасів за ДСТУ 9175:2022;
- органолептичні показники харчових концентратів та готовність продукту до вживання за ДСТУ 7662:2014;
- визначення масової частки вологи згідно з ДСТУ ГОСТ 27494:2019;
- визначення кислотності згідно ДСТУ 4852;
- визначення сахарози за ДСТУ 7350:2013.

В'язкість борошняних суспензій визначали на віскозиметрі.

Математичну обробку результатів експериментів здійснювали методом статистичного та регресійного аналізу. Обробку результатів досліджень та їх графічне уявлення провели із застосуванням стандартних програмних пакетів.

#### Висновки за розділом

Розроблено поетапну схему експериментальних досліджень, що охоплювала теоретичний аналіз, експериментальне опрацювання зернової сировини, розробку рецептур та товарознавчу оцінку готових концентратів.

Обґрунтовано вибір вівсяного, житнього та ячмінного борошна як основної сировини, а овочевих і ягідних порошоків – як натуральних смакоароматичних наповнювачів для концентратів кисілів.

Досліджено вплив термічної обробки борошна в інтервалі 50 – 190 °С на його фізико-хімічні, органолептичні та структурно-механічні показники, що дало змогу визначити оптимальні режими обробки та сформувані рецептури продуктів.

Для оцінки якості сировини та готової продукції використано комплекс стандартизованих методів досліджень відповідно до вимог ДСТУ, що забезпечило достовірність результатів.

Проведена товарознавча оцінка підтвердила відповідність розроблених концентратів показникам якості, безпечності та стійкості при зберіганні.

Статистична обробка експериментальних даних дозволила встановити закономірності впливу технологічних факторів на показники якості концентратів та підтвердила наукову обґрунтованість досліджень.

### 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Традиційні сухі кисілі – це суміш цукрового піску, картопляного крохмалю, плодового або ягідного екстракту та лимонної чи виннокам'яної кислоти. На сьогоднішній день існує чимало досліджень, присвячених збагаченню напоїв корисними інгредієнтами. Але, незважаючи на це, розробка нових видів продукції цього напрямку залишиться актуальною на багато десятиліть. При цьому пріоритет зберігається за винятком потенційно небезпечних харчових речовин та збільшенням у складі продуктів натуральних інгредієнтів.

Заміна крохмалю в концентратах кисілів на зерновий компонент дає можливість збагатити продукт вітамінами, мінеральними речовинами.

білком, жиром та харчовими волокнами без погіршення органолептичних показників.

#### 3.1 Дослідження показників якості сировини, що використовується під час виробництва концентратів напоїв

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості вівсяного, ячмінного та житнього обдирного борошна представлені в таблиці 3.1. Крім показників, передбачених відповідними стандартами, у вівсяному та ячмінному борошні було проведено дослідження активності амілолітичних ферментів за кількістю падіння, які мають значний вплив на консистенцію готового товару.

Показники якості вівсяного борошна відповідають ДСТУ 7698:2015, якість ячмінного борошна – ДСТУ 8791:2018, якість житнього обдирного борошна ДСТУ 7700:2015.

Таблиця 3.1 – Показники якості вівсяного, ячмінного та житнього борошна

Найменування показників	Вид борошна		
	Вівсяне	Ячмінне	Житнє обдирне
Колір	Сірувато-бежевий	Сірувато-бежевий	Сірий, із вкрапленнями оболонки зерна
Смак	Властивий, без сторонніх присмаків	Властивий, без сторонніх присмаків	Властивий, без сторонніх присмаків
Запах	Властивий, без сторонніх запахів	Властивий, без сторонніх запахів	Властивий, без сторонніх запахів
Хрускіт від мінеральної домішки	Не відчувається	Не відчувається	Не відчувається
Вологість, %	8,5	9,2	10,2
Кислотність, град	4,7	3,8	2,0
Зольність, %	1,85	1,03	1,16
Число падіння, сік	251,0	373,0	209,0
Кислотне число жиру, мг КОН на 1 г	58,5	53,6	49,0
Крупність помелу, %: залишок на ситі №27 прохід через сито №38	0,2	1,2	1,5
	67,8	75,00	68,0
Металомагнітна домішка, мг 1 кг борошна	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Зараженість шкідниками	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Забрудненість шкідниками	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

### 3.2 Вплив режимів термічної обробки на вологість борошна

Обов'язковою операцією при підготовці борошна в харчоконцентратному виробництві є декстринізація, в процесі якої борошно набуває приємного кольору, аромату і втрачає значну кількість вологи. Воду, що міститься в муці, ділять на дві

форми: вільну і зв'язану. Вода, що знаходиться у вільній формі, має невисоку енергію зв'язку з тканинами зерна і легко видаляється шляхом висушування.

Щоб виявити вплив режимів термічної обробки на кількість вологи, що випарувалася з продукту, сировину піддавали декстринізації при температурі від 50 до 190 °С з інтервалом 20 °С, при цьому час варіювали від 5 до 30 хв з кроком 5 хв. Зміна вологості ячмінного, житнього обдирного та вівсяного борошна зі збільшенням температури та тривалості декстринізації представлено в таблицях 3.2; 3.3; 3.4 відповідно.

Таблиця 3.2 – Зміна вологості ячмінного борошна у процесі декстринізації

Тривалість, хв	Температура, °С							
	50	70	90	110	130	150	170	190
5	8,0	7,7	7,6	6,9	5,9	5,0	5,0	3,9
10	7,8	7,5	7,0	6,7	5,6	4,9	4,8	2,8
15	7,0	7,0	7,3	6,6	5,6	4,8	4,8	2,6
20	7,3	7,2	7,1	6,6	5,6	4,6	4,4	2,6
25	7,3	7,0	7,0	6,5	5,5	4,2	3,9	2,5
30	7,0	6,0	6,7	6,3	4,8	3,2	2,6	2,3

Таблиця 3.3 – Зміна вологості житнього борошна у процесі декстринізації

Тривалість, хв	Температура, °С							
	50	70	90	110	130	150	170	190
5	8,7	8,2	7,6	6,8	5,9	5,7	5,4	5,1
10	8,5	8,2	7,3	6,6	5,7	5,4	5,4	4,9
15	8,4	7,9	7,3	6,5	5,7	5,2	5,2	4,8
20	8,2	7,7	7,2	6,4	5,5	5,1	5,1	4,7
25	8,1	7,3	7,1	6,2	5,4	5,1	4,9	4,7
30	8,0	7,1	7,1	6,2	5,1	4,6	4,3	3,5

Таблиця 3.4 – Зміна вологості вівсяного борошна у процесі декстринізації

Тривалість, хв	Температура, °С							
	50	70	90	110	130	150	170	190
5	8,3	7,6	7,5	5,7	4,7	4,6	4,5	3,4
10	7,8	7,5	7,2	5,7	4,4	4,3	4,2	3,3
15	7,7	7,5	7,1	5,6	4,3	4,2	4,2	3,2
20	7,6	7,4	7,1	5,6	4,2	4,1	4,1	3,2
25	7,6	7,3	6,7	5,5	4,0	4,0	3,7	3,1
30	7,5	7,2	6,0	5,1	4,0	3,8	3,0	2,1

З отриманих даних видно, що при збільшенні температури та тривалості термічної обробки відбувається зменшення вологості сировини. При цьому найбільша вологовіддача спостерігається у ячмінного борошна, вологість якого знизилася з початкової 9,2 % до 2,3 %. Вологість житнього борошна зменшилася з 10,2 % до 3,5 %. Вологість вівсяного борошна знизилася на 6,4 %.

У всіх видах сировини в процесі обробки найбільш інтенсивна втрата вологи спостерігається при 110 °С і подальшому підвищенні температури.

Відповідно до нормативно-технічної документації вміст вологи в концентратах кисілів не повинен перевищувати 9,5 %. З таблиць видно, що навіть за найнижчої температури – 50 °С і найменшої тривалості термічної обробки – 5 хв вологість продукту досягає необхідних значень.

### 3.3 Вплив режимів термічної обробки на кінематичну в'язкість борошняних клейстерів

Головним показником, що характеризує кисіль як напій, є його консистенція, обумовлена крохмалем, що входить в рецептуру. Для оцінки консистенції застосовують різні методи, один з яких – визначення кінематичної в'язкості. У свою чергу, на в'язкість борошняного клейстеру впливає не тільки кількість і будова крохмалю в сировині, а й гідрофільні властивості білків, які в процесі термічної обробки зазнають значних змін. Під впливом температури може відбуватися розрив

великої кількості зв'язків, що стабілізують просторову структуру білкової молекули, упорядкована, унікальна для кожного білка конформація пептидного ланцюга при цьому порушується, і білкова молекула цілком або більша її частина набуває форми безладного клубка – відбувається його денатурація [5]. Термічний вплив на крохмаль проявляється у його гідролізі з утворенням водорозчинних декстринів та цукрів.

У зв'язку з чим, ми визначали кінематичну в'язкість клейстеру ячмінного, житнього обдирного і вівсяного борошна оброблених при температурі від 50 до 190 °С з інтервалом 20 °С, при цьому час варіювали від 5 до 30 хв з кроком 5 хв. За отриманими даними, будували діаграми залежності зміни в'язкості від режимів термічної обробки сировини. Значення кінематичної в'язкості клейстеру з борошна, не підданого термічній обробці, складало: ячмінної – 33,57 мм<sup>2</sup>/с, житнього – 28,92 мм<sup>2</sup>/с, вівсяного – 94,90 мм<sup>2</sup>/с.

### 3.3.1 Вплив режимів термічної обробки на в'язкість клейстеру ячмінного борошна

Вміст вуглеводів у ячмінному борошні за довідковими даними становить 57,0 %, їх крохмалю – 55,1 %, вміст білка – 10 %. Через менший вміст крохмалю і білка в порівнянні з вівсяним борошном ячмінне борошно дає менш в'язкі розчини. Крохмальні зерна ячменю простої форми, мають велику гігроскопічність, легше розщеплюється амілазами, що також позначається на в'язкості.

Діаграма залежності кінематичної в'язкості від температури та тривалості термічної обробки ячмінного борошна представлена на рисунку 3.1.

Аналіз діаграми показує, що зі збільшенням температури обробки до 110 °С відбувається інтенсивне зростання кінематичної в'язкості, що зумовлено, мабуть, змінами у вуглеводному комплексі сировини, завдяки чому крохмаль краще поглинає воду. Подальше збільшення температури призводить до більш інтенсивного гідролізу крохмалю з утворенням не здатних давати в'язкі розчини декстринів та цукрів та незворотної денатурації білка з втратою його гідрофільних властивостей. Крім того, при температурі 130 °С починається процес карамелізації

цукрів та початкова стадія меланоїдиноутворення за участю амінокислот та цукрів, що призводить до утворення нерозчинних у воді речовин, що випадають у осад. Термічна обробка більше 20 хв при будь-якій температурі також призводить до зниження в'язкості через перераховані вище фактори. Так, за максимальної температури і часу обробки кінематична в'язкість ячмінного клейстера в порівнянні з вихідним значенням знижується майже в чотири рази.

Таким чином, максимальна в'язкість формується в процесі термічної обробки борошна при 110 °С протягом 25 хвилин і становить 112,35 мм<sup>2</sup>/с, що в три з половиною рази більше в порівнянні з вихідною сировиною.

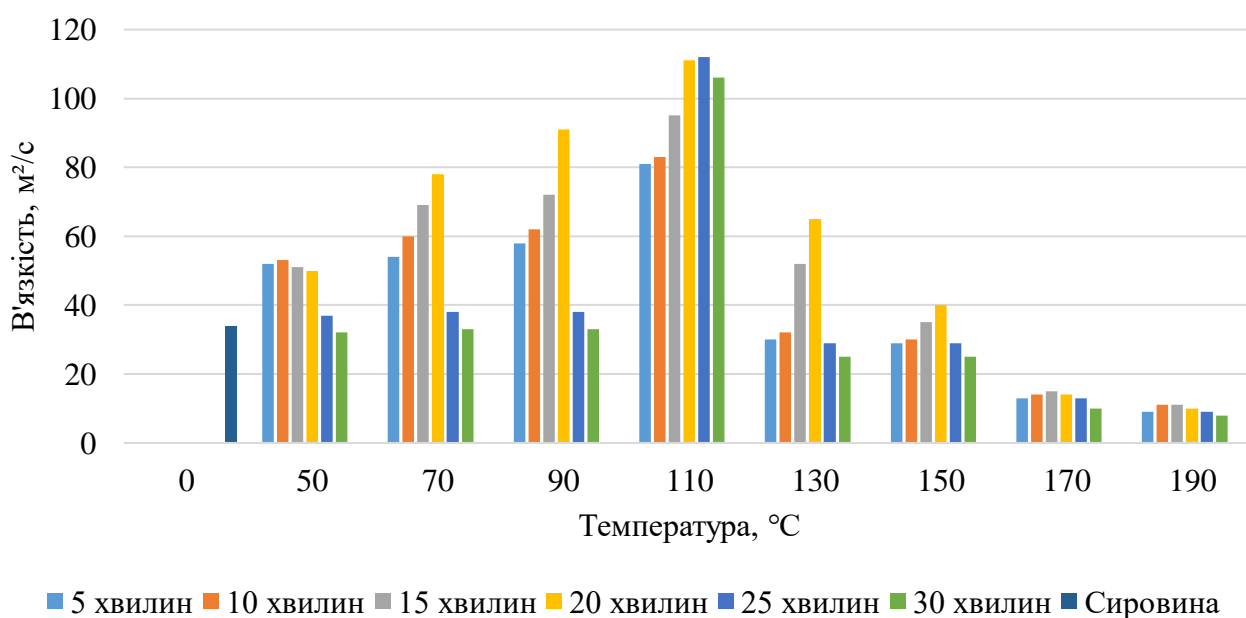


Рисунок 3.1 – Вплив режимів термічної обробки на в'язкість клейстеру ячмінного борошна

### 3.3.2 Вплив режимів термічної обробки на кінематичну в'язкість клейстеру житнього борошна

Житнє борошно містить 65,0 % вуглеводів, вони представлені крохмалем, цукрами, слизами, пентозанами та клітковиною та 8,9 % білка. Крохмаль жита починає клейстеризуватися при температурі від 52 до 55 °С. З нього виходить в'язкий, повільно старіючий клейстер. Крохмальні зерна жита захищені набухаючими речовинами – слизами, що впливає на в'язкість борошняного

клейстеру. Їх вміст сягає 7,4 %. Також відомо, що в житньому борошні міститься велика кількість  $\alpha$ -амілази, яка сприяє декстринізації крохмалю [6].

Діаграма зміни кінематичної в'язкості житнього клейстеру від температури та тривалості термічної обробки борошна представлена на рисунку 3.2.

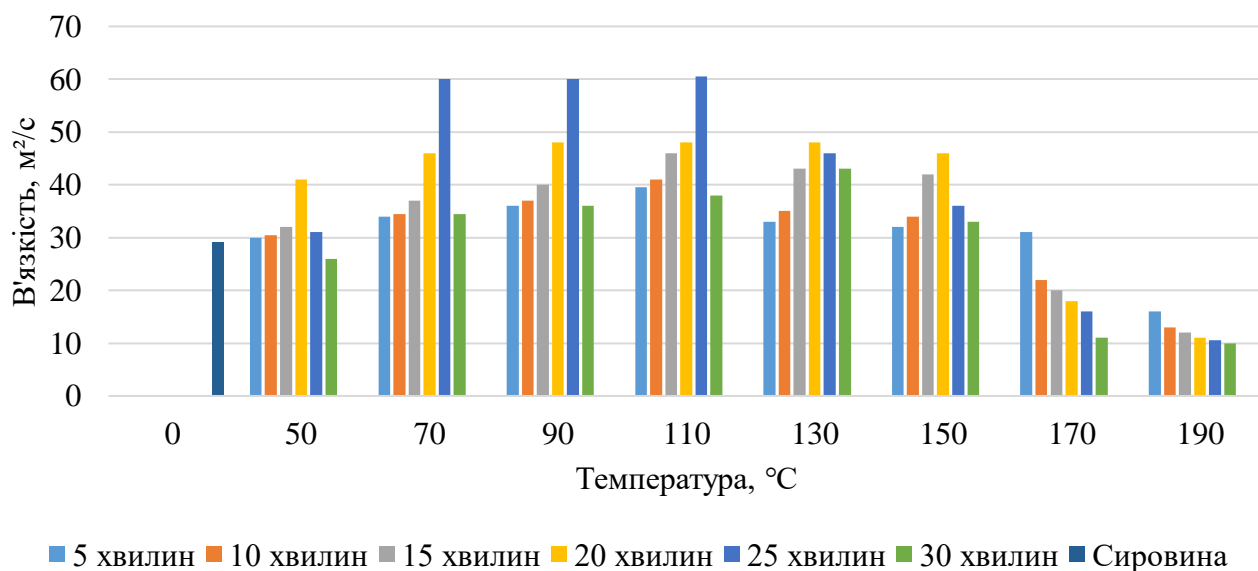


Рисунок 3.2 – Вплив режимів термічної обробки на кінематичну в'язкість клейстеру житнього борошна

Як видно з діаграми при температурах обсмажування від 50 до 70 °C відбувається незначне збільшення кінематичної в'язкості. При цьому клейстеризується крохмаль, утворюються декстрини високої молекулярної маси (амілодекстрини та еритродекстрини) [12]. Різне збільшення в'язкості відбувається при температурі від 90 °C до 110 °C. Що, швидше за все, обумовлено пошкодженням крохмальних зерен та білка, завдяки чому вони поглинають більше води та набухають. Подальша термічна обробка призводить до зменшення кінематичної в'язкості, утворюються декстрини з меншою молекулярною масою (ахродекстрини та мальтодекстрини), збільшується вміст амілози, гідрофільність білка знижується.

В'язкість клейстеру необробленого житнього борошна становила 28,92 мм<sup>2</sup>/с, термообробка при температурі 110 °C протягом 25 хв призвела до збільшення до

60,50 мм<sup>2</sup>/с, що на 31,58 мм<sup>2</sup>/с більше у порівнянні з вихідним значенням.

### 3.3.3 Вплив режимів термічної обробки на кінематичну в'язкість клейстеру вівсяного борошна

Склад вівсяного борошна характеризується високим вмістом вуглеводів (крохмалю, цукрів, слизів) – 69,4 % та білка – 13,0 %. Крохмальні зерна вівсяного борошна складаються зі склеєних між собою дрібних зерен. Крохмаль великих зернівок має більшу молекулярну масу і має більше набухання при нагріванні з водою, ніж крохмаль дрібних зерновок [4].

Зміна кінематичної в'язкості клейстера при термічній обробці вівсяного борошна представлена рисунку 3.3.

У клейстері з необробленого вівсяного борошна в'язкість становила 94,90 мм<sup>2</sup>/с. Вже на початкових етапах термічної обробки відбувається поступове збільшення в'язкості. Процес цей йде порівняно з іншими видами борошна з меншою інтенсивністю, що зумовлено, швидше за все, структурою крохмальних зерен вівса та великим вмістом білка. Максимальне значення досягається при обробці протягом 15 хвилин при 110 °С (144,59 мм<sup>2</sup>/с). Причому у вівсяного борошна цей показник практично вдвічі більший ніж у житнього, що пояснюється, мабуть, наявністю в житньому борошні ферменту  $\alpha$ -амілази, здатного розріджувати клейстер. Різке зменшення кінематичної в'язкості вівсяного клейстеру відбувається при термічній обробці борошна при 150 °С завдяки інтенсивному гідролізу крохмалю до цукрів, незворотній денатурації білка та реакції меланоїдиноутворення. Збільшення часу обробки більше 20 хвилин у всіх випадках призводить до глибоких змін у структурі крохмалю та білка, що позначається на зниженні в'язкості борошняних клейстерів.

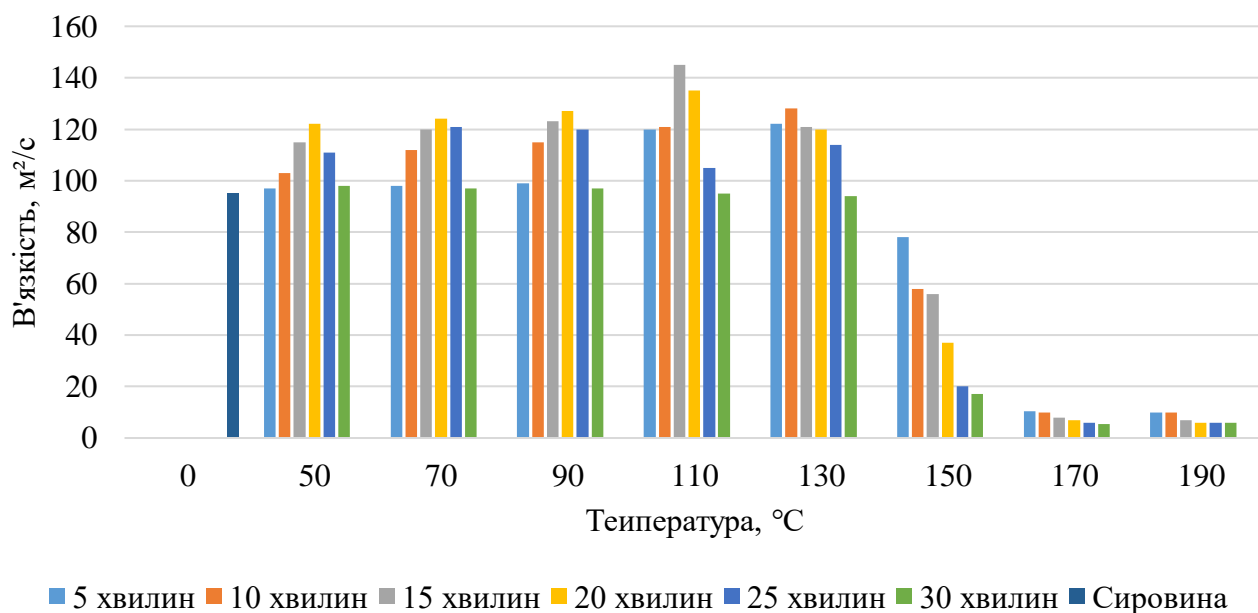


Рисунок 3.3 – Вплив режимів термічної обробки на кінематичну в'язкість клейстеру вівсяного борошна

### 3.4 Дегустаційна оцінка концентратів кисілів з різними складами

Для визначення найкращого співвідношення компонентів напою були складені зразки для дегустації з різним вмістом цукру, борошна, обробленого при вибраних раніше режимах, «сирого» борошна, лимонної кислоти, крохмалю, плодових, ягідних та овочевих порошоків. Отримані суміші заливали холодною водою та при помішуванні варили протягом 2 хвилин. У готових напоях члени спеціально створеної експертної комісії з п'яти осіб визначали органолептичні показники за допомогою бальних оцінок.

При експертизі якості напою було обрано 20-ти бальну шкалу.

Під час формування експертної комісії проводилося тестування, що відображає перевірку узгодженості думок.

Дані з метою оцінки узгодженості думок зведено у таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 – Дані для оцінки узгодженості думок експертів

Номер зразка	Оцінка експертів				
	1	2	3	4	5
1	12,8	18,4	16,8	17,6	12,8
2	16	18,4	16,8	17,6	16
3	16	19,2	17,6	17,6	16
4	18,4	19,2	19,2	18,4	18,4
5	18,4	20	18,4	19,2	18,4
6	20	19,2	17,6	20	20
7	17,6	20	17,6	17,6	17,6
8	20	19,2	20	19,2	20
9	18,4	20	19,2	17,6	18,4
10	17,6	20	20	16,8	17,6
11	17,6	19,2	20	17,6	17,6
12	16	17,6	16	18,4	16
13	18,4	17,6	16,8	17,6	18,4
14	12	17,6	16,8	19,2	12
15	17,6	16,8	17,6	17,6	17,6
16	16	16,8	16,8	17,6	16
17	16	16,8	16,8	17,6	16
18	14,4	17,6	16,4	16,8	14,4
19	15,2	17,2	16	16,8	15,2
20	17,6	16,8	17,2	16,8	17,6

У таблиці 3.6 наведено рецептури зразків, що дегустувались.

У процесі дегустації представлених зразків експерти оцінювали органолептичні показники напою та виставляли оцінки за 20-бальною шкалою. Аналізували зовнішній вигляд, колір, смак, запах і консистенцію напою. З урахуванням коефіцієнта вагомості, смаку та запаху відводилося десять балів, консистенції п'ять балів, зовнішньому вигляду та кольору п'ять балів. Після чого було виведено сумарну оцінку напою. Результати дегустації наведено у таблиці 3.7.

За результатами дегустаційної оцінки експертів було обрано три зразки з найкращими органолептичними показниками та вищими бальними оцінками по кожному виду плодово-ягідної та овочевої сировини, що використовується.



Зразок № 3 має кремово-коричневий колір із включеннями частинок житнього борошна, смаком шипшини, легким злаковим ароматом і однорідною консистенцією середньої густоти.

У зразка № 5 виражений аромат брусниці та буряків, має насичений бордовий колір, яскраво-виражений смак брусниці з присмаком буряків і однорідну консистенцію середньої густоти.

З усіх зразків з додаванням шипшини і моркви, представлених комісії, максимальну оцінку отримав зразок № 10, оскільки обсмажене вівсяне борошно дає практично прозорий холодець середньої густоти, а співвідношення плодовоовочевих компонентів, що вносяться, найбільш сприятливо позначилося на кольорі, смаку і запаху напою. Кисіль має помаранчевий колір, кисло-солодкий смак із присмаком шипшини та моркви.

Інші зразки набрали меншу кількість балів, оскільки їх органолептичні показники не задовольнили експертів комісії.

Таблиця 3.7 – Результати дегустації кисілів

Номер зразка	Зовнішній вигляд, колір	Смак, запах	Консистенція	Органолептичні показники	Загальна оцінка
1	3,9	7,8	4,2	Колір коричневий, запах не виражений, кислий смак, консистенція однорідна рідка	15,9
2	4,0	8,6	4,4	Колір коричневий, кислий смак, запах нейтральний, консистенція рідка	17,0
3	4,8	9,5	4,8	Колір кремово-коричневий, смак шипшини, легкий злаковий аромат, однорідна консистенція середньої густоти	19,1
4	4,8	8,8	4,2	Колір бордовий, смак кисло-солодкий, аромат буряків і брусниці, однорідна консистенція рідка	17,2
5	4,5	9,4	4,8	Колір бордовий, смак брусниці з присмаком буряків, аромат брусниці та буряків, однорідна консистенція середньої густоти	18,7
6	4,7	9,1	4,4	Колір оранжевий, смак кисло-солодкий, запах не виражений, однорідна консистенція густа	18,2
7	4,6	8,7	4,6	Колір оранжевий, смак кисло-солодкий, запах не виражений, однорідна консистенція густа	17,9
8	4,7	9,1	4,4	Колір оранжевий з включенням борошна, смак кисло-солодкий, з легким зерновим запахом, однорідна консистенція густа	18,2

9	4,4	9,2	4,7	Колір кремово-оранжевий, смак солодкуватий, аромат шипшини та моркви, однорідна консистенція середньої густоти	18,3
10	4,4	9,6	4,6	Колір оранжевий, смак кисло-солодкий з присмаком шипшини та моркви, однорідна консистенція середньої густоти	18,6
11	4,2	8,4	4,6	Колір коричневий з помаранчевим відтінком, смак кисло-солодкий, запах шипшини з ароматом обсмаженого борошна, однорідна консистенція	17,2
12	4,4	8,4	4,0	Колір брудно-бордовий, смак кислий, виражений запах буряка, неоднорідна консистенція рідка	16,8
13	4,4	8,3	4,6	Колір брудно-бордовий, смак кислий, виражений запах буряків, неоднорідна консистенція густа	17,3
14	4,4	6,8	3,6	Колір коричневий, смак кислий, запах сирого борошна, однорідна консистенція рідка	14,8
15	4,3	7,8	4,4	Колір оранжевий, смак кислий, аромат моркви, однорідна консистенція середньої густоти	16,5
16	4,3	6,6	3,6	Колір оранжевий, смак кислий, запах не виражений, однорідна консистенція густа	14,5

17	4,3	7,6	3,8	Колір брудно-жовтогарячий, смак кислий з присмаком борошна, запах не виражений, однорідна консистенція рідка	15,7
18	4,1	7,6	3,6	Колір коричневий, смак кислий з присмаком борошна, аромат шипшини, однорідна консистенція густа	15,3
19	3,9	7,0	3,8	Колір коричневий, смак кислий з присмаком борошна, аромат шипшини, однорідна консистенція рідка	14,7
20	3,9	7,8	4,2	Колір коричневий, смак кислий, аромат шипшини, однорідна консистенція середньої густоти	15,9

### 3.5 Дослідження впливу процесу зберігання на органолептичні та фізико-хімічні показники якості концентратів напоїв

В результаті дегустаційної оцінки було обрано три зразки, органолептичні та фізико-хімічні показники якості яких представлені у таблиці 3.8. При цьому смак, аромат та консистенцію оцінювали у готовому напої, а решта показників у сухому концентраті.

Таблиця 3.8 – Показники якості концентратів напоїв

Найменування показників	Характеристика		
	Кисіль житній з шипшиною	Кисіль ячмінний з брусницею та буряком	Кисіль вівсяний з морквою та шипшиною
Зовнішній вигляд	Порошок кремово-коричневого кольору	Порошок бордового кольору	Порошок оранжево-коричневого кольору
Смак та аромат	Смак шипшини. Запах шипшини з легким злаковим ароматом	Смак та аромат брусниці та буряків	Смак кисло-солодкий з присмаком і ароматом моркви та шипшини
Консистенція	Однорідна середня густота	Однорідна середня густота	Однорідна середня густота
Масова частка вологи, %	3,9	4,0	4,3
Масова частка сахарози, %	65,4	64,5	66,5
Масова частка титрованих кислот (у перерахунку на лимонну кислоту), %	2,3	2,4	1,9
Масова частка металевих домішок, %	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Масова частка сторонніх мінеральних домішок, %	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Свіжовироблені концентрати закладали на зберігання розфасованими у герметичну упаковку з полімерного матеріалу з папером та фольгою масою нетто 100 г, при температурі не вище 20 °С та відносній вологості повітря не більше 70 %. У процесі зберігання з урахуванням коефіцієнта резерву досліджували зміну органолептичних показників, масової частки вологи та кислотності. Отримані дані подано у таблиці 3.9.

В результаті аналізу отриманих даних можна зробити висновок, що процес зберігання відбився тільки на масовій частці кислот, що титруються. Причому цей показник у кисілі на основі ячмінного і житнього обдирного борошна залишився незмінним, а в кисілі на основі вівсяного борошна почав змінюватися лише після шести місяців зберігання, що обумовлено змінами, що відбуваються в ліпідному комплексі борошна з утворенням вільних жирних кислот. Так, масова частка титрованих кислот напою після шести місяців зберігання зросла на 0,2 % порівняно з початковим значенням, після чого стабілізувалася до семи місяців. При цьому органолептичні показники напоїв, виготовлених із концентратів, що зберігалися протягом семи місяців, залишилися незмінними.

Таким чином, отримані дані підтверджують збереження продукту протягом шести місяців, що відповідає вимогам ДСТУ 4501:2005.

Таблиця 3.9 – Зміна показників якості концентратів напоїв у процесі зберігання

Найменування показників	Характеристика		
	Кисіль житній з шипшиною	Кисіль ячмінний з брусницею та буряком	Кисіль вівсяний з морквою та шипшиною
через 3 місяці			
Зовнішній вигляд	Порошок кремово-коричневого кольору	Порошок бордового кольору	Порошок оранжево -коричневого кольору
Смак та аромат	Смак шипшини. Запах шипшини з легким злаковим ароматом	Смак та аромат брусниці та буряків	Смак кисло-солодкий з присмаком та ароматом моркви та шипшини
Консистенція	Однорідна середня густота	Однорідна середня	Однорідна середня густота
Масова частка вологи, %	4,0	4,0	4,2
Масова частка титрованих кислот (у перерахунку на лимонну кислоту), %	2,3	2,4	1,9

через 6 місяців			
Зовнішній вигляд	Порошок кремово-коричневого	Порошок бордового	Порошок оранжево -коричневого
Смак та аромат	Смак шипшини. Запах шипшини з легким злаковим ароматом	Смак та аромат брусниці та буряків	Смак кисло-солодкий з присмаком та ароматом моркви та шипшини
Консистенція	Однорідна середня густота	Однорідна середня	Однорідна середня густота
Масова частка вологи, %	4,1	4,2	4,3
Масова частка титрованих кислот (у перерахунку на лимонну кислоту), %	2,3	2,4	2,0
через 7 місяців			
Зовнішній вигляд	Порошок кремово-коричневого кольору	Порошок бордового кольору	Порошок оранжево -коричневого кольору
Смак та аромат	Смак шипшини. Запах шипшини з легким злаковим ароматом	Смак та аромат брусниці та буряків	Смак кисло-солодкий з присмаком та ароматом моркви та шипшини
Консистенція	Однорідна середня густота	Однорідна середня	Однорідна середня густота
Масова частка вологи, %	4,1	4,0	4,2
Масова частка титрованих кислот (у перерахунку на лимонну кислоту), %	2,3	2,4	2,0

### 3.6 Дослідження впливу процесу зберігання на мікробіологічні показники концентратів напоїв

Відповідно до вимог кількість плісняв у кисілях сухих плодово-ягідних не повинна перевищувати 500 КУО/г, кількість КМАФАнМ –  $1 \cdot 10^5$  КУО/г, вміст БГКП в 0,01 г продукту не допускається.

Мікробіологічні показники концентратів кисілів на основі «сирого» борошна та борошна, що пройшло термічну обробку при закладці на зберігання та через сім місяців представлені в таблицях 3.10 та 3.11 відповідно.

Таблиця 3.10 – Мікробіологічні показники концентратів кисілів на основі «сирого» борошна

Найменування концентрату	Плісняви, КУО/г	КМАФАнМ, КУО/г	БГКП (коліформи)
Свіжий			
Кисіль житній з шипшиною	20	$6 \cdot 10^4$	Не виявлено
Кисіль ячмінний з брусницею та буряком	10	$5 \cdot 10^4$	Не виявлено
Кисіль вівсяний морквою та шипшиною	Не виявлено	$5 \cdot 10^4$	Не виявлено
Через 7 місяців			
Кисіль житній з шипшиною	40	$8 \cdot 10^4$	Не виявлено
Кисіль ячмінний з брусницею та буряком	20	$7 \cdot 10^4$	Не виявлено
Кисіль вівсяний морквою та шипшиною	Не виявлено	$6 \cdot 10^4$	Не виявлено

Таблиця 3.11 – Мікробіологічні показники концентратів кисілів на основі обробленого борошна

Найменування концентрату	Плісняви, КУО/г	КМАФАнМ, КУО/г	БГКП (коліформи)
Свіжий			
Кисіль житній шипшиною	Не виявлено	$2 \cdot 10^3$	Не виявлено
Кисіль ячмінний з брусницею та буряком	Не виявлено	$3 \cdot 10^3$	Не виявлено
Кисіль вівсяний морквою та шипшиною	Не виявлено	$5 \cdot 10^3$	Не виявлено
Через 7 місяців			
Кисіль житній шипшиною	Не виявлено	$9 \cdot 10^3$	Не виявлено
Кисіль ячмінний з брусницею та буряком	Не виявлено	$5 \cdot 10^3$	Не виявлено
Кисіль вівсяний з морквою та шипшиною	Не виявлено	$6 \cdot 10^3$	Не виявлено

Як показують дослідження, мікробіологічне обсіменіння напоїв на основі обробленого борошна набагато менше, ніж на «сирому» борошні, що пояснюється загибеллю мікроорганізмів в результаті термічного впливу. Разом з тим, в концентраті з вівсяним борошном, що не пройшло обробку цвілі, так само не виявлено, що пов'язано, швидше за все, з пропарюванням вівса в процесі отримання борошна. Крім того, житнє обдирне і ячмінне борошно містять більше алейронового шару, що збільшує їх мікробіологічне обсіменіння. У всіх видах напоїв бактерії групи кишкової палички не виявлено.

Таким чином, термічна обробка борошна призводить не тільки до поліпшення органолептичних показників, консистенції напою та підвищенню засвоюваності, а й покращує мікробіологічний стан харчового концентрату, що дозволяє гарантувати придатність продукту до вживання протягом шести місяців.

### 3.7 Дослідження хімічного складу концентратів напоїв

Харчування сучасної людини має бути раціональним та відповідати основним положенням науки про харчування. Правильна організація харчування вимагає знання хімічного складу харчової сировини та готові страви.

Зерно злакових культур має різну поживну цінність, неоднакові фізико-хімічні, технологічні та органолептичні властивості. Білки кожної культури містять різний набір амінокислот. Неоднаковий також вітамінний і мінеральний склад окремих злаків [6]. У зв'язку з чим, ми вивчили хімічний склад концентратів напоїв збагачених борошном злакових культур.

#### 3.7.1 Вивчення вмісту білка у концентратах напоїв

З даних, представлених на діаграмі (рисунок 3.4), видно значне збільшення вмісту білка (у перерахунку на суху речовину) в результаті заміни крохмалю у складі напоїв на зерновий компонент. Так, збагачення кислю житнім борошном призводить до збільшення вмісту білка вчетверо. Додавання вівсяного борошна підвищує цей показник на 2,4 %, а ячмінного – більш ніж утричі. Таким чином, заміна крохмалю у складі киселів на ячмінне, житнє обдирне і вівсяне борошно значно підвищує вміст білка в продукті і як наслідок збагачує амінокислотний склад напою.

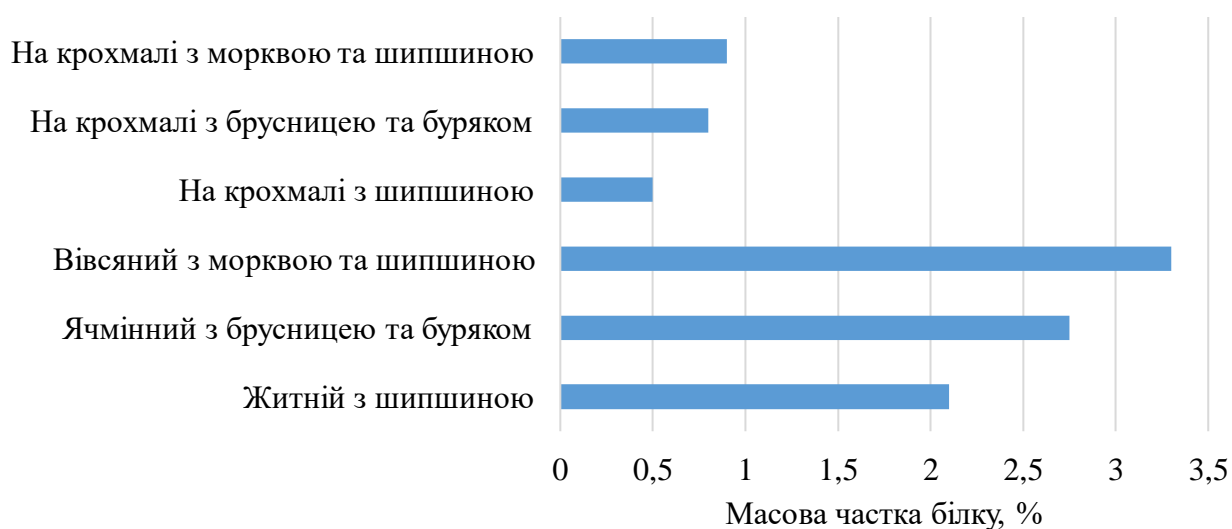


Рисунок 3.4 – Вміст білка в концентратах напоїв

### 3.7.2 Вивчення вмісту жиру у концентратах напоїв

На рисунку 3.5 подано дані про зміну вмісту жиру (у перерахунку на суху речовину) у концентратах напоїв у результаті заміни крохмалю на борошно зернових культур.

З отриманих даних помітно, що максимальне збільшення вмісту жиру (в сім разів) відбувається при заміні крохмалю вівсяним борошном. Введення до складу напою ячмінного борошна підвищує цей показник на 50 %, а житнього обдирного – на 60 %. При цьому відбувається збагачення напою поліненасиченими жирними кислотами, які є дефіцитними в раціоні сучасної людини.

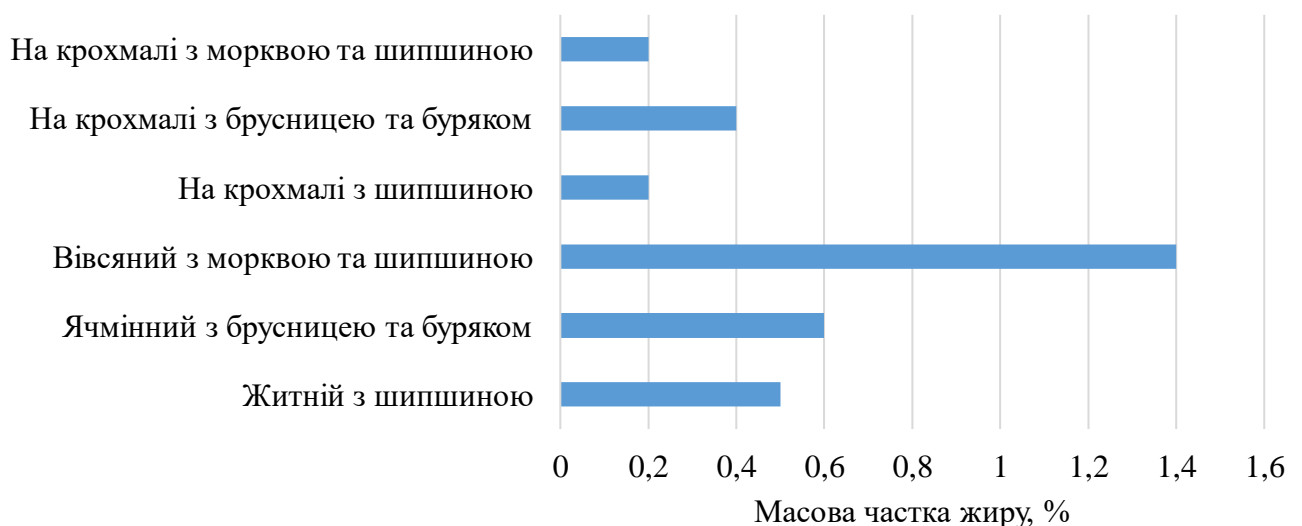


Рисунок 3.5 – Вміст жиру в концентратах напоїв

### 3.7.3 Вивчення вмісту вуглеводів у концентратах напоїв

Вуглеводи є важливим енергетичним компонентом їжі. Вони містяться головним чином рослинних продуктах. З погляду засвоюваності в організмі людини вуглеводи умовно поділяють на дві групи – засвоювані організмом людини, один з яких крохмаль і незасвоювані (харчові волокна).

Засвоювані вуглеводи є основним постачальником енергії, тоді як дефіцит харчових волокон сприяє розвитку ожиріння, жовчно-кам'яної хвороби, серцево-судинних захворювань і раку товстої кишки. Крім того, целюлоза нормалізує діяльність корисної кишкової мікрофлори і сприяє виведенню з організму

холестерину [6].

У зв'язку з чим, було досліджено зміну вмісту крохмалю та харчових волокон (у перерахунку на суху речовину) в результаті заміни картопляного крохмалю у складі концентратів киселів на ячмінне, житнє обдирне та вівсяне борошно.

Результати досліджень представлені у таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Вміст вуглеводів у концентратах напоїв

Вид харчового концентрату	Крохмаль, %	Харчові волокна, %	Целюлоза, %
Кисіль з шипшиною на житньому борошні	10,53	5,55	1,46
Кисіль з шипшиною на крохмалі	14,77	3,51	1,16
Кисіль з брусницею та буряком на ячмінному борошні	13,17	3,85	1,66
Кисіль з брусницею та буряком на крохмалі	15,05	2,58	1,37
Кисіль з морквою та шипшиною на вівсяному борошні	10,66	3,72	1,57
Кисіль з морквою та шипшиною на крохмалі	14,85	3,14	1,23

З наведених у таблиці даних випливає, що у всіх випадках заміна картопляного крохмалю у складі киселів на борошно зернових культур призводить до збільшення вмісту харчових волокон та зниження крохмалю. Особливо помітно зменшився вміст крохмалю в житньому та вівсяному напої. У цьому масова частка целюлози переважають у всіх харчових концентратах зросла майже 20 %. Незважаючи на практично однакове зростання целюлози, зростання загального вмісту харчових волокон такої закономірності не спостерігається. Так, заміна крохмалю житнім борошном підвищила рівень харчових волокон практично на 60

%, тоді як вівсяним борошном – лише на 20 %, що обумовлено меншим вмістом геміцелюлози та пектинових речовин у вівсяному борошні. Таким чином, заміна крохмалю на зерновий компонент дозволяє отримати напій з підвищеним вмістом харчових волокон, які позитивно впливають на організм людини.

### 3.7.4 Вивчення вмісту вітамінів у концентратах напоїв

Зернова сировина є джерелом вітамінів групи В та токоферолів. Для дослідження впливу заміни крохмалю продуктами переробки зерна на збагачення напою цими вітамінами було проведено аналіз дослідних партій. Порівняння проводили за вмістом вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> та Е в кисілі на крохмалі та на основі вівсяного борошна. Отримані дані наведено у таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 – Вміст вітамінів у концентратах напоїв

Вид харчового концентрату	Вітаміни, мг/100г		
	В <sub>1</sub>	В <sub>2</sub>	Е
Кисіль з морквою та шипшиною на вівсяному борошні	0,10	0,04	2,1
Кисіль з морквою та шипшиною на крохмалі	0,04	0,03	0,7

Згідно з даними, представленими в таблиці можна зробити висновок, що заміна крохмалю на борошно зернових культур призводить до суттєвого збагачення напою вітамінами групи В та токоферолом, що зумовлено хімічним складом борошна. Присутність цих вітамінів у кисілі на основі крохмалю пов'язана з наявністю в рецептурі порошку моркви та шипшини. В результаті заміни крохмалю на вівсяне борошно вміст вітаміну В<sub>1</sub> збільшується у два з половиною рази. Майже на 30 % підвищується масова частка вітаміну В<sub>2</sub>. Особливо суттєво (втричі) змінюється вміст токоферолу.

### 3.7.5 Вивчення вмісту мінеральних речовин у концентратах напоїв

Великий вплив на здоров'я людини має наявність у складі дієти мінеральних речовин. Вони необхідні для регулювання в людському організмі життєво важливих процесів: обміну речовин, травлення, передачі нервових імпульсів. На сьогоднішній день актуальною є проблема збагачення харчових продуктів мінеральними речовинами.

Зернова сировина має досить багатий мінеральний склад, але вміст елементів у зерні сильно варіюється залежно від різних умов.

У зв'язку з чим було проведено дослідження концентратів киселів збагачених борошном зернових культур на вміст мікро- та макроелементів. Отримані дані наведено у таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Вміст мінеральних речовин у концентратах напоїв

Вид харчового концентрату	Мінеральні речовини, мг/100г				
	Mn	Fe	Zn	Mg	Na
Кисіль з морквою та шипшиною на вівсяному борошні	1,05	1,50	1,00	55,00	80,00
Кисіль з морквою та шипшиною на крохмалі	0,50	1,15	0,80	30,00	55,00

Залізо, марганець і цинк відносяться до незамінних мікроелементів, біологічна функція яких пов'язана з їх участю в ферментативних реакціях [15]. Як показують дані, представлені в таблиці, заміна крохмалю на вівсяне борошно значно підвищує вміст цих речовин. Так, вміст марганцю збільшується більш ніж удвічі, а заліза – на 30 %. На 25 % збільшується масова частка цинку. Вміст магнію, необхідного для передачі нервових імпульсів, скорочення серцевого м'яза та функціонування пам'яті при цьому підвищується майже вдвічі та на 25 мг збільшується вміст натрію.

3.8 Вивчення ступеня задоволення добової потреби дорослого населення основних харчових речовин при вживанні напоїв з урахуванням борошна зернових культур

Ступінь задоволення добової потреби дорослого населення в основних харчових речовинах при вживанні 200 мл кисілю на основі ячмінного, житнього обдирного та вівсяного борошна наведено в таблиці 3.15.

Таблиця 3.15 – Ступінь задоволення добової потреби в основних харчових речовинах при вживанні 200 мл готового кисілю на день.

Харчові речовини	Середня добова потреба [6]	Дані на 200 мл напою			% задоволення		
		Проба					
		1	2	3	1	2	3
Білки, г	81,8	1,1	0,8	1,3	1,3	1,0	1,6
Жири, г	96,5	0,2	0,2	0,6	0,2	0,2	0,6
Вуглеводи, г	421,5	34,6	33,3	33,6	8,2	7,9	7,9
Харчові волокна, г	20,0	1,5	2,2	1,5	7,5	11,0	7,5
Вітамін С, мг	90,1	5,2	39,0	20,4	5,7	43,0	22,7
Вітамін В <sub>1</sub> , мг	1,51	0,02	0,03	0,05	1,60	1,87	2,68
Вітамін В <sub>2</sub> , мг	1,81	0,01	0,03	0,01	0,22	0,22	0,23
Вітамін В <sub>6</sub> , мг	2,01	0,07	0,02	0,06	3,40	1,00	2,45
β-каротин, мг	5,01	0,02	0,28	2,65	0,32	5,52	52,85
Вітамін Е, мг	4,01	0,32	0,52	0,85	8,00	13,00	21,05
Кальцій, мг	1000,10	16,92	6,68	12,29	1,69	0,67	1,27
Фосфор, мг	800,10	33,72	15,00	38,18	4,22	1,88	4,78
Магній, мг	400,10	16,00	20,02	22,00	4,00	5,00	5,52
Калій, мг	2500,10	62,44	29,64	65,01	2,50	1,19	2,61
Натрій, мг	1300,10	22,00	22,00	32,01	1,69	1,69	2,47
Залізо, мг	14,01	0,48	0,56	0,61	3,43	4,00	4,28
Цинк, мг	12,05	0,28	0,41	0,40	2,33	3,34	3,33
Марганець, мг	2,05	0,70	0,66	0,43	35,00	33,00	21,20
Енергетична цінність, ккал	2500,1	146	138	145	5,81	5,54	5,79

При цьому пробою №1 є кисіль на основі ячмінного борошна з брусницею і буряком, пробою №2 - на основі житнього обдирного борошна з шипшиною, №3 - на основі вівсяного борошна з морквою та шипшиною.

Як показують проведені дослідження, заміна крохмалю борошном зернових культур значно збагачує продукт білком, вітамінами групи В, вітаміном Е, мінеральними речовинами та харчовими волокнами. Внесення плодово-ягідних та овочевих добавок дозволяє додатково підвищити у напої вміст необхідних елементів. Так, порція кисілю на основі житнього борошна з шипшиною задовольняє добову потребу у вітаміні С на 43 %, а в харчових волокнах на 11 %, що вище, ніж в інших видах напоїв. Добову потребу в марганці та вітаміні В<sub>6</sub> найбільш повно задовольняє кисіль на основі ячмінного борошна з брусницею та буряком. Споживання кисілю на вівсяному борошні з морквою та шипшиною дозволяє суттєво збагатити раціон β-каротином, вітаміном Е, тіаміном, фосфором та магнієм.

#### Висновки за розділом

Встановлено, що органолептичні та фізико-хімічні показники вівсяного, ячмінного та житнього обдирного борошна відповідають вимогам чинних стандартів (ДСТУ 7698:2015, ДСТУ 8791:2018, ДСТУ 7700:2015). Початкова вологість борошна становила 8,5 % для вівсяного, 9,2 % для ячмінного та 10,2 % для житнього, число падіння – 251 с, 373 с і 209 с відповідно, що свідчить про різну активність амілолітичних ферментів і їх вплив на консистенцію напоїв.

Декстринізація борошна в інтервалі температур 50 – 190 °С і тривалості 5 – 30 хв призводить до суттєвого зниження вологості сировини. Найбільша вологовіддача спостерігалася у ячмінного борошна – з 9,2 % до 2,3 %, у житнього – з 10,2 % до 3,5 %, у вівсяного – з 8,5 % до 2,1 %. Усі зразки вже при 50 °С і 5 хв відповідали нормативній вимозі до вологості концентратів ( $\leq 9,5$  %).

Максимальна кінематична в'язкість борошняних клейстерів формується при температурі 110 °С. Для ячмінного борошна оптимальним режимом є 110 °С

протягом 25 хв, за якого в'язкість зросла з 33,57 до 112,35 мм<sup>2</sup>/с (у 3,3 рази). Для житнього борошна за аналогічних умов в'язкість підвищилася з 28,92 до 60,50 мм<sup>2</sup>/с, а для вівсяного – з 94,90 до 144,59 мм<sup>2</sup>/с при 110 °С та 15 хв.

Подальше підвищення температури (понад 130 – 150 °С) і тривалості обробки (понад 20 хв) зумовлює зниження в'язкості клейстерів у 2 – 4 рази внаслідок інтенсивної декстринізації крохмалю та денатурації білків.

За результатами дегустаційної оцінки за 20-бальною шкалою найвищі сумарні бали отримали зразки: № 3 (19,1 бали) – кисіль на житньому борошні з шипшиною; № 5 (18,7 бали) – кисіль на ячмінному борошні з брусницею та буряком; № 10 (18,6 бали) – кисіль на вівсяному борошні з морквою та шипшиною. Вони характеризувалися однорідною консистенцією середньої густоти та гармонійним смаком і ароматом.

Фізико-хімічні показники відібраних концентратів підтвердили їх відповідність нормативам: масова частка вологи становила 3,9 – 4,3 %, сахарози – 64,5 – 66,5 %, титрованих кислот – 1,9 – 2,4 %, сторонні та металомангітні домішки не виявлені.

У процесі зберігання протягом 6 місяців при температурі до 20 °С та відносній вологості повітря  $\leq 70$  % органолептичні показники концентратів залишалися стабільними. Зміна титрованої кислотності зафіксована лише у вівсяному кисілі після 6 місяців і становила +0,2 %, що не вплинуло на якість продукту.

Заміна картопляного крохмалю на зернове борошно суттєво покращує хімічний склад напоїв: вміст білка збільшується у 2,4 – 4 рази, жиру – до 7 разів (для вівсяного борошна), а масова частка харчових волокон зростає на 20 – 60 % при одночасному зниженні вмісту крохмалю.

Використання вівсяного борошна забезпечує збагачення напоїв мікронутрієнтами: вміст вітаміну В1 зріс з 0,04 до 0,10 мг/100 г, вітаміну Е – з 0,7 до 2,1 мг/100 г, марганцю – з 0,50 до 1,05 мг/100 г, магнію – з 30 до 55 мг/100 г, що підвищує біологічну та харчову цінність розроблених концентратів.

Проведені дослідження підтвердили доцільність використання вівсяного,

житнього та ячмінного борошна у технології виробництва концентратів кисілів. Оптимізація режимів термічної обробки зернової сировини забезпечує формування необхідних структурно-механічних та органолептичних властивостей напоїв, підвищує їх стабільність і безпечність під час зберігання. Заміна традиційного крохмалю на зернові компоненти дозволяє суттєво підвищити харчову та біологічну цінність продукції, розширити асортимент харчових концентратів і створити конкурентоспроможні продукти, що відповідають сучасним вимогам здорового харчування.

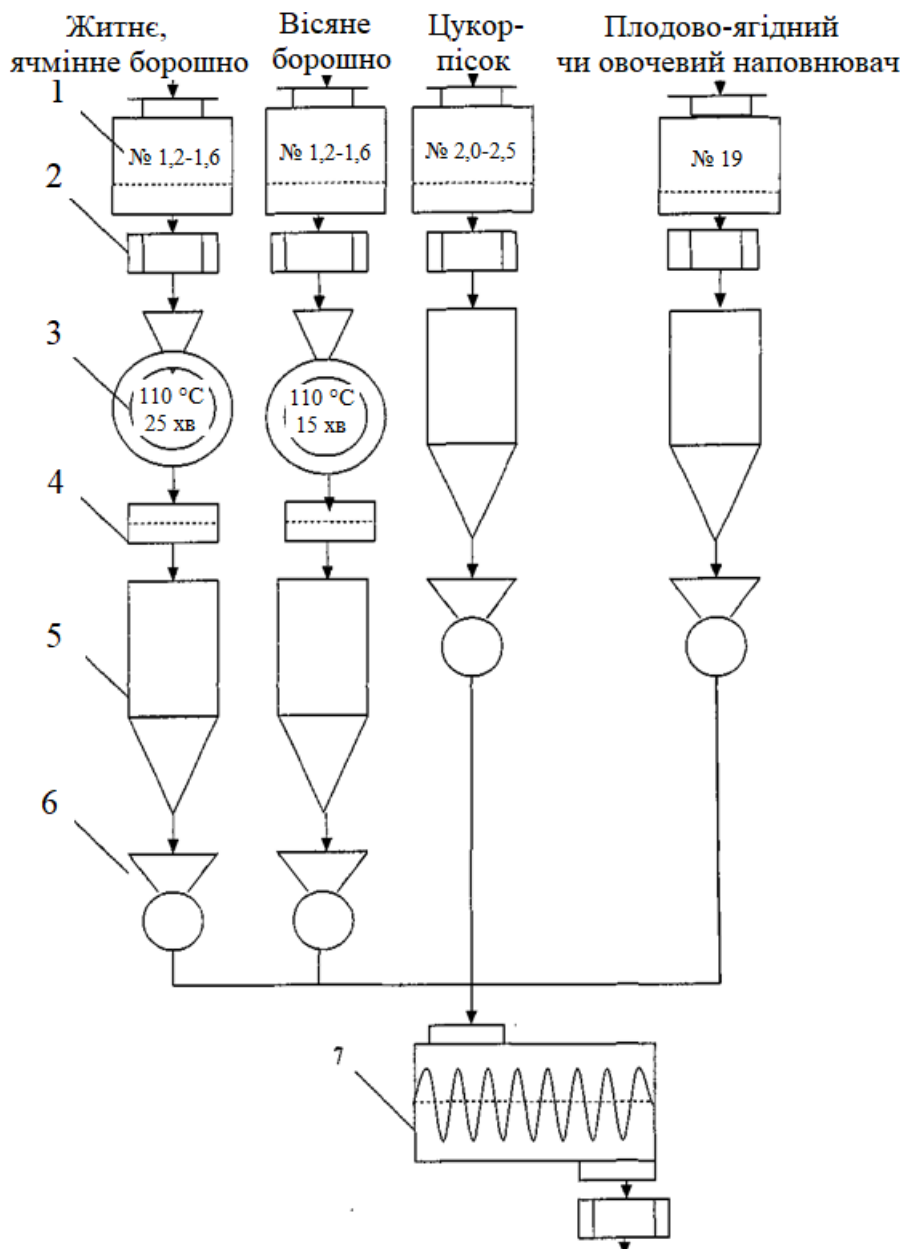
#### 4 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

На підставі проведених експериментальних досліджень була розроблена технологія виробництва концентратів кисілів на основі ячмінного, житнього обдирного та вівсяного борошна. Рецептури напоїв, обґрунтовані теоретично та підтверджені експериментально, наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Рецептура та норми витрати сировини на виробництво концентратів кисілів

Склад	Рецептура, %	Вміст сухих речовин, %	Відходи та втрати, %	Витрата сировини, кг/т	
				в натурі	у сухих речовинах
<b>Кисіль житній з шипшиною</b>					
Борошно житнє	19,8	86,1	6,7	212,3	181,1
Цукор-пісок	64,9	99,7	2,3	662,2	661,1
Кислота лимонна	1,5	97,1	0,6	14,2	13,8
Порошок шипшини	13,8	86,4	1,6	141,2	122,2
Разом	100,0	-	10,9	1029,8	977,7
<b>Кисіль ячмінний з брусницею та буряком</b>					
Борошно ячмінне	19,0	86,0	7,0	203,3	174,8
Цукор-пісок	66,7	99,8	2,2	681,7	680,3
Порошок брусниці	11,9	94,5	1,5	120,8	114,1
Порошок буряків	2,4	89,6	1,5	24,4	21,9
Разом	100,0	-	12,2	1030,2	991,1
<b>Кисіль вівсяний з морквою та шипшиною</b>					
Борошно вівсяне	17,6	91,0	6,8	188,0	171,1
Цукор-пісок	66,8	99,8	2,2	682,7	681,3
Кислота лимонна	1,4	97,2	0,5	14,1	13,7
Порошок моркви	7,1	90,0	1,5	72,1	64,9
Порошок шипшини	7,1	86,5	1,5	72,1	62,4
Разом	100,0	-	12,5	1029,0	993,4

Технологічний процес виробництва розроблених концентратів здійснюється відповідно до схеми, представленої на рисунку 4.1.



Готовий продукт на фасування та пакування

Рисунок 4.1 – Технологічна схема виробництва концентратів напоїв

1 – розсів, 2 – магнітний сепаратор, 3 – обжарювальний апарат,  
4 – охолоджувальна чаша, 5 – накопичувальний бункер, 6 – дозатор, 7 – змішувач.

Кожен вид сировини роздільно спрямовується на контрольне просіювання. Для борошна встановлюється металоткане сито від № 1,2 до №1,6, для цукру-піску

металеве сито від № 2 до № 2,5. Плодово-ягідні порошки просівають через шовкове сито № 19, а лимонну кислоту через металоткане сито від 1,6 до 1,8.

Борошно після пропускання через магнітний сепаратор надходить до обжарювального апарату, де відбувається термічна обробка при вибраних раніше режимах. Обсмажену сировину охолоджують на охолоджувальній чаші до температури від 25 °С до 20 °С.

Плодово-ягідний порошок і лимонна кислота (якщо входить до рецептури) після просіювача відправляються в змішувач, де відбувається їхнє перемішування. Пройшовши через магнітний сепаратор сировина надходить у бункер-накопичувач.

Усі компоненти із накопичувальних бункерів універсальним дозатором у кількостях, відповідних розробленим рецептурам, подаються у змішувач. Потім готовий продукт через магнітний сепаратор направляється на фасування, пакування та маркування.

#### Висновки за розділом

На основі результатів експериментальних досліджень розроблено та апробовано технологію виробництва концентратів кисілів із використанням житнього обдирного, ячмінного та вівсяного борошна, що підтверджує можливість їх практичного впровадження у виробничих умовах.

Сформовано та обґрунтовано рецептури трьох видів концентратів кисілів із додаванням плодово-ягідних та овочевих порошоків, які забезпечують необхідні органолептичні показники, харчову цінність та відповідний вміст сухих речовин у готовому продукті.

Розраховано норми витрат сировини на 1 т готової продукції з урахуванням відходів і технологічних втрат, що дозволяє використовувати розроблені рецептури для планування виробництва та економічних розрахунків.

Розроблено технологічну схему виробництва концентратів напоїв, яка включає операції просіювання, магнітної очистки, термічної обробки, охолодження, дозування, змішування, фасування та пакування і забезпечує

стабільну якість та безпечність продукції.

Встановлено оптимальні умови підготовки сировини, зокрема режими просіювання та обсмажування борошна, що сприяє покращенню органолептичних властивостей концентратів і зниженню мікробіологічного навантаження.

Запропонована технологія не потребує складного або спеціалізованого обладнання та може бути реалізована на діючих підприємствах харчової промисловості з мінімальною модернізацією виробничих ліній.

Практична реалізація результатів досліджень підтвердила доцільність використання зернової сировини та натуральних наповнювачів для розширення асортименту концентратів кислів і створення конкурентоспроможної продукції з підвищеною харчовою та споживчою цінністю.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва концентратів кисілів з додаванням борошна зернових культур

Розробка карти безпеки праці під час виробництва концентратів кисілів з додаванням борошна зернових культур є доцільною та необхідною, оскільки технологічний процес включає низку потенційно небезпечних операцій: роботу з сипкою сировиною, термічну обробку борошна, використання обертового обладнання, магнітних сепараторів і фасувальних машин. Утворення пилу зернового борошна, підвищені температури, можливість механічного травмування та вплив електрообладнання створюють ризики для здоров'я і безпеки працівників.

Карта безпеки праці дозволяє систематизувати небезпечні та шкідливі виробничі фактори, визначити профілактичні заходи, засоби індивідуального захисту та чіткий порядок дій персоналу у штатних і аварійних ситуаціях. Її впровадження сприяє зниженню виробничого травматизму, професійних захворювань, підвищенню культури безпеки праці та забезпеченню відповідності вимогам чинного законодавства з охорони праці..

Основні положення карти приведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Карта безпеки праці під час виробництва концентратів кислів з додаванням борошна зернових культур

Етап технологічного процесу	Потенційно небезпечні та шкідливі фактори	Можливі наслідки	Заходи безпеки	Засоби індивідуального захисту
Приймання та зберігання сировини	Пил зернового борошна, ручне переміщення вантажів	Подразнення органів дихання, перевтома, травми	Механізація вантажних робіт, вентиляція, дотримання норм маси вантажів	Респіратор, рукавиці
Просіювання сировини	Рухомі частини обладнання, пил	Травмування рук, алергічні реакції	Захисні кожухи, регулярне очищення, інструктаж	Респіратор, рукавиці
Магнітна сепарація	Електричний струм, рухомі елементи	Ураження струмом, механічні травми	Заземлення, справність обладнання, заборона роботи без огорожень	Спецодяг
Термічна обробка борошна (обсмажування)	Висока температура, гарячі поверхні	Опіки, перегрів	Теплоізоляція апаратів, контроль температури, автоматизація	Термостійкі рукавиці, спецодяг
Охолодження сировини	Гаряча сировина, пил	Опіки, подразнення дихальних шляхів	Дотримання часу охолодження, місцева вентиляція	Респіратор, рукавиці

Етап технологічного процесу	Потенційно небезпечні та шкідливі фактори	Можливі наслідки	Заходи безпеки	Засоби індивідуального захисту
Дозування та змішування	Обертові механізми, пил	Захоплення одягу, травми	Захисні огороження, заборона ручного втручання	Спецодяг, головний убір
Фасування та пакування	Рухомі частини, електрообладнання	Механічні травми, ураження струмом	Регламентне обслуговування, інструктаж	Спецодяг
Прибирання та санітарна обробка	Мийні та дезінфекційні засоби	Хімічні опіки, подразнення шкіри	Дотримання інструкцій, правильне дозування засобів	Рукавиці, захисні окуляри

Отже, картки безпеки праці є важливою складовою системи охорони праці, що спрямована на захист працівників, підвищення продуктивності виробничих процесів і забезпечення безперебійної та стабільної діяльності підприємства.

## 5.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва концентратів кислів з додаванням борошна зернових культур

Визначення та обґрунтування шляхів утилізації відходів під час виробництва концентратів кислів з додаванням борошна зернових культур є важливим елементом раціональної організації виробництва та екологічної безпеки підприємства. У технологічному процесі утворюються різні види відходів, зокрема пил і відсів борошна, залишки плодово-ягідних та овочевих порошків, пакувальні матеріали, а також відходи, що виникають під час санітарної обробки обладнання. Неврегульоване поводження з такими відходами може призводити до перевитрат сировини, забруднення виробничих приміщень та навколишнього середовища, а також до погіршення санітарно-гігієнічних умов праці.

Раціональна утилізація та повторне використання частини відходів дозволяє зменшити матеріальні втрати, знизити собівартість готової продукції та підвищити екологічну відповідальність виробництва. Крім того, впровадження системи управління відходами відповідає вимогам чинного природоохоронного законодавства та сучасним принципам сталого розвитку харчової промисловості..

Визначені шляхи утилізації відходів представлено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Шляхи утилізації відходів виробництва концентратів кислів з додаванням борошна зернових культур

Вид відходів	Джерело утворення	Характеристика відходів	Шляхи утилізації / використання	Очікуваний ефект
Пил і відсів зернового борошна	Просіювання, транспортування	Органічні, сухі, нетоксичні	Повернення у виробництво в межах допустимих норм або використання як кормова добавка	Зменшення втрат сировини, економія ресурсів
Залишки плодово-ягідних та овочевих порошків	Дозування, змішування	Органічні, біорозкладні	Використання у виробництві кормів або передача на компостування	Зниження обсягів органічних відходів
Відходи пакувальних матеріалів (папір, картон)	Фасування, пакування	Вторинна сировина	Сортування та передача на переробку спеціалізованим підприємствам	Зменшення навантаження на довкілля
Полімерні відходи (плівка, мішки)	Пакування, транспортування	Небіорозкладні	Збір, пресування та передача на вторинну переробку	Раціональне використання матеріалів
Відходи після санітарної обробки	Миття обладнання	Водні стоки з мийними засобами	Попереднє очищення стічних вод перед скиданням у каналізацію	Запобігання забрудненню водних ресурсів
Металомагнітні домішки	Магнітні сепаратори	Неорганічні	Збір та здавання як металобрухт	Підвищення безпеки та повторне використання матеріалів

Отже, раціональне поводження з відходами виробництва є необхідною складовою безперебійної, безпечної та екологічно відповідальної діяльності підприємства.

#### Висновки за розділом

Встановлено, що технологія виробництва концентратів кисілів з додаванням борошна зернових культур характеризується наявністю пилових, термічних, механічних та електричних небезпечних факторів, що обумовлює необхідність системного підходу до охорони праці.

Розроблена карта безпеки праці дозволяє ідентифікувати потенційно небезпечні етапи технологічного процесу, визначити ефективні профілактичні заходи та засоби індивідуального захисту, що сприяє зниженню ризику виробничого травматизму і професійних захворювань.

Обґрунтовано доцільність впровадження системи раціональної утилізації відходів, яка передбачає повторне використання органічних відходів, сортування та передачу пакувальних матеріалів на переробку, а також очищення виробничих стоків.

У цілому розроблені заходи з охорони праці та утилізації відходів забезпечують безпечну, стабільну та екологічно відповідальну роботу підприємства з виробництва концентратів кисілів.

## 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 з розрахунку на 1 кг готового продукту кожного зразку

Найменування, одиниці	Кількість, кг	Ціна, грн.	Сума, грн.
Борошно житнє обдирне	0,25	54,00	13,50
Борошно ячмінне	0,25	40,00	10,00
Борошно вівсяне	0,20	85,00	17,00
Цукор-пісок	2,00	34,00	68,00
Кислота лимонна	0,03	110,00	3,30
Порошок шипшини	0,25	170,00	42,50
Порошок брусниці	0,15	400,00	60,00
Порошок буряків	0,03	765,00	22,95
Порошок моркви	0,1	315,00	31,50
Всього			268,75

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	9500	50,00	20	1190,00
Всього				1190,00

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

$$H = \frac{1190,00 \cdot 22}{100} = 261,80 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.2)$$

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 просіювання рецептурних компонентів:

$$E_1 = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 6,4 = 55,29 \text{ грн.}$$

Витрата електроенергії для термічної рецептурних компонентів:

$$E_2 = 2,3 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 6,4 = 105,99 \text{ грн.}$$

Витрата електроенергії для змішування рецептурних компонентів:

$$E_3 = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 6,4 = 69,12 \text{ грн.}$$

Споживання електроенергії під час роботи комп'ютера:

$$E_4 = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 248 \cdot 6,4 = 999,94 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 = 55,29 + 105,99 + 69,12 + 999,94 = 1230,34 \text{ грн.}$$

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;

$\Phi$  – 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.
Машина для просіювання	13480,30	10	1	3,69
Обладнання для термічної обробки	8600,00	10	1	2,36
Обладнання для змішування	3200,00	10	1	0,88
Ноутбук	33000,00	24	31	672,65
Всього				679,58

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(1190 \cdot 80)}{100} = 952,00 \text{ грн.}$$

Зведені витрати подано в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Кошторис зведених витрат на проведення дослідження

Найменування витрат	Сума, грн.
Матеріали основні	268,75
Оплата праці учасникам досліджень	1190,00
Нарахування на заробітну плату	261,80
Електроенергія	1230,34
Амортизація	679,58
Накладні витрати	952,00
Всього	4582,47

Аналіз показує, що найбільшу частку витрат становлять електроенергія та оплата праці – відповідно 1230,34 грн і 1190,00 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 ( $P = 30$ ), %.

$$Ц = 4582,47 + \frac{30 \cdot 4582,47}{100} = 5957,21 \text{ грн.}$$

Отже, з урахуванням рентабельності 30 %, кінцева вартість дослідження становить 5957,21 грн.

### Висновки за розділом

Проведено розрахунок матеріальних витрат на виробництво концентратів кисілів з додаванням борошна зернових культур.

Зведені витрати на проведення дослідження склали 4582,47 грн, найбільшу частку яких займають електроенергія та оплата праці, що потребує оптимізації ресурсів для підвищення економічної ефективності.

З урахуванням нормативу рентабельності 30 % кінцева вартість дослідження становить 5957,21 грн, що є обґрунтованим показником для планування фінансових ресурсів на проведення експериментальних робіт.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що органолептичні та фізико-хімічні показники вівсяного, ячмінного та житнього обдирного борошна відповідають вимогам чинних стандартів (ДСТУ 7698:2015, ДСТУ 8791:2018, ДСТУ 7700:2015). Початкова вологість борошна становила 8,5 % для вівсяного, 9,2 % для ячмінного та 10,2 % для житнього, число падіння – 251 с, 373 с і 209 с відповідно, що свідчить про різну активність амілолітичних ферментів і їх вплив на консистенцію напоїв.

Декстринізація борошна в інтервалі температур 50 – 190 °С і тривалості 5 – 30 хв призводить до суттєвого зниження вологості сировини. Найбільша вологовіддача спостерігалася у ячмінного борошна – з 9,2 % до 2,3 %, у житнього – з 10,2 % до 3,5 %, у вівсяного – з 8,5 % до 2,1 %. Усі зразки вже при 50 °С і 5 хв відповідали нормативній вимозі до вологості концентратів ( $\leq 9,5$  %).

Максимальна кінематична в'язкість борошняних клейстерів формується при температурі 110 °С. Для ячмінного борошна оптимальним режимом є 110 °С протягом 25 хв, за якого в'язкість зросла з 33,57 до 112,35 мм<sup>2</sup>/с (у 3,3 рази). Для житнього борошна за аналогічних умов в'язкість підвищилася з 28,92 до 60,50 мм<sup>2</sup>/с, а для вівсяного – з 94,90 до 144,59 мм<sup>2</sup>/с при 110 °С та 15 хв.

Подальше підвищення температури (понад 130 – 150 °С) і тривалості обробки (понад 20 хв) зумовлює зниження в'язкості клейстерів у 2 – 4 рази внаслідок інтенсивної декстринізації крохмалю та денатурації білків.

За результатами дегустаційної оцінки за 20-бальною шкалою найвищі сумарні бали отримали зразки: № 3 (19,1 бали) – кисіль на житньому борошні з шипшиною; № 5 (18,7 бали) – кисіль на ячмінному борошні з брусницею та буряком; № 10 (18,6 бали) – кисіль на вівсяному борошні з морквою та шипшиною. Вони характеризувалися однорідною консистенцією середньої густоти та гармонійним смаком і ароматом.

Фізико-хімічні показники відібраних концентратів підтвердили їх відповідність нормативам: масова частка вологи становила 3,9 – 4,3 %, сахарози – 64,5 – 66,5 %, титрованих кислот – 1,9 – 2,4 %, сторонні та металомагнітні домішки

не виявлені.

У процесі зберігання протягом 6 місяців при температурі до 20 °С та відносній вологості повітря  $\leq 70$  % органолептичні показники концентратів залишалися стабільними. Зміна титрованої кислотності зафіксована лише у вівсяному кисілі після 6 місяців і становила +0,2 %, що не вплинуло на якість продукту.

Заміна картопляного крохмалю на зернове борошно суттєво покращує хімічний склад напоїв: вміст білка збільшується у 2,4 – 4 рази, жиру – до 7 разів (для вівсяного борошна), а масова частка харчових волокон зростає на 20 – 60 % при одночасному зниженні вмісту крохмалю.

Використання вівсяного борошна забезпечує збагачення напоїв мікронутрієнтами: вміст вітаміну В1 зріс з 0,04 до 0,10 мг/100 г, вітаміну Е – з 0,7 до 2,1 мг/100 г, марганцю – з 0,50 до 1,05 мг/100 г, магнію – з 30 до 55 мг/100 г, що підвищує біологічну та харчову цінність розроблених концентратів.

Проведені дослідження підтвердили доцільність використання вівсяного, житнього та ячмінного борошна у технології виробництва концентратів кисілів. Оптимізація режимів термічної обробки зернової сировини забезпечує формування необхідних структурно-механічних та органолептичних властивостей напоїв, підвищує їх стабільність і безпечність під час зберігання. Заміна традиційного крохмалю на зернові компоненти дозволяє суттєво підвищити харчову та біологічну цінність продукції, розширити асортимент харчових концентратів і створити конкурентоспроможні продукти, що відповідають сучасним вимогам здорового харчування.

Розроблено технологічну схему виробництва концентратів напоїв, яка включає операції просіювання, магнітної очистки, термічної обробки, охолодження, дозування, змішування, фасування та пакування і забезпечує стабільну якість та безпечність продукції.

Запропонована технологія не потребує складного або спеціалізованого обладнання та може бути реалізована на діючих підприємствах харчової промисловості з мінімальною модернізацією виробничих ліній.

У цілому розроблені заходи з охорони праці та утилізації відходів забезпечують безпечну, стабільну та екологічно відповідальну роботу підприємства з виробництва концентратів кислів.

Зведені витрати на проведення дослідження склали 4582,47 грн, найбільшу частку яких займають електроенергія та оплата праці, що потребує оптимізації ресурсів для підвищення економічної ефективності.

З урахуванням нормативу рентабельності 30 % кінцева вартість дослідження становить 5957,21 грн, що є обґрунтованим показником для планування фінансових ресурсів на проведення експериментальних робіт.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Самохвалова О.В., Кучерук З.І., Олійник С.Г. Харчові технології. Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів: навч. посіб. Харків, ФОП Бровін О.В., 2019. 284 с.
2. Дорохович А. М., Ковбаса В.М. Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів : навч. посіб. Київ, 2015. 632 с.
3. Загальні технології харчової промисловості: підручник / О. А. Савченко, О. В. Грек, М. С. Ніколаєнко, О. А. Топчій, А. В. Тимчук. Київ : ЦП «Компринт», 2023. 427 с.
4. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.
5. Тovaжнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О., Арсеньева О.П., Орлова Є.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах: Підручник. Київ, Центр учбової літератури, 2021. 832 с.
6. Артамонова, М. В., Гревцева, Н. В., & Шматченко, Н. В. (2017). Технологія галузі. Розділ" Технологія харчових концентратів". Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів освітнього ступеня бакалавр спеціальності 181" Харчові технології".
7. 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.
8. Papageorgiou, M., & Skendi, A. (2018). Introduction to cereal processing and by-products. In Sustainable recovery and reutilization of cereal processing by-products (pp. 1-25). Woodhead Publishing.
9. Owens, G. (Ed.). (2001). Cereals processing technology (Vol. 53). CRC Press.

10. Кравченко, М. Ф., & Романовська, О. Л. (2022). Технологічні особливості борошняних композиційних сумішей. Riga, Latvia: " Baltija Publishing", 2022. 384 p., pp. 210-244.
11. Kovaliova O, Pivovarov O, Vasylieva N, Koshulko V. Obtaining of rice malt with the use of plasma-chemically activated aqueous solutions. Food science and technology.2022;16(4):64-76. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i4.2542>
12. Saleh, A. S., Wang, P., Wang, N., Yang, S., & Xiao, Z. (2019). Technologies for enhancement of bioactive components and potential health benefits of cereal and cereal-based foods: Research advances and application challenges. Critical reviews in food science and nutrition, 59(2), 207-227.
13. Капрельянц, Л. В., & Журлова, О. Д. (2014). Biotechnological approaches for the production of functional foods and supplements from cereal raw materials. Харчова наука і технологія, (2), 15-19.
14. Kaur, K. D., Jha, A., Sabikhi, L., & Singh, A. K. (2014). Significance of coarse cereals in health and nutrition: a review. Journal of food science and technology, 51(8), 1429-1441.
15. Soukoulis, C., & Aprea, E. (2012). Cereal bran fractionation: processing techniques for the recovery of functional components and their applications to the food industry. Recent patents on food, nutrition & agriculture, 4(1), 61-77.
16. Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S. S., & Webb, C. (2002). Application of cereals and cereal components in functional foods: a review. International journal of food microbiology, 79(1-2), 131-141.
17. Patel, A., Devraja, H. C., Sharma, P., & Singh, R. R. B. (2019). Food technology II.
18. Kovalova O., Pivovarov O., & Koshulko, V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. Food Science and Technology. 2022. 16 (3). P. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>

19. Delcour, J. A., Rouau, X., Courtin, C. M., Poutanen, K., & Ranieri, R. (2012). Technologies for enhanced exploitation of the health-promoting potential of cereals. *Trends in Food Science & Technology*, 25(2), 78-86.
20. Schutyser, M. A. I., & Van der Goot, A. J. (2011). The potential of dry fractionation processes for sustainable plant protein production. *Trends in Food Science & Technology*, 22(4), 154-164.
21. Ковальова О.С. Особливості консервування харчової сировини з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів. The 13th International scientific and practical conference “Implementation of modern technologies in science” (December 20 - 23, 2022) Varna, Bulgaria. International Science Group. 2022. С.516-526. <https://doi.org/10.46299/ISG.2022.2.13>
22. Sachdev, N., Goomer, S., & Singh, L. R. (2021). Foxtail millet: a potential crop to meet future demand scenario for alternative sustainable protein. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(3), 831-842.
23. Mukhametov, A., Aliyeva, N., Musayeva, N., & Mammadova, U. (2023). Antioxidant activity and phenolic content of cereal food concentrates: Import control issues. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 88(4), 317-324.
24. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Лазаренко У.І. Застосування нетрадиційних підсолоджувачів натурального походження для виготовлення сухих сніданків. *Наука, технології, інновації*. 2024. № 2 (30). С. 70-81. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2024-2-09>
25. Rosentrater, K. A., & Evers, A. D. (2017). *Kent's technology of cereals: An introduction for students of food science and agriculture*. Woodhead Publishing.
26. Galanakis, C. M. (2022). Sustainable applications for the valorization of cereal processing by-products. *Foods*, 11(2), 241.
27. Kovalova, O., Vasylieva, N., Haliasnyi, I., Gavrish, T., Dikhtyar, A., Andrieieva, S., Gontar, T., Osmanova, O., Omelchenko, S., & Ashtaiev, O. (2024). Development of technology for the production of all-purpose buckwheat malt using plasmochemically activated aqueous solutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(11 (127)), 38–51. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.298797>

28. Onopriichuk, O., & Skuibida, V. (2024). Improvement of fermented dairy-plant concentrate technology. *Ukrainian Journal of Food Science*, 12(2).
29. Inglett, G. (Ed.). (2012). *Cereals for Food and Beverages: Recent Progress in Cereal Chemistry and Technology*.
30. Kovaliova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Mandych, O., Hontar, T., Haliasnyi, I., Kotliar, O., Yanchyk, O., Bogatov, O. (2023). Development of a technology for the production of germinated flaxseed using plasma-chemically activated aqueous solutions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (124)), 6–19. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284810>
31. Ponte, J. G., Doğan, I. S., & Kulp, K. (2000). Special food ingredients from cereals. In *Handbook of Cereal Science and Technology, Revised and Expanded* (pp. 755-776). CRC Press.
32. Ковальова О.С. Інноваційна технологія виробництва гречаної крупи. The 14th International scientific and practical conference “Modern stages of scientific research development” (December 27 - 30, 2022) Prague, Czech Republic. International Science Group. 2022. С. 453-460. <https://doi.org/10.46299/ISG.2022.2.14>
33. Poutanen, K., Sozer, N., & Della Valle, G. (2014). How can technology help to deliver more of grain in cereal foods for a healthy diet?. *Journal of Cereal Science*, 59(3), 327-336.
34. 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.
35. Koshak, J., Zenovich, N., & Rybkina, E. (2021). The impact of production treatments of feed concentrate produced from waste of cereal production on its biological value and efficiency in the composition of compound feed for carp. *Зернові продукти і комбікорми*, (21, № 2), 45-50.
36. Hamaker, B. R. (Ed.). (2007). *Technology of functional cereal products*. Elsevier.

37. Foschia, M., Peressini, D., Sensidoni, A., & Brennan, C. S. (2013). The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products. *Journal of cereal science*, 58(2), 216-227.
38. Чурсинов Ю.А., Ковалева Е.С., Кошулько В.С., Калина В.С., Пришедько В.М. Биоактивация зерна с использованием фруктовых кислот. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2020. № 2. С. 26-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.30850/vrsn/2020/2/26-28>
39. Avelar, Z., Pereira, R. N., Vicente, A. A., & Rodrigues, R. M. (2024). Protein quality of cereals: Technological and functional perspectives. *Journal of Cereal Science*, 117, 103922.
40. Kovaliova O., Pivovarov O., Koshulko V. Study of hydrothermal treatment of dried malt with plasmochemically activated aqueous solutions // *Food science and technology*. 2020. Vol. 14, Issue 3. P. 113-121 DOI: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i3.1799>
41. Vasanthan, T., & Temelli, F. (2008). Grain fractionation technologies for cereal beta-glucan concentration. *Food Research International*, 41(9), 876-881.
42. Dijkstra, D. S., Linnemann, A. R., & van Boekel, T. A. (2003). Towards sustainable production of protein-rich foods: appraisal of eight crops for Western Europe. PART II: Analysis of the technological aspects of the production chain. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(5), 481-506.
43. Mondor, M., & Hernández-Álvarez, A. J. (2022). Processing technologies to produce plant protein concentrates and isolates. In *Plant protein foods* (pp. 61-108). Cham: Springer International Publishing.
44. Alzuwaid, N. T., Pleming, D., Fellows, C. M., & Sissons, M. (2021). Fortification of durum wheat spaghetti and common wheat bread with wheat bran protein concentrate-impacts on nutrition and technological properties. *Food chemistry*, 334, 127497.