

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології екструзійних
картопляних продуктів підвищеної харчової
цінності**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГХТ-1-19
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

_____ Ромашко Артур Євгенович

Керівник: _____ Чурсінов Юрій Олексійович

Рецензент: _____

Дніпро 2020

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки

сільськогосподарської продукції

доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

(підпис)

« ____ » _____ 2020 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Ромашко Артура Євгеновича

1. Тема роботи «Обґрунтування технології екструзійних картопляних продуктів підвищеної харчової цінності».

Керівник роботи Чурсінов Юрій Олександрович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» вересня 2020 року № 2397.

2. Строк подання студентом роботи 27 листопада 2020 року

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

2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань обробки харчових продуктів тиском. 3. Нормативно-технологічна документація.

4. Патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Літературний огляд. 2 Методологія досліджень. 3 Дослідна частина. 4. Практичне впровадження отриманих результатів. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Огляд літератури. 2. Мета та задачі досліджень. 3. Дослідне устаткування. 4 Дослідна частина. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	Чурсінов Ю.О., професор	29.09.2020	27.11.2020
5	Кравець В.В., доцент	29.09.2020	27.11.2020
6	Павленко О.С., доцент	29.09.2020	27.11.2020

7. Дата видачі завдання 21 вересня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	29.09-30.09.20	виконано
2	Літературний огляд	01.10-11.10.20	виконано
3	Методологія досліджень	12.10-25.10.20	виконано
4	Дослідна частина	26.10-01.11.20	виконано
5	Практичне впровадження отриманих результатів	02.11-10.11.20	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	11.11-20.11.20	виконано
7	Організаційно-економічна частина	21.11-24.11.20	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	25.11-26.11.20	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	27.11.20	виконано

Студент

_____ (підпис)

Ромашко А.Є.

Керівник роботи

_____ (підпис)

Чурсінов Ю.О.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 99 сторінок друкованого тексту, 15 рисунків та ілюстрацій, 20 таблиць та використано 81 літературне джерело посилань.

Метою роботи є обґрунтування використання сухого картопляного пюре та додаткової сировини для виробництва екструзійних картоплепродуктів підвищеної харчової цінності.

Об'єкт дослідження – технологія картоплепродуктів високотемпературної екструзії.

Предмет дослідження – сировина: основна (сухе картопляне пюре), додаткова (морквяний, буряковий, яблучний порошки, ячна, кукурудзяна крупи, пшоно, рис, горох і сухе знежирене молоко) та продукти високотемпературної екструзії на основі зазначеної сировини.

Найпоширенішими екструзійними харчовими продуктами на сьогодні є сухі сніданки на основі зернової сировини. Найбільш доцільним для одержання екструзійних картоплепродуктів методом високотемпературної екструзії є використання саме сухого картопляного пюре. Дана сировина є фізіологічно повноцінним продуктом, який містить ряд поживних речовин (крохмаль, білки) та ряд біологічно активних речовин (вітаміни, мінеральні речовини та ін.). Крім того, масова частка вологи вибраної сировини задовольняє умови процесу високотемпературної екструзії.

Для підвищення харчової цінності екструзійних картоплепродуктів доцільним є використання різних видів додаткової сировини, а саме це овочеві та фруктові порошки, зернові крупи, горох, сухе знежирене молоко.

Ключові слова: КАРТОПЛЕКПРОДУКТИ, ЕКСТРУЗИЯ, КАРТОПЛЯНЕ ПЮРЕ, ВОЛОГА, ВОДОПОГЛИННЯ, ТЕМПЕРАТУРА, СУХА РЕЧОВИНА, ТРИВАЛІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	9
1.1 Характеристика основної та додаткової сировини, що використовується у виробництві екструзійних картоплепродуктів	9
1.2 Основні принципи технології високотемпературної екструзії	16
1.3 Технології нових видів екструзійних харчових продуктів	19
Висновки до розділу	23
2 МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
2.1 Характеристика сировини, використаної у дослідженнях	24
2.2 Методи досліджень	24
2.2.1 Методики визначення хімічного складу сировини та готової продукції	25
2.2.2 Методики визначення фізико-хімічних показників сировини та готової продукції	29
2.2.3 Визначення якості продуктів та їх харчової цінності	30
Висновки до розділу	30
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	31
3.1 Дослідження основних фізико-хімічних характеристик основної та додаткової сировини	31
3.1.1 Хімічний склад сухого картопляного пюре та додаткової сировини	31
3.1.2 Визначення ступеня набухання досліджуваної сировини	33
3.1.3 Визначення водопоглинальної здатності досліджуваної сировини	35
3.2 Визначення оптимальної масової частки вологи сировини для екструдкування картопле продуктів	36
3.3 Дослідження впливу додаткової сировини на органолептичні показники екструзійних картопле продуктів	43
3.4 Визначення впливу додаткової сировини на масову частку вологи екструзійних картопле продуктів	51

3.5	Визначення впливу додаткової сировини на коефіцієнт спучування екструзійних картопле продуктів	53
3.6	Дослідження впливу додаткової сировини на міцність екструдатів	54
3.7	Дослідження впливу додаткової сировини на ступінь набухання екструзійних картопле продуктів	56
3.8	Дослідження впливу додаткової сировини на водопоглинальну здатність екструзійних картопле продуктів	58
	Висновки до розділу	59
4	ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	61
4.1	Визначення рецептурних композицій картоплепродуктів	61
4.2	Калорійність розроблених екструзійних картопле продуктів	62
4.3	Технологічна схема виробництва екструзійних картопле продуктів	65
	Висновки до розділу	66
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	67
5.1	Дослідження та оцінка стану охорони праці в ТОВ «Горизонт»	67
5.2	Рекомендації щодо покращення охорони праці	71
5.3	Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в ТОВ «Горизонт»	71
5.4	Вимоги безпеки праці під час роботи оператора екструдера харчової сировини	74
5.5	Безпека праці в надзвичайних ситуаціях	77
	Висновки до розділу	79
6	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	80
6.1	Організація проведення дослідження	80
6.2	Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	85
6.3	Розрахунок вартості дослідження	88
	Висновки до розділу	89
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	90
	СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	92
	ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми. Особливістю сучасного розвитку харчової промисловості є розробка та виробництво продуктів із заданим складом і властивостями, які б сприяли збереженню та покращенню здоров'я людини. Високотемпературна екструзія дає можливість отримувати продукти зі заздалегідь запланованими властивостями. Над цією проблемою працювали вчені: Жушман А.І., Карпов В.Г., Остриков А.М., Дорохович А.М., Ковбаса В.М., Сирохман І.В., Пивоваров П.П., Рудавська А.Б., Притульська Н.В., Черно Н.К., Кундиловська Т.А. та ін.

Найпоширенішими екструзійними харчовими продуктами на сьогодні є сухі сніданки на основі зернової сировини. Екструзійні картоплепродукти на ринку України відсутні, тому є потреба у розробленні технологій екструзійних картоплепродуктів та активного впровадження їх у виробництво. Найбільш доцільним для одержання екструзійних картоплепродуктів методом високотемпературної екструзії є використання саме сухого картопляного пюре. Дана сировина є фізіологічно повноцінним продуктом, який містить ряд поживних речовин (крохмаль, білки) та ряд біологічно активних речовин (вітаміни, мінеральні речовини та ін.). Крім того, масова частка вологи вибраної сировини задовольняє умови процесу високотемпературної екструзії.

Для підвищення харчової цінності екструзійних картоплепродуктів доцільним є використання різних видів додаткової сировини. Багатий хімічний склад і позитивний вплив на органолептичні показники готових виробів дозволив зупинитися на овочевих та фруктовому порошках, зернових крупах, горосі, сухому знежиреному молоці.

Отже, проведення наукових досліджень щодо можливості використання сухого картопляного пюре та додаткової сировини у виробництві екструзійних харчових продуктів є необхідним та актуальним.

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є обґрунтування використання сухого картопляного пюре та додаткової сировини для виробництва екструзійних картоплепродуктів підвищеної харчової цінності.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити хімічний склад, основні фізико-хімічні показники сухого картопляного пюре та додаткової сировини;
- встановити оптимальні дозування додаткової сировини для забезпечення високих показників якості готової продукції;
- дослідити вплив морквяного, бурякового, яблучного порошоків, ячної, кукурудзяної круп, пшона, рису, гороху і сухого знежиреного молока на органолептичні та фізико-хімічні показники якості готових продуктів;
- визначити тривалість зберігання розроблених екструзійних картоплепродуктів, протягом якої вони не втрачають своїх показників якості;
- виконати практичне впровадження отриманих результатів досліджень;
- дослідити стан охорони праці в ТОВ «Горизонт»;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія картоплепродуктів високотемпературної екструзії.

Предмет дослідження – сировина: основна (сухе картопляне пюре), додаткова (морквяний, буряковий, яблучний порошки, ячна, кукурудзяна крупи, пшоно, рис, горох і сухе знежирене молоко) та продукти високотемпературної екструзії на основі зазначеної сировини.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Картопля – невід’ємна частина традиційного раціону харчування кожної сучасної людини як в Україні, так і за її межами. За другу половину ХХ століття виробництво картоплі збільшилося на 65 % (до 284 млн. т) [56]. В середньому в світі на душу населення вирощується близько 50 кг картоплі. В 2018 р. в Україні було зібрано 19462 тис. т картоплі, що в перерахунку на душу населення складає 413 кг, тоді як в Росії – 37280 тис. т та 260 кг відповідно, в Білорусії – 8329 тис. т та 854 кг, в Польщі – 13999 тис. т та 367 кг [59].

Наявність широкого спектра вітамінів і мінеральних речовин зумовлює високу біологічну цінність картоплі.

Широка популярність картоплі у споживачів сприяла розширенню асортименту продуктів з неї та збільшенню способів її переробки. Нині спостерігається активний розвиток таких товарних груп як напівфабрикати і готові до споживання картоплепродукти. Це пов’язано з тим, що у сучасної людини змінилося відношення до раціону та способу харчування. Так, громадяни західних держав споживають картоплепродуктів у США 49,5 кг, у Великобританії – 40,0, в Німеччині – 20,3 кг у перерахунку на свіжу картоплю, тоді як в Росії, Білорусії та Україні це значення не перебільшує 1,2 кг. На виробництво картоплепродуктів у США використовується біля 75 % валового збору картоплі, у Великобританії 41, в Німеччині – 22, в Росії, Білорусії, Україні – менше 1,0 % [1, 82, 161, 162].

1.1 Характеристика основної та додаткової сировини, що використовується у виробництві екструзійних картоплепродуктів

Сухе картопляне пюре. Основною сировиною для виробництва розроблених екструзійних картоплепродуктів є сухе картопляне пюре – напівфабрикат, який залежно від форми і величини частинок, товарних та кулінарних якостей, а також особливостей технології його виробництва поділяють

на крупку, пластівці, гранули, порошок (борошно) і пінопродукт [51]. Один кілограм сухого картопляного пюре еквівалентний 6 – 8 кг свіжої картоплі. Основним показником якості сухого картопляного пюре є його зовнішній вигляд, колір і консистенція. Важливу роль також відіграє відновленість і стійкість при довготривалому зберіганні [18].

Картопляна крупка – дрібнозернистий продукт з масовою часткою вологи до 12 % з розміром крупинок до 1 мм білого або світло-кремового кольору.

Об'ємна маса картопляної крупки складає $0,5 \cdot 10^{-3} - 0,7 \cdot 10^{-3}$ кг/м³, тобто майже в 1,5 рази більша ніж у гранул та в 2,5 рази більша – пластівців, що забезпечує зменшення кількості тари та зниження транспортних витрат.

Картопляна крупка швидко відновлюється в пюре при кулінарній підготовці. Може застосовуватися для дієтичного харчування [40]. Хімічний склад картопляної крупки наведений в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад різних видів сухого картопляного пюре [2]

Складова	Крупка	Пластівці	Гранули
Вуглеводи, г	79,0	76,3	77,7
Білки, г	4,06	3,8	3,94
Жири, г	0,23	0,22	0,24
Вітаміни (мг):			
С	3,8	4,8	3,4
В ₁	0,28	0,25	0,29
В ₂	0,08	0,09	0,09
РР	3,35	3,4	3,1
Калорійність, ккал/кДж	314,5/1316,1	303,6/1270,5	309,3/1294,1

Картопляні пластівці – дуже тонкі, товщиною 0,2 – 0,3 мм, пелюстки білого або світло-кремового кольору, розміром не більше 10 мм. Масова частка вологи продукту, розфасованого в герметичну тару – до 8 %, в негерметичну – до 12 %. Об'ємна маса продукту складає $0,2 \cdot 10^{-3} - 0,3 \cdot 10^{-3}$ кг/м³.

Картопляні пластівці мають ряд переваг: відносна простота їх виробництва (технологічні операції прості: в порівнянні з крупкою немає стадій попереднього

подрібнення та розсіювання за фракціями, в порівнянні з гранулами відсутня стадія утворення джутів та їх подрібнення), швидке відновлення в пюре при кулінарній підготовці. Недоліком їх є мала об'ємна маса, що обумовлює витрати на пакування і транспортування; складність при видаленні металодомішок з продукту (із-за величини їх розмірів) [17].

Картопляні гранули являють собою циліндрики діаметром від 1 до 3 мм і довжиною від 5 до 25 мм, білого або кремового кольору різних відтінків, притаманних відповідним сортам картоплі, масова частка вологи до 8 % при розфасуванні у герметичну тару та до 12 % – у негерметичну тару. Об'ємна маса їх складає $0,3 \cdot 10^{-3} - 0,4 \cdot 10^{-3}$ кг/м³.

Перевагою картопляних гранул є можливість їх виробництва на типових овочесушильних лініях, недоліком – велика тривалість їх відновлення в пюре при кулінарній обробці та порівняно невелика об'ємна маса. Встановлено [8], що пресуванням можна збільшити об'ємну масу картопляних гранул до $0,7 \cdot 10^{-3}$ 10 кг/м³.

Картопляний порошок має показники аналогічні картопляній крупці, тільки з дрібнішими крупинками та більш високою об'ємною масою – $0,7 - 0,8 \cdot 10^{-3}$ кг/м³. Продукт володіє перевагами, що й картопляна крупка [51].

Картопляний пінопродукт являє собою подрібнений сухий пористий матеріал з розмірами частинок до 2 мм і масовою часткою вологи до 12 %. За зовнішнім виглядом пінопродукт нагадує картопляну крупку, але з більшими за розміром крупинками, що зберігають пористу структуру. Об'ємна маса його $0,4 - 0,5 \cdot 10^{-3}$ кг/м³.

Для утворення пінопродукту через картопляне пюре при його перемішуванні пропускають повітря. Для покращення піноутворюючої здатності картопляного пюре та підвищенню стабільності піни в продукт додають піноутворюючі агенти – сухе знежирене молоко або моностеарат гліцерину (міверол) [21, 29].

За своїми кулінарними і якісними характеристиками пінопродукт аналогічний картопляній крупці. Недоліком його є складність у виробництві.

Розроблена технологія виробництва агломерованого сухого картопляного пюре [18]. Агломерат – багатокомпонентний продукт, склад якого може бути різним, проте рівномірним. Агломероване сухе картопляне пюре швидко і рівномірно зволожується та відновлюється в пюре високої якості.

Розроблена технологія виробництва збагаченого сухого картопляного пюре [17]. В якості збагачувачів використовують молочні та білкові препарати.

Сухе картопляне пюре є фізіологічно повноцінним продуктом, що містить значну кількість поживних речовин (переважно вуглеводів) і біологічно активних речовин (вітамін С, макроелемент К та ін.).

Тривалість зберігання сухого картопляного пюре становить 6 – 12 місяців в залежності від виду продукта, якості сировини, технології виробництва, масової частки вологи, виду пакування, умов зберігання та інших факторів [14].

В нашій роботі було використано пюре виробництва фірми «Jantar» Sp. z.o.o. ZPZ Stolon м. Слупськ, Польща. Крім польського пюре на ринку України представлене пюре білоруського, бельгійського і німецького виробництв. Проте пюре білоруського виробництва поступається якістю польському, а бельгійське і німецьке – дорожчі ніж польське. Отже, саме пюре польського виробництва має оптимальне співвідношення ціни та якості.

Необхідно зазначити, що сухе картопляне пюре є відносно новою сировиною у виробництві екструзійних харчових продуктів. Крім того, широко використовується у виробництві супу-пюре, котлет, запіканки, оладок та ін., тому важливим є налагодження виробництва всіх видів пюре в нашій державі.

Морквяний порошок. Морква є важливою культурно-овочевою рослиною. За вмістом вуглеводів, білків, вітамінів та барвних речовин морква є одним з найбільш цінних коренеплодів. Барвна речовина моркви – каротин – в організмі людини перетворюється на вітамін А. За вмістом каротину морква поступається лише солодкому перцю. Для того, щоб забезпечити добову потребу дорослої людини у вітаміні А достатньо 100 г моркви. До складу моркви входять вітаміни В₁, В₂, В₉, С, РР, К [16]. Морквяний сік широко застосовується як дієтичний продукт, який особливо необхідний при недокрів'ї. «Від моркві більше крові», –

так народна говірка характеризує значення цього овоча для організму людини [12]. Морква – вітамінний засіб, який вживають при стенокардії, хворобах нирок, печінки, дихальних шляхів, туберкульозі, як болезаспокійливий, антисептичний, протизапальний засіб [15]. До складу моркви входять також харчові волокна, які необхідні для повноцінного харчування людини [13, 14]. Проте найбільшого промислового значення має порошок моркви, оскільки має меншу масову частку вологи, тому краще зберігається і транспортується, зручніший у використанні в технологічному процесі. Необхідно враховувати, що порошок є дуже гігроскопічним, тому вимагає швидкого пакування в герметичну тару [11].

Буряковий порошок. Буряк є поживним коренеплодом. До складу буряку входить залізо, кобальт, марганець, мідь, цинк, що важливо, оскільки зазначені елементи входять до складу багатьох ферментів людського організму.

В 100 г буряку міститься 10 мг вітаміну С, а також вітаміни В₁, В₂, РР, клітковина та органічні кислоти. Буряки містять пектинові речовини, які необхідні для харчування, оскільки пригнічують діяльність гнилісних шлункових бактерій. Крім того, до складу буряка входить бетаїн, який має ліпотропну дію, покращує роботу печінки і приймає участь у регулюванні холестеринового обміну. В народній медицині буряк використовується як засіб для підвищення гемоглобіну. Варений буряк рекомендується при атеросклерозі, гіпертонічній хворобі, при захворюваннях печінки, нирок і шлунку [35].

Промислове значення має буряковий порошок, оскільки порошок є більш зручним і простим у зберіганні, транспортуванні та використанні.

Яблучний порошок. Яблука є дуже цінними і корисними фруктами для організму людини. Вони містять органічні кислоти (яблучну, винну, лимонну та ін.), вуглеводи (глюкозу, сахарозу та ін.), пектинові та дубильні речовини, вітаміни С і В₁, залізо, фосфор, ефірні олії. З них отримують яблучно-кисле залізо, яке використовується для лікування анемії. Свіжі яблука вживають при авітамінізмі та як шлункові засоби [7].

Промислове значення має яблучний порошок. Він широко використовується як додаткова сировина у кондитерській, хлібопекарській промисловості, у виробництві морозива тощо.

Сухе знежирене молоко. Молоко містить до 120 різних компонентів. Молочний білок містить всі амінокислоти, в тому числі і незамінні. Засвоюваність молочного білку становить 96 %. В коров'ячому молоці нараховується більше 15 вітамінів та біля 20 різноманітних мінеральних речовин. Особливе значення мають солі кальцію та фосфоровмісні речовини [13]. Двох стаканів молока на день достатньо для того, щоб задовольнити потребу людського організму в кальції. Крім того, молоко містить майже всі мікроелементи: кобальт, мідь, цинк, бром, йод, марганець, фтор, сірку, молібден та ін.

Молочний цукор – лактоза є важливим джерелом енергії людського організму, особливо для дітей. Крім того, молоко використовується також як і лікарський засіб при лікуванні серцевих захворювань, туберкульозі, подагрі та деяких інших захворюваннях [43].

Горох. Горох є джерелом рослинного білку, який широко використовується в харчовій промисловості [13, 16]. Вміст білків в горосі коливається в межах 22 – 30 % залежно від сорту і місця вирощування [31]. Білки зернобобових близькі за будовою і складом амінокислот до білків тваринного походження. Саме тому вони є цінними у фізіологічному відношенні у порівнянні з білками інших рослин. Всі зернобобові багаті також на вітаміни В₁, В₂, В₆, РР, С [35].

Виробляють продовольчий горох та лущений. Лущений горох поділяють на два види: горох лущений цілий полірований та горох лущений колотий полірований. В горосі одного виду допускається наявність гороху іншого виду (до 5 %). Масова частка вологи не повинна перевищувати 15 %. Наявність сміттєвих домішок, нелущеного, подрібненого насіння контролюється згідно з нормативною документацією. Наявність січки в горосі не допускається.

Велике значення у визначенні якості гороху має зовнішній вид зерен. Горох повинен бути однорідним за кольором. Допускається наявність в жовтому горосі

насіння зеленого кольору і, навпаки, в зеленому – жовтого кольору не більше 7 % [27].

Крупа ячна. Вміст білкових речовин в зерні ячменю коливається від 7 до 25 %, в середньому становить 12 % [50]. В білках зерна ячменю переважають спирторозчинні (проламіни) і лужнорозчинні (глютеліни) фракції білку. На їх частку припадає в середньому 60 %. В білку зерна ячменю вміст незамінних амінокислот складає 30,6 г на 100 г білка.

Крупа ячна являє собою подрібнені зерна круп'яного ячменю звільнені від оболонки і зародку. Колір крупи білий з жовтуватим відтінком [6].

Крупа пшоно. Вміст білку в зерні проса коливається від 8,8 до 19,3 % і в середньому становить 13,7 % [50]. Особливістю амінокислотного складу зерна проса в порівнянні з іншими злаковими є підвищений вміст аланіну та більш низький вміст аспарагінової кислоти. Просо містить також жир – 2,5 %, вуглеводи – 69,6 % та вітамін В₁ – 0,4 мг/г [6].

Крупа пшоно – це зерна проса, що звільнені від квіткових плівок, відшліфовані, при цьому видалена значна частина зародку, плодових і сім'яних оболонки та алейроновий шар. В продукті, що отримується значно знижується вміст жиру і клітковини, а також каротину. У виробництві харчових концентратів використовують шліфоване пшоно вищого сорту [31].

Крупа кукурудзяна. Загальний вміст білків в зерні кукурудзи лежить в межах 4,9 – 23,6 % і в середньому становить 12 % [50]. Особливо на білки багатий зародок, а в оболонці їх значно менше. Калорійність крупи кукурудзяної висока, оскільки вміст крохмалю досягає 68 – 72 %.

Крупа кукурудзяна являє собою добре відшліфовані з круглими гранями різної форми подрібнені частинки зерен кукурудзи, що звільнені від плодових оболонки та зародку [16].

Крупа рисова. Рис є високопоживним і легкозасвоюваним продуктом. Вважається [65], що для половини населення Землі рис є основним харчовим продуктом. Після видалення з зернівки оболонки та зародку, отримують шліфований рис. Часто шліфований рис ще полірують для отримання крупи з

блискучою поверхнею. Інколи рис покривають глазур'ю, для отримання крупи з блакитним відтінком.

Вміст білку в рисовій крупі знаходиться в межах 8,8 – 13,6 % (в середньому 11,1 %). До складу білків рису входять всі незамінні амінокислоти. Лімітуючими амінокислотами є лізин і треонін. Рис містить жиру до 1 %, вуглеводів – 75 %, вітаміни групи В (0,42 мг/100 г) [16].

1.2 Основні принципи технології високотемпературної екструзії

Високотемпературна екструзія – це процес, який проходить за значного тиску, механічна енергія переходить в теплову, що призводить до різних за глибиною змін якісних показників сировини, що переробляється (денатурації білків, клейстеризації крохмалю та інших біохімічних перетворень). Характер і глибина змін та їх вплив на якість продукції залежить від режиму процесу екструзії та його тривалості [53]. Крім того, можливе підведення тепла як безпосередньо до продукту, так і крізь зовнішні стінки екструдера. Масова частка вологи в сировині при високотемпературній екструзії складає 10 – 30 %. Екструдювання відбувається за температури більшої 120 °С.

Процес високотемпературного екструдювання здійснюється так: підготовлена вихідна сировина у вигляді гранул або порошку з бункера живильника через завантажувальний отвір надходить до шнека, який переміщує її вдовж корпусу екструдера. Продукт всередині робочої камери рухається по складній траєкторії, при цьому збільшується ступінь стиснення, яке визначається відношенням площі робочого каналу до сумарної площі філь'єр на виході продукту з профілюючої матриці. Отже, в ході процесу вихідний крохмалевмісний матеріал, піддаючись термомеханічній деструкції, переходить з дисперсійного сипкого стану в пружно-в'язкоподібну масу (драгель), що є характерним для крохмальних клейстерів значних концентрацій та денатурованих білків [38].

У процесі екструдуння на білки сировини одночасно діє цілий комплекс факторів, які викликають їх денатурацію: механічне напруження зсуву та стиснення, тепло, а також різні хімічні денатуруючі реагенти (сіль, органічні кислоти) [9].

Перетворення крохмалевмісної сировини проходить під дією необхідної кількості вологи (до 30 %), високих температур (до 200 °C) і тиску (до 25 МПа). Нагрівається продукт як у результаті перетворень механічної енергії робочих органів машини на теплову енергію (продукт, ущільнюючись, прогрівається за рахунок сил тертя часток на поверхні робочих органів, що обертаються та деформацій зсуву в самому продукті) – автогенний режим роботи, так і внаслідок додаткового регульованого нагрівання від зовнішнього джерела теплоти, наприклад, електрообігрівача – політропний режим роботи. Утворена маса переміщується шнеком до матриці і за певного тиску випресовується через її отвори. Величина тиску значно обумовлена опором отвору матриці та структурно-механічними властивостями маси, що обробляється. Після виходу з отворів матриці у результаті різкого перепаду температури і тиску (між зоною високого тиску ~ 25 МПа) та зоною атмосферного тиску проходить миттєве ($1,2 \cdot 10^{-4}$ с) випаровування вологи, вивільняється акумульована продуктом енергія зі швидкістю приблизно рівною швидкості вибуху, що призводить до утворення пористої структури і збільшенню об'єму екструдату (спучуванню). При цьому в результаті «вибуху» продукту проходять глибокі перетворення його структури: розривання клітинних стінок, деструкція, гідроліз тощо [38].

Доведено [9], розширення продукту на виході з отворів матриці безпосередньо є наслідком фізичних властивостей води. За таких термічних умов (зміна температури в екструдері може бути в межах від 120 до 200 °C) і під значним тиском вода існує лише у рідкому стані. Коли пластифікований матеріал виходить з філь'єрів і досягає атмосферного тиску, вода зі стану перегрітої рідини миттєво перетворюється на пару, виділяючи значну кількість енергії. Під дією тиску пари в продукті утворюються пори, а крохмальні зерна, що залишилися

цілими розриваються. Різде зниження температури забезпечує затвердіння крохмалю і фіксує пористу структуру, що утворюється під дією водяної пари.

Основним технологічним обладнанням для виробництва екструдованих продуктів є екструдер, який складається з декількох основних технологічних вузлів (рис. 1.1): корпусу (1), який оснащений нагрівними (4) і охолоджувальними елементами, робочого органу (шнека (2), диску, поршня), що розміщується в корпусі, профільованої матриці (3), вузла завантаження, перероблюваного продукту, силового приводу, системи задавання і підтримання температурного режиму та інших контрольно-вимірювальних і регулюючих пристроїв.

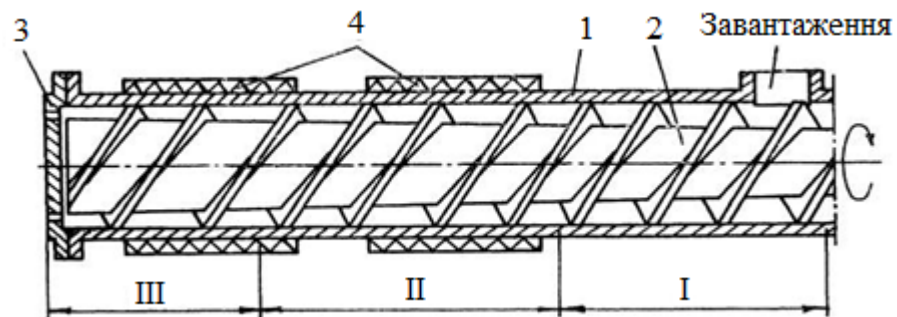


Рисунок 1.1 – Шнековий екструдер

1 – циліндр; 2 – шнек; 3 – матриця; 4 – нагрівачі;

I, II, III – зони приймання сировини, стиснення (клейстеризації) і випресовування відповідно.

Найвідповідальнішим вузлом екструдера є шнек спеціальної конструкції, який може складатися з окремих замінюваних елементів різної конфігурації. Саме шнек визначає режими обробки матеріалів, потужність екструдера і якість готового продукту.

За типом основного робочого органу екструдери поділяються на одно- та двошнекові, багатошнекові, дискові, поршневі, валкові, гвинтові, шестерні і комбіновані. Конструкції екструдерів також можуть бути класифіковані за частотою обертання робочого органу – на нормальні та швидкохідні; за конструктивним виконанням – на стаціонарні, з обертаючим корпусом, з горизонтальним розташуванням робочого органу; за фізичними ознаками – з

коротким шнеком (автогенні), зі значним нахилом ріжучого краю матриці [53]. Крім того, екструдери рекомендується класифікувати за геометричною формою, механічними, функціональними або термодинамічними характеристиками, оскільки вони здійснюють вплив на хімічні та структурні характеристики екструдованих продуктів. Особливе значення мають такі параметри, як кількість теплової енергії, що утворюється у процесі екструдювання за рахунок перетворення механічної енергії на теплову, температура під час проведення процесу екструзії, масова частка вологи екструзійної маси [96].

1.3 Технології нових видів екструзійних харчових продуктів

Екструзійна технологія – один з найперспективніших і найефективніших процесів, що дозволяє отримувати продукти для здорового харчування з заздалегідь заданими властивостями шляхом корегування вихідного складу екструдованої суміші. Зміни компонентів суміші, що проходять під час екструзії – складні фізико-хімічні перетворення – дозволяють отримувати продукти з регульованою структурою та певним комплексом функціональних властивостей [9].

Дослідження характеру зміни фізико-хімічних властивостей основних компонентів екструзійної сировини дозволяє визначати режим екструдювання та отримати високоякісні готові до вживання харчові продукти, збалансовані за амінокислотним, вуглеводним і вітамінним складом.

Спочатку в харчовій промисловості екструзія застосовувалася лише для виробництва паст, макаронних виробів, рослинних олій, отримання шоколадних мас, хлібного і бісквітного тіста, формування жувальної гумки [15].

На сьогодні швидкий розвиток екструзії в харчовій промисловості дав можливість створити нові харчові композиції для дитячого і дієтичного харчування, для задоволення потреб різних груп населення, в тому числі спецконтингенту (пілотів, геологів, підводників, туристів), отримати продукти, що мають лікувальні, профілактичні та стимулюючі властивості.

Найпоширенішою областю застосування екструзійної технології в харчовій промисловості на сьогодні є переробка зернової сільськогосподарської сировини, такої як зерно, крупа, борошно, крохмаль і їх суміші. Тільки в США методом високотемпературної екструзії виробляється і реалізується продуктів, типу готових сніданків, на суму більше 2 млрд. доларів на рік, при цьому обсяги їх виробництва з кожним роком зростають приблизно на 3 %. В Україні виробництво даних харчових продуктів налагоджено на підприємствах Дніпропетровська, Києва, Харкова, Луганська, Одеси та ін. Необхідно зазначити, що асортимент даної групи продуктів на ринку України досить обмежений і не завжди відповідає потребам споживачів. Тому, на сьогодні є необхідність у розробленні нових екструзійних харчових продуктів на основі зернових [59] і не тільки [17], які б мали підвищену харчову і біологічну цінність, а також в удосконаленні вже існуючих технологій [7].

Останнім часом за кордоном починає освоюватися як сировина для екструдуювання – картопля і напівфабрикати з неї.

Номенклатура продуктів, отриманих різними видами екструзії (холодною, теплою, гарячою), за кордоном нараховує десятки найменувань.

Оскільки назви екструзійних картоплепродуктів не вказують на технологію їх виробництва, тому для зазначення відмінностей між ними далі наведені короткі описи процесу виробництва розроблених екструзійних картоплепродуктів методом високотемпературної екструзії.

Запатентований спосіб виробництва картопляної локшини [41], який полягає в екструдуюванні суміші з сухої та підсушеної свіжої картоплі за температури 75 – 140 °С. Отримана локшина має товщину 2 – 5 мм.

Розроблена технологія легкої закуски з картоплі [19], яка передбачає екструдуювання вихідної суміші (гарячим або холодним способом), сушіння до вмісту вологи 10 % і обсмажування в гарячій олії за температури 180 – 200 °С протягом декількох секунд.

Розроблена технологія продукту, що містить екструдовану картопляну оболонку і начинку. Закусочний харчовий продукт може містити декілька оболонок, що скріплюються одна з одною в осьовому напрямку [27].

Новий картопляний харчовий продукт отримують за такою технологією [15]: до висушеної картоплі у вигляді гранул або порошку, або їх суміші, додають воду, а також камедь рожкового дерева і отримують однорідне, вологе, зв'язане тісто і пропускають через екструдер. Потім екструдати висушують до кінцевої масової частки вологи 7 %.

Спосіб виробництва з картоплі «повітряних» хрумких продуктів для легкої закуски полягає у наступному: зварену картоплю розминають в пюре, додають воду до масової частки вологи пюре в межах 30 %, сіль до 4 – 5 %, суміш крохмалів у кількості 9 – 27 %. Потім суміш пропускають через екструдер за температури 117 – 132 °С. Тісто, що має після такого оброблення масову частку вологи в межах 15 – 25 % екструдує за тієї самої температури і негайно після виходу з екструдера розрізають на окремі шматочки товщиною 6,3 – 7,6 мм. Отриманий напівфабрикат висушують до масової частки вологи 6 – 12 % і обсмажують у гарячій олії за температури 190 – 204 °С [15].

Наведений спосіб виробництва закусконого продукту типу чіпсів [10] полягає у перемішуванні розтертої вареної картоплі з сіллю і желюючою речовиною. Суміш екструдує за температури 107 – 132 °С. Екструдат нарізають на шматки, які пресують до товщини 0,5 – 1,6 мм, висушують до масової частки вологи 6 – 12 % за температури 71 – 93 °С протягом 10 – 15 с.

Автори [25] пропонують спосіб виробництва екструзійного закусконого продукту, який полягає у змішуванні сушеної картоплі та борошна, додають воду до масової частки вологи суміші 16 – 22 %. Екструдує за температури 124 – 171 °С, в результаті чого об'єм продукту зростає в 4 – 5,5 рази. Продукт нарізають і покривають шаром жиру і солі.

В [11] наводиться приклад процесу виробництва сухого картопляного сніданку зі свіжої нечищеної картоплі. Екструдує за температури 94 – 150 °С.

Отримані циліндричні заготовки діаметром 12,5 мм обсмажують в олії за температури 165 °С протягом 3 хв.

Закусочні продукти у вигляді гранул виготовляють з картопляного модифікованого крохмалю з сіллю. Піддають екструзуванню в апараті Braibanti, потім текстурують і підсушують [19].

Автори [44] пропонують спосіб приготування готових до вживання картопляних паличок. Їх готують з картопляного борошна з додаванням харчових волокон, целюлози подрібненого зерна, а для зв'язування компонентів – клейковину, крім того, прянощі та білок. Суміш екструдують за температури 80 – 120 °С та тиску 50 – 300 бар.

Автори [18] пропонують виробництво нового виду сухого сніданку з картоплі методом екструзії (за температури 70 – 120 °С і тиску 8 – 13 МПа). Далі на грануляторі проходить подрібнення, після висушування гранули обсмажують у гарячому жирі за рахунок чого проходить розширення та поява тонкопористої, хрумкої структури.

В [17] наведений спосіб виробництва екстродованих картопляних паличок, який передбачає змішування картопляних гранул з сухими знежиреним молоком у кількості 10 – 20 % до маси картопляних гранул і зволоження до 13 – 17 %. Екструдують за температури в матричній зоні екструдера 449 – 457 К та тиску 5,7 – 6,4 МПа. Отриманий екструдат дражирують солевітамінною добавкою у кількості 3 % до маси екстродованих картопляних паличок.

Окрім зазначених технологій високотемпературної екструзії розроблені технології на основі картопляної сировини методом теплової екструзії (масова частка вологи сировини 20 – 30 %, температура оброблення до 115 °С) та холодної (масова частка вологи сировини 30 – 60 %, температура оброблення до 70 °С).

Запатентований спосіб виробництва закусконого продукту, що містить картопляні пластівці і/або гранули з високим вмістом амілопектину. Напівфабрикат необхідної форми отримують шляхом екструзування. Далі напівфабрикат обсмажують і запікають [43]. Технологія закусконого продукту з використанням різних поживних речовин і антиоксидантів наводиться в [14]. У

рецептурі [42] використовується вільний желатизований крохмаль для отримання легкого текстурованого закусочного продукту.

Способи виробництва сушеної картоплі та продуктів з неї наведені в [14]. Зневоднений картоплепродукт у формі шматочків отримують з приготовленого пюре шляхом екструзії, який додатково підсушують до масової частки вологи 7 % або з додаванням манної крупи в. Швидковідновлюючий продукт отримують за технологією наведеною в [11]. В [45] наводиться спосіб отримання сушеного картоплепродукту для приготування картопляних фрикаделей.

Висновки до розділу

Наведений літературний огляд дозволяє зробити такі висновки:

1. На сьогодні картоплепереробна галузь України представлена лише окремими групами продуктів. Зовсім не виробляється група сушених картоплепродуктів, а саме сухе картопляне пюре, яке використовується як готовий продукт, так і сировина для чіпсів, добавки до хлібних виробів та ін.
2. Екструзійні картоплепродукти як вітчизняного, так і іноземного виробництва взагалі не представлені на ринку України.
3. Додаткова сировина (крупи і сухе знежирене молоко), що використовувалася у роботі виробляється вітчизняною харчовою промисловістю.
4. На сьогодні за кордоном розроблені технології екструзійних картоплепродуктів спрямованих на збалансування їх за хімічним складом та дотримання всіх сучасних тенденцій здорового харчування. Проте виконані розробки, поки що, не набули широкого промислового впровадження.

2 МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Характеристика сировини, використаної у дослідженні

Під час проведення лабораторних досліджень і виробничих випробувань використовували сухе картопляне пюре (сертифікат відповідності UA № 1.028.X002609–06 від 27.01.2006, висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи № 05.03.02 – 03/39985 від 22.08.2006), морквяний порошок (ТУ У 15.3–05417118.024–2002), буряковий порошок (ТУ У 15.3–05417118.024–2002), яблучний порошок (ТУ У 88.066.019–2001), крупу ячну (ГОСТ 5784–60), крупу пшоно (ГОСТ 572–60), крупу кукурудзяну (ТУ У 15.6–24582550–001–2004), крупу рисову (ГОСТ 6292–70), горох колотий (ГОСТ 6201–68), сухе знежирене молоко (ДСТУ 4273:2003), ефірну олію кропу (РСТ УССР 1229-73), сіль (ДСТУ 3583-97).

2.2 Методи досліджень

Експериментальна частина роботи виконувалася в лабораторних умовах кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Екструзійне оброблення досліджуваної сировини проводилося в лабораторних умовах кафедри обладнання переробних і харчових виробництв Таврійського державного арготехнологічного університету. Для приготування екструдатів використовували одношнековий екструдер марки «ПЭК–40Х5В» з такими технологічними характеристиками: температура оброблення – 125 – 135 °С, навантаження на шнек – 3,5 – 4,5 А·10 %, тиск – 7 – 8 МПа. Загальний вигляд екструдера приведений на рисунку 2.1. Технічна характеристика екструдера приведена в таблиці 2.1.

Виробничі випробування розроблених технологій екструзійних картоплепродуктів проводилися на ТОВ «Горизонт».

Блок-схема комплексних досліджень представлена на рис. 2.2.

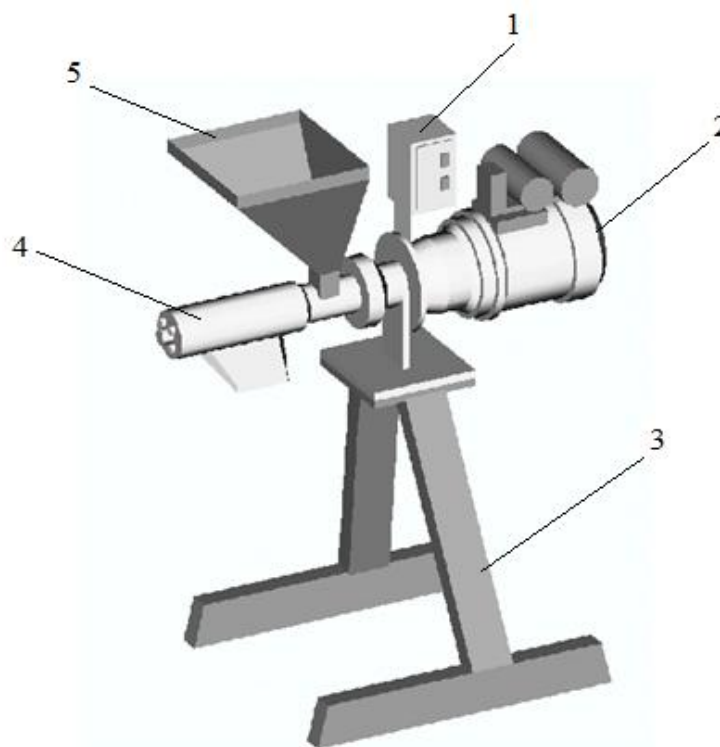


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд екструдера ПЭК–40Х5В

1 – пульт керування; 2 – електродвигун з приводом; 3 – станина; 4 – головка екструдера; 5 – завантажувальний бункер.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика екструдера ПЭК–40Х5В

Показник	Значення
Продуктивність, кг/год.	30 – 40
Потужність, кВт	4
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	965
- ширина	500
- висота	1030
Маса, кг	107

2.2.1 Методики визначення хімічного складу сировини та готової продукції

Масову частку вологи сировини та готової продукції визначали згідно з ГОСТ 15113.4 – 77 за прискореним методом висушування [7].

Вміст білкових речовин визначали методом К'ельдаля [7].

Амінокислотний склад визначався методом іонообмінної хроматографії, на автоматичному аналізаторі амінокислот Т 339, виробництва «Мікротехна» Чехія.

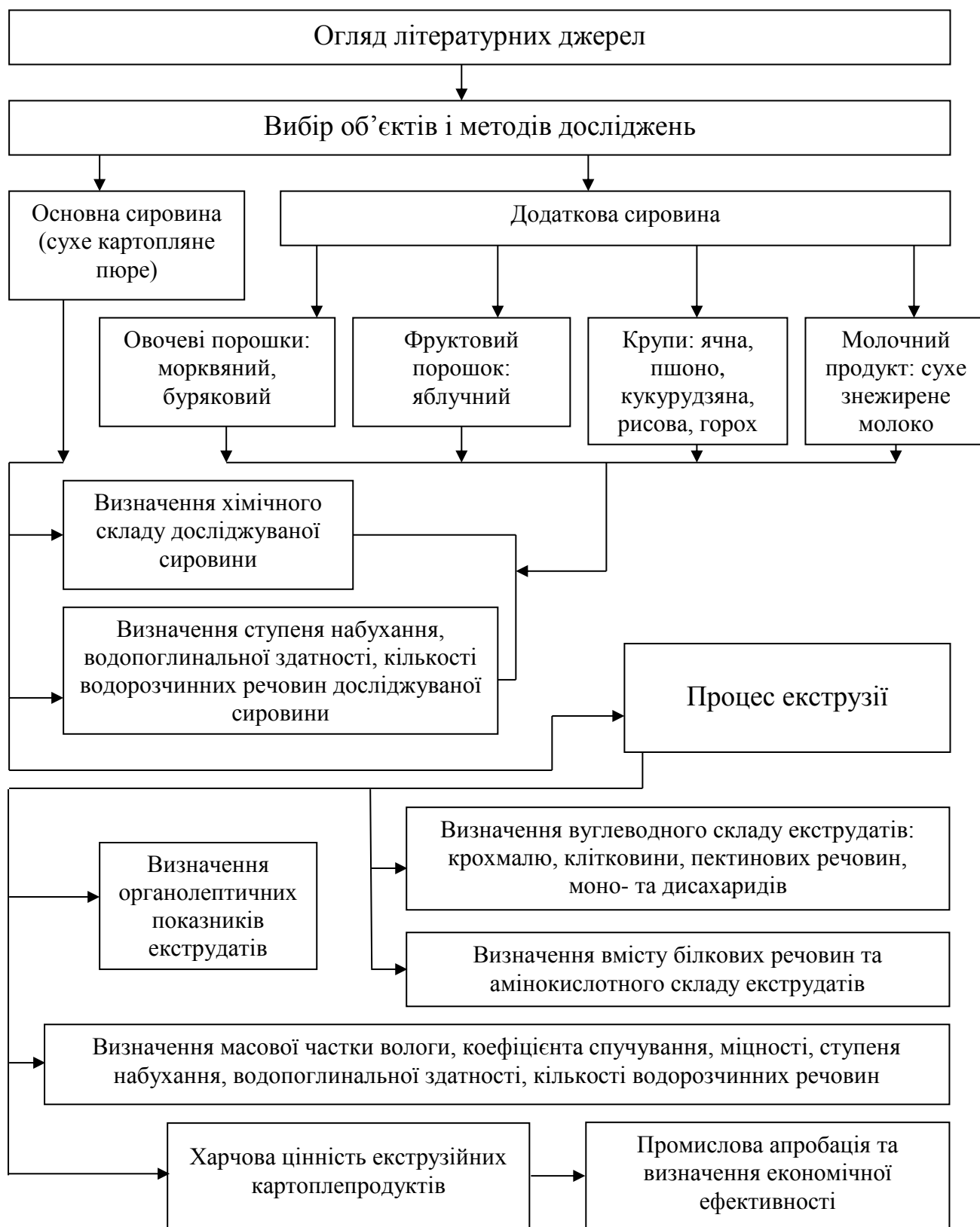


Рисунок 2.2 – Блок-схема комплексних досліджень

Масову частку жиру визначали методом Сокслета згідно з ГОСТ15113.9– 77 [7].

Моно- та дисахариди визначали прискореним йодометричним методом [33].

Крохмаль визначали об'ємним йодометричним методом [18], який полягає у наступному: наважку досліджуваного зразка з вмістом крохмалю від 20 до 200 мг розтирають у ступці з 5 мл 80 %-го розчину азотнокислого кальцію. Розтерту масу переносять в конічну колбу на 100 мл, промивають ступку 10 мл 80 %-го розчину азотнокислого кальцію і виливають розчин у ту саму колбу. Колбу закривають лійкою, ставлять на плитку і кип'ятять за слабкого нагрівання 3 – 5 хв. Крохмаль переходить у колоїдний розчин.

Після кип'ятіння у колбу приливають 20 мл дистильованої води, ополіскуючи нею лійку. Після перемішування суспензію переносять у центрифужну пробірку, центрифугують 2 – 3 хв при 2 000 – 3 000 об/хв та зливають, зазвичай, непрозорий від колоїдного стану крохмалю розчин в мірну колбу на 100 мл (або 50 мл при малому вмісті крохмалю). Колбу, в якій проводилося кип'ятіння, та осад промивають гарячою водою по 5 – 10 мл, центрифугують і додають центрифугат до основного розчину у колбі. Розчин у колбі розбавляють дистильованою водою до мітки, перемішують і використовують для визначення крохмалю.

З отриманого розчину крохмалю набирають піпеткою 5 мл і переносять у центрифужну пробірку до якої попередньо наливають 2 мл 0,5 %-го розчину йоду, перемішують і залишають на 15 хв для виділення осаду. Йодокрохмальна сполука темно-синього кольору випадає в осад. Прозорий розчин центрифугують, а осад промивають розчином, який містить 5 % $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ і 0,01 % йоду. Для цього до осаду приливають 5 мл розчину, перемішують скляною паличкою, яку потім також ополіскують розчином. Промивання повторюють 3 – 4 рази залежно від кількості домішок. До промитого осаду в пробірці додають піпеткою 5 мл ~ 0,5 н розчину біхромату калію у сірчаній кислоті, перемішують скляною паличкою, пробірку разом зі скляною паличкою занурюють у воду, що кипить на 10 хв, періодично перемішуючи. Після цього розчин охолоджують і переносять у колбу

для титрування, додають 60 мл дистильованої води для розведення сірчаної кислоти та 5 мл 20 %-го розчину йодистого калію і титрують йод, що виділився 0,1 н розчином тіосульфату, додаючи наприкінці титрування 0,5 %-го розчину крохмалю в якості індикатора.

Окремо титрують 5 мл 0,5 н розчину біхромату калію після попереднього розбавлення такою ж кількістю води, як і при титруванні крохмалю.

Пектинові речовини визначали за методикою розробленою співробітниками Інституту технічної теплофізики НАН України [18]. До наважки рослинного порошку масою 5 г додають 50 мл гарячого етилового спирту і кип'ятять на водяній бані протягом 20 хв. Фільтрують через паперовий фільтр, залишок на фільтрі змивають новою порцією спирту і знову кип'ятять. Екстракцію спиртом проводять 2 – 3 рази залежно від сировини. Фільтр з осадом підсушують для випаровування спирту. Наважку порошку заливають водою з температурою 45 °С у співвідношенні 1:10 і термостатують 30 хв.

В колбу додають 200 мл 1 % NaOH. Залишають для омилення на 30 хв. Потім додають 40 мл HCl (1:3), добре перемішують і фільтрують через складчастий паперовий фільтр. Осад з фільтру змивають 200 мл 0,01 н HCl, перемішують і фільтрують через два паперових фільтри. Фільтри роз'єднують, нижній фільтр і 100 мл фільтрату титрують 0,01 н NaOH з фенолфталеїном. Це холостий дослід. Залишок, з осадом на фільтрі, добре перемішують і титрують 0,01 н NaOH з фенолфталеїном до рожевого кольору, який не зникає протягом 30 с.

Клітковина визначалася за методом Кюшера та Ганека [7].

Загальний вміст золи визначено згідно з ГОСТ 15113.8 – 77 за допомогою методу без використання прискорювача [16].

β -каротин визначався за допомогою методу, що базується на екстракції каротину з досліджуваної сировини ацетоном і колориметруванні забарвлених розчинів у фотоколориметрі [7].

Наважку досліджуваної речовини масою 0,1 г зважують з похибкою 0,0002 г, ретельно розтирають у фарфоровій ступці з дрібним склом або кварцевим піском, додають 10 мл спирту.

Подрібнену масу кількісно переносять на лійку Шотта, на яку попередньо насипають дрібний скловидний кварцевий пісок, відфільтровують, потім багаторазово промивають ацетоном до знебарвлення осаду на фільтрі, при цьому підсихання осаду на фільтрі не допускається.

Розчин збирають у мірну колбу на 100 мл і доводять ацетоном до мітки. Оптичну густину вимірюють на фотоелектроколориметрі.

2.2.2 Методики визначення фізико-хімічних показників сировини та готової продукції

Коефіцієнт спучування визначали як відношення діаметра перерізу екструдата до діаметра отвору матриці екструдера.

Міцність визначали за допомогою приладу Строганова [14].

Ступінь набухання екстродованих продуктів визначали згідно з ТУ 18-8-55-85. Метод визначення базується на вимірюванні об'єму набухлого продукту після його змішування з водою. Для цього у скляний стаканчик зважують, з похибкою не більше $\pm 0,01$ г, наважку продукту масою 5 г, змішують з 10 мл дистильованої води. Суспензію без втрат переносять у циліндр, доводять загальний об'єм до 100 см³, ретельно перемішують і залишають на 4 год. Потім вимірюють об'єм набухлого продукту за межею розділення гідратованого осаду і надосадової рідини.

Розчинність та водопоглинальну здатність визначали за методом запропонований Т. Дж. Шохом [7]. Він базується на здатності крохмальних зерен набухати у воді і розчинятися залежно від міцності та структури зерен крохмалю.

У відтаровані центрифужні пробірки вносять наважку продукту масою 1,0 г доливають дистильовану воду до маси 30 г і перемішують протягом 30 хв. Потім центрифугують протягом 10 хв при 6000 хв⁻¹. Рідку фазу зливають у конічні колби

місткістю 250 – 300 см³. Зважують центрифужні пробірки і за різницею мас знаходять масу набухлого осаду.

У відтаровані скляні стакани відбирають по 10,0 г рідкої фази. Вміст випарюють на водяній бані (~ 2 год), а потім висушують осад у термостаті за температури 60 °С протягом 1 год. Стакани зважують і досушують ще 15 хв, якщо різниця зважувань не більше $\pm 0,01$ г, сушіння припиняють.

2.2.3 Визначення якості продуктів та їх харчової цінності

Визначали органолептичні показники якості продуктів (ГОСТ 12113.3–77).

Харчову цінність екструзійних картоплепродуктів розраховували за методикою описаною в [47, 57].

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було визначено об'єкти досліджень та вибрано методи дослідження хімічного складу, фізико-хімічних показників сировини і модельних систем, які дозволяють одержати дані для розроблення рецептурного складу та технології виробництва екструзійних картоплепродуктів.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження основних фізико-хімічних характеристик основної та додаткової сировини

3.1.1 Хімічний склад сухого картопляного пюре та додаткової сировини

Харчові продукти складаються з великої кількості різноманітних хімічних речовин: білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин та ін. Серед них є сполуки, які визначають енергетичну і біологічну цінність, приймають участь у формуванні структури, смаку, кольору і аромату харчових продуктів. Проте не варто вважати, що всі вони корисні або необхідні організму людини. Харчові речовини, що надходять до організму людини з їжею, перетворюються на структурні елементи клітин у ході метаболізму, забезпечують організм людини пластичним матеріалом та енергією, створюють необхідну фізіологічну і розумову працездатність, визначають здоров'я, активність і тривалість життя людини. Тому харчування є одним з найважливіших факторів, яке визначає здоров'я нації. Людство шляхом проб та помилок відібрало для свого споживання продукти, які не містять шкідливих речовин. У міру того, як накопичуються знання, з'являються технології та обладнання, які дозволяють створювати нові харчові продукти, видаляти шкідливі речовини, а корисні представляти у більш засвоюваній формі [37, 56].

Дослідити хімічні компоненти всіх видів сировини є дуже складним завданням. Нами визначено основні хімічні компоненти основної та додаткової сировини. Результати досліджень наведено в табл. 3.1.

Основною сировиною для виробництва екструзійних картоплепродуктів є сухе картопляне пюре. Додатковою сировиною – морквяний, буряковий та яблучний порошки, сухе знежирене молоко, ячна, кукурудзяна крупи, пшоно, рис, горох.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад основної та додаткової сировини, %

Вид сировини	Масова частка вологи	Білкові речовини	Жир	Моно- та дисахариди	Крохмаль	Пектинові речовини	Клітковина	Зола
Сухе картопляне пюре	12,0	6,1	0,2	3,1	67,7	2,1	4,7	3,7
Порошок:	12,0	13,0	1,2	54,1	-	3,7	9,6	5,3
морквяний	12,0	7,5	-	60,5	-	4,2	8,1	6,8
буряковий	9,0	1,9	-	63,8	-	13,8	8,8	1,2
яблучний	4,7	33,4	1,3	51,9	-	-	-	7,2
Сухе знежирене молоко	14,0	22,8	1,7	3,7	44,6	2,7	8,2	2,4
Горох	14,0	10,1	1,5	0,9	64,3	-	7,9	1,3
Крупа:	14,0	11,7	3,8	1,5	64,2	-	3,5	1,1
ячна	14,0	8,3	1,2	1,1	70,2	-	4,5	0,7
пшоно	14,0	7,0	1,0	0,6	73,6	-	3,0	0,7
кукурудзяна								
рисова								

Примітка. Вміст β -каротину у морквяному порошок складає 91 мг%.

3.1.2 Визначення ступеня набухання досліджуваної сировини

У виробництві сухого картопляного пюре вихідна сировина – картопля піддається глибокому механічному і термічному обробленню, відбувається процес часткової деструкції та клейстеризації крохмалю. Це зумовлює піддатливість крохмалю до дії води (добре набухає навіть у холодній воді).

Цей параметр визначений також і для додаткової сировини, крім сухого знежиреного молока, оскільки воно повністю розчинне у воді.

Ступінь набухання виражається у збільшеному об'ємі зразка, що є результатом поглинання води. Причиною набухання є дифузія молекул води в середину частинок зразка. Визначну роль при цьому відіграють полімерні речовини (крохмаль, пектинові речовини, білок). Цей процес характеризується показником здатності до набухання (Н). Отримані результати ступеня набухання представлено на рис. 3.1.

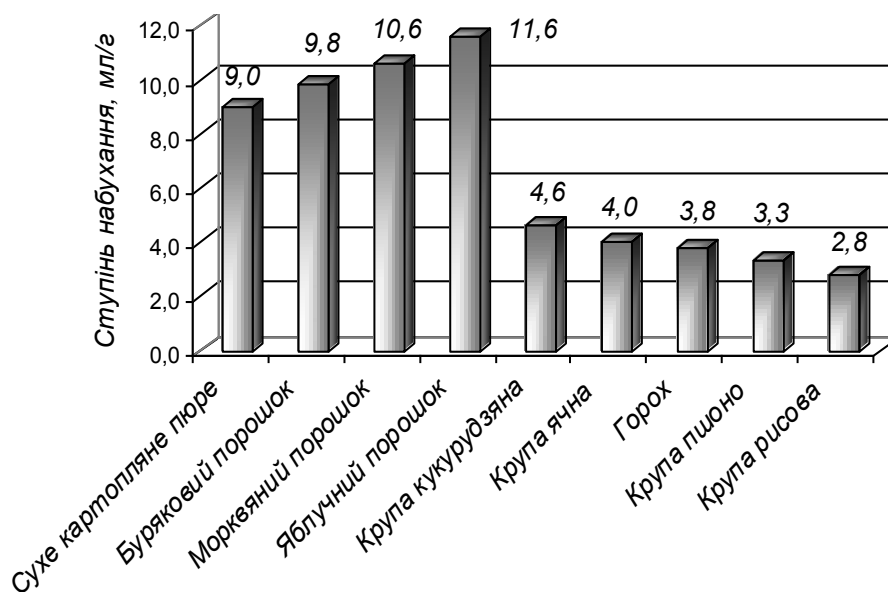


Рисунок 3.1 – Показник набухання досліджуваної сировини

Дані показують, що значення ступеня набухання сухого картопляного пюре, морквяного, бурякового та яблучного порошоків значно більші за значення цього показника круп. Це пояснюється тим, що порошки і картопляне пюре під час їх виготовлення проходять стадію подрібнення за якого відбувається механічне руйнування цілісності біополімерів, крім того сировина піддається також дії

високої температури (100 °C). Наявність вологи і висока температура, в свою чергу, сприяє руйнуванню біополімерів. Відомо [34], що пошкоджені зерна крохмалю та структура білку поглинають значно більше води у порівнянні з непошкодженими.

Значно більші значення ступеня набухання овочевих і фруктових порошків у порівнянні з крупами можна пояснити також їх хімічним складом (див. табл. 3.1), а саме вмістом пектинових речовин і білку [19].

Яблучний порошок має найбільше значення ступеня набухання, оскільки містить найбільшу кількість пектинових речовин – 13,8 %, білку – 1,9 %. Морквяний порошок містить пектинових речовин 3,7 %, білку – 13 %. Але умови проведення експерименту з визначення ступеня набухання (кімнатна температура, дистильована вода) більш сприятливими є для набухання саме пектинових речовин [32].

Морквяний, буряковий порошок і сухе картопляне пюре містять приблизно однакові кількості пектинових речовин (3,7, 4,2 та 2,1 % відповідно). Проте морквяний порошок містить набагато більше білку (13 %) проти бурякового порошку (7,5 %) і сухого картопляного пюре (6,1 %). Тому значення ступеня набухання більше у морквяного порошку.

Значення показників ступеня набухання круп мало різняться між собою, що корелюється з їх хімічним складом (див. табл. 3.1). Такі низькі значення ступеня набухання круп у порівнянні з овочевими та фруктовими порошками можна пояснити відсутністю пектинових речовин у крупах.

Як вже зазначено вище, на значення показника ступеня набухання впливає також вміст білку у досліджуваній сировині. Вміст білку у крупах знаходиться в межах 11 %, що порівняно з вмістом білку у морквяному порошку (13 %). Виробництво морквяного порошку передбачає використання гідротермічного оброблення, що призводить до часткового руйнування біополімерів сировини. Пошкоджені біополімери набухають значно активніше. На відміну від морквяного порошку крупи не піддаються гідротермічному обробленню (крім кукурудзи),

тому біополімери не ушкоджуються і набухають дуже повільно, що підтверджено експериментальними даними.

Найбільше значення ступеня набухання серед круп має кукурудзяна крупа, що пояснюється технологією її виробництва (передбачена стадія гідротермічного оброблення).

Найменше значення ступеня набухання серед круп має рисова крупа, тому що її виробництво не передбачає гідротермічного оброблення. Крім того, щільність пакування крохмальних зерен зернівки найбільша серед досліджуваних круп [8].

3.1.3 Визначення водопоглинальної здатності досліджуваної сировини

Досліджувана сировина володіє здатністю утримувати певну кількість поглинутої вологи, що і характеризує показник водопоглинальної здатності. Отримані результати досліджень представлено на рис. 3.2.

Пояснити наведені результати можна також хімічним складом сировини (див. табл. 3.1) і тривалістю визначення цього параметру. Крім того, всі зазначені в попередньому підрозділі причини впливу на показник набухання, також здійснюють вплив і на показник водопоглинальної здатності досліджуваної сировини.

Цей параметр має велике значення на етапі зволоження сировини перед екструдуванням.

Для того, щоб зволоження проходило рівномірно необхідно, щоб цей показник був близький в усіх видах сировини. Отримані дані показують, що овочеві порошки (морквяний 10,1, буряковий 9,9 г/г сухого продукту) і сухе картопляне пюре (8,3 г/г сухого продукту) мають близькі значення цього показника.

Яблучний порошок (12,0 г/г сухого продукту) має дещо вищий показник водопоглинальної здатності проти сухого картопляного пюре. Це вказує на те, що спочатку необхідно зволожити сухе картопляне пюре, а потім вносити яблучний порошок. Показник водопоглинальної здатності круп приблизно в чотири рази

менший ніж сухого картопляного пюре. Це вказує на доцільність зволоження спочатку круп, а потім через певний проміжок часу (відлежування), змішування їх з картопляним пюре

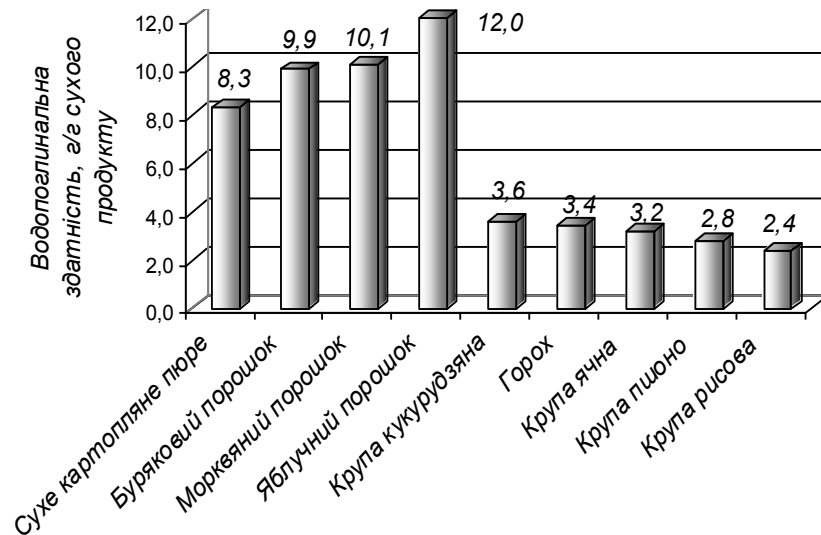


Рисунок 3.2 – Показник водопоглинальної здатності досліджуваної сировини

3.2 Визначення оптимальної масової частки вологи сировини для екструдуювання картоплепродуктів

Відомо [6], що масова частка вологи сировини для екструдуювання повинна знаходитися у межах 10 – 30 %. В процесі екструзійного оброблення крохмалевмісної сировини вода спочатку послаблює і руйнує внутрішні зв'язки між молекулами з наступною заміною їх власними водневими зв'язками. Наявність в оброблюваній сировині більшої або меншої кількості води змінює її реологічні властивості.

Масова частка вологи сировини в процесі екструзійного оброблення для отримання екструдату необхідної якості має подвійне технологічне значення. З одного боку, волога повинна забезпечувати оптимальні структурно-механічні властивості маси для необхідної зміни структури біополімерів сировини, з іншого боку, не повинна бути зовеликою, для того, щоб не збільшувати витрати енергії на сушіння екструдату та його подрібнення. Чим менше в оброблюваній сировині

вільної вологи, тим менший прошарок її між окремими колоїдними частинками та кращі механічні властивості екструдованого середовища. При цьому, напевно, більше буде змінюватися структура крохмалю в процесі екструзії. Низькій вміст вологи може збільшити рівень зсуву і час оброблення, що підвищить желатинування крохмалю.

Важливо зазначити, що зміни фізико-хімічних властивостей основних компонентів сировини (вуглеводів, білків) при екструдуванні супроводжується підвищенням їх гідратаційної здатності. Навіть незначне додавання води до сухих препаратів біополімерів знижує температуру їх переходу у в'язко-текучий стан (набагато нижче за температуру їх розпаду), що дає можливість проведення процесу термопластичної екструзії [16].

Отже, вода в процесі екструзії відіграє важливу роль – її вміст в сировині, що екструдується визначає температуру екструдкування і впливає на утворення структури екструдатів.

Для екструдкування вибрано п'ять варіантів величини масової частки вологи сухого картопляного пюре: 12, 16, 20, 24, 28 %. Отримані екструдати з вказаними початковими масовими частками вологи аналізувалися за такими показниками: органолептичні показники; масова частка вологи екструдатів; коефіцієнт спучування; міцність; ступінь набухання; водопоглинальна здатність; кількість водорозчинних речовин.

Перше значення масової частки вологи (12 %) обрано, оскільки це є значення масової частки вологи сухого картопляного пюре згідно з нормативною документацією на цей вид продукції. Кінцеве значення обрано довільно, і як показали досліди якість екструдатів погіршується навіть за попереднього значення (24 %). Крок вибраний довільно.

Органолептичні показники. Згідно з даними табл. 3.2 органолептичні показники вказують, що найкращу якість екструдати набувають за вихідної масової частки вологи сировини 16 %.

Таблиця 3.2 – Вплив початкової масової частки вологи сировини на органолептичні показники якості екструдату

Масова частка вологи вихідної сировини, %	Органолептичні показники		
	Колір	Смак та аромат	Консистенція
1	2	3	4
12	Світло-жовтий	Приємний з ледь відчутним картопляним присмаком та запахом	Твердувата, хрумка, слабо крихка
16	Світло-жовтий	Приємний з ледь відчутним картопляним присмаком та запахом	Трохи твердувата, досить хрумка, слабо крихка
20	Світло-жовтий	Приємний з ледь відчутним картопляним присмаком та запахом	Трохи твердувата, хрумка, слабо крихка
24	Світло-жовтий	Приємний з відчутним картопляним присмаком та запахом	Твердувата, хрумка, слабо крихка
28	Світло-жовтий	Приємний з відчутним картопляним присмаком та запахом	Твердувата, хрумка, слабо крихка

Масова частка вологи екструдатів. Досліджуваний показник є важливим параметром оскільки впливає на термін зберігання готових продуктів та певним чином визначає харчову цінність. Отримані експериментальні дані наведено на рис. 3.3.

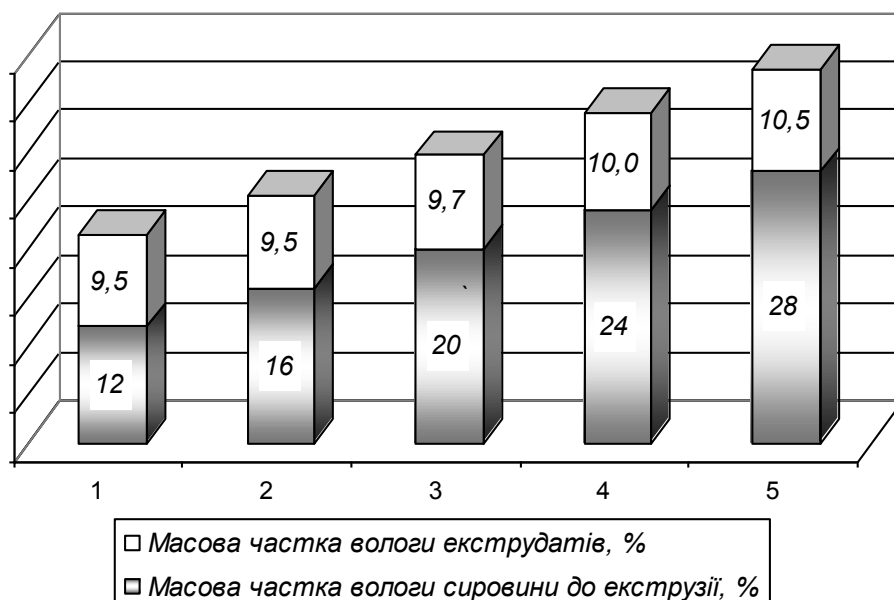


Рисунок 3.3 – Масова частка вологи екструдатів залежно від масової частки вологи сировини

Отримані результати показують, що екструдати мають практично однакову масову частку вологи. Різниця в 1 % ($10,5 - 9,5 = 1$ %) між зразками з найменшим і найбільшим значенням вихідної масової частки вологи сировини пояснюється тим, що час випаровування вологи з продукту дуже короткий (момент виходу продукту з матриці), і тому ці надлишкові 16 % ($28 - 12 = 16$ %) не встигають випаритися у необхідному обсязі.

Коефіцієнт спучування. Після виходу продуктів з отворів матриці через значний перепад тиску і температури відбувається різке випаровування вологи, що призводить до утворення високопористої структури та значного збільшення поперечного розміру екструдату. Це характеризується ступенем розширення або коефіцієнтом спучування, що є ключовою характеристикою якості екструдованих виробів. За отриманими експериментальними даними побудовано графік (рис. 3.4).

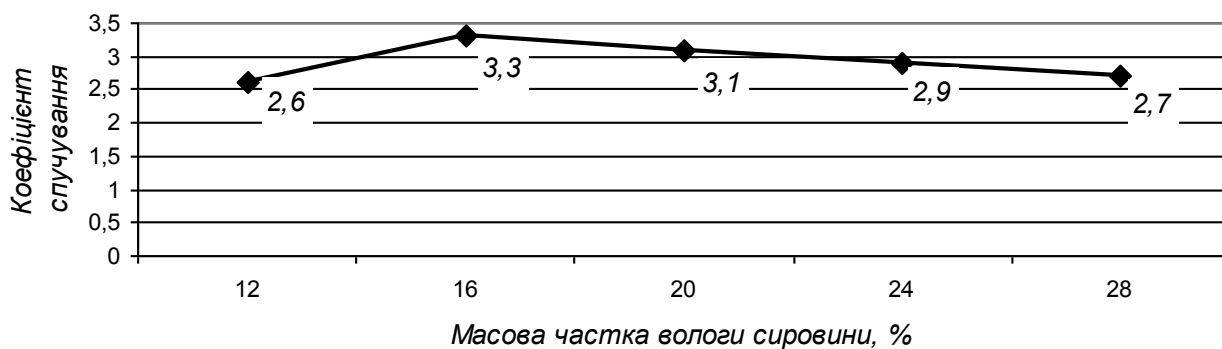


Рисунок 3.4 – Залежність коефіцієнта спучування від масової частки вологи сировини

З графіка видно, що найбільшого значення коефіцієнт спучування набуває за масової частки вологи вихідної сировини 16 %. Це можна пояснити тим, що саме при такому її значенні утворюється та кількість пари, яка необхідна для найліпшого спучування екструдату. За меншої масової частки вологи вихідної сировини пари, що утворюється під час екструзії недостатньо [8]. За більшої кількості вологи у вихідній сировині ступінь гідролізу крохмальних зерен зростає і як наслідок ланцюги амілози, в першу чергу, частково руйнуються і кількість її зменшується. Відомо [9], що кількість амілози прямо пропорційно впливає на коефіцієнт спучування.

Отже, при виробництві екструзійних картоплепродуктів можна рекомендувати зволожувати сухе картопляне пюре до вмісту вологи 16 %.

Міцність. Хоча цей параметр і не нормується, проте важливий з точки зору споживчих властивостей і його впливу на зберігання форми продуктів при транспортуванні. Оскільки межі значень цього параметру не визначені, проведена робота дає порівняльну характеристику між досліджуваними зразками. За отриманими експериментальними даними побудовано графік (рис. 3.5).

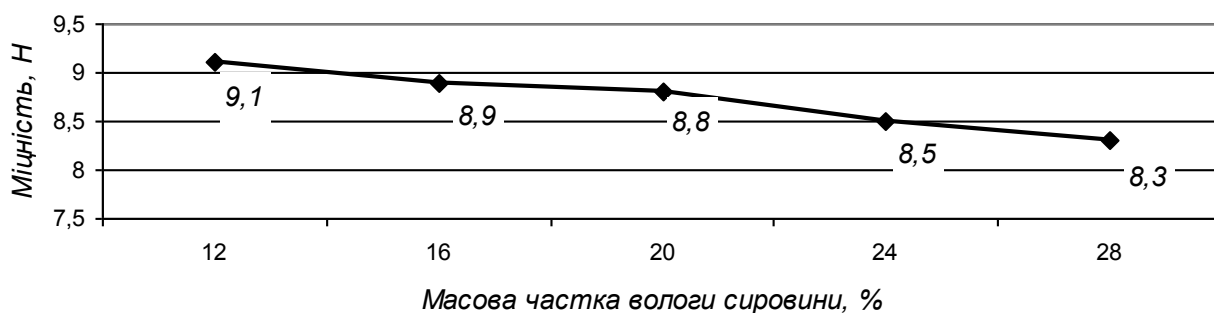


Рисунок 3.5 – Залежність міцності від масової частки вологи сировини

З графіка видно, що найбільшого значення міцність набуває за масової частки вологи сировини 12 %, як було зазначено вище, цієї вологи недостатньо для повноцінного спучування продукту, що призводить до утворення продукту з товстостінною пористістю.

За масової частки вологи 16 % коефіцієнт спучування – найліпший, утворені пори тонкостінні, що і обумовлює зменшення міцності.

За подальшого збільшення масової частки вологи сировини, коефіцієнт спучування погіршується, оскільки утворені пори в продукті більш нерівномірні. Крім того, за більшої масової частки вологи сировини кінцева масова частка вологи екструдатів також більша, отже біополімери утримують більшу кількість вологи, тому є більш еластичними, що обумовлює більшу міцність екструдатів.

Ступінь набухання. Важливо було з'ясувати на скільки процес екструзії впливає на ступінь набухання сухого картопляного пюре залежно від його початкової масової частки вологи.

Відомо [9], що за нормальних умов крохмальні зерна нерозчинні у холодній воді, але сорбують до 50 % води. Підвищення температури крохмальної суспензії призводить до розриву міжмолекулярних зв'язків в зернах крохмалю, у результаті чого суттєво підвищується гідратація полісахаридів, проходить набухання зерен, їх часткове розчинення і повна клейстеризація крохмалю. Великі зерна клейстеризуються першими. Набухання і клейстеризація значно залежить від ряду зовнішніх факторів: швидкості підвищення температури, концентрації суспензії, механічної дії, розміру зерен крохмалю [79], а також від стану крохмальних полісахаридів, який може змінюватися в процесі екструзії.

Найпоширенішим методом зміни структури крохмалю є його гідротермічне оброблення, в результаті якого змінюються фізико-хімічні властивості крохмалю: збільшується гігроскопічність, знижується молекулярна маса, збільшується ферментативна атакуємість, що пов'язано з порушенням структури крохмальних зерен.

Більш глибокі зміни в крохмалю проходять у результаті його екструзійного оброблення, при якому відбувається часткова клейстеризація. Крохмалі, що піддалися дії клейстеризації, легше розщеплюються ферментами в організмі людини та краще засвоюються.

Напевно, механізм клейстеризації в екструдері обумовлений трьома факторами: наявністю значних механічних впливів на продукт, незначною кількістю води в сировині та високою температурою оброблення. В цьому випадку активно проходить термомеханічна деструкція зерен крохмалю, тоді як їх набухання і розчинення у воді обмежене. В молекулах крохмалю проходить розрив валентних і водневих зв'язків, тому утворюються полімери з меншим розміром фрагментів полісахаридного ланцюга.

Визначено ступінь набухання екструдатів картопляного пюре з різним початковим вмістом води. За отриманими експериментальними даними побудовано графік (рис. 3.6).

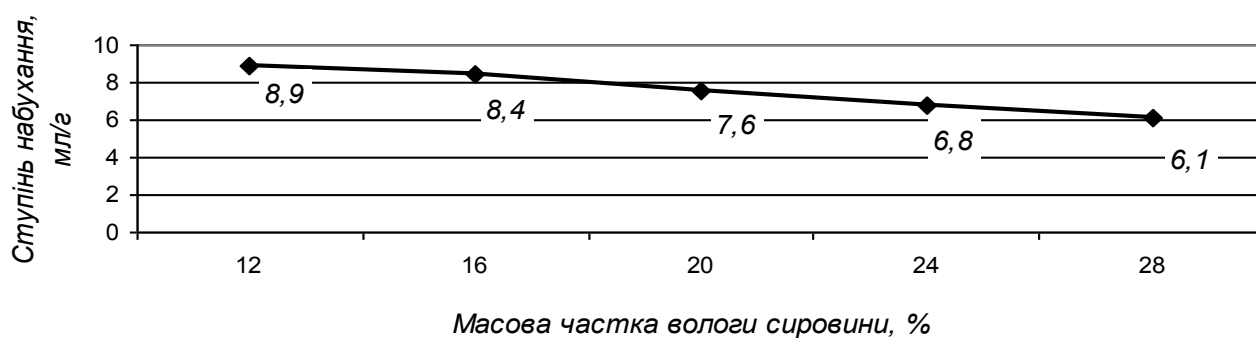


Рисунок 3.6 – Залежність ступеня набухання екструдатів від початкової масової частки води сировини

Дані підтверджують вище наведені міркування, що за більшої кількості води у вихідній сировині відбувається більш глибока клейстеризація з подальшим

гідролізом, що і призводить до зменшення вмісту крохмалю в екструдаті, що зменшує ступінь набухання екструдатів.

3.3 Дослідження впливу додаткової сировини на органолептичні показники екструзійних картоплепродуктів

Продукти з використанням порошків і сухого знежиреного молока. Порошки і сухе знежирене молоко додавали у кількостях 5, 10, 15, 20, 25 %. Крок вибраний довільно. Кінцеве значення кількості порошку визначено за органолептичними показниками отриманих продуктів.

Перед екструдуванням суміш зволожували до вмісту вологи 16 % проте, необхідно враховувати фізико-хімічних показники порошків і сухого знежиреного молока (див. рис. 3.1, 3.2). Вони є більш гідрофільними ніж сухе картопляне пюре, тому залежно від кількості їх дозування певна частина вологи буде ними адсорбована. Для рівномірного розподілення вологи в суміші (сухе картопляне пюре – порошок або сухе знежирене молоко) доцільно спочатку розраховану кількість води для процесу екструзії використати для зволоження сухого картопляного пюре. Потім пюре 10 – 15 хв перемішується для рівномірного розподілення вологи і додається відповідний порошок або сухе знежирене молоко. Суміш ретельно перемішується і екструдується. Отримані продукти аналізувалися за органолептичними показниками (табл. 3.3).

З аналізу органолептичних показників випливає, що можна рекомендувати додавати морквяний і буряковий порошок у кількості 10 %, яблучний – 20 %. Щодо сухого молока, то можна рекомендувати додавати його у кількості 20 %, оскільки за даної кількості молока екструдат має ліпшу консистенцію та приємний смак і запах. Хоча за дозування 15 % молока продукти мають близькі показники, проте для внесення більшої кількості білку логічним є використання 20 % сухого знежиреного молока.

Таблиця 3.3 – Вплив дозування порошків на органолептичні показники якості екструдатів

Вид порошку	Дозування порошку, %	Органолептичні показники		
		Колір	Смак та аромат	Консистенція
1	2	3	4	5
Морквяний	5	Темно-жовтий	Притаманний картоплі з ледь-ледь відчутним присмаком та запахом моркви	М'яка, хрумка, крихка
	10	Темно-оранжевий	Притаманний картоплі з ледь відчутним морквяним присмаком та запахом	М'яка, хрумка, крихка
	15	Світло-коричневий	Притаманний картоплі з відчутним морквяним присмаком та запахом	М'яка, хрумка, крихка
	20	Коричневий	З'являється відчутний присмак та запах моркви	Дуже м'яка, хрумка, крихка
	25	Темно-коричневий	З'являється відчутний присмак та запах моркви	Дуже м'яка, хрумка, дуже крихка
Буряковий	5	Жовтий з ледь помітним рожевим відтінком	Притаманний картоплі з ледь-ледь відчутним присмаком та запахом буряку	М'яка, хрумка, крихка
	10	Світло-рожевий	Притаманний картоплі з ледь відчутним буряковим присмаком та запахом	М'яка, хрумка, крихка
	15	Рожевий	Притаманний картоплі з відчутним буряковим присмаком та запахом	М'яка, хрумка, крихка
	20	Темно-рожевий	З'являється присмак та запах буряку	Дуже м'яка, хрумка, крихка
	25	Темно-рожевий	З'являється характерний присмак та запах буряку	Дуже м'яка, хрумка, дуже крихка

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
Яблучний	5	Жовтий	Додавання порошку не впливає на смакові якості продукту	Трохи твердувата, хрумка, крихка
	10	Жовтий	Додавання порошку ледь відчутно на смак та запах продукту	М'яка, хрумка, крихка
	15	Жовтий з оранжевим відтінком	Продукт має приємний смак та запах	М'яка, хрумка, крихка
	20	Світло-коричневий	Продукт має приємний яблучний присмак та запах	М'яка, хрумка, крихка
	25	Коричневий	З'являється характерний присмак та запах яблук	Дуже м'яка, хрумка, дуже крихка
Сухе знежирене молоко	5	Жовтий	Приємний, але невиражений смак та запах	Твердувата, досить хрумка, слабо крихка
	10	Світло-кофейний	Приємний смак з ледь відчутним запахом пряженого молока	Недостатньо м'яка, хрумка, слабо крихка
	15	Світло-кофейний	Приємний смак з відчутним запахом пряженого молока	М'яка, досить хрумка, крихка
	20	Кофейний	Приємний смак з відчутним запахом пряженого молока	М'яка, досить хрумка, крихка
	25	Кофейний	Гіркуватий присмак та запах підгорілого молока	Занадто м'яка, хрумка, дуже крихка

Продукти з використанням зернових круп і гороху. Крупи додавали у кількостях 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 %. Крок вибраний довільно. Кінцеве значення кількості круп визначалося завданням роботи: розроблення картоплепродуктів, тому основну частину рецептури (більше 50 %) повинно складати сухе картопляне пюре.

Визначена масова частка вологи сировини, що екструдується становить 16 %, тому є необхідність у додатковому зволоженні, оскільки вихідні масові частки вологи сировини менші за 16 % (сухе картопляне пюре – 12 %, крупи – 14 %, див. табл. 3.1). В розділі 3 зазначено, що крупи і сухе картопляне пюре необхідно зволожувати окремо. Відомо [6], що будова зернівки кожної крупи різниться. Найбільш щільну та міцну зернівку має рис, тому тривалість зволоження цієї крупи – найдовша (40 – 50 хв). Для інших видів круп (крім гороху) – 20 – 30 хв. Мова іде не про повне зволоження крупи, тобто до розм'якшення зернівки, а лише про поглинання тієї кількості води, що вноситься.

Тривалість зволоження гороху залежить від його дисперсності (колотий або молотий). У разі використання колотого гороху тривалість зволоження становить 1 – 1,5 години, для молотого – 35 – 40 хв, за періодичного перемішування. Потім до зволжених зазначеним чином зернових круп і гороху додається сухе картопляне пюре. Суміш ретельно перемішується і екструдується. Отримані екструдати аналізувалися за органолептичними показниками, що наведені в табл. 3.4.

Аналіз органолептичних показників показав, що можна рекомендувати додавати крупу ячну у кількості 35 %, оскільки за даної кількості крупи екструдат має приємний смак і запах; крупу пшоно, кукурудзяну і рисову – у кількості 40 %, оскільки при збільшенні дозування крупи до 45 % з'являється переважаючий смак і запах відповідної крупи. Горох варто додавати у кількості 25 %. Проте необхідно зазначити, щоб надати продукту певного приємного смаку необхідно поряд з горохом використовувати інші види додаткової сировини.

Таблиця 3.4 – Вплив зернових круп та гороху на органолептичні показники екструзійних картоплепродуктів

Вид крупи	Дозування крупи, %	Органолептичні показники		
		Колір	Смак та аромат	Консистенція
1	2	3	4	5
Ячна	5	Жовтий	Додавання крупи не впливає на смакові якості продукту	Твердувата, хрумка, слабо крихка
	10	Світло-жовтий	Додавання крупи призводить до зникнення суто картопляного смаку	Трохи твердувата, хрумка, слабо крихка
	15	Світло-жовтий з бежевим відтінком	Невиражений смак та запах	Недостатньо м'яка, хрумка, слабо крихка
	20	Світло-жовтий з бежевим відтінком	Невиражений смак та запах	Недостатньо м'яка, хрумка, слабо крихка
	25	Світло-бежевий з жовтим відтінком	Ледь відчутний приємний смак та запах вареної крупи ячної	Недостатньо м'яка, хрумка, слабо крихка
	30	Світло-бежевий з жовтим відтінком	Відчутний приємний смак та запах вареної крупи ячної	Достатньо м'яка, хрумка, досить крихка
	35	Світло-бежевий з жовтим відтінком	Відчутний приємний смак та запах вареної крупи ячної	Достатньо м'яка, хрумка, досить крихка
	40	Світло-бежевий з жовтим відтінком	Переважаючий смак та запах вареної крупи ячної	М'яка, хрумка, крихка
	45	Світло-бежевий з жовтим відтінком	Переважаючий смак та запах вареної крупи ячної	М'яка, хрумка, крихка
	5	Жовтий	Додавання крупи не впливає на смакові якості продукту	Твердувата, не досить хрумка, слабо крихка

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5
Пшоно	10	Світло-жовтий	Додавання крупи не впливає на смакові якості продукту	Трохи твердувата, не досить хрумка, слабо крижка
	15	Світло-жовтий	Додавання крупи призводить до зникнення суто картопляного смаку	Недостатньо м'яка, досить хрумка, слабо крижка
	20	Світло-жовтий	Додавання крупи призводить до зникнення суто картопляного смаку	Недостатньо м'яка, досить хрумка, крижка
	25	Світло-жовтий	Невиражений смак та запах	Недостатньо м'яка, хрумка, крижка
	30	Світло-жовтий	Невиражений смак та запах	Достатньо м'яка, хрумка, крижка
	35	Кремовий	Ледь відчутний приємний смак та запах вареної крупи пшоно	В міру хрумка, ніжна, крижка
	40	Кремовий	Ледь відчутний приємний смак та запах вареної крупи пшоно	В міру хрумка, ніжна, крижка
	45	Кремовий	Відчутний приємний смак та запах вареної крупи пшоно	Хрумка, м'яка, крижка
Кукурудзяна	5	Жовтий	Додавання крупи не впливає на смакові якості продукту	Твердувата, не досить хрумка, слабо крижка
	10	Жовтий	Додавання крупи призводить до зникнення суто картопляного смаку	Трохи твердувата, не досить хрумка, слабо крижка
	15	Жовтий	Невиражений смак та запах	Недостатньо м'яка, досить хрумка, слабо крижка
	20	Жовтий	Невиражений смак та запах	Недостатньо м'яка, досить хрумка, крижка
	25	Жовтий	Невиражений смак та запах	Недостатньо м'яка, хрумка, крижка

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5
	30	Жовтий	Ледь відчутний приємний смак та запах вареної кукурудзяної крупи	Достатньо м'яка, хрумка, крихка
	35	Яскраво-жовтий	Відчутний приємний смак та запах вареної кукурудзяної крупи	Достатньо м'яка, хрумка, крихка
	40	Яскраво-жовтий	Відчутний приємний смак та запах вареної кукурудзяної крупи	Достатньо м'яка, хрумка, крихка
	45	Яскраво-жовтий	Переважає виражений смак та запах вареної кукурудзяної крупи	Достатньо м'яка, хрумка, крихка
Рисова	5	Жовтий	Додавання крупи не впливає на смакові якості продукту	Твердувата, хрумка, слабо крихка
	10	Світло-жовтий	Додавання крупи призводить до зникнення суто картопляного смаку	Трохи твердувата, хрумка, слабо крихка
	15	Світло-жовтий	Приємний, проте невиражений смак та запах	Недостатньо м'яка, досить хрумка, слабо крихка
	20	Світло-жовтий	Приємний, проте невиражений смак та запах	Недостатньо м'яка, досить хрумка, слабо крихка
	25	Світло-жовтий	Приємний, проте невиражений смак та запах	Недостатньо м'яка, хрумка, слабо крихка
	30	Світло-жовтий	Приємний, проте невиражений смак та запах	Достатньо м'яка, хрумка, крихка
	35	Кремовий з жовтим відтінком	Ледь відчутний приємний смак та запах вареної рисової крупи	В міру хрумка, м'яка, крихка
	40	Кремовий з жовтим відтінком	Ледь відчутний приємний смак та запах вареної рисової крупи	В міру хрумка, м'яка, крихка
	45	Кремовий з жовтим відтінком	Відчутний приємний смак та запах вареної рисової крупи	Хрумка, м'яка, крихка

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5
Горох	5	Жовтий	Додавання крупи не впливає на смакові якості продукту	Трохи твердувата, хрумка, крихка
	10	Жовтий	Додавання крупи призводить до зникнення суто картопляного смаку	Трохи твердувата, хрумка, крихка
	15	Жовтий	Невиражений смак та запах	В міру м'яка, хрумка, крихка
	20	Жовтий	Невиражений смак, але з приємним запахом	В міру м'яка, хрумка, слабо крихка
	25	Світло-коричневий	Специфічний смак, але з приємним запахом	Досить м'яка, хрумка, крихка
	30	Світло-коричневий	Відчутний смак та запах гороху	Досить м'яка, хрумка, крихка
	35	Світло-коричневий	Відчутний смак та запах гороху	М'яка, хрумка, крихка
	40	Коричневий	Переважає виражений смак та запах гороху	М'яка, хрумка, крихка
	45	Коричневий	Переважає виражений смак та запах гороху	М'яка, хрумка, крихка

3.4 Визначення впливу додаткової сировини на масову частку вологи екструзійних картоплепродуктів

Вплив порошків і сухого знежиреного молока. Результати досліджень наведено в табл. 3.5. З таблиці видно, що масова частка вологи екструдатів обернено пропорційна до вмісту морквяного і бурякового порошків в екструдатах. Це можна пояснити тим, що білки порошків, які утримували вологу, під час процесу екструзії денатурували. Відомо [6], що денатурований білок вологу не утримує.

Таблиця 3.5 – Вплив кількості та виду порошку на масову частку вологи екструдатів

Кількість доданого порошку, %	Масова частка вологи екструдатів, %			
	з морквяним порошком	з буряковим порошком	з яблучним порошком	із сухим знежиреним молоком
0	9,5	9,5	9,5	9,5
5	9,3	9,4	9,5	9,5
10	9,1	9,3	9,8	9,2
15	8,8	9,0	10,0	9,2
20	8,4	8,7	10,2	9,0
25	8,1	8,4	10,4	9,0

Необхідно зазначити, що згідно з хімічним складом (див. табл. 3.1) у буряковому порошку білків менше, тому при денатурації вони вивільняють меншу кількість води. Оскільки початкова масова частка вологи всіх зразків однакова, тому частину вологи, що не вмістили білки утримується пектиновими речовинами, а вони, як відомо [12], стійкі до дії високої температури. Отже вони утримують вологу після процесу екструзії, тому масова частка вологи екструдатів з буряковим порошком дещо більша. На відміну від морквяного та бурякового порошків яблучний порошок містить 13,8 % пектинових речовин і лише 1,9 % білку. Значний вміст пектинових речовин визначає більшу масову частку вологи екструдатів з яблучним порошком.

При використанні сухого знежиреного молока масова частка вологи екструдатів практично не змінюється залежно від його дозування, оскільки сухе молоко містить значну кількість білку, зокрема казеїну, який є термостабільним і тому утримує воду поряд з крохмалем сухого картопляного пюре після екструзії.

Вплив зернових круп і гороху. Отримані результати експериментальних досліджень наведено в табл. 4.5.

Таблиця 3.6 – Вплив кількості та виду круп на масову частку вологи екструдатів

Кількість доданої крупи, %	Масова частка вологи екструдатів, %				
	з ячною крупною	з пшоном	з кукурудзяною крупною	з рисовою крупною	з горохом
0	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
5	9,5	9,5	9,5	9,4	9,5
10	9,5	9,5	9,6	9,5	9,3
15	9,6	9,6	9,5	9,4	9,3
20	9,7	9,4	9,4	9,6	9,2
25	9,6	9,6	9,6	9,5	9,1
30	9,7	9,5	9,5	9,6	9,1
35	9,6	9,5	9,4	9,5	8,9
40	9,5	9,6	9,6	9,6	8,9
45	9,6	9,6	9,6	9,6	8,8
100	9,2	9,3	9,8	9,9	-

Дані таблиці показують, що масова частка вологи екструдатів практично не змінюється від дозування ячної крупи та пшона, оскільки сухе картопляне пюре та зазначені крупи близькі за хімічним складом (див. табл. 3.1). Масова частка вологи екструдатів дещо збільшується залежно від дозування кукурудзяної і рисової круп, оскільки вони містять більше крохмалю ніж картопляне пюре на 2,5 та 5,9 % відповідно. При дозуванні гороху масова частка вологи екструдатів дещо зменшується, оскільки він містить менше крохмалю ніж картопляне пюре.

3.5 Визначення впливу додаткової сировини на коефіцієнт спучування екструзійних картопле продуктів

Вплив порошків і сухого знежиреного молока. Результати досліджень наведено в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Зміна коефіцієнта спучування залежно від дозування та виду порошків

Кількість доданого порошку, %	Коефіцієнт спучування екструдатів			
	з морквяним порошком	з буряковим порошком	з яблучним порошком	із сухим знежиреним молоком
0	3,3	3,3	3,3	3,3
5	3,3	3,2	3,3	3,0
10	3,1	2,9	3,0	2,8
15	2,8	2,7	2,7	2,7
20	2,5	2,5	2,3	2,4
25	2,2	2,0	1,8	2,0

З таблиці видно, що коефіцієнт спучування екструдатів зменшується залежно від кількості доданого порошку або сухого молока, тому що загальний вміст крохмалю в екструзійній суміші зменшується, оскільки сировина, що додається не містить крохмалю.

Вплив зернових круп і гороху. Результати досліджень наведено в табл. 3.8. Дані таблиці показують, що коефіцієнт спучування екструдатів збільшується залежно від дозування зернових круп, оскільки вони містять крохмалю більше ніж сухе картопляне пюре. Коефіцієнт спучування екструдатів з горохом зменшується відповідно до кількості доданого гороху, оскільки до його складу входить менша кількість крохмалю та значно більше білку в порівнянні з сухим картопляним пюре. Відомо [9], білок пригнічує спучування продукту.

Таблиця 3.8 - Зміна коефіцієнта спучування залежно від дозування та виду зернових круп і гороху

Кількість доданої крупи, %	Коефіцієнт спучування екструдатів				
	з ячною крупою	з пшоном	з кукурудзяною крупою	з рисовою крупою	з горохом
0	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
5	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
10	3,3	3,3	3,3	3,3	2,9
15	3,4	3,3	3,4	3,4	2,8
20	3,5	3,4	3,5	3,5	2,6
25	3,5	3,5	3,5	3,5	2,5
30	3,5	3,5	3,6	3,6	2,4
35	3,6	3,6	3,6	3,7	2,2
40	3,6	3,6	3,6	3,8	2,1
45	3,6	3,7	3,7	3,8	2,0
100	3,9	4,0	4,2	4,1	-

3.6 Дослідження впливу додаткової сировини на міцність екструдатів

Вплив порошоків і сухого знежиреного молока. Отримані експериментальні дані наведено в таблиці 3.9

Таблиця 3.9 – Зміна міцності екструдатів залежно від дозування та виду порошоків

Кількість доданого порошку, %	Міцність екструдатів, Н			
	з морквяним порошком	з буряковим порошком	з яблучним порошком	із сухим знежиреним молоком
0	8,9	8,9	8,9	8,9
5	5,5	5,7	8,6	8,3
10	4,5	4,8	7,9	7,6
15	3,7	4,1	6,7	7,1
20	2,9	3,2	5,9	6,7
25	2,4	2,8	4,5	6,2

Аналіз результатів таблиці показує, що міцність екструдатів зменшується залежно від кількості доданого морквяного або бурякового порошоків, тому що до їх складу не входить крохмаль, а білок під час екструзії денатурує.

З використанням яблучного порошку міцність екструдатів зменшується не так інтенсивно, як при використанні морквяного та бурякового порошоків, оскільки до складу яблучного порошку входять пектинові речовини, які під впливом екструзії не зазнають суттєвих змін. До складу сухого знежиреного молока входить 33,4 % білку основною складовою якого є казеїн, який, як відомо [22], не піддається термічній денатурації, тим самим зберігаючи свою міцність після екструзії.

Вплив зернових круп і гороху. Результати досліджень наведено в табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Зміна міцності екструдатів залежно від дозування та виду круп

Кількість доданої крупи, %	Міцність екструдатів, Н				
	з ячною крупою	з пшоном	з кукурудзяною крупою	з рисовою крупою	з горохом
0	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9
5	8,4	8,9	8,7	8,9	8,7
10	8,1	8,8	8,5	8,9	8,4
15	8,1	8,5	8,3	8,8	7,9
20	7,9	8,3	8,2	8,7	7,7
25	7,9	8,1	8,0	8,6	7,5
30	8,1	8,1	7,7	8,7	7,2
35	8,0	7,9	7,5	8,5	7,0
40	7,9	7,9	7,3	8,4	6,9
45	7,8	7,7	7,4	8,4	6,6
100	7,4	7,2	6,9	7,9	-

Дані показують, що міцність екструдатів незначно зменшується залежно від дозування круп, оскільки до складу круп не входять пектинові речовини, які присутні в сухому картопляному пюре і відіграють роль структуроутворювача і впливають на консистенцію продукту, дещо зміцнюючи її. При використанні гороху міцність екструдатів зменшується залежно від його кількості, що

пояснюється меншим вмістом крохмалю. Гороховий крохмаль містить значно більше амілози (35 %, [37]), вплив якої на структуру продукту менший ніж амілопектину. Крім того, білки гороху під час екструзії денатурують, втрачаючи тим самим свою початкову структуруючу дію.

3.7 Дослідження впливу додаткової сировини на ступінь набухання екструзійних картоплепродуктів

Вплив порошків і сухого знежиреного молока. Експериментальні дані наведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Зміна ступеня набухання екструдатів залежно від дозування та виду порошків

Кількість доданого порошку, %	Ступінь набухання екструдатів, мл/г			
	з морквяним порошком	з буряковим порошком	з яблучним порошком	із сухим знежиреним молоком
0	8,4	8,4	8,4	8,4
5	8,4	8,4	8,6	7,9
10	8,2	8,3	8,9	7,3
15	7,8	7,9	9,2	6,9
20	7,6	7,7	9,6	6,6
25	7,2	7,4	10,0	6,1

Аналіз результатів показав, що ступінь набухання екструдатів зменшується залежно від дозування морквяного або бурякового порошків. Згідно з хімічним складом (див. табл. 3.1) морквяний та буряковий порошки містять білок, який впливає на ступінь набухання продукту, а оскільки під час екструзії білок денатурує, тому і здатність набухати порошків зменшується, що зменшує ступінь набухання продуктів. Ступінь набухання екструдатів збільшується залежно від кількості доданого яблучного порошку, оскільки яблучний порошок містить 13,8 % пектинових речовин, які стійкі за умов екструзії, і тому не втрачають здатності

до набухання. Сухе молоко повністю водорозчинне, тому і не приймає участі у набуханні продукту.

Вплив зернових круп і гороху. Результати досліджень наведено в табл. 3.12. Дані показують, що ступінь набухання екструдатів дещо зменшується залежно від дозування ячної крупи і пшона. Основними складовими, які піддаються набухання після екструзії є крохмаль та пектинові речовини, оскільки білки денатурують і після цього не здатні до набухання. Згідно з хімічним складом (див. табл. 3.1) в крупі ячній і пшоні крохмалю на 3,4 та 3,5 % відповідно менше ніж в картопляному пюре. Крім того, крупи не містять пектинових речовин на відміну від сухого картопляного пюре, де вміст їх становить 2,1 %. Отже, значення ступеня набухання екструдату сухого картопляного пюре більше ніж екструдату крупи ячної і пшона. В кукурудзяній і рисовій крупах вміст крохмалю більший на 2,5 та 5,9 % відповідно, тому і ступінь набухання екструдатів збільшується. При збільшенні дозування гороху ступінь набухання екструдатів зменшується, оскільки крохмалю у горосі менше на 23,1 % і крохмаль гороху містить значно менше амілопектину ніж картопляний крохмаль [49].

Таблиця 3.12 – Зміна ступеня набухання залежно від дозування та виду круп

Кількість доданої крупи, %	Ступінь набухання екструдатів, мл/г				
	з ячною крупою	з пшоном	з кукурудзяною крупою	з рисовою крупою	з горохом
0	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
5	8,3	8,2	8,4	8,4	8,3
10	8,2	8,2	8,5	8,6	8,0
15	8,3	8,0	8,4	8,6	7,9
20	8,2	7,9	8,6	8,9	7,7
25	8,2	7,7	8,7	8,9	7,6
30	8,1	7,5	8,6	9,0	7,4
35	8,0	7,4	8,9	9,0	7,1
40	8,1	7,2	8,8	9,3	6,9
45	7,9	7,2	8,9	9,6	6,6
100	7,6	6,4	9,4	10,4	-

3.8 Дослідження впливу додаткової сировини на водопоглинальну здатність екструзійних картоплепродуктів

Вплив порошків і сухого знежиреного молока. Результати досліджень наведено в табл. 3.13. Дані вказують на те, що водопоглинальна здатність екструдатів зменшується залежно від кількості доданих порошків, що пояснюється зменшенням загальної кількості крохмалю в екструдаті. Сухе знежирене молоко є повністю розчинним у воді, тому на показник водопоглинальної здатності не впливає.

Таблиця 3.13 – Зміна водопоглинальної здатності залежно від дозування та виду порошків

Кількість доданого порошку, %	Водопоглинальна здатність екструдатів, г/г сухого продукту			
	з морквяним порошком	з буряковим порошком	з яблучним порошком	із сухим знежиреним молоком
0	7,9	7,9	7,9	7,9
5	7,6	7,7	7,6	7,2
10	7,3	7,3	7,4	6,8
15	6,9	7,0	7,1	6,3
20	6,7	6,7	7,1	5,7
25	6,1	6,3	6,9	5,1

Вплив зернових круп і гороху. Експериментальні дані наведено в табл. 3.14. Водопоглинальна здатність екструдатів дещо зменшується залежно від кількості доданої ячної крупи, пшона і гороху, оскільки в цій сировині вміст крохмалю менший ніж у картопляному пюре. При використанні кукурудзяної і рисової круп цей показник збільшується, оскільки загальний вміст крохмалю у продукті збільшується. Наявність пектинових речовин у сухому картопляному пюре на досліджуваний показник не впливає, оскільки тривалість експерименту (30 хв) не дозволяє пектиновим речовинам поглинути ту кількість вологи, яку вони поглинають при визначенні ступеня набухання (4 год).

Таблиця 3.14 – Зміна показника водопоглинальної здатності залежно від дозування та виду круп

Кількість доданої крупи, %	Водопоглинальна здатність екструдатів, г/г сухого продукту				
	з ячною крупою	з пшоном	з кукурудзяною крупою	з рисовою крупою	з горохом
0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
5	7,9	7,9	7,9	8,0	7,7
10	7,7	7,8	8,0	8,3	7,5
15	7,7	7,6	8,0	8,5	7,5
20	7,6	7,6	8,3	8,5	7,3
25	7,7	7,4	8,5	8,7	7,3
30	7,6	7,4	8,5	8,7	6,9
35	7,6	7,2	8,6	8,6	6,7
40	7,4	6,9	8,7	8,9	6,4
45	7,4	6,9	8,7	9,1	6,1
100	7,1	6,0	9,0	9,8	-

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи визначено хімічний склад основної та додаткової сировини, що використовується у виробництві екструзійних картоплепродуктів.

Визначено ступінь набухання сировини вказує на відношення різних видів сировини до води, що є суттєвим при зволоженні суміші перед екструдуванням. Найбільший ступінь набухання 11,6 мл/г має яблучний порошок, найменший – 2,8 мл/г – крупа рисова.

Встановлено, що найбільший показник водопоглинальної здатності має яблучний порошок (12,0 г/г сухого продукту), а найменший – крупа рисова (2,4 г/г сухого продукту).

Визначена оптимальна масова частка вологи сухого картопляного пюре для процесу екструзії, яка становить 16 %.

Встановлено, що досліджувана додаткова сировина позитивно впливає на смак, запах, колір та консистенцію екструзійних картоплепродуктів, що є передумовою високих споживчих властивостей розроблених продуктів.

Визначено, що з додаванням морквяного та бурякового порошоків масова частка вологи екструдатів зменшується в середньому на 1 %, при додаванні яблучного порошку – збільшується на 1 %, що пов'язано з вмістом пектинових речовин в сировині. Сухе знежирене молоко на цей показник не впливає. Додавання круп на масову частку вологи екструдатів практично не впливає.

Доказано, що додавання порошоків, сухого знежиреного молока і гороху зменшує коефіцієнт спучування на 55 %, а крупи – збільшують на 45 %, за рахунок відповідно зменшення або збільшення загального вмісту крохмалю в екструзійній суміші.

Визначено, що міцність екструдатів зменшується зі збільшенням дозування додаткової сировини. Порошки сприяють більш інтенсивному зниженню міцності екструдатів у порівнянні з крупами, оскільки не містять крохмалю.

Встановлено, що з використанням морквяного, бурякового порошоків, сухого знежиреного молока, пшона, гороху, крупи ячної ступінь набухання зменшується, а з додаванням яблучного порошку, кукурудзяної і рисової круп – збільшується, що пояснюється їх хімічним складом, а саме вмістом пектинових речовин і крохмалю.

Визначено, що водопоглинальна здатність продуктів збільшується з додаванням кукурудзяної і рисової круп на 0,8 та 1,2 г/г сухого продукту відповідно. Інші види додаткової сировини зменшують зазначений показник, оскільки містять меншу кількість крохмалю.

На основі органолептичних показників, фізико-хімічних досліджень екструзійних картоплепродуктів та за результатами оптимізації встановлено кількісні дозування додаткової сировини: морквяного і бурякового порошоків по 10 %, яблучного порошку і сухого знежиреного молока – по 20, крупи ячної – 35, пшона, кукурудзяної, рисової круп – по 40, гороху – 25 %.

4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1 Визначення рецептурних композицій картоплепродуктів

Аналіз наведених у попередніх розділах експериментальних даних дав можливість обґрунтувати доцільність збагачення екструзійних картоплепродуктів на основі сухого картопляного пюре іншими видами додаткової сировини різного спрямування. Крім того, для обраних груп додаткової сировини визначений вплив екструзії та оптимальні дозування.

Розроблення рецептур проведено з таких міркувань:

- метою роботи є отримання картоплепродуктів, тому кількість основної сировини (сухого картопляного пюре) у рецептурній суміші не повинно бути менша 50 % від загальної маси суміші;
- дотримуватися визначених оптимальних дозувань додаткової сировини;
- не поєднувати горох з сухим знежиреним молоком, оскільки це сировина одного спрямування (білкові збагачувачі), хоча і містять різні види білку (рослинний і тваринний відповідно);
- не поєднувати морквяний і буряковий порошки, оскільки це близькі за спрямуванням види сировини;
- за кількістю використовуваних видів сировини рецептури компонувалися за принципом «від простішого до складнішого» (дво-, трикомпонентні і т.д.), не враховуючи воду.

Можна узагальнити вплив кожної з додаткової сировини на готовий продукт. Найбільш позитивний вплив на органолептичні показники мають яблучний порошок, сухе знежирене молоко, пшоно, рис і крупа ячна. Проте це не означає, що решта додаткової сировини (морквяний, буряковий порошки, кукурудзяна крупа, горох) впливають негативно, просто їх позитивний вплив у порівнянні з вище названими не на стільки виражений.

Сировина, що містить багато моно- та дисахаридів значно забарвлює готові продукти, найчастіше надаючи їм коричневого забарвлення. Додавання крупи

ячної надає продуктам забарвлення різних відтінків бежевого. Пшоно і крупа рисова «відбілюють» колір продукту. Крупа кукурудзяна і горох насичують продукти жовтим кольором.

Яблучний порошок надає продуктові приємний смак і запах, а в деяких рецептурних сумішах – ледь помітний приємний кислий присмак.

Сухе знежирене молоко надає смак і запах пряженого молока або випічки.

Морквяний і буряковий порошки надають продуктам специфічний овочевий присмак, який можливо пом'якшити додаванням сухого молока або яблучного порошку.

Пшоно, рис, крупа ячна надають продуктам дуже приємний присмак з ледь відчутним відтінком варених зернових.

За консистенцією всі отримані продукти дуже доброї якості: хрумкі, крихкі, хіба що, ступінь м'якості дещо змінюється залежно від виду використовуваної додаткової сировини, проте це не має негативного впливу на якість продукту.

Можливі варіанти використання лише круп різних видів у різних співвідношеннях з сухим картопляним пюре, декілька видів круп і сухого молока або декілька видів круп і одного або двох порошоків, або декілька видів круп і сухого молока і одного або двох порошоків, при чому в кожному з варіантів вміст сухого картопляного пюре повинен бути не менше 50 %. Також можливий варіант, коли вміст сухого картопляного пюре може бути менше 50 % від загальної суми суміші, проте більший за окремий вид кожної з додаткової сировини.

4.2 Калорійність розроблених екструзійних картоплепродуктів

Калорійність продуктів є важливим показником якості продуктів, оскільки вона повинна покривати добові витрати енергії людини. У разі перевищення добової потреби в енергії, її надлишок переходить у резервний енергетичний матеріал – жирову тканину. Постійне перевищення енергетичних витрат викликає захворювання – ожиріння, яке провокує ряд інших захворювань [5, 28].

Дисбаланс харчових речовин займає друге місце за важливістю (після мікробного зараження) серед найважливіших потенціальних джерел шкоди від харчових продуктів.

На сьогодні тривале неправильне харчування розглядається як фактор підвищення ризику найтипівіших для нашої цивілізації захворювань дорослої людини (онкологічні, серцево-судинні, остеопорози, порушення функцій шлунково-кишкового тракту) [137].

В табл. 4.1 наводиться хімічний склад і калорійність розроблених екструзійних картоплепродуктів.

Розроблені екструзійні картоплепродукти розраховані, перш за все, на молодіжну групу споживачів. З урахуванням норм для I групи інтенсивності праці віком 18 – 29 років (чоловіки), де добова калорійність повинна складати 2450 ккал, 100 г продукту на основі сухого картопляного пюре забезпечує 12,5 % добового раціону за калорійністю, що дає змогу віднести його до продуктів зі зниженою калорійністю. Таким же чином можна підрахувати для будь-якої групи споживачів за віком і фізичною активністю.

Необхідно наголосити на тому, що автори [9] зазначають, що метаболізм кожного людського організму дуже індивідуальний. Так, наприклад, кількість кальцію, необхідна для підтримання балансу одного індивідууму може бути у два або три рази більшою ніж іншого. Подібна ситуація спостерігається щодо необхідності заліза. Кількісні потреби організму у вітамінах встановлені ще менш надійно. Рекомендовані добові дози, що наводяться в літературі не можуть розглядатися як мінімальна потреба, вони є лише показниками на які необхідно орієнтуватися у плануванні дієти для здорової людини.

Таблиця 4.1 – Визначений хімічний склад та енергетична цінність екструзійних картоплепродуктів

Вироби	Вміст, г						
	Білок	Жир	Моно- та дисахариди	Крохмаль	Органічні кислоти	Калорійність	
						ккал	кДж
Екструдат сухого картопляного пюре «Повітряна картопля» («ПК»)	6,28	0,21	3,19	69,73	0,40	306,3	1280,33
Екструдат сухого картопляного пюре 90 % і 10 % морквяного порошку «ПК каротинова»	6,99	0,31	8,45	62,76	0,50	305,4	1276,57
Екструдат сухого картопляного пюре 90 % і 10 % бурякового порошку «ПК бурякова»	6,43	0,19	9,11	62,76	0,40	304,4	1272,39
Екструдат сухого картопляного пюре 80 % і 20 % яблучного порошку «ПК яблучна»	5,15	0,16	14,94	53,08	0,61	286,8	1198,8
Екструдат сухого картопляного пюре 80 % і 20 % сухого знежиреного молока «ПК молочна»	11,37	0,41	12,42	55,78	0,30	313,0	1308,3
Екструдат сухого картопляного пюре 75 % і 25 % гороху «ПК горохова»	10,75	0,61	3,38	64,12	0,30	306,8	1282,4
Екструдат сухого картопляного пюре 65 % і 35 % ячна крупа «ПК ячна»	7,80	0,69	2,41	68,96	0,26	310,0	1295,8
Екструдат сухого картопляного пюре 60 % і 40 % пшона «ПК пшоняна»	8,68	1,72	2,55	68,80	0,24	322,8	1349,3
Екструдат сухого картопляного пюре 60 % і 40 % кукурудзяна крупа «ПК маїсова»	7,26	0,63	2,38	71,32	0,24	316,2	1321,7
Екструдат сухого картопляного пюре 60 % і 40 % рис «ПК рисова»	6,71	0,54	2,17	72,75	0,24	317,8	1328,4

4.3 Технологічна схема виробництва екструзійних картоплепродуктів

Виробництво екструзійних картоплепродуктів з використанням різних видів додаткової сировини може бути реалізовано на будь-якому підприємстві харчової промисловості, за умови встановлення екструдера і допоміжних місткостей для сировини і готової продукції. Технологічна схема виробництва картоплепродуктів складається з таких етапів: підготовка основної та додаткової сировини; приготування рецептурної суміші; екструзування приготовленої суміші; охолодження готової продукції; фасування, пакування та маркування.

Апаратурно-технологічна схема виробництва картоплепродуктів методом високотемпературної екструзії представлено на рис. 4.1.

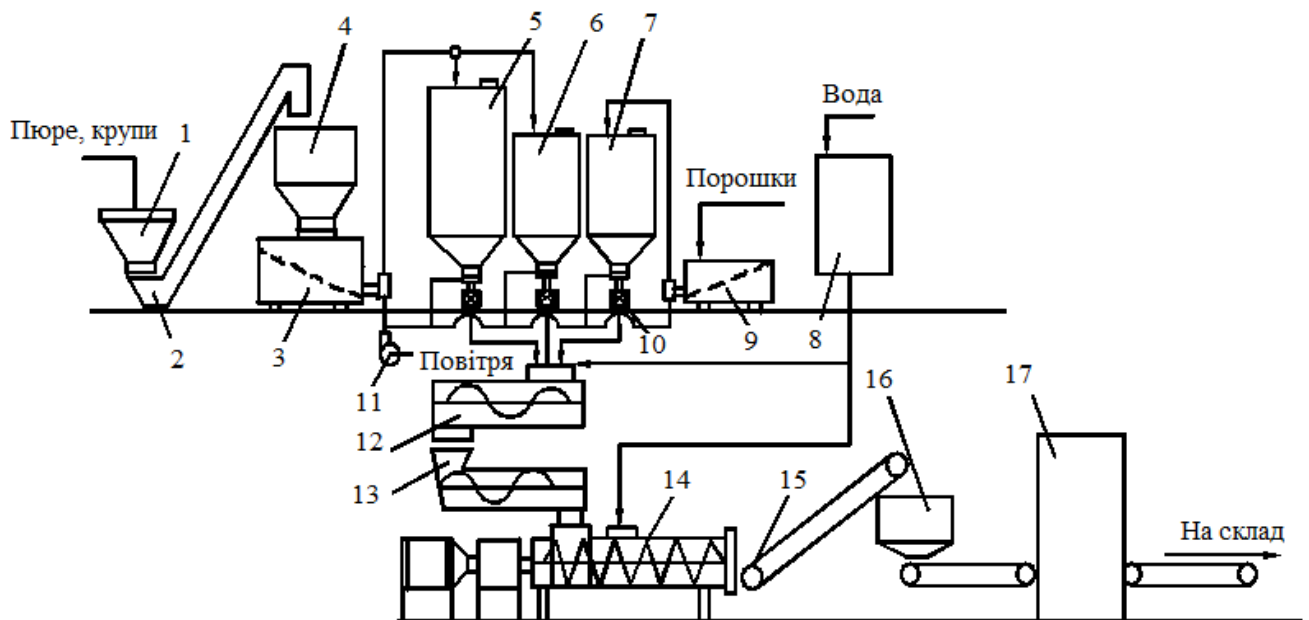


Рисунок 4.1 – Апаратурно-технологічна схема виробництва екструзійних картопле-продуктів:

1 – приймальна лійка; 2 – норія; 3 – просіювач; 4 – бункер-накопичувач; 5 – бункер для зберігання сухого картопляного пюре; 6 – бункер для зберігання круп; 7 – бункер для зберігання порошків; 8 – місткість для води; 9 – просіювач для порошків; 10 – дозатор; 11 – нагнітач повітря; 12 – змішувач; 13 – живильник екструдера; 14 – екструдер; 15 – стрічковий транспортер-охолоджувач; 16 – бункер готової продукції; 17 – фасувально-пакувальний апарат.

Згідно з наведеною схемою сухе картопляне пюре або крупи завантажуються у приймальну лійку (1), звідки норією (2) подаються у просіювач (3) для відокремлення сторонніх домішок. Після очищення надходять до бункерів (5) або (6) відповідно. Порошки очищуються на просіювачі (9) і подаються в бункер (7). Залежно від асортименту відповідна сировина дозується через дозатори (10) у змішувач (12), де зволожується до вмісту вологи 16 % та за необхідністю відлежується (від 10 хв. до 1 год залежно від типу додаткової сировини). Готова суміш надходить до живильника екструдера (13) і далі до екструдера (14). Екструдати за допомогою стрічкового транспортеру (15) надходять до бункера готової продукції (16). Далі за допомогою стрічкового транспортеру екструдати поступають до фасувально-пакувального апарату (17).

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи розроблено рецептури екструзійних картоплепродуктів з використанням овочевих, фруктового порошоків, зернових круп, гороху і сухого знежиреного молока. Доведена можливість використання декількох видів додаткової сировини одночасно для отримання екструзійних картоплепродуктів.

Встановлено, що додавання 20 % яблучного порошку дозволяє збільшити вміст харчових волокон на 49 %. З додаванням 10 % бурякового або морквяного порошку вміст харчових волокон збільшується на 11 та 9,5 % відповідно. На 9,5 та 8 % збільшується вміст харчових волокон з використанням 35 % крупи ячної та 25 % гороху відповідно.

Встановлено, що за мікробіологічними показниками термін зберігання екструзійних картоплепродуктів становить 6 місяців.

Запропоновано технологічну схему виробництва розроблених екструзійних картоплепродуктів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці в ТОВ «Горизонт»

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Небезпечним називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого у відповідних умовах праці може призвести до травм або іншого раптового, різкого погіршення стану здоров'я [78]. В умовах ТОВ «Горизонт» небезпечними виробничими факторами є робота з підвищеними напругами.

Шкідливим називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого може призводити в певних умовах до захворювання або зниження рівня працездатності [78], а саме це запиленість виробничого приміщення та нерівномірне освітлення робочих місць.

Показники виробничого травматизму по ТОВ «Горизонт» за останні три років приведені в таблиці 5.1.

Коефіцієнти частоти, тяжкості та втрати робочого часу визначено за статистичними методами аналізу виробничого травматизму [79].

Оскільки нещасні випадки траплялись на підприємстві тільки на протязі 2017 року, тому розрахунки приведемо тільки за цей рік.

- коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{ч2017} = \frac{2}{85} \cdot 1000 = 23,5, \quad (5.1)$$

- коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{в}2017} = \frac{45}{2} = 22,5, \quad (5.2)$$

- коефіцієнт втрат робочого часу:

$$K_{\text{вт}2017} = \frac{45}{85} \cdot 1000 = 529,4. \quad (5.3)$$

Основні показники травматизму зводяться до таблиці 5.1 та робляться висновки про його рівень.

Таблиця 5.1 – Основні показники виробничого травматизму по ТОВ «Горизонт» за 2017 – 2019 роки

Показники	Роки		
	2017	2018	2019
Кількість працюючих, чол.	85	85	85
Кількість нещасних випадків, од	2	-	-
Втрати днів непрацездатності від травматизму	45	-	-
Коефіцієнт частоти травматизму	23,5	-	-
Коефіцієнт важкості травматизму	22,5	-	-
Коефіцієнт втрат робочого часу	240	-	-

Аналіз виробничого травматизму за період 2017 – 2019 рр. показав, що тільки у 2017 році в господарстві сталося два нещасних випадки, що призвело до втрати потерпілими 45 днів працездатності. Причиною нещасних випадків стало недотримання працівниками вимог безпеки праці при роботі з обладнанням для сепарування сипких харчових продуктів.

На підприємстві охорона праці і умови праці організовані на належному рівні. В товаристві з обмеженою відповідальністю «Горизонт» за стан охорони праці відповідає директор, Гриценко В.В. Він здійснює: загальне керівництво

роботою з охорони праці з метою створення у кожному структурному підрозділі і на кожному робочому місці умов праці відповідно до вимог нормативних актів; забезпечення додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці. Також забезпечує на підприємстві: створення і функціонування системи управління охороною праці відповідно до чинного законодавства; проведення наукових досліджень з безпеки праці і впровадження їх в виробництво за рахунок коштів підприємства; розробку системи нормативних актів про охорону праці в господарстві; формування коштів на охорону праці (0,5 % від об'єму реалізованої продукції або 0,2 % від фонду заробітної плати; розробку заходів для усунення причин, що призводять до аварій, виробничих травм, професійних захворювань та їх впровадження.

Створення СУОП на ТОВ «Горизонт» здійснюється шляхом послідовного визначення мети і об'єкта управління, завдань і заходів щодо охорони праці, функцій і методів управління, побудови організаційної структури управління, складання нормативно-методичної документації.

Систему управління (керування) ТОВ «Горизонт» можна розподілити на дві підсистеми: таку, що управляє, і таку, якою управляють (рис. 5.1):



Рисунок 5.1 – Структурна схема СУОП підприємства ТОВ «Горизонт»

У свою чергу, в системі управління виділяють об'єкт, яким управляють та орган, який здійснює таке управління. Останній на основі аналізу отриманої інформації - зовнішньої (наприклад, наказу міністерства) або внутрішньої - про стан об'єкта розробляє і видає управлінську інформацію (наприклад, наказ по підприємству). Як правило, на великих та середніх підприємствах на підставі управлінської інформації деякий виконавчий орган (наприклад, керівники структурних підрозділів) здійснюють управлінську дію на об'єкт. У багатьох випадках орган, що здійснює управління, та виконавчий; орган об'єднують одним поняттям - суб'єкт управління.

Служба охорони праці ТОВ «Горизонт» вирішує завдання:

- забезпечення фахової підтримки рішень директора з питань охорони праці;
- забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;
- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, пропаганди безпечних методів праці;
- вибору оптимальних режимів праці й відпочинку працівників;
- інформування та надання роз'яснень працівникам підприємства з питань охорони праці.

В цілому стан охорони праці знаходиться на належному рівні, але маються недоліки: атестація робочих місць не проводиться; інструкції з безпеки праці не завжди виконуються, перевірка їх знання і виконання робітниками підприємства не проводиться; непридатні засоби індивідуального захисту та спецодяг і спецвзуття замінюються не своєчасно; система створення мікроклімату в приміщеннях не працює, що призводить до зниження працездатності і продуктивність праці; стан всіх запобіжних пристроїв а також загорож на обладнанні знаходиться в незадовільному стані; фінансування заходів та засобів з охорони праці в товаристві не відповідає потребам господарства.

5.2 Рекомендації щодо покращення охорони праці

Для поліпшення умов праці на підприємстві пропонуємо:

- проводити атестацію робочих місць;
- відповідально виконувати інструкції з охорони праці та більш строго перевіряти їх знання і виконання робітниками елеватора;
- замінювати непридатні засоби індивідуального захисту та спецодяг і спецвзуття своєчасно;
- створити оптимальний мікроклімат, який забезпечить підвищення працездатності і продуктивності праці;
- переглянути наявність всіх запобіжних пристроїв а також загорож задля для попередження травматизму;
- збільшити фінансування заходів та засобів з охорони праці.

5.3 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в ТОВ «Горизонт»

Розрахунок штучного заземлення електроустановок цеху з виробництва екструдованих картоплепродуктів.

Захисне заземлення – це електричне з'єднання з землею або її еквівалентом, металічних неструмопровідних частин, які можуть опинитися під напругою [80].

Розрахунок параметрів захисного заземлення та його облаштування проводять для запобігання електричних травм, які можуть бути викликані при торканні металевих конструкцій або корпусів електроустаткування, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, а також для захисту апаратури.

Визначення питомого електричного опору ґрунту розтіканню струму

$$\rho_n = \rho_{ep} \cdot k_c \quad (5.4)$$

де k_c – сезонний коефіцієнт, $k_c=1,6$.

$$\rho_n = 100 \cdot 1,6 = 160 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

Визначення питомого опору заземлювача розтіканню струму в ґрунт

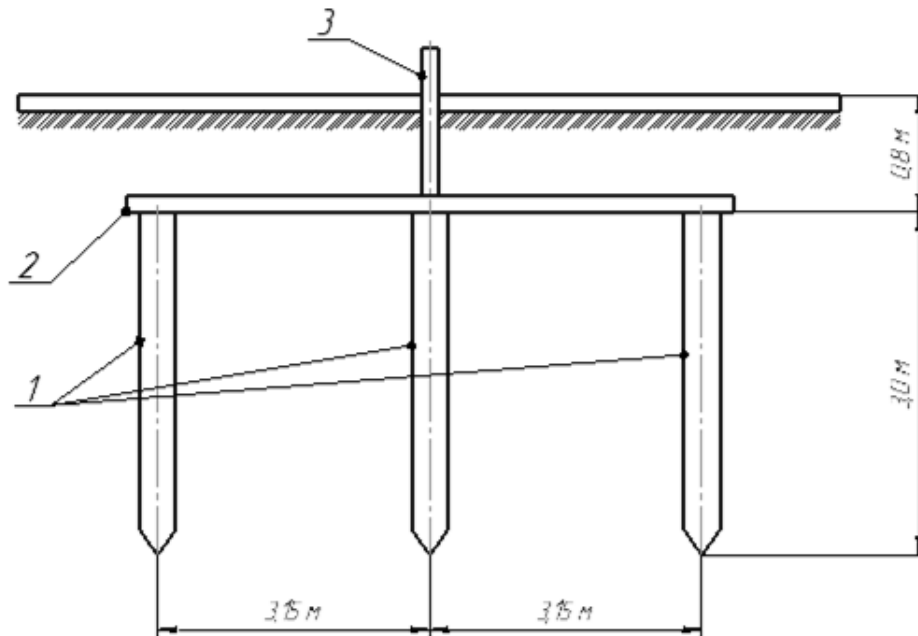


Рисунок 5.2 – Розрахункова схема заземлювача

1 – стержень заземлення; 2 – з'єднувальна смуга; 3 – заземлюючий провідник.

$$h = h' + \frac{1}{2}l, \quad (5.5)$$

$$h = 0,5 + \frac{1}{2} \cdot 3 = 2 \text{ м}$$

$$R_{cm} = \frac{0,366\rho_2}{l} \operatorname{tg} \left(4h + \frac{1}{4} \right) = \frac{0,366 \cdot 160}{3} \operatorname{tg} \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \operatorname{tg} \left(4 \cdot 2 + \frac{2}{3} \right) = 19,52 \cdot \operatorname{tg} 120 + \frac{1}{2} \operatorname{tg} 10,93 = 36,12 \text{ Ом} \quad (5.6)$$

Визначення імпульсного опору заземлювача розтіканню струму в ґрунт

$$R_{i.cm} = R_{cm} \cdot \alpha = 36,12 \cdot 0,8 = 28,9 \text{ Ом} \quad (5.7)$$

де α – імпульсний коефіцієнт, $\alpha=0,8$.

Імпульсний опір заземлювачу порівнюють з нормативним імпульсним опором ($R_{im} \leq 10 \text{ Ом}$)

$$R_{i.cm} \leq R_{im}$$

$$28,9 \geq 10$$

Визначення кількості елементів заземлювача

$$n = R_{i.cm} \leq R_{im}$$

$$n = 28,9 / 10 = 2,89 \text{ шт}$$

Приймаємо 3 стержня.

Визначення імпульсного загального опору групи стержнів

$$R_{i.zp} = \left(\frac{R_{i.cm}}{n} \right) \eta \quad (5.8)$$

$$R_{i.zp} = \left(\frac{28,9}{3} \right) 0,66 = 6,36 \text{ Ом}$$

Загальний імпульсний опір заземлення порівнюємо із нормативним:

$$R_{i.zp} \leq R_{im}$$

$$6,36 \leq 10$$

Група заземлювачів об'єднується в осередок заземлення з'єднувальною шиною

Визначення імпульсного опору шини зв'язку

Довжина шини при контурному заземленні

$$l_{ш} = 1,05 \cdot a \cdot n, \quad (5.9)$$

$$l_{ш} = 1,05 \cdot 3 \cdot 3 = 9,45 \text{ м}$$

За результатами проведених розрахунків виконано креслення.

5.4 Вимоги безпеки праці під час роботи оператора екструдера харчової сировини

Загальні положення

До роботи оператором екструдерів допускаються особи чоловічої статі не молодше 18 років, що пройшли первинний медичний огляд, а також вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місці, що пройшли професійне навчання і стажування за безпечним методам роботи і отримали допуск до самостійної роботи [81].

Працівник повинен знати і дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства. Не допускати вживання алкогольних, наркотичних і токсичних речовин під час і до роботи. Паління дозволяється тільки у відведених для цієї мети місцях. При ходьбі по території необхідно дотримуватися запобіжних заходів.

У процесі праці на оператора можуть впливати наступні небезпечні і шкідливі фактори:

- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі;
- підвищена температура обладнання, що обслуговується;
- підвищена температура і вологість повітря робочої зони;
- рухомі частини та механізми обладнання.

Працівник зобов'язаний:

- виконувати вимоги даної інструкції;
- виконувати вимоги пожежної безпеки;
- користуватися ЗІЗ;
- знати і дотримуватися правил особистої гігієни.

Перед прийомом їжі в перервах і після закінчення роботи необхідно мити руки з милом, спецодяг та особистий одяг зберігати в спеціально відведених для цього місцях, знімати спецодяг перед відвідуванням туалету.

Працівник зобов'язаний повідомити про кожний нещасний випадок керівнику, надати першу долікарську медичну допомогу потерпілому, зберігаючи по можливості обстановку на робочому місці такою, якою вона була на момент події, якщо це не загрожує здоров'ю і життю оточуючих і не призведе до аварії.

Працівник несе відповідальність за порушення вимог цієї інструкції в порядку, встановленому Правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства та чинним законодавством.

Вимоги безпеки перед початком роботи.

Необхідно надіти згідно за нормами спецодяг, прибрати волосся під головний убір. Перевірити щоб не було звисаючих кінців спецодягу. Не заколювати спецодяг шпильками, голками.

Уважно оглянути робоче місце:

- перевірити справність інструментів, пристосувань, обладнання;
- прибрати сторонні предмети;
- переконатися у справності струмоведучих частин обладнання;
- перевірити наявність і справність захисного заземлення, а також запобіжних огорожень і захисних щитків;
- перевірити роботу вентиляційної установки і витяжного зонта.

Про всі несправності, помічені під час перевірки обладнання, необхідно повідомити керівника і до їх усунення до роботи не приступати.

Вимоги безпеки під час роботи

При роботі дотримуватися всіх вимог правил безпеки та заходи при роботі з електрообладнанням. Все електрообладнання повинно бути заземлено і технічно справне.

Не допускається ремонтувати самостійно електрообладнання, а також проводити ремонт проводки і запобіжників електромережі. Необхідно вимагати негайного їх виправлення фахівцями.

Не торкатися обертових частин руками, не знімати огороження і не намагатися включити обладнання без наявних засобів блокування.

Не допускається експлуатація обладнання з несправними пакетними перемикачами, сигнальними лампами, зі знятими кожухами електричних приладів і електрокомунікацій.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При виникненні стороннього шуму, появі запаху гару, припинення подачі електроенергії слід негайно припинити подачу продукту і відключити обладнання.

При раптовій появі на корпусі обладнання відчутного електричного струму слід негайно відключити обладнання та повідомити керівника.

У випадках появи ознак загоряння негайно вимкнути обладнання, повідомити керівника і воєнізованої пожежної охорони і взяти участь в ліквідації загоряння первинними засобами пожежогасіння (вуглекислотні або порошкові вогнегасники).

Забороняється гасити електрообладнання водою.

При нещасному випадку або раптовому захворюванні, що відбулося на робочому місці, потерпілий або очевидець зобов'язаний надати першу долікарську медичну допомогу потерпілому, його доставку в медпункт і сповістити керівництво.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

Вимкнути обладнання. Зробити чистку і мийку обладнання при його повному охолодженні.

Перевірити і привести в порядок робоче місце.

Зняти і прибрати спецодяг в гардероб, прийняти душ, переодягнутися в особистий одяг.

Про всі несправності в роботі обладнання та виявлені порушення техніки безпеки доповісти керівництву.

5.5 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях

Оскільки виробничі потужності ТОВ «Горизонт» розташовані поблизу міста Кам'янське, а саме в зоні ймовірного підтоплення в разі прориву греблі водосховища то на нашу думку доцільно буде розглянути дії персоналу у разі повені.

Дії у випадку загрози виникнення повені [82]:

1. Уважно слухайте інформацію про надзвичайну ситуацію та інструкції про порядок дій, не користуйтеся без потреби телефоном, щоб він був вільним для зв'язку з вами.
2. Зберігайте спокій, попередьте сусідів, надайте допомогу інвалідам, дітям та людям похилого віку.
3. Дізнайтеся у місцевих органах державної влади та місцевого самоврядування місце збору мешканців для евакуації та готуйтеся до неї.
4. Підготуйте документи, одяг, найбільш необхідні речі, запас продуктів харчування на декілька днів, медикаменти. Складіть все у валізу. Документи зберігайте у водонепроникному пакеті.
5. Від'єднайте всі споживачі електричного струму від електромережі, вимкніть газ.
6. Перенесіть більш цінні речі та продовольство на верхні поверхи або підніміть на верхні полиці.

Дії в зоні раптового затоплення під час повені:

1. Зберігайте спокій, уникайте паніки.
2. Швидко зберіть необхідні документи, цінності, ліки, продукти та інші необхідні речі.
3. Надайте допомогу дітям, інвалідам та людям похилого віку. Вони підлягають евакуації в першу чергу.
4. По можливості негайно залишіть зону затоплення.
5. Перед виходом з будинку вимкніть електро- та газопостачання, загасіть вогонь у грубах. Зачиніть вікна та двері, якщо є час – закрийте вікна та двері першого поверху дошками (щитами).
6. Підніміться на верхні поверхи або на горищні приміщення.
7. До прибуття допомоги залишайтеся на верхніх поверхах, дахах, деревах чи інших підвищеннях, сигналізуйте рятувникам, щоб вони мали змогу швидко вас знайти.
8. Перевірте, чи немає поблизу постраждалих, надайте їм, по можливості, допомогу.
9. Потрапивши у воду, зніміть з себе важкий одяг і взуття, відшукайте поблизу предмети, за допомогою яких можна утриматися до одержання допомоги.
10. Не переповнюйте рятувальні засоби (катери, човни, плоті).

Дії після повені:

1. Переконайтесь, що ваше житло не отримало внаслідок повені ніяких ушкоджень та не загрожує заваленням, відсутні провалини в будинку і навколо нього, не розбите скло і немає небезпечних уламків та сміття.
2. Не користуйтеся електромережею до повного осушення будинку.
3. Обов'язково кип'ятіть питну воду, особливо з джерел водопостачання, які були підтоплені.
4. Просушіть будинок, проведіть ретельне очищення та дезінфекцію забрудненого посуду і домашніх речей та прилеглої до будинку території.

5. Здійснюйте осушення затоплених підвальних приміщень поетапно, з розрахунку 1/3 об'єму води на добу.

6. Електроприладами можна користуватися тільки після їх ретельного просушування.

7. Заборонено вживати продукти, які були підтоплені водою під час повені. Позбавтеся від них та від консервації, що була затоплена водою і отримала ушкодження.

8. Все майно, що було затопленим, підлягає дезінфекції.

9. Дізнайтеся у місцевих органах державної влади та місцевого самоврядування адреси організацій, що відповідають за надання допомоги потерпілому населенню.

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було досліджено стан охорони праці в ТОВ «Горизонт», розраховано основні показники виробничого травматизму на підприємстві, згідно яких видно, що в 2017 році на підприємстві трапився один нещасний випадок в результаті чого кількість днів непрацездатності склала 45 днів. Приведено вимоги безпеки праці під час роботи на екструдері. Розраховано систему заземлення технологічного обладнання.

На підставі проведеного аналізу стану охорони праці на підприємстві був розроблений план заходів і засобів спрямованих на покращення умов та безпечності праці, підвищення культури виробництва та зниження травматизму робітників.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

Метою проведення економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності проекту в цілому. Основним напрямком розвитку харчової промисловості є інтенсифікація технологічних процесів, що змінюють фізико-хімічні властивості природних сировинних матеріалів шляхом складного комбінованого впливу на них робочими органами апаратів.

Обробка рослинної сировини термопластичною екструзією забезпечує великий обсяг і різноманітність продукції, що виробляється і високий економічний ефект, обумовлений, перш за все тим, що один екструдер може замінити цілий комплекс машин і механізмів, необхідних для виробництва продуктів. Його використання дозволяє зробити процес безперервним, легко контрольованим, універсальним за видами перероблюваної сировини і готових продуктів.

Організація досліджень включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку і тривалості, побудову сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення експерименту.

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження з обґрунтування процесу виробництва екструдованих зернових паличок з метою отримання якісного кінцевого продукту та параметрів обладнання для екструдування, наведений у табл. 6.1.

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 6.1).

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1-2	Вибір та обґрунтування напрямку наукових досліджень	2
2-3	Літературний пошук та написання літературного огляду	15
3-4	Розробка алгоритму науково-дослідних робіт	3
4-5	Розробка методик проведення наукових досліджень	5
5-6	Підготовка дослідних зразків сировини	2
6-7	Підготовка експериментальної установки	20
7-8	Дослідження впливу додаткової сировини на якість готового продукту	5
7-9	Визначення впливу додаткової сировини на коефіцієнт спучування екструзійних картоплепродуктів	3
7-10	Дослідження впливу додаткової сировини на ступінь набухання екструзійних картоплепродуктів	2
7-11	Дослідження впливу використовуваної сировини на водопоглинальну здатність екструзійних картоплепродуктів	2
8-12	Обробка даних експериментальних дослідження	3
9-12		1
10-12		1
11-12		1
12-13	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	10

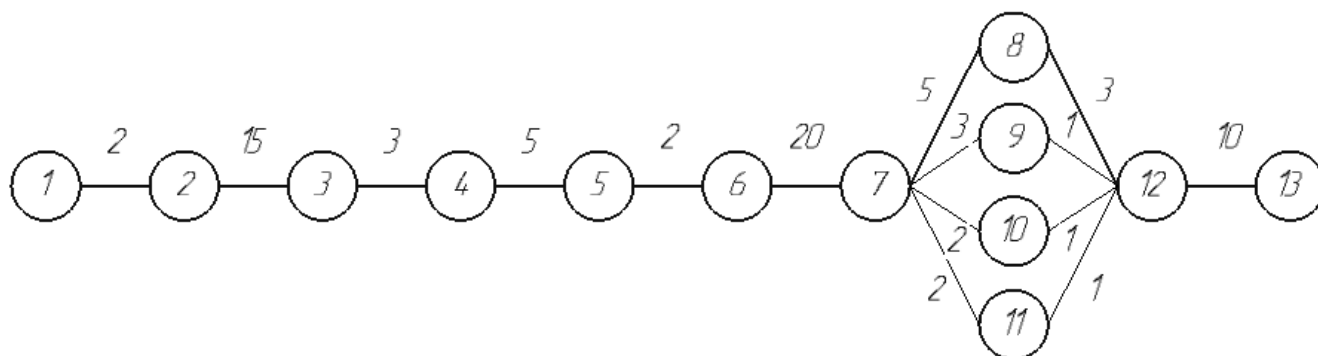


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

Використовуючи сітьовий графік, знаходять повний шлях – тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13}^1 = 2 + 15 + 3 + 5 + 2 + 20 + 5 + 3 + 10 = 65;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13}^2 = 2 + 15 + 3 + 5 + 2 + 20 + 3 + 1 + 10 = 61;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13}^3 = 2 + 15 + 3 + 5 + 2 + 20 + 2 + 1 + 10 = 60;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-11-12-13}^4 = 2 + 15 + 3 + 5 + 2 + 20 + 2 + 1 + 10 = 60.$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є перший шлях з тривалістю в 65 днів.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події T_i^n – різниця між критичним шляхом та максимальним шляхом від даної події до кінцевої;

- ранній термін здійснення події T_i^p – найбільший шлях від початкової до і-тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху $L_{KP} = 65$ днів.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (6.1)$$

де R_1 – резерв шляху, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 6.2.

Повний резерв часу роботи – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховують за формулою:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (6.2)$$

де R_{ij}^n – повний резерв часу роботи, днів;

t_{ij} – загальна тривалість роботи, днів.

Таблиця 6.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

Номер події	Ранній термін здійснення події T_1^p , дні	Пізній термін здійснення події T_1^n , дні	Резерв шляху R_1 , дні
1	0	0	0
2	2	2	0
3	17	17	0
4	20	20	0
5	25	25	0
6	27	27	0
7	47	47	0
8	52	52	0
9	50	54	4
10	49	54	5
11	49	54	5
12	55	55	0
13	65	65	0

Вільний резерв часу – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Показник визначають по формулі:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (6.3)$$

де R_{ij}^e – вільний резерв часу роботи, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{kp} - t_{ij}}, \quad (6.4)$$

де L_{maxij} – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

$L_{кр}$ – довжина критичного шляху ($L_{кр} = 65$ днів).

Результати розрахунків наведені у табл. 6.3.

Отже, використання мережевого планування допомагає правильно організувати дослідження, змодельовати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні сіткового графіка потрібно прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення експерименту.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу R_{ij}^e , дні	Повний резерв часу R_{ij}^n , дні	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,04
3-4	0	0	0,27
4-5	0	0	0,33
5-6	0	0	0,40
6-7	0	0	0,60
7-8	0	0	0,78
7-9	0	4	0,76
7-10	0	5	0,75
7-11	0	5	0,75
8-12	0	0	0,84
9-12	0	0	0,78
10-12	0	0	0,77
11-12	0	0	0,77
12-13	0	0	1,00

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 65 днів. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху, необхідно закінчувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу, а коефіцієнт їх напруженості дорівнює найбільшому значенню.

Однак дані табл. 6.3 свідчать про те, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі в разі виникнення необхідності.

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати, пов'язані з проведенням дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них належать: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (6.5)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

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

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Сухе картопляне пюре, кг	10	100	1000,0
Крупа, кг	10	30	300,0
Додаткова сировина (порошок моркви та буряка), кг	10	8,5	85,0
Всього			1385,0

Заробітна плата людей, що приймали участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Результати розрахунку наведені в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8500	50,59	20	1011,80
Всього				1011,80

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % єдиного податку. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{1011,80 \cdot 22}{100} = 222,60 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.6)$$

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на привід робочих органів подрібнювальної машини:

$$E_{op} = 0,5 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 12,10 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на привід робочих органів шнекового екструдера:

$$E_{кстр} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 36,29 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на електроенергію складуть

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{др}} + E_{\text{екстр}} = 12,10 + 36,29 = 48,39 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Подрібнювальна машина	1200,0	24	2	1,58
Шнековий екструдер	2380,30	24	2	3,13
Всього				4,71

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництвом. До них відносять: витрати на оплату праці обслуговуючого та адміністративно-управлінського персоналу. Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{1011,80 \cdot 80}{100} = 809,44 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	1385,0
Заробітна плата	1011,80
Нарахування на заробітну плату	222,60
Електроенергія	48,39
Амортизація	4,71
Накладні витрати	809,44
Всього	3481,94

Аналіз показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і нарахування на заробітну плату.

6.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження і рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.8)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

P – нормативна рентабельність ($P = 30$), %.

$$Ц = 3481,94 + \frac{30 \cdot 3481,94}{100} = 4526,52 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 4526,52 грн.

Висновки до розділу

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 65 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали і витрати на заробітну плату, які складають 1385,0 грн та 1011,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 4526,52 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Досліджено хімічний склад і основні фізико-хімічні показники сухого картопляного пюре та всіх видів додаткової сировини. Серед фізико-хімічних показників визначені масова частка вологи, ступінь набухання, водопоглинальна здатність і кількість водорозчинних речовин. Встановлено і теоретично обґрунтовано кореляцію між визначеним хімічним складом сировини та їх досліджуваними показниками.

2 Уперше експериментально визначено та теоретично підтверджено у виробництві екструзійних картоплепродуктів раціональне дозування морквяного та бурякового порошку по 10 %, яблучного порошку – 20, ячної крупи – 35, пшона, кукурудзяної крупи та рису по 40, гороху – 25 %.

3. Досліджено та встановлено, що визначене дозування додаткової сировини позитивно впливає на органолептичні показники готових продуктів і досліджувані фізико-хімічні показники. Зокрема, додавання зернових круп підвищує коефіцієнт спучування на 15 %. Додавання порошків збільшує кількість водорозчинних речовин на 47 %, що позитивно впливає на засвоюваність екструдатів і зменшує міцність на 49 % готових продуктів, що підвищує споживчі властивості готових продуктів.

4 Визначено тривалість зберігання розроблених екструзійних картопле продуктів, який становить 6 місяців.

5. Виконано практичне впровадження отриманих результатів досліджень на основі чого було розроблено технологія екструзійних картоплепродуктів високотемпературної екструзії, яка рекомендована до часткового впровадження у виробництво на ТОВ «Горизонт».

6. Досліджено стан охорони праці в ТОВ «Горизонт», розраховано основні показники виробничого травматизму на підприємстві, згідно яких видно, що в 2017 році на підприємстві трапився один нещасний випадок в результаті чого кількість днів непрацездатності склала 45 днів. Приведено вимоги безпеки праці

під час роботи на екструдері. Розраховано систему заземлення технологічного обладнання.

7. Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали і витрати на заробітну плату, які складають 1385,0 грн та 1011,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 4526,52 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абельцева Н.В. Современное состояние отрасли по производству продуктов питания из картофеля / Н.В. Абельцева // Пищевая пром-сть. – 1997.– №9. – С. 54 – 56.
2. Алексеев Е.Л. Моделирование и оптимизация технологических процессов в пищевой промышленности / Е.Л. Алексеев, В.Ф. Пахомов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 269 с.
3. Ахметов Р.Х. Совершенствование процессов и оборудования для производства картофельных чипсов с растительными добавками на макаронных прессах: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. / Р.Х. Ахметов. – М., 2005. – 25 с.
4. Бабеня В.Ю. Модернизация линии производства картофельной крупки/ В.Ю. Бабеня, А.В. Смирнов, А.С. Савицкий // Пищевая и перерабатывающая пром-сть. – 1987. – №5. – С. 36 – 37.
5. Бабеня В.Ю. Получение быстровосстанавливаемого сухого картофеля/ В.Ю. Бабеня, Б.Л. Шапиро, С.В. Кожушкова // Пищевая пром-сть. – 1990. – №10. – С. 34.
6. Гамолина Т.Я. Агломерированное сухое картофельное пюре / Т.Я. Гамолина, Р.Д. Ларкович // Пищевая пром-сть. – 1988. – №6. – С. 22 – 24.
7. Генин С.А. Исследование процесса пенообразования при производстве сухого картофельного пюре / С.А. Генин, В.Н. Залецкий, Е.Т. Гусынина // Консервная и овощесушильная пром-сть. – 1971. – №8. – С. 12 – 14.
8. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 344 с.
9. Горпинченко Т.В. Качество сортов картофеля как сырья для производства хрустящего картофеля / Т.В. Горпинченко, М.А. Земцова, М.А. Осанова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2000. – №3. – С. 31 – 35.

10. Гудвин Т. Сравнительная характеристика биохимия каротиноидов. / Т. Гудвин; [пер. с англ. В.Б. Евстигнеева] – М.: Изд-во иностранной литературы, 1954. – 395 с.
11. Гулий І.С. Основи валеології (валеологічні аспекти харчування) / Гулий І.С., Сімахіна Г.О., Українець А.І. – К.: НУХТ, 2003. – 254 с.
12. Гуляев В.Н. Технология пищевых концентратов / В.Н. Гуляев – М.: Пищевая пром-сть, 1972. – 169 с.
13. Гурвич М.М. Диетология для всех / М.М. Гурвич. – М.: Медицина, 1992. – 159 с.
14. Гусынина Е.Т. Производство сухого картофельного пюре методом пеносушки / Е.Т. Гусынина // Пром-сть Белоруссии. – 1970. – №12 – С. 9 – 11.
15. Дакуорт Р.Б. Вода в пищевых продуктах / Р.Б. Дакуорт; [пер. с англ. Р.Н. Евтеева, Г.Е. Русанова]. – М.: Пищевая пром-сть, 1980. – 376 с.
16. Домарецький В.А. Технологія харчових продуктів / Домарецький В.А., Остапчук М.В., Українець А.І. – К.: НУХТ, 2003. – 572 с.
17. Дорохович В.В. Розробка раціональних технологій діабетичних борошняних кондитерських виробів на основі фруктози: дис. ... канд. техн. наук: 05.15.16 / Дорохович Вікторія Віталіївна. – 2000. – 152 с.
18. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот. – К.: Руслана, 1998. – 416 с.
19. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва / В.І. Дробот – К.: Логос, 2002. – 365 с.
20. Дудкин М.С. Введение в химию углеводов / М.С. Дудкин. – К.: Вища школа. – 1976. – 175 с.
21. Жушман А.И. Новое в технике и технологии производства экструзионных крахмалопродуктов / Жушман А.И., Коптелова Е.К., Карпов В.Г. – М.: ЦНИИТСиПищепром, 1986. – 28 с. – (Сер. Крахмало-паточная пром-сть. Обзор. информ. Вып. 2).

22. Жушман А.И. Современные достижения в технологии экструзионных крахмалов / Жушман А.И., Коптелова Е.К., Карпов В.Г. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1989. – 24 с. – (Сер. Крахмало-паточная пром-сть. Обзор. информ. Вып. 4).

23. Жушман А.И. Экструзионная обработка крахмала и крахмалосодержащего сырья / Жушман А.И., Коптелова Е.К., Карпов В.Г. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1980. – 36 с. – (Сер. Крахмало-паточная пром-сть. Обзор. информ. Вып. 3).

24. Забаштанский И.П. Производство сухого картофельного пюре в виде гранул / И.П. Забаштанский, М.В. Рагиня, В.Н. Повилайка // Пищевая и перерабатывающая пром-сть. – 1987. – №5. – С. 19 – 20.

25. Залецкий В.Н. Выработка сухого картофельного пюре в виде гранул на овощесушильных заводах / В.Н. Залецкий, Р.Л. Ковганко, Г.Я. Малиновский // Консервная и овощесушильная пром-сть. – 1971. – №1. – С. 7 – 11.

26. Інструкція. Розрахунок витрати сировини у рецептурах на борошняні кондитерські вироби (І-158.00389676.002-2004). – К.: Укрхлібпром, 2004. – 45 с.

27. Карабуля Б.В. Экструзионная технология – перспективный способ создания новых пищевых продуктов / Б.В. Карабуля. – Кишинев: МолдНИИНТИ, 1989. – 26 с. – (Обзор. информ.).

28. Карпов В.Г. Технология и физико-химические свойства экструзионных крахмалопродуктов / В.Г. Карпов. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1991. – 24 с. – (Сер. Крахмало-паточная пром-сть. Обзор. информ. Вып. 2)

29. Карпов В.Г. Трансформация кристаллической решетки крахмала в смеси его с картофельным пюре при холодной экструзии / В.Г. Карпов, В.П. Юрьев // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1998. – № 10. – С. 27 – 28.

30. Кархут В.В. Ліки навколо нас / В.В. Кархут. – К.: Здоров'я, 1974. – 447 с.

31. Ковалев В.С. Промышленное производство продуктов питания из картофеля. / В.С. Ковалев, В.И. Воронков. – К.: Урожай, 1987. – 79 с.

32. Кисельова О. Енергетична цінність кондитерських виробів. Як її достовірніше розрахувати / Кисельова О., Подв'язникова Н. // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2008. – №12(49). – С. 11 – 16.

33. Ковбаса В.М. Застосування екструзії у виробництві нових харчових продуктів / Ковбаса В.М., Дорохович А.М., Хіврич Б.І. – К.: УкрІНТЕІ, 1995. – 64 с.

34. Ковбаса В.М. Наукове обґрунтування високотемпературної екструзії природних біополімерів та розроблення раціональної технології харчоконцентратів і хлібопродуктів поліпшеної якості: дис. ... доктора техн. наук: 05.18.01 / Ковбаса Володимир Миколайович. – К., 1998. – 335 с.

35. Ковганко Р.Л. Производство картофельных гранул на овощесушильных заводах / Р.Л. Ковганко, В.Н. Залецкий. – Минск: БелНИИТИ, 1972. – 27 с.

36. Концентрати харчові. Сніданки сухі (загальні технічні умови) : ДСТУ 2903–94. – [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1996. – 19 с. – (Національний стандарт України).

37. Королев Д.Д. Организация промышленного производства новых продуктов питания из картофеля / Д.Д. Королев. – М.: ЦИНТИПП, 1968. – 79 с.

38. Королев Д.Д. Производство сухого картофельного пюре в виде гранулята / Д.Д. Королев, Р.Д. Ларкович, Т.Я. Гамолина // Пищевая пром-сть. – 1990. – №10. – С. 28 – 30.

39. Крюк И.Ф. Биохимия и товароведение семян зернобобовых культур и продуктов их переработки / И.Ф. Крюк. – Минск: Изд-во МВССПО БССР, 1961. – 275 с.

40. Кудрицкая С.Е. Каротиноиды плодов и ягод / С.Е. Кудрицкая. – К.: Вища школа, 1990. – 211 с.

41. Кулезнев В.Н. Химия и физика полимеров / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнеv. – М.: Высшая школа, 1988. – 312 с.

42. Кундиловская Т.А. Разработка технологии производства сухих завтраков, обогащенных пищевыми волокнами: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Кундиловская Татьяна Анатольевна. – Одесса, 1998. – 195 с.

43. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / [Виноградова А.А., Мелькина Г.М., Фомичева Л.А. и др.]; под ред. Л.П. Ковальской. – М.: Агропромиздат, 1991. – 335 с.

44. Ларкович Р.Д. Опыт производства сухого картофельного пюре на комплексе А9-КЛШ / Р.Д. Ларкович, А.И. Попов // Пищевая и перерабатывающая пром-сть. – 1987. – №5. – С. 21 – 22.

45. Лекарственные растения Украины / [Ивашин Д.С., Катина З.Ф., Рыбачук И.З. и др.]. – К.: Урожай, 1974. – 360 с.

46. Ловкис З.В. Пищевая промышленность республики Беларусь: анализ и перспективы развития / Ловкис З.В., Грибоедова И.А., Данченко И.И.. Минск: РУП «НПЦ НАНПП», 2008. – 180 с.

47. Нечаев А.П. Пищевые добавки / Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н.. – М.: Колос, Колос-Пресс. – 2002. – 256 с.

48. Новицкая В.Е. Санитарно-гигиенические требования производства картофельной крупки / В.Е. Новицкая, Л.Ф. Коваленко // Пищ. пром-сть. – 1989. – №4. – С. 63 – 64.

49. Новицкая В.Е. Санитарно-гигиенические требования в производстве сухого картофельного пюре / В.Е. Новицкая, Н.Н. Ободовская, А.С. Гарайс // Пищ. и перераб. пром-сть. – 1987. – №5. – С. 28 – 30.

50. Новое в производстве продуктов из картофеля (обзор) / [В.Н. Залецкий, Е.Т. Гусынина, Т.Н. Святославская и др.] – М.: ЦНИИТЭИпищепрома, 1973. – 44с.

51. Пилат Т.А. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применения) / Т.А. Пилат, А.А. Иванов. – М.: Аввалон, 2002. – 710 с.

52. Производство картофелепродуктов: Справочник / [Маханов Н.М., Мазур А.М, Ковганко Р.Л. и др.]; под ред. Н.А. Жоровина и Н.М. Маханова. – М.: Агропромиздат, 1987. – 246с.

53. Производство пищевых продуктов из картофеля, а также кукурузы и других злаковых культур в США / [Наместников А.Ф., Лушин М.Г., Петкевич В.П. и др.]. – М.: ЦИНТИПП, 1965. – 133 с.

54. Производство продуктов детского питания / [Андреев Л., Блаттн Ц., Галачка К. и др.]; под ред. П. Крашенинина. – М.: Агропромиздат, 1989. – 336 с.

55. Производство продуктов питания из картофеля (экономика, технология, оборудование) / [Волчкова Н.Т., Ионова А.М., Кабанов В.Т. и др.]; под ред. Р.В. Самойлова. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 192 с.

56. Путилова И.Н. О некоторых свойствах зерен картофельного крахмала, отличающихся по размеру / И.Н. Путилова, Г.М. Маслова, С.Е. Траубенберг // Прикладная биохимия и микробиология. – 1966. – Т. 2, №5. – С. 17.

57. Путц Б. Переработка картофеля / Путц Б., Рёберс Ф., Ветцольд П.; [пер. с нем. А.М. Спиренковой]. – М.: Пищевая пром-сть, 1979. – 86 с.

58. Расширение ассортимента картофельных крекеров: тезы докл. 4-й Международный симпозиум «Эколог. человека: пищ. технол. и продукты», 25-28 окт., 1995, Ч 1. – М.; Видное, 1995. – с. 160. – Рус.

59. Рой Л. Уистлер. Химия и технология крахмала / Рой Л. Уистлер, Эжен Ф. Пашаль; [пер. с англ. Н.Н. Трегубова]. – М.: Пищевая пром-сть, 1975. – 360 с.

60. Рощина Е.В. Товароведная характеристика экструзионного крахмала и его использование при производстве некоторых пищевых продуктов: автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.18.15 «Товароведение пищевых продуктов и технология продуктов общественного питания» / Е.В. Рощина. – Гомель, 2006. – 23 с.

61. Савицкий Е.А. Направления повышения эффективности производства картофелепродуктов / Е.А. Савицкий, В.П. Яцкевич // Пищевая и перерабатывающая пром-сть. – 1987. – №5. – С. 12 – 13.

62. Сад и огород любителя / [Парафиенко В.В., Буц А.Е., Бережной П.С. и др.]. – Донецк: МТПП «Литера», 1991. – 336 с.

63. Свойства пищевых порошков из растительного сырья / С.Л. Лисиченок, Ю.Ф. Снежкин, А.А. Хавин [и др.] // Пищевая пром-сть. – 1988. – №7. – 20 – 21.

64. Сирохман И.В. Кондитерские изделия из нетрадиционного сырья. – К.: Техніка, 1987. – 197 с.

65. Сирохман І.В. Наукові проблеми проблеми зберігання жирів та поліпшення споживних властивостей жиромісних продуктів: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.15 / Сирохман Іван Васильович. – Львів, 1995. – 635 с.

66. Скурихин И.М. Все о пище с точки зрения химика: Справ. издание / И.М. Скурихин, А.П. Нечаев. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.

67. Смоляр В.И. Рациональное питание / В. И. Смоляр. – К.: Наук. думка. – 1991. – 368 с.

68. Снежкин Ю.Ф. Химический состав и пищевая ценность яблочных порошков / Ю.Ф. Снежкин, С.Л. Лисиченок // Пищевая пром-сть. – 1988. – №2. – С. 22 – 23.

69. Ткаченко Т.З. Влияние упаковочных материалов на сохранение качества пищекопцентратов детского питания / Т.З. Ткаченко, Л.В. Гордиенко // Наукові праці ОНАХТ. – 2006. – №29. – С. 181 – 183.

70. Ткаченко Т.З. Пищевые концентраты для детского питания / Т.З. Ткаченко, Л.В. Гордиенко // Зернові продукти і хлібокорми. – 2007. – №2. – С. 19 – 22.

71. Шуб Л.П. Улучшать производство сухого картофельного пюре / Л.П. Шуб // Пищевая пром-сть. – 1988. – №7. – С. 22 – 23.

72. Шульга О.С. Дослідження можливості одержання продуктів екструзії на основі сухого картопляного пюре / О.С. Шульга, В.М. Ковбаса // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2007. – №22. – с. 14 – 17.

73. Шульга О.С. Ефірна олія кропу – природний ароматизатор продуктів екструзії на основі сухого картопляного пюре / О.С. Шульга, Н.Е. Фролова, В.М. Ковбаса // Продукты и ингредиенты. – 2007. – № 10 (41). – с. 18.

74. Шульга О.С. Морквяний порошок як добавка до продуктів екструзії на основі сухого картопляного пюре / О.С. Шульга, А.В. Шаран, В.М. Ковбаса // Продукты и ингредиенты. – 2008. – № 4 (46). – с. 114 – 115.

75. Шульга О.С. Нові продукти харчування на основі картоплі (огляд) / О.С. Шульга // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2008. – №25, Ч 1. – С. 101 – 103.

76. Шульга О.С. Сухе знежирене молоко як білковий збагачувач екструзійних картоплепродуктів / О.С. Шульга, А.В. Шаран, В.М. Ковбаса // Харчова і переробна промисловість. – 2008. – № 10. – с. 12 – 13.

77. Шульга С.І. Органічна хімія. Практикум: Навч. посіб. / С.І. Шульга. – К.: НУХТ, 2007. – 384 с.

78. ДСТУ 2293-99. Охорона праці терміни та визначення основних понять (34095).

79. ДНАОП 0.00-4.03-01. Положення про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництв (43338).

80. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (1641).

81. ДНАОП 0.00-4.15-98 Положення про розробку інструкцій з охорони праці.

ДОДАТКИ



Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

1

Обґрунтування технології екструзійних картопляних продуктів підвищеної харчової цінності

Виконавець: ст. гр. МГХТ-1-19 Ромашко А.Є.

Керівник: професор Чурсінов Ю.О.

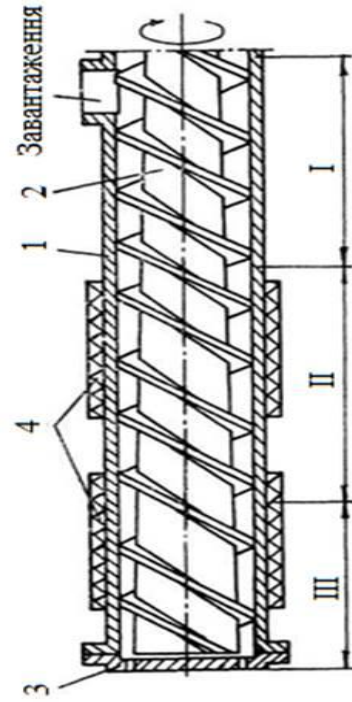
Дніпро – 2020

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

2

Хімічний склад різних видів сухого картопляного шоре

Складова	Крушка	Пластівці	Гранули
Вуглеводи, г	79,0	76,3	77,7
Білки, г	4,06	3,8	3,94
Жири, г	0,23	0,22	0,24
Вітаміни (мг):			
С	3,8	4,8	3,4
В ₁	0,28	0,25	0,29
В ₂	0,08	0,09	0,09
РР	3,35	3,4	3,1
Калорійність, ккал/кДж	314,5/1316,1	303,6/1270,5	309,3/1294,1



Шнековий екструдер
 1 – циліндр; 2 – шнек; 3 – матриця; 4 – нагрівачі;
 I, II, III – зони приймання сировини, стиснення
 (клейстеризації) і випресовування відповідно.

МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3

Метою роботи є обґрунтування використання сухого картопляного пюре та додаткової сировини для виробництва екструзійних картоплепродуктів підвищеної харчової цінності.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

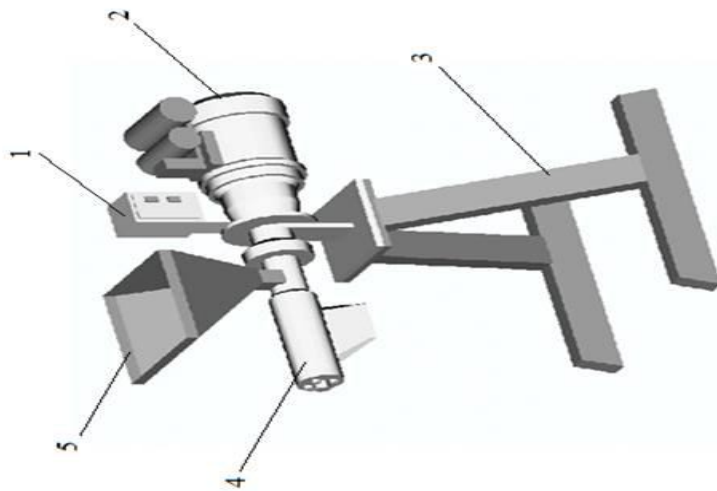
- дослідити хімічний склад, основні фізико-хімічні показники сухого картопляного пюре та додаткової сировини;
- встановити оптимальні дозування додаткової сировини для забезпечення високих показників якості готової продукції;
- дослідити вплив морквяного, бурякового, яблучного порошоків, ячної, кукурудзяної крупи, пшона, рису, гороху і сухого знежиреного молока на органолептичні та фізико-хімічні показники якості готових продуктів;
- визначити тривалість зберігання розроблених екструзійних картоплепродуктів, протягом якої вони не втрачають своїх показників якості;
- виконати практичне впровадження отриманих результатів досліджень;
- дослідити стан охорони праці в ТОВ «Горизонт»;
- виконати розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія картоплепродуктів високотемпературної екструзії.

Предмет дослідження – сировина: основна (сухе картопляне пюре), додаткова (морквяний, буряковий, яблучний порошок, ячна, кукурудзяна крупа, пшона, рис, горох і сухе знежирене молоко) та продукти високотемпературної екструзії на основі зазначеної сировини.

ДОСЛІДНЕ УСТАТКУВАННЯ

4



Технічна характеристика екструдера ПЭК-40Х5В

Показник	Значення
Продуктивність, кг/год.	30 – 40
Потужність, кВт	4
Габаритні розміри, мм:	
- довжина	965
- ширина	500
- висота	1030
Маса, кг	107

Загальний вигляд екструдера ПЭК-40Х5В

1 – пульт керування; 2 – електродвигун з приводом;

3 – станина; 4 – головка екструдера;

5 – завантажувальний бункер.

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

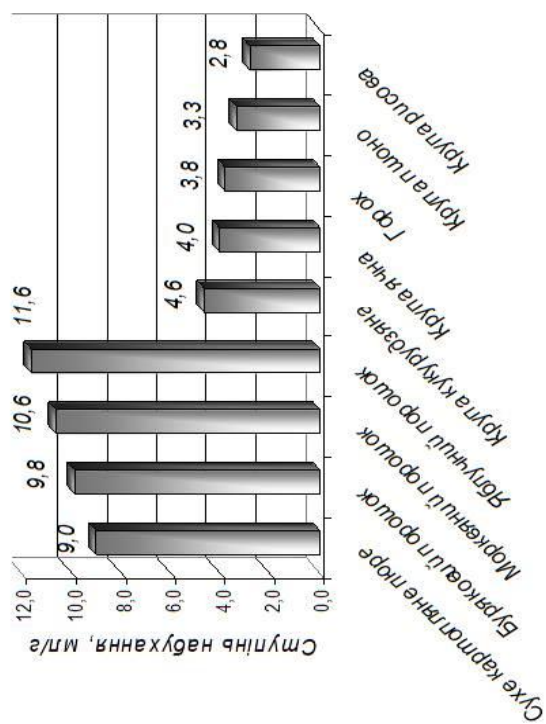
5

Хімічний склад основної та додаткової сировини, %

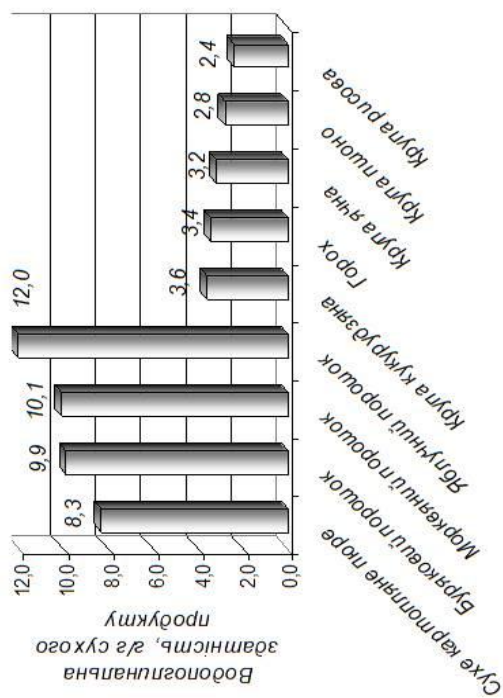
Вид сировини	Масова частка вологи	Білкові речовини	Жир	Моно- та дисахариди	Крохмаль	Пектинові речовини	Клітковина	Зола
Сухе картопляне пюре	12,0	6,1	0,2	3,1	67,7	2,1	4,7	3,7
Порошок: морквяний	12,0	13,0	1,2	54,1	-	3,7	9,6	5,3
буряковий	12,0	7,5	-	60,5	-	4,2	8,1	6,8
яблучний	9,0	1,9	-	63,8	-	13,8	8,8	1,2
Сухе знежирене молоко	4,7	33,4	1,3	51,9	-	-	-	7,2
Горох	14,0	22,8	1,7	3,7	44,6	2,7	8,2	2,4
Крупа: ячна	14,0	10,1	1,5	0,9	64,3	-	7,9	1,3
пшона	14,0	11,7	3,8	1,5	64,2	-	3,5	1,1
кукурудзяна	14,0	8,3	1,2	1,1	70,2	-	4,5	0,7
рисова	14,0	7,0	1,0	0,6	73,6	-	3,0	0,7

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

6



Показник набухання досліджуваної сировини



Показник водопоглинальної здатності досліджуваної сировини

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

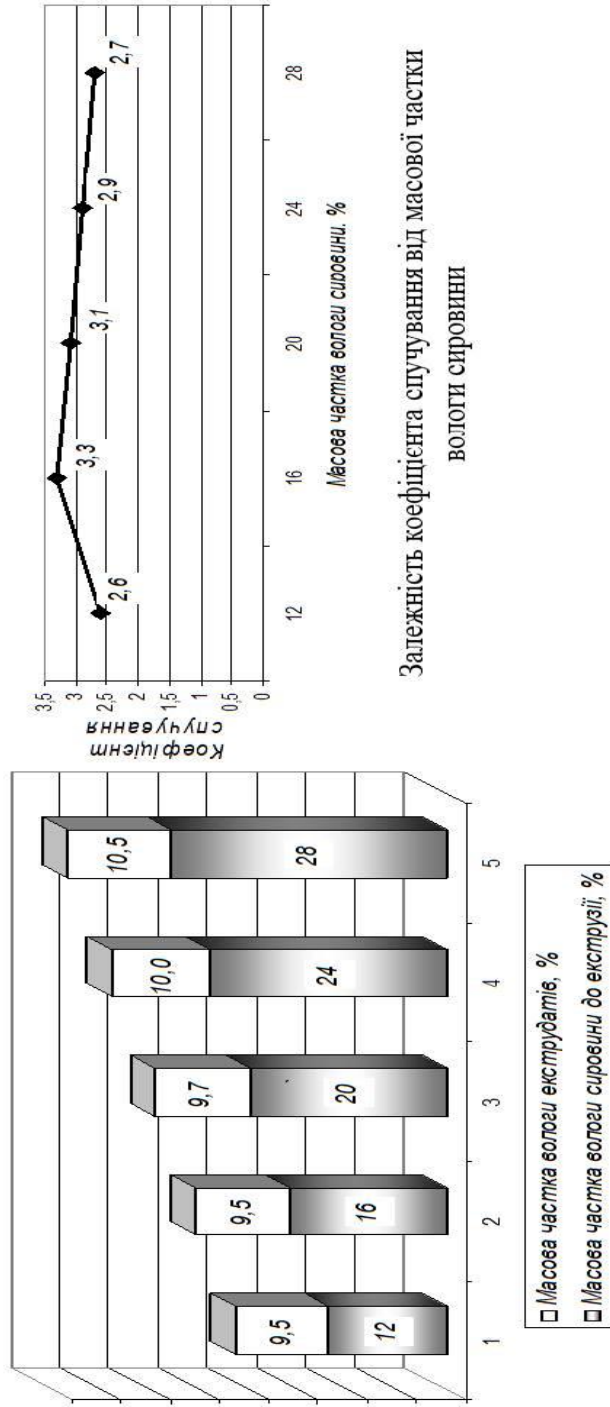
7

Вплив початкової масової частки вологи сировини на органолептичні показники якості екструдату

Масова частка вологи вихідної сировини, %	Органолептичні показники		
	Колір	Смак та аромат	Консистенція
1	2	3	4
12	Світло-жовтий	Приємний з ледь відчутним картопляним присмаком та запахом	Твердувата, хрумка, слабо крихка
16	Світло-жовтий	Приємний з ледь відчутним картопляним присмаком та запахом	Трохи твердувата, досить хрумка, слабо крихка
20	Світло-жовтий	Приємний з ледь відчутним картопляним присмаком та запахом	Трохи твердувата, хрумка, слабо крихка
24	Світло-жовтий	Приємний з відчутним картопляним присмаком та запахом	Твердувата, хрумка, слабо крихка
28	Світло-жовтий	Приємний з відчутним картопляним присмаком та запахом	Твердувата, хрумка, слабо крихка

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

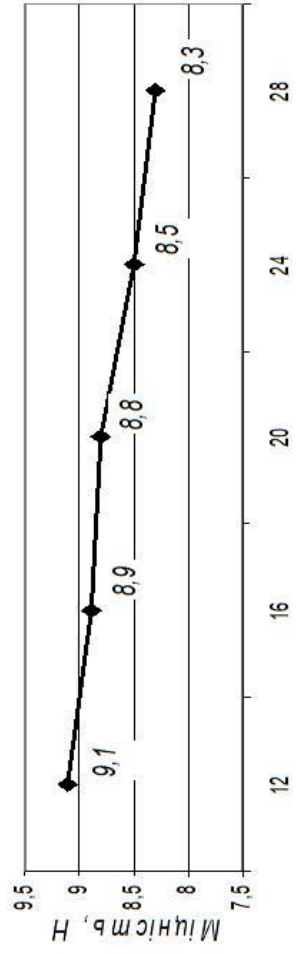
8



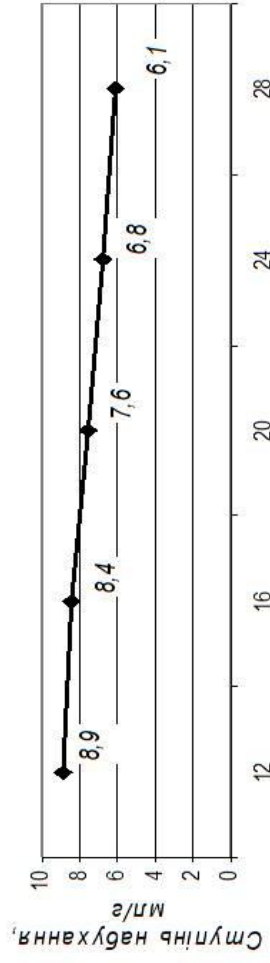
Масова частка вологи екструдатів залежно від масової частки вологи сировини

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

9



Залежність міцності від масової частки вологи сировини



Залежність ступеня набухання екструдатів від початкової масової частки вологи сировини

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

10

Вплив кількості та виду порошку на масову частку вологи екструдатів

Кількість доданого порошку, %	Масова частка вологи екструдатів, %			
	з морквяним порошком	з буряковим порошком	з яблучним порошком	із сухим знежиреним молоком
0	9,5	9,5	9,5	9,5
5	9,3	9,4	9,5	9,5
10	9,1	9,3	9,8	9,2
15	8,8	9,0	10,0	9,2
20	8,4	8,7	10,2	9,0
25	8,1	8,4	10,4	9,0

Вплив кількості та виду круп на масову частку вологи екструдатів

Кількість доданої крупи, %	Масова частка вологи екструдатів, %				
	з ячною крупою	з пшоном	з кукурудзяною крупою	з рисовою крупою	з горохом
0	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
5	9,5	9,5	9,5	9,4	9,5
10	9,5	9,5	9,6	9,5	9,3
15	9,6	9,6	9,5	9,4	9,3
20	9,7	9,4	9,4	9,6	9,2
25	9,6	9,6	9,6	9,5	9,1
30	9,7	9,5	9,5	9,6	9,1
35	9,6	9,5	9,4	9,5	8,9
40	9,5	9,6	9,6	9,6	8,9
45	9,6	9,6	9,6	9,6	8,8
100	9,2	9,3	9,8	9,9	-

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

11

Зміна коефіцієнта спучування залежно від дозування та виду порошоків

Кількість доданого порошку, %	Коефіцієнт спучування екструдатів			із сухим знежиреним МОЛОКОМ
	з морквяним порошком	з буряковим порошком	з яблучним порошком	
0	3,3	3,3	3,3	3,3
5	3,3	3,2	3,3	3,0
10	3,1	2,9	3,0	2,8
15	2,8	2,7	2,7	2,7
20	2,5	2,5	2,3	2,4
25	2,2	2,0	1,8	2,0

Зміна коефіцієнта спучування залежно від дозування та виду зернових круп і гороху

Кількість доданої крупи, %	Коефіцієнт спучування екструдатів				
	з ячною крупою	з пшоном	з кукурудзяною крупою	з рисовою крупою	з горохом
0	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
5	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
10	3,3	3,3	3,3	3,3	2,9
15	3,4	3,3	3,4	3,4	2,8
20	3,5	3,4	3,5	3,5	2,6
25	3,5	3,5	3,5	3,5	2,5
30	3,5	3,5	3,6	3,6	2,4
35	3,6	3,6	3,6	3,7	2,2
40	3,6	3,6	3,6	3,8	2,1
45	3,6	3,7	3,7	3,8	2,0
100	3,9	4,0	4,2	4,1	-

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

12

Зміна міцності екструдатів залежно від дозування та виду порошків

Кількість доданого порошку, %	Міцність екструдатів, Н			
	з морквяним порошком	з буряковим порошком	з яблучним порошком	із сухим знежиреним молоком
0	8,9	8,9	8,9	8,9
5	5,5	5,7	8,6	8,3
10	4,5	4,8	7,9	7,6
15	3,7	4,1	6,7	7,1
20	2,9	3,2	5,9	6,7
25	2,4	2,8	4,5	6,2

Зміна міцності екструдатів залежно від дозування та виду круп

Кількість доданої круп, %	Міцність екструдатів, Н				
	з ячною крупною	з пшоном	з кукурудзяною крупною	з рисовою крупною	з горохом
0	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9
5	8,4	8,9	8,7	8,9	8,7
10	8,1	8,8	8,5	8,9	8,4
15	8,1	8,5	8,3	8,8	7,9
20	7,9	8,3	8,2	8,7	7,7
25	7,9	8,1	8,0	8,6	7,5
30	8,1	8,1	7,7	8,7	7,2
35	8,0	7,9	7,5	8,5	7,0
40	7,9	7,9	7,3	8,4	6,9
45	7,8	7,7	7,4	8,4	6,6
100	7,4	7,2	6,9	7,9	-

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

13

Зміна ступеня набухання екструдатів залежно від дозування та виду порошків

Кількість доданого порошку, %	Ступінь набухання екструдатів, мл/г			
	з морквяним порошком	з буряковим порошком	з яблучним порошком	із сухим знежиреним молоком
0	8,4	8,4	8,4	8,4
5	8,4	8,4	8,6	7,9
10	8,2	8,3	8,9	7,3
15	7,8	7,9	9,2	6,9
20	7,6	7,7	9,6	6,6
25	7,2	7,4	10,0	6,1

Зміна ступеня набухання залежно від дозування та виду круп

Кількість доданої крупи, %	Ступінь набухання екструдатів, мл/г				
	з ячною крупною	з пшоном	з кукурудзяною крупною	з рисовою крупною	з горохом
0	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
5	8,3	8,2	8,4	8,4	8,3
10	8,2	8,2	8,5	8,6	8,0
15	8,3	8,0	8,4	8,6	7,9
20	8,2	7,9	8,6	8,9	7,7
25	8,2	7,7	8,7	8,9	7,6
30	8,1	7,5	8,6	9,0	7,4
35	8,0	7,4	8,9	9,0	7,1
40	8,1	7,2	8,8	9,3	6,9
45	7,9	7,2	8,9	9,6	6,6
100	7,6	6,4	9,4	10,4	-

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

14

Зміна водопоглинальної здатності залежно від дозування та виду порошоків

Кількість доданого порошку, %	Водопоглинальна здатність екструдатів, г/г сухого продукту			
	з морквяним порошком	з буряковим порошком	з яблучним порошком	із сухим знежиреним молоком
0	7,9	7,9	7,9	7,9
5	7,6	7,7	7,6	7,2
10	7,3	7,3	7,4	6,8
15	6,9	7,0	7,1	6,3
20	6,7	6,7	7,1	5,7
25	6,1	6,3	6,9	5,1

Зміна показника водопоглинальної здатності залежно від дозування та виду круп

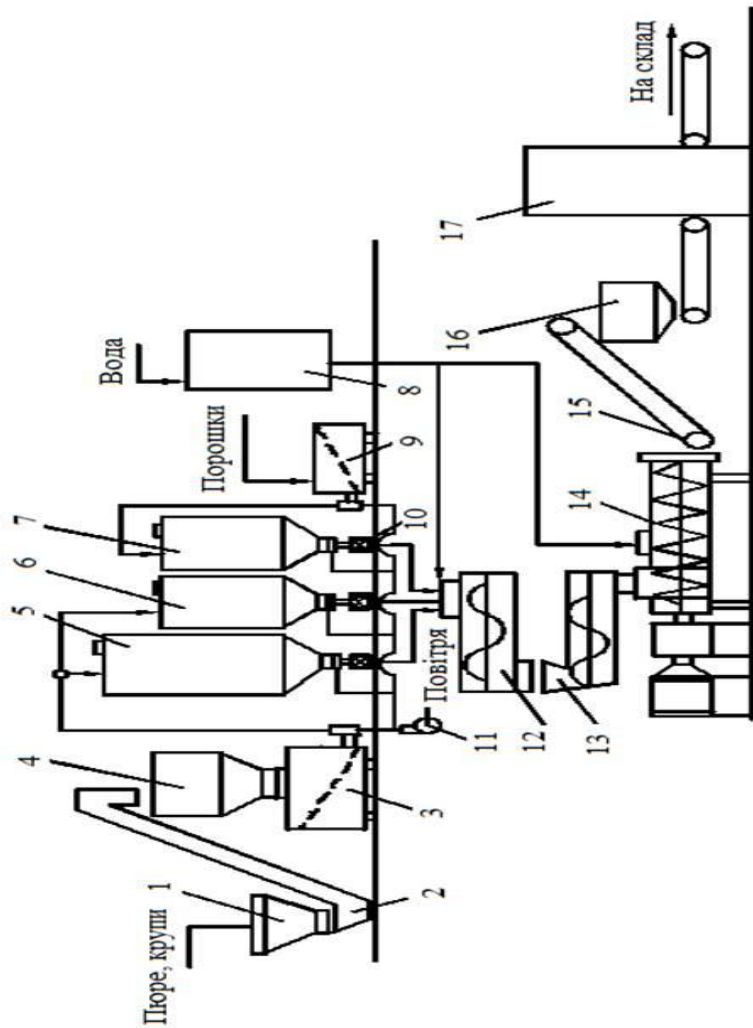
Кількість доданої крупи, %	Водопоглинальна здатність екструдатів, г/г сухого продукту				
	з ячною крупою	з пшоном	з кукурудзяною крупою	з рисовою крупою	з горохом
0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
5	7,9	7,9	7,9	8,0	7,7
10	7,7	7,8	8,0	8,3	7,5
15	7,7	7,6	8,0	8,5	7,5
20	7,6	7,6	8,3	8,5	7,3
25	7,7	7,4	8,5	8,7	7,3
30	7,6	7,4	8,5	8,7	6,9
35	7,6	7,2	8,6	8,6	6,7
40	7,4	6,9	8,7	8,9	6,4
45	7,4	6,9	8,7	9,1	6,1
100	7,1	6,0	9,0	9,8	-

ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

15

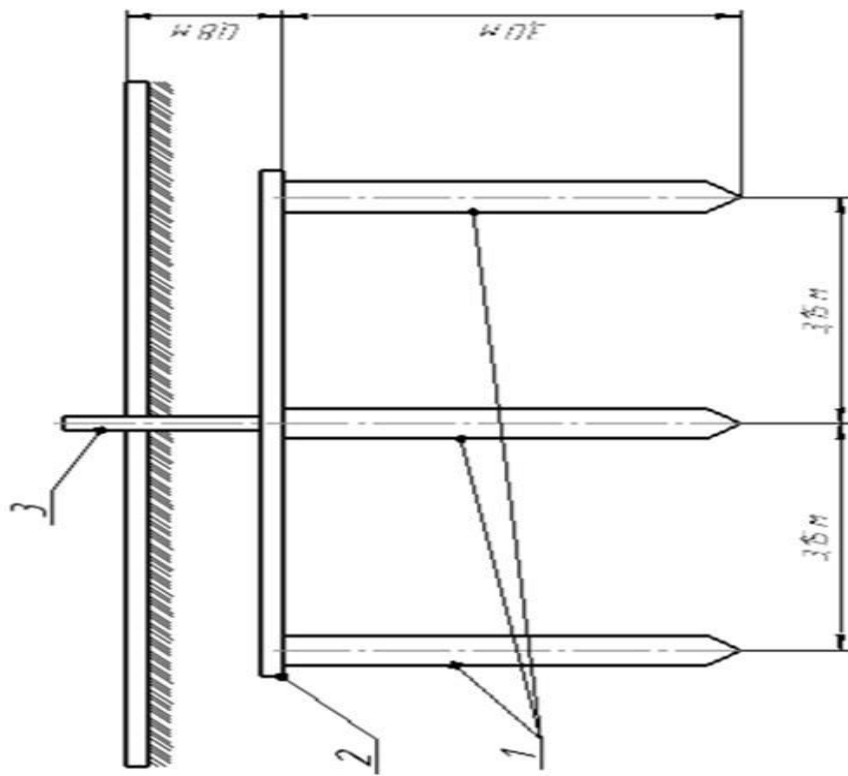
Визначений хімічний склад та енергетична цінність екструзійних картоплепродуктів

Вироби	Вміст, г						Калорійність	
	Блок	Жир	Моно- та дисахариди	Крохмаль	Органічні кислоти	ккал	кДж	
Екструдат сухого картопляного пюре «Повітряна картопля» («ПК»)	6,28	0,21	3,19	69,73	0,40	306,3	1280,33	
Екструдат сухого картопляного пюре 90% і 10% морквяного порошку «ПК каротинова»	6,99	0,31	8,45	62,76	0,50	305,4	1276,57	
Екструдат сухого картопляного пюре 90% і 10% бурякового порошку «ПК бурякова»	6,43	0,19	9,11	62,76	0,40	304,4	1272,39	
Екструдат сухого картопляного пюре 80% і 20% яблучного порошку «ПК яблучна»	5,15	0,16	14,94	53,08	0,61	286,8	1198,8	
Екструдат сухого картопляного пюре 80% і 20% сухого знежиреного молока «ПК молочна»	11,37	0,41	12,42	55,78	0,30	313,0	1308,3	
Екструдат сухого картопляного пюре 75% і 25% гороху «ПК горохова»	10,75	0,61	3,38	64,12	0,30	306,8	1282,4	
Екструдат сухого картопляного пюре 65% і 35% ячна крупа «ПК ячна»	7,80	0,69	2,41	68,96	0,26	310,0	1295,8	
Екструдат сухого картопляного пюре 60% і 40% пшона «ПК пшоняна»	8,68	1,72	2,55	68,80	0,24	322,8	1349,3	
Екструдат сухого картопляного пюре 60% і 40% кукурудзяна крупа «ПК маїсова»	7,26	0,63	2,38	71,32	0,24	316,2	1321,7	



Апаратурно-технологічна схема виробництва екструзійних картопле-продуктів:

- 1 – приймальна лійка; 2 – норія; 3 – просівач; 4 – бункер-накопичувач; 5 – бункер для зберігання сухого картопляного пюре; 6 – бункер для зберігання крупи; 7 – бункер для зберігання порошоків; 8 – місткість для води; 9 – просівач для порошоків; 10 – дозатор; 11 – нагінач повітря; 12 – змішувач; 13 – живильник екструдера; 14 – екструдер; 15 – стрічковий транспортер-охолоджувач; 16 – бункер готової продукції; 17 – фасувально-пакувальний апарат.



Розрахункова схема заземлювача

1 – стержень заземлення; 2 – з'єднувальна смуга; 3 – заземлюючий провідник.

КОШТОРИС ВИТРАТ НА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

18

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	1385,0
Заробітна плата	1011,80
Нарахування на заробітну плату	222,60
Електроенергія	48,39
Амортизація	4,71
Накладні витрати	809,44
Всього	3481,94

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали і витрати на заробітну плату, які складають 1385,0 грн та 1011,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 4526,52 грн.

1. Досліджено хімічний склад і основні фізико-хімічні показники сухого картопляного пюре та всіх видів додаткової сировини. Серед фізико-хімічних показників визначені масова частка вологи, ступінь набухання, водопоглинальна здатність і кількість водорозчинних речовин. Встановлено і теоретично обґрунтовано кореляцію між визначеним хімічним складом сировини та їх досліджуваними показниками.
2. Уперше експериментально визначено та теоретично підтверджено у виробництві екструзійних картоплепродуктів раціональне дозування морквяного та бурякового порошку по 10 %, яблучного порошку – 20, ячної крупи – 35, пшона, кукурудзяної крупи та рису по 40, гороху – 25 %.
3. Досліджено та встановлено, що визначене дозування додаткової сировини позитивно впливає на органолептичні показники готових продуктів і досліджувані фізико-хімічні показники. Зокрема, додавання зернових круп підвищує коефіцієнт случування на 15 %. Додавання порошків збільшує кількість водорозчинних речовин на 47 %, що позитивно впливає на засвоюваність екструдатів і зменшує міцність на 49 % готових продуктів, що підвищує споживчі властивості готових продуктів.
4. Визначено тривалість зберігання розроблених екструзійних картопле продуктів, який становить 6 місяців.
5. Виконано практичне впровадження отриманих результатів досліджень на основі чого було розроблено технологія екструзійних картоплепродуктів високотемпературної екструзії, яка рекомендована до часткового впровадження у виробництво на ТОВ «Горизонт».
6. Досліджено стан охорони праці в ТОВ «Горизонт», розраховано основні показники виробничого травматизму на підприємстві, згідно яких видно, що в 2017 році на підприємстві трапився один нещасний випадок в результаті чого кількість днів непрацездатності склала 45 днів. Приведено вимоги безпеки праці під час роботи на екструдері. Розраховано систему заземлення технологічного обладнання.
7. Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали і витрати на заробітну плату, які складають 1385,0 грн та 1011,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 4526,52 грн.