

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра харчових технологій

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

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

**Обґрунтування параметрів використання  
мікронізованих пластівців з насіння  
зернобобових культур при виробництві  
функціональних харчових продуктів**

**Виконала:** здобувачка вищої освіти 2 курсу,  
групи МгХТз-1-21  
освітньо-професійної програми «Харчові технології»  
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Юлія СТУПАЄВА

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

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Євген ПАШКО

Дніпро 2022

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри  
харчових технологій,  
кандидат технічних наук, доцент  
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«23» грудня 2022 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Ступасєвій Юлії Ігорівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування параметрів використання мікронізованих пластівців з насіння зернобобових культур при виробництві функціональних харчових продуктів».

Керівник роботи: Півоваров Олександр Андрійович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «23» грудня 2022 року № 3831.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 10 лютого 2023 року







3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва пластівців із насіння зернобобових культур. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Об'єкти та методи досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Постановка проблеми. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Об'єкти досліджень. 4 Експериментальна частина. 5 Охорона праці. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	професор ПІВОВАРОВ Олександр	 23.12.2022	 10.02.2023
5	доцент ДЕРКАЧ Олексій	 23.12.2022	 10.02.2023
6	професор ВІНЧЕНКО Ігор	 23.12.2022	 10.02.2023

7. Дата видачі завдання 23 грудня 2023 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	23.12-27.12.22	виконано
2	Аналітичний огляд	28.12-30.12.22	виконано
3	Об'єкти та методи досліджень	02.01-06.01.23	виконано
4	Експериментальна частина	09.01-20.01.23	виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	23.01-27.01.23	виконано
6	Організаційно-економічна частина	30.01-01.02.23	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку джерел посилання	02.02-06.02.23	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	07.02-09.02.23	виконано

Здобувачка вищої освіти

  
(підпис)

Юлія СТУПАЄВА

Керівник роботи

  
(підпис)

Олександр ПІВОВАРОВ

## РЕФЕРАТ

Тема: «Обґрунтування параметрів використання мікронізованих пластівців з насіння зернобобових культур при виробництві функціональних харчових продуктів»

**Дипломна робота магістра:** 82 с., 9 рис., 15 табл., 83 літературних джерел.

**Об'єкт дослідження:** мікронізовані пластівці з насіння гороху, насіння квасолі білої та червоної

**Метою роботи** є дослідження функціонально-технологічних властивостей мікронізованих пластівців з насіння гороху, насіння квасолі білої та червоної.

**Методи дослідження:** Під час роботи над дослідженням використовувались загальноприйняті методики, які наведені в вітчизняній нормативній документації.

- визначення вологості згідно з ГОСТ 26312.7;
- визначення загального білка за К'єльдалем (ГОСТ 10846);
- визначення амінокислотного складу – на автоматичному амінокислотному аналізаторі ААА-339М.

В роботі проведено дослідження функціонально-технологічних властивостей мікронізованих пластівців з насіння гороху, насіння квасолі білої та червоної. В експериментальній частині наведено результати щодо впливу мікронізації на органолептичні показники пластівців із зернобобових культур; зміни хімічного складу мікронізованих пластівців із зернобобових культур; визначення ступеню та швидкості поглинання вологи мікронізованими пластівцями із зернобобових культур; визначення часу розварювання мікронізованих пластівців із зернобобових культур. За отриманими результатами розроблено рекомендації щодо параметрів використання мікронізованих пластівців з насіння зернобобових культур при виробництві функціональних харчових продуктів.

## КЛЮЧОВІ СЛОВА

*Зернобобові культури; насіння гороху; насіння червоної квасолі; насіння білої квасолі; пластівці; мікронізація; швидкість поглинання вологи.*

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	8
1.1 Харчова цінність та технологічні властивості насіння зернобобових культур	8
1.1.1 Загальна характеристика насіння гороху та квасолі	8
1.1.2 Антиаліментарні речовини насіння зернобобових культур	13
1.2 Перспективи використання насіння зернобобових культур як при виробництві функціональних продуктів харчування	16
1.3 Стан техніки і технологій переробки насіння зернобобових культур	24
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	35
2.1 Характеристика об'єктів дослідження	35
2.2 Характеристика методів дослідження	36
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	39
3.1 Дослідження органолептичних властивостей мікронізованих пластівців з насіння зернобобових культур	39
3.2 Визначення зміни хімічного складу мікронізованих пластівців з насіння зернобобових культур	40
3.2.1 Зміна вологості	41
3.2.2 Зміна вмісту білків та амінокислотного складу	42
3.3 Дослідження ступеня поглинання вологи мікронізованих пластівців	44
3.4 Визначення швидкості поглинання вологи мікронізованих пластівців	46
3.5 Визначення часу розварювання мікронізованих пластівців	50
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	53

	5
4.1 Організація охорони праці на підприємстві	53
4.2 Аналіз стану охорони праці на підприємстві	54
4.3 Аналіз виробничого травматизму	56
4.4 Заходи з поліпшення охорони праці на підприємстві	59
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	64
5.1 Організація досліджень	64
5.1.1. План проведення дослідження	64
5.1.2 Побудова сітьового графіка	65
5.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	68
5.2 Розрахунок ціни дослідження	72
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	74
БІБЛІОГРАФІЯ	76

## ВСТУП

Зростаючий попит на функціональні продукти харчування у споживачів у більшості європейських країн, включаючи Україну, призвів до стрімкого розвитку сучасних напрямів виробництва таких продуктів та їх компонентів.

Насіння зернобобових культур є джерелом багатьох функціональних інгредієнтів: харчових волокон, рослинних білків, полісахаридів, вітамінів групи В, макро- та мікроелементів. Оpubліковано достатньо велику кількість досліджень, де наводяться докази про важливість включення зернобобових до раціону харчування для профілактики хронічних захворювань. Однак, насіння більшості зернобобових культур володіє незадовільними технологічними властивостями: погана розварюваність, висока тривалість всіх етапів кулінарної обробки – замочування, варіння. Майже всі вони є джерелами антиаліментарних речовин (інгібіторів протеїназ, фазину, фітатів, лектинів, рафінозу, стахіозу, вербаскозу). Вищеперелічене є причиною обмеженого використання зернобобових у раціонах харчування населення.

Для забезпечення якості та технологічності продукції з насіння зернобобових розробляються та застосовуються різні способи переробки: попереднє пропарювання, використання борошна з круп та насіння зернобобових, екструзія та мікронізація (інтенсивне нагрівання насіння інфрачервоним випромінюванням).

Вченими всього світу доведено, що мікронізація насіння зернобобових культур змінює їх функціонально-технологічні властивості і може значно знизити час теплової обробки та інших, пов'язаних з цим технологічних операцій. Ці зміни залежать від режимів мікронізації. Разом з тим, ці дослідження присвячені цілісному мікронізованому насінню. Дані про вплив мікронізації на функціонально-технологічні властивості та харчову цінність насіння зернобобових культур при виробництві пластівців майже відсутні. Немає і обґрунтованих рекомендацій щодо використання мікронізованих

пластівців з круп та насіння зернобобових для виробництва кулінарної продукції. У зв'язку з вищезазначеним, вивчення функціонально-технологічних властивостей мікронізованих пластівців із зернобобових культур, виготовлення продукції на їх основі є актуальними.

Метою роботи слід вважати дослідження функціонально-технологічних властивостей мікронізованих пластівців з насіння гороху, насіння квасолі білої та червоної.

Для виконання мети досліджень були поставлені такі завдання:

- вивчити вплив мікронізації на органолептичні показники пластівців із зернобобових культур;
- дослідити зміну хімічного складу мікронізованих пластівців із зернобобових культур;
- визначити ступінь та швидкість поглинання вологи мікронізованими пластівцями із зернобобових культур;
- визначити час розварювання мікронізованих пластівців із зернобобових культур.

Дослідження виконувались за підтримки ТОВ «ЮОНА-ГРУП» та польської компанії «Макро K&K Sp. z o.o.», яка спеціалізується на виробництві пластівців з всіх видів злакових та зернобобових культур, в різних частинах на базі лабораторій та виробничих потужностей обох підприємств та кафедри харчових технологій Дніпровського державного аграрно-економічного університету.



## 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Харчова цінність та технологічні властивості насіння зернобобових культур

#### 1.1.1 Загальна характеристика насіння гороху та квасолі

Горох є одним із основних представників сімейства бобових. У світовому виробництві бобових культур він поступається провідними позиціями сої та арахісу, а на території України є дуже поширеною бобовою культурою. Його посіви в Україні становлять 30-45% частки всіх зернобобових. Найбільшого поширення він набув у степовій зоні (Харківщина, Херсонщина, Одещина) [1].

Батьківщиною гороху є країни Середземномор'я, Індія та Тибет. Вже у IV-III ст. до н. е. його використовували для харчування в Стародавній Греції. З Індії горох потрапив до Китаю в I ст. до н. е., а в Японію – в IV ст. н. е. У XI столітті він був поширений по всій Англії. Археологічні розкопки свідчать про те, що в Україні горох використовувався ще у VI-II ст. до н. е. У західних слов'ян, українців, білорусів горох був найважливішим обрядовим продуктом.

«Горох (*Pisum*) – трав'яниста однорічна рослина сімейства бобових. Плід – боб, сухий, що складається з одного плодолистка і розкривається на дві стулки. Боб містить кілька насінин. Насіння, в основному округлі, виявляють значну мінливість у формі та розмірах» [2].

Хімічний склад гороху змінюється в широких межах (особливо за білками та вуглеводами) залежно від агротехніки, особливості сортів, ґрунтово-кліматичних умов району. Хімічний склад гороху представлений у табл. 1.1.

Горох – джерело повноцінного рослинного білка. Це особливо важливо для населення України, оскільки у зв'язку з різким скороченням споживання м'ясних та молочних продуктів частка тваринних білків у балансі харчування впала. Цей недолік можна компенсувати білками рослинного походження,

зокрема білками гороху. «Середній розподіл білків гороху за фракціями наступний: альбуміни – 9,6 %, глобуліни – 85,7 %, глютеліни – 4,8 %. Характерними тільки для гороху білками є водорозчинний легумелін та два глобуліни (легумін та віцелін)» [3].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад насіння гороху

Харчові речовини	Джерело літератури	
	USDA [5]	Скуріхін І.М. [4]
Вода, %	11,3	14,0
Білки, %	24,6	23,0
Жири, %	1,2	1,6
Крохмаль, %	34,9	44,7
Харчові волокна, %	25,5	10,7
МДС, %	8,0	3,4
Зола, %	2,7	2,6
Na, мг%	15	27
K, мг%	981	731
Ca, мг%	55	89
Mg, мг%	115	88
P, мг%	366	226
Fe, мг%	4,43	7
Каротин, мкг%	0	0,01
B1, мг%	0,73	0,9
B2, мг%	0,22	0,18
PP, мг%	2,89	2,4
ЕЦ, ккал	341	299

«Білки гороху бідні на сірковмісні амінокислоти. Згідно з таблицями хімічного складу харчових продуктів лімітуючими амінокислотами є метіонін + цистин [4]. Найбільш чутливі до теплового впливу тирозин, метіонін, триптофан, лізин та фенілаланін» [6].

Основну масу сухої речовини гороху складають вуглеводи. У гороху міститься близько 40% крохмалю, хімічний склад якого залежить від типу насіння. «Крохмалі в сортах з круглим насінням містять до 40% амілози, а

зморшкуватих і мозкових – вище 60%» [7]. Горох є джерелом харчових волокон, переважно геміцелюлоз та целюлози. У ньому містяться майже всі вітаміни групи В, а також ніацин та токоферол. «Мінеральні речовини гороху представлені макроелементами (калій, фосфор, кальцій, магній) та мікроелементами (цинк, залізо). Вміст ліпідів незначний, переважають ненасичені жирні кислоти» [4].

У зв'язку з вищесказаним горох є цінним харчовим продуктом. Зазвичай горох використовують у їжу в цілому вигляді або у вигляді звільнених від насінневих оболонок сім'ядолів. Насіння використовують у їжу вареними, у вигляді супів та каш. Насіння гороху розмелюють у борошно і додають до пшеничного борошна для випікання хліба, що покращує харчову цінність, тому що хліб за рахунок горохового борошна збагачується білком.

Поліфілітичне походження роду *Phaseolus* L. призводить до встановлення двох великих зон первинного обробітку культурних видів квасолі в Західній та Східній півкулі. Важливі в економічному відношенні види – звичайна квасоля, квасоля лімська, багатоквіткова квасоля і гостролиста квасоля – тепарі походять з Мексики і Центральної Америки, де всі ці види, за винятком звичайної квасолі, зустрічаються в дикому стані.

Друга група культурних видів квасолі, що відрізняється дрібнонасіньовими сортами, походить з Південної Азії: золотиста квасоля, незграбна квасоля, рисова квасоля, аконіталістна квасоля (мот) та інші види. Найбільше економічне значення мають: маш або золотиста квасоля, адзука або незграбна квасоля. Перший із цих видів походить з Індії, західних передгір'їв Гімалаїв, другий, не зустрінутий у дикому вигляді, формувався за умов мусонного клімату Східної Азії.

«З Америки квасоля у XVI ст. під час другого плавання Христофора Колумба була завезена до Іспанії чи Португалії, а звідти вона швидко поширилася по всій Європі. В Україну квасоля проникла різними шляхами. Найбільш ймовірним є завезення через море у другій половині XVI ст. У

XVII ст. квасоля могла потрапити до України через послів, спрямованих до Англії. До XVIII ст. оброблялася як овочева та декоративна рослина, пізніше - як зернова культура» [8].

У нашій країні квасоля набула найбільшого поширення на Північному Криму та в центральних чорноземних районах. Посівні площі квасолі в нашій країні значно менше, ніж гороху [1].

«Квасоля – однорічна або багаторічна рослина з кучерявими, рідше прямостоячими стеблами. Боб лінійний або серповидний, сплюснутий або майже валькуватий, з двома стулками та тонкими перегородками між насінням. Насіння зазвичай ниркоподібне, з плоским або видатним у вигляді подушечки рубчиком. У світовому землеробстві відомо близько 20 видів, найпоширенішим із них є звичайна квасоля *Ph. vulgaris* (L.) Savi» [2].

Квасоля звичайна. Квітки середніх розмірів, різного забарвлення (білі, рожеві, пурпурові). Стебло кучеряве або прямостояче (карликовий тип). Форма насіння дуже різноманітна: сферична, бочкоподібна, еліптична, довгаста або ниркоподібна. В основному насіння має біле, жовте, різних відтінків зелене, червоне, фіолетове або чорне забарвлення. Нерідко ці тони утворюють візерунок мозаїчної форми (точковий, плямистий, смугастий, сітчастий) [2].

Хімічний склад насіння квасолі представлений у табл. 1.2.

Харчова цінність насіння квасолі визначається високим вмістом білка та гарною засвоюваністю його організмом людини. У насінні квасолі в середньому білка міститься у півтора рази більше, ніж у пшениці, але менше, ніж у насінні гороху, сочевиці та інших бобових культур. «Коефіцієнт перетравлюваності білка дорівнює 86, що вище, ніж у гороху та сочевиці [8]. Концентрація білка у квасолі залежить від сорту та умов вирощування» [9, 10].

«Якісний аналіз білка квасолі показує, що на водорозчинну фракцію припадає 62-95%, на солерозчинну 2-25 і на лужнорозчинну 1-13%». Ці дані

свідчать про хорошу засвоюваність білка квасолі. Фракційний склад білка також схильний до мінливості під впливом умов вирощування [8].

Таблиця 1.2 – Хімічний склад насіння квасолі

Харчові речовини	Джерела літератури		
	USDA [5]		Скурнхін І.М. [4]
	Квасоля червона	Квасоля біла	Квасоля
Вода, %	11,8	11,3	14,0
Білки, %	22,5	23,4	21,0
Жири, %	1,06	0,85	2,0
Крохмаль, %	46,1	45,1	43,8
Харчові волокна, %	15,2	15,2	12,4
МДС, %	2,2	2,2	3,2
Зола, %	3,4	4,2	3,6
Na, мг%	12	16	40
K, мг%	1359	1795	1100
Ca, мг%	83	240	150
Mg, мг%	138	190	103
P, мг%	406	301	480
Fe, мг%	6,7	10,4	5,9
Каротин, мкг%	0	0	0
B1, мг%	0,61	0,44	0,5
B2, мг%	0,22	0,15	0,18
PP, мг%	2,11	0,48	2,1
ЕЦ, ккал	337	333	298

Для насіння квасолі характерне, порівняно з іншими бобовими, найбільше зосередження білків у насінневих оболонках. Основна фракція – глобуліни, основний з яких – фазеолін [3]. Амінокислотний склад білка представлений усіма незамінними амінокислотами, що свідчить про виняткову біологічну цінність квасолі як продовольчої культури. Разом з тим, дефіцитними амінокислотами є метіонін і меншою мірою триптофан. Іноді відзначається недостатність лізину після теплової обробки. Концентрація цих амінокислот у квасолі коливається у межах [11].

«Перетравлюваність білків білої квасолі вище, ніж чорної чи червоної, що пов'язують з амінокислотним складом білка» [12].

При порівнянні білків квасолі звичайної та лімської отримано дані, що його вміст, а також фосфору вище у квасолі звичайної, а амінокислотний скор вище в лімській квасолі. Сире насіння лімської квасолі менш отруйне, ніж звичайної [13].

Загальний вміст вуглеводів у квасолі понад 60%, основна частина яких припадає на крохмаль. Квасоля – джерело харчових волокон і крохмалю, що не засвоюється [14]. Крім того, вона містить вітаміни групи В та Е, мінеральні речовини. «Близько 70 % загального вмісту макроелементів припадає на частку калію» [15]. Завдяки тому, що квасоля багата калієм та іншими мінеральними речовинами, її застосовують у дієтичному харчуванні при атеросклерозі та порушеннях ритму серцевої діяльності. Біла квасоля більш багата на такі мікроелементи як селен, кальцій і цинк, ніж червона.

Зі зрілих зерен квасолі готують супи, другі страви, гарніри, пюре. Борошно квасоля використовують для приготування традиційних національних страв (каша, печиво або локшина, як у Китаї). Додають її і деякі кондитерські вироби.

Тривалість варіння значно ускладнює процеси кулінарної обробки зернобобових, тому для широкого використання їх у харчуванні людини слід створювати круп'яні продукти швидкого приготування. Одним з таких продуктів, що все ширше застосовуються у виробництві останнім часом, є мікронізовані пластівці з різних видів зерна.

Даних про хімічний склад круп і пластівців, отриманих внаслідок мікронізації гороху та квасолі, у літературі обмежена кількість.

### 1.1.2 Антиаліментарні речовини насіння зернобобових культур

Сире насіння бобових містить антиаліментарні речовини (інгібітори трипсину та хімотрипсину, фітин, лектини, ціаногенні глікозиди, фактори метеоризму). Якщо не зруйнувати їх шляхом відповідної обробки, ці

речовини надають негативний вплив на організм, знижуючи засвоєння деяких нутрієнтів.

Інгібітори травних ферментів є речовинами білкової природи. Механізм їхньої блокуючої каталітичної активності ферментів дії зводиться до утворення стійких ензим-інгібіторних комплексів, придушення активності головних протеолітичних ферментів і, тим самим, зниження засвоєння білкових речовин та інших макронутрієнтів. Тривале надходження цих речовин з їжею призводить до оборотної гіпертрофії підшлункової залози. Високий вміст інгібіторів протеїназ суттєво знижує харчову цінність та технологічні властивості білків зернобобових.

«Характерною особливістю інгібіторів протеїназ є висока термостабільність, навіть півгодинне кип'ятіння при 100°C не викликає суттєвого зниження їх пригнічуючих властивостей» [16]. Повна руйнація соєвого інгібітору трипсину досягається лише 20-хвилинним автоклавуванням при 115°C, або кип'ятінням соєвих бобів протягом 2-3 год.

«У порівнянні з іншими антиаліментарними факторами, інгібітори трипсину мають досить високу стійкість до інактивації, тому дані про суттєве зниження вмісту інгібіторів трипсину в продуктах переробки насіння зернобобових культур свідчать і про деструкцію лектинів» [17].

Велику кількість бобові містять речовин, які називаються фітогемаглютинінами або лектинами. «Це група речовин глікопротеїдної природи, що мають здатність підвищувати проникність стінок кишківника для чужорідних речовин, порушувати всмоктування нутрієнтів та викликати аглютинацію еритроцитів. Лектини інактивуються при кулінарній обробці насіння бобових, вони значно менш стійкі до впливу денатуруючих агентів, ніж інгібітори протеїназ» [18]. Квасоллю звичайну можна вважати безпечною для споживання людиною, якщо її піддати відповідній тепловій обробці (не менше 15 хвилин у киплячій воді) [19].

Істотні відмінності спостерігалися у вмісті лектинів квасолі Anasazi та звичайної червоної квасолі. Лектини Anasazi квасолі класифікувалися як нетоксичні, а червоної квасолі як отруйні [20].

В дослідженні [21] наводяться дані про те, що замочування перед кулінарною обробкою не усуває токсичність сухої квасолі, але сприяє розм'якшенню насіння та скорочення часу приготування. «При додаванні до зразків звичайного борошна сирої квасолі з високим рівнем гемаглютиніну в кількості 10 % при тепловій обробці він інактивувався через 10 хв, а 20 % - через 30 хв».

Багато рослин містять глікозид, який сам по собі не токсичний, але ціанід (HCN) , що утворюється при його гідролізі, викликає ураження нервової системи. Токсична доза ціаніду для людини становить 50 мг. Вміст ціаніду в гороху становить 2,3 мг/100г продукту, у квасолі звичайної – 2,0 мг/100г, у сортах лімської квасолі, що викликають смертельне отруєння, 210...312 мг/100г, звичайний рівень у лімській квасолі 1,6 мг/100г [19].

У білій квасолі міститься глікозид лімарин. «Спостерігалися серйозні випадки отруєння людини та тварин деякими сортами лімської квасолі. У ній міститься глікозид фазеолунатин, що є  $\beta$ -глюкозид ацетонціангідрину» [19]. При варінні він руйнується, проте значні кількості неруйнованого глікозиду можуть утримуватися в продукті, наприклад, за таких умов, які несприятливі для проведення автолізу, що передує варінню.

Високий вміст фітину в продуктах має демінералізуючий ефект, оскільки фітин, завдяки своїй хімічній будові, утворює міцні комплекси з такими іонами, як кальцій, магній, залізо, цинк і мідь. З'єднання, що утворюються, погано розчинні і слабо абсорбуються з кишечника. Концентрація фітину у різних частинах зерна значно варіює, переважна більшість зосереджена у зовнішньому шарі [16]. «Вміст фітинової кислоти у квасолі становить у середньому 0,55мг/100г, в гороху 1,02мг/100г» [22].

Здатність фітинової кислоти зв'язувати іони металів зникає в тому випадку, коли фосфатні групи гідролізуються під дією ферменту фітази, який



якщо і присутній в кишечнику людини, активність його, мабуть, недостатня, щоб запобігти взаємодії фітату з іонами металів при споживанні борошняних продуктів, у яких фітат міститься у великих кількостях.

«Вміст фітату в каліфорнійській квасолі (*Phaseolus vulgaris*) може бути значно знижений або в результаті аутолізу суспензії необробленої квасолі (рН 5,2; 35-55°C; 20-48 год), або шляхом додавання в тих же умовах фітази з пророщених зерен. Вимочування квасолі протягом 16 годин призводить до зниження фітатів на 85%» [23].

Однією з найважливіших причин, що обмежують використання бобових у раціоні людини, є метеоризм, що виникає при їх споживанні. Такі олігосахариди бобових, як рафіноза, стахіоза та вербаскоза, містять одну і більше  $\alpha$ -галактопіранозильних груп, у яких фрагменти  $\alpha$ -галактози пов'язані з глюкозою або сахарозою. Оскільки в організмі людини немає ферментів  $\alpha$ -галактозидази і  $\beta$ -фруктозидази, олігосахариди, що не зруйнувалися, потрапляють у нижню частину кишечника, де під дією мікрофлори піддаються метаболізму з утворенням діоксиду вуглецю, водню і в меншій мірі метану. Утворення цих газів викликає характерні ознаки метеоризму: нудоту, судоми, пронос, бурчання в животі та ректальне виділення газів.

«У звичайній червоній квасолі та квасолі *Anasazi* не було знайдено відмінності у вмісті стахіози і рафінози, а вербаскозу взагалі не виявлено» [20].

Таким чином, зернобобові продукти містять антиаліментарні речовини, які у процесі відповідної теплової обробки руйнуються. Літературні дані свідчать, що мікронізація призводить до інактивації інгібіторів протеїназ та лектинів, водночас до кінця питання залишається невивченим.

1.2 Перспективи використання насіння зернобобових культур як при виробництві функціональних продуктів харчування

Збереження здоров'я та збільшення тривалості життя людини – одна з найактуальніших проблем сучасності. Результати моніторингу харчування населення переконливо показують, що структура харчування населення України, зокрема дітей, характеризується серйозним дисбалансом, які призводять до порушення харчового статусу.

Насамперед, визначається дефіцит більшості вітамінів, мінеральних речовин та харчових волокон. Все це призводить до різкого уповільнення прогресу у збільшенні тривалості життя населення індустріально розвинених країн та постійного зростання числа випадків хронічних неінфекційних захворювань: серцево-судинних, шлунково-кишкових, онкологічних, хвороб обміну речовин. «Ці захворювання не тільки вражають велику кількість людей працездатного віку, завдаючи державам величезних економічних збитків, але й все більше стосуються молодого населення. Тому до проблем харчування прикута особлива увага у всьому світі, в тому числі і в нашій країні» [24-27].

«У популяційних та клінічних дослідженнях останніх десятиліть виявлено достовірний зв'язок між дефіцитом або надлишком окремих харчових речовин та факторами ризику, особливо такими, як дисліпопротеїдемія, порушення вуглеводного обміну, а також надмірною масою тіла та ожирінням» [28-31].

У багатьох країнах, зокрема й в Україні, енерговитрати людини більшості шарів населення знизилися в 1,5-2 разу внаслідок механізації та автоматизації праці, розвитку громадського й особистого транспорту, розширення комунальних послуг. У стільки ж разів поменшало споживання їжі як джерела енергії. Однак одночасно зі зменшеним обсягом споживання їжі неминує знижується і споживання харчових продуктів, що містяться в харчових продуктах, незамінних харчових речовин, зокрема мікронутрієнтів [32]. У той самий час потреба у цих речовинах змінюється незначно, а харчова щільність раціону, тобто його насиченість корисними речовинами мало змінилася. «У результаті сучасна людина не може навіть з адекватним

раціоном із звичайних продуктів одержати мікронутрієнти у необхідних кількостях. Іншими словами, дефіцит мікронутрієнтів запрограмований» [29].

У цій ситуації першочергового значення набуває дослідження нових джерел харчових речовин, здатних заповнити наявний дефіцит. Повсюдна неблагополучна екологічна обстановка так само змушує звернути увагу на продукти, що мають ентеросорбентні та радіопротекторні властивості.

В усіх індустріально розвинених країнах проводиться робота з розробки та впровадження у харчування населення нових продуктів, які відповідають вимогам «здорової їжі». Це харчові продукти зі зниженим вмістом цукру та жиру та з підвищеним вмістом харчових волокон. Такі продукти повинні бути максимально доступними для всіх верств населення і прості в кулінарній обробці [33]. «Питання виробництва нових лікувально-профілактичних продуктів широко вивчаються і в Україні. Удосконалюється асортимент, технології та рецептури дієтичної кулінарної продукції, збагачених продуктів харчування» [31, 33].

Виявлення все нових даних про взаємозв'язок деяких харчових інгредієнтів та здоров'я людини, узагальнення та аналіз результатів різних досліджень призвели до появи нових напрямків у науці про харчування. Зокрема, у рамках концепції оптимального харчування сформувався новий напрямок науки про харчування – концепція функціонального харчування.

«Концепція позитивного (здорового, функціонального) харчування зародилася на початку 1980-х років у Японії, де набули великої популярності звані функціональні продукти. Японські дослідники виділили три умови, що визначають функціональну їжу: це їжа, виготовлена з природних натуральних інгредієнтів; її можна і потрібно вживати щоденно; вона має певну дію, що регулює певні процеси в організмі» [34].

В даний час виділено 11 категорій функціональних інгредієнтів, які позитивно впливають на організм людини, серед них: «харчові волокна; олігосахариди; цукрові спирти; поліненасипні жирні кислоти; амінокислоти,

пептиди та білки; глікозиди, ізопреноїди та вітаміни; молочнокислі бактерії; мінерали та ін.» [35].

Джерелом функціональних інгредієнтів (харчових волокон) визнані зернові та зернобобові культури. Як джерела харчових волокон, вони можуть використовуватися як субстрати для зростання пробіотичних мікроорганізмів, діяти як пребіотики. Зернові містять водорозчинні волокна, типу  $\beta$ -глюкану та арабіноксилану, олігосахариди, типу галакто- та фрукто-олігосахаридів та резистентного крохмалю, що виконують пребіотичну функцію [36]. «Відомі гіполіпідемічні та гіпоглікемічні властивості зернових та зернобобових культур» [31]. Тому розробка нових технологій переробки зернових та зернобобових культур, що дозволяють підвищити їхню харчову та біологічну цінність, покращити функціонально-технологічні властивості, актуальна.

«Функціональні продукти повинні володіти трьома основними якостями: хорошими органолептичними показниками, зручністю при вживанні та перешкоджати виникненню та розвитку факторів ризику хронічних неінфекційних захворювань. Всі ці умови рівнозначні за важливістю і повинні дотримуватися досягнення поставленої мети» [37].

Найбільш поширеною нині моделлю здорового харчування є піраміда харчування, що становить оптимальне співвідношення продуктів у добовому раціоні. Відповідно до принципів її формування, споживання зернових продуктів має становити 6-11 порцій на добу. Розрахунок продуктових наборів показав низьке споживання зернових та хлібопродуктів, порівняно з рекомендованою кількістю [25].

Разом з тим, у європейських країнах спостерігається зміщення акценту у бік споживання продуктів рослинного походження та особливо продуктів з бобових [38]. Бобові культури можуть значно розширити асортименти кулінарної продукції з високою харчовою щільністю та заданими властивостями. Однак для цього необхідні сучасні способи гідротермічної обробки, що відповідають наступним вимогам: підвищення засвоюваності

поживних речовин і зниження їх втрат; кулінарна продукція повинна мати високі дієтичні властивості; у готовій продукції повинні бути відсутні, або зведені до мінімуму антиаліментарні речовини; скорочення часу приготування.

До сучасних технологій, що дозволяють виробляти оригінальні пластівці, крупи швидкого приготування та зерноsumіші з регульованим вмістом харчових волокон практично з будь-яких зернових культур, відноситься мікронізація. Мікронізовані продукти переробки зернових та зернобобових культур відповідають усім зазначеним якостям. Результатом мікронізації зерна є спрощення технології кулінарної продукції, підвищення її харчової густини, високі органолептичні характеристики. У зв'язку зі сказаним використання мікронізованих зернових і зернобобових культур у складі композицій функціонального харчування є актуальним.

Зернобобові культури та продукти їх переробки є одним із основних джерел функціональних інгредієнтів: харчових волокон, рослинних білків, вуглеводів (полісахаридів), вітамінів групи В, макро- та мікроелементів [4, 5]. Фізіологічна дія харчових волокон, що містяться в зерні, значно вища, ніж дія харчових волокон плодів та овочів.

Харчові волокна злаків мають найбільш виражену дію на процес жовчовиділення та на зниження рівня артеріального тиску [39, 40].

«Харчові волокна – це комплекс речовин, що формують клітинні стінки рослин, які не перетравлюються ферментами в початкових відділах шлунково-кишкового тракту людини» [41]. Харчові волокна неоднорідні за своїм хімічним складом. Переважно це некрохмальні полісахариди і лігнін, а також асоційовані з ними компоненти: зола, білкові речовини, воску [39].

«Як правило, вміст волокон у неочищених злакових, горіхах, бобових вище, ніж у очищених. У насінневих оболонках бобів міститься близько половини харчових волокон» [42]. Продукти харчування, виготовлені за допомогою сучасних технологій, містять надзвичайно мало харчових

волокон, і виникає необхідність додаткового введення їх у раціон харчування.

Комплекс некрохмальних полісахаридів також неоднорідний і включає целюлозу, геміцелюлози, пектинові речовини. Неоднорідність складу харчових волокон визначає відмінності у їх фізичних, хімічних та біологічних властивостях.

«Харчові волокна прийнято розділяти на дві великі групи: нерозчинні та розчинні у воді. Ця властивість харчових волокон визначає їх різні фізіологічні ефекти» [43]. Більшість рослин містять обидва типи харчових волокон, причому більшість їх представлено нерозчинними, хоча пропорція їх варіює залежно від виду рослини.

Розчинними харчовими волокнами є камеді, слизи, деякі геміцелюлози, що мають високу здатність зв'язувати воду. Структурні елементи матриксу клітини – лігнін, целюлози та деякі геміцелюлози – відносяться до нерозчинних харчових волокон. Крім водозв'язуючої здатності, розчинні та нерозчинні харчові волокна розрізняються за ступенем ферментації, в'язкості, здатності зв'язувати жовчні кислоти, що в кінцевому підсумку і визначає їх фізіологічні ефекти.

Основними джерелами нерозчинних харчових волокон є більшість зернових культур: пшениця, жито, рис та ін. [44]. Обидва класи харчових волокон представлені в ячмені та зернобобових культурах, а також фруктах та овочах. У бобових переважають нерозчинні харчові волокна [45]. «Вміст розчинних харчових волокон у бобових 23 % від їх загального вмісту, нерозчинних - 77 % (зокрема 11 % лігніну)» [46]. «Загальний вміст харчових волокон у цілих бобових становив від 15,8% у сочевиці до 28,3% у нуті. Вміст нерозчинних харчових волокон у своїй становило 85-89 % від загальної кількості». Лушпиння бобових значно знизило вміст загальних і нерозчинних харчових волокон [47]. «Вміст харчових волокон у квасолі  $34,54 \pm 0,284$  % (з них 83,4% нерозчинних), у сухому гороху  $23,35 \pm 0,249$  % (з них 78,9 % нерозчинних) у перерахунку на суху речовину» [48].

Враховуючи вміст харчових волокон у різних групах продуктів, сучасні посібники з харчування рекомендують їх споживання 20-40г/добу, з допомогою всіх зазначених вище джерел, у співвідношеннях рекомендованих «Пірамідою харчування» [27]. Вважають, що виконання цих рекомендацій дозволяє забезпечити співвідношення розчинних та нерозчинних харчових волокон у раціоні не менше 1:3 [49].

Деякі з корисних для здоров'я властивостей харчових волокон обумовлені впливом вітамінів, мінеральних речовин, мікроелементів, які завжди присутні в рослинній їжі. Багато позитивних впливів харчових волокон можуть бути обумовлені заміною «нездорової» їжі на багату на волокна їжу, з порівняно низьким вмістом жиру і калорій, а також тим, що люди, які вважають за краще приймати «здорову» їжу, частіше ведуть здоровий спосіб життя.

Споживання їжі з високим вмістом харчових волокон сприяє виведенню токсичних речовин, виявляє антимікробний та антиоксидантний ефекти, знижує рівень холестерину в крові, регулює ліпідний та вуглеводний обмін [12, 38, 39]

«Дефіцит харчових волокон у їжі є фактором ризику розвитку серцево-судинних захворювань, раку товстого кишечника, цукрового діабету, ожиріння, атеросклерозу та ін.» [27, 48].

Як відомо, вуглеводи, частина яких представлена крохмалем, забезпечують у раціоні від 40 до 80% енергетичної потреби. Гранули крохмалю складаються головним чином з двох полімерів глюкози - кристалів амілопектину (70-80%) та розподіленої між ними амілози (20-30%).

Відносне співвідношення амілози та амілопектину визначає ступінь розчинності крохмалю. При високотемпературній технологічній обробці сировини із звичайних крохмалів можуть утворюватися так звані резистентні крохмалі.

Крохмалі, що містяться в харчових продуктах, поділяють на 2 види: глікемічні (легкозасвоювані) та резистентні. Глікемічні крохмалі повністю

розщеплюються в шлунково-кишковому тракті і в залежності від швидкості перетравлення діляться на швидко і повільно перетравлювані. Вивчення властивостей резистентного крохмалю показало його стійкість до дії амілази *in vitro* [44]. «Тому резистентний крохмаль визначають як крохмаль, або продукти його дегідратації, які не перетравлюються і не абсорбуються в тонкому кишечнику» [50]. Резистентний крохмаль подібно до розчинних харчових волокон досягає товстої кишки і піддається там мікробній ферментації з утворенням коротколанцюгових жирних кислот – оцтової, пропіонової, масляної [39].

Резистентний крохмаль є у багатьох харчових продуктах і тому є природним компонентом харчування. «Споживання резистентного крохмалю в США, Європі та Австралії в 2-4 рази менше порівняно з народами, які споживають їжу з високим вмістом крохмалю, як, наприклад, в Індії та Китаї. У середньому споживання резистентного крохмалю в країнах Європи та Австралії становить 4 г на добу» [51].

Теплова обробка в умовах високої вологості та температури може значно зменшити вміст резистентного крохмалю, порушуючи кристалічну структуру. Збільшення вмісту резистентного крохмалю може бути зроблено в інших умовах, наприклад, при екструзії, що супроводжується охолодженням, що викликає кристалізацію.

При дослідженні впливу різних способів теплової обробки (варіння, автоклавування, запікання, екструзія, смаження та сушіння) на вміст резистентного крохмалю в рисі та крохмалі воскового амаранту вміст резистентного крохмалю в порівнянні з нативним збільшувався при варінні та автоклавуванні, в інших випадках – зменшувався [52].

Дослідники [53] стверджують, що багато бобових (квасоля, сочевиця і горох) містять істотно більшу кількість резистентного крохмалю, ніж злакові, борошно та продукти переробки зерна. Вивчення забезпечує першу базу даних відсоткового вмісту крохмалю та волокон у звичайних продуктах та харчових компонентах. «Дослідники визначили, як і де *in vitro* відбувається



засвоєння. З 29 продуктів і харчових компонентів, що вивчаються, бобові (сім різновидів) містять істотно більше і харчових волокон, і резистентного крохмалю (табл. 1.3)» [53].

З огляду на ефекти резистентного крохмалю деякі дослідники вважають недоцільним виключати його із загальної суми визначених харчових волокон. Подібно до розчинних харчових волокон резистентний крохмаль впливає на метаболізм ліпідів і вуглеводів, знижує концентрацію глюкози та інсуліну в крові, дає мало калорій, що підвищує обсяг фекалій, є субстратом для мікрофлори кишечника (пребіотик) [39].

Таблиця 1.3 – Вміст резистентного крохмалю та харчових волокон у насінні зернобобових

Продукти	Резистентний крохмаль	Резистентний крохмаль, що досягає товстої кишки	Загальні харчові волокна
Чорна квасоля	26,9	62,7	42,6
Червона квасоля	24,6	57,7	36,8
Звичайна квасоля	25,9	52,5	36,2
Колотий горох	24,5	37,9	33,1
Північний горох	28,0	56,1	41,1

Горох та квасоля є джерелами харчових волокон та резистентного крохмалю – важливих функціональних харчових інгредієнтів. У зв'язку з цим актуальним є розширення асортименту продукції на їх основі, створення функціональних продуктів харчування.

### 1.3 Стан техніки і технологій переробки насіння зернобобових культур

На сьогодні в раціоні харчування населення України зростає роль рослинних харчових продуктів, що виготовляються з цілого зерна злакових

культур (пшениця, жито, овес, ячмінь), насіння бобових, а також з лущеного, шліфованого і не шліфованого зерна у вигляді круп, подрібнених крупок, пластівців та експандованих продуктів. Це швидкорозварювані гарніри для других страв, засипки для супів, супи і каші на круп'яній основі з добавками смакових екстрактів сушеного м'яса, рослинних олій, сушених фруктів, овочів, горіхів і т. д.

Традиційно з гороху виробляються такі види круп: горох цілий і колотий полірований лущений. Квасолі (білу, червону) використовують у вигляді цілих зерен.

Механічна та гідромеханічна обробка зернобобових включає перебирання, промивання та замочування. Після видалення домішок і пошкодженого насіння горох і квасолі промивають 2-3 рази холодною водою і замочують у дворазовій кількості води з температурою не вище 15°C на 6-8 годин. «Лущений горох не замочують. Попереднє замочування дозволяє скоротити термін їхньої теплової кулінарної обробки на 30-80 % і зберегти під час варіння форму насіння» [54].

В результаті замочування збільшуються маса та об'єм бобових. Однак, набухання їх у процесі замочування супроводжується вилученням з них розчинних речовин. «Вміст загального азоту та білків знижується при замочуванні гороху протягом 6-12 год на 0,17-0,34 % його маси» [54]. При замочуванні квасолі витягуються переважно небілкові азотисті речовини. «Вміст цукрів змінюється незначно. Втрати вітамінів коливаються від 3,7 до 21% початкового вмісту» [54].

Воду, в якій вироблялося замочування, зазвичай не використовують, оскільки вона має неприємний смак і запах. Дослідження щодо оцінки впливу замочування та варіння звичайної квасолі на хімічний склад, рівень фітату, таніну, крохмалю та факторів метеоризму показало, що найбільше зниження цих речовин у звичайній квасолі було при видаленні води, що залишилася після вимочування [23].

«Перед варінням замочені бобові заливають гарячою водою (2-3 л на 1 кг) і варять при слабкому кипінні, заклавши кришкою горох протягом 1-1,5 год, квасоля – 1-2 години. У цьому цілий горох вариться довше, ніж колотий» [2]. Розварюваність бобових залежить від ряду факторів: сорти, рік урожаю, умови вирощування [54]. Наявність у воді солей кальцію та магнію призводить до затримки розварювання квасолі. Варіння насіння у дистильованій воді дещо скорочує час розварювання для всіх видів та сортів квасолі.

Дослідження впливу попереднього замочування, типу кулінарної обробки та додавання бульйону при приготуванні звичайної червоної квасолі на харчову цінність її білка показало, що замочування не мало істотного впливу коефіцієнт ефективності білка. Найвищі оцінки коефіцієнта ефективності білка та його перетравлюваності були отримані при варінні без бульйону [55].

З метою прискорення процесу доведення круп до кулінарної готовності промисловість виробляє плющені крупи, пластівці, підірвані чи спучені зерна, екструзійні зернові продукти. Гідротермічна обробка (ГТО) є традиційним прийомом при виробництві круп та пластівців із зернової сировини. Гідротермічна обробка полягає у впливі на крупу вологи та теплоти у вигляді насиченої пари під тиском для цілеспрямованої зміни властивостей крупи. Метою процесу гідротермічної обробки є зниження крихкості ядра, підвищення пластичності, що сприятиме зменшенню кришення круп при плющенні. У процесі пропарювання крупа зволожується та нагрівається, пара конденсується на поверхні ядра, зволожуючи його. Конденсація супроводжується великим виділенням тепла, яке прогріває ядро. Подальше проникнення вологи в ядро та його прогрів роблять ядро більш вологим та пластичним.

У процесі пропарювання відбуваються глибокі біохімічні зміни, що викликає як зміну хімічного складу, так і зміну структурно-механічних властивостей зерна.

В результаті такого впливу відбувається спрямована зміна властивостей крупи, крім цього, покращуються споживчі переваги крупи (пластівців) – смакові та харчові переваги, зовнішній вигляд, підвищується стійкість при зберіганні. Внаслідок гідротермічної обробки відбувається денатурація білків, часткова клейстеризація крохмалю, а також утворення декстринів та інших низькомолекулярних продуктів гідролізу крохмалю. Завдяки цьому зростає засвоюваність та поживна цінність продукту.

Перед плющенням крупу підсушують для надання їй технологічних властивостей з температурою агенту сушіння  $t=80...100^{\circ}\text{C}$ , при цьому вологість крупи знижується на 1-2%. Крупа набуває оптимальної для переробки вологості. «Плющення роблять на гладких вальцях, що обертаються назустріч один одному з однаковими швидкостями 2-2,5 м/с при величині зазору не більше 0,5 мм» [56].

«З плющильного верстату пластівці надходять у сушарку, де сушаться до стандартної вологості 10-11,5% потоком нагрітого повітря з температурою  $t=90...110^{\circ}\text{C}$ » [56].

Встановлено, що засвоюваність основних харчових компонентів зерна та крупи помітно зростає внаслідок їхньої гідротермічної обробки та плющення: перетравність білка підвищується до 93 %, вуглеводів – до 96 %, жирів – до 97 %. Знижуються й енергетичні витрати організму на асиміляцію цих речовин, внаслідок їх більшої доступності до ферментів травної системи.

В результаті ГТО зерна при жорстких режимах атакування крохмалю амілолітичними ферментами зростає від 5 до 16 разів. Атакування білків протеазами також підвищується, внаслідок розгортання глобул та інших конформаційних перетворень їх макромолекул. «Навіть при нагріванні від 20 до  $75^{\circ}\text{C}$  вміст декстринів у крохмалі зерна зростає з 0,38 до 0,85%, і 0,24% крохмалю піддається клейстеризації» [57].

Значну роль асиміляції крохмалю грає його клейстеризація. Пропарювання при підвищеному тиску прискорює процес клейстеризації. Подальше плющення посилює цей ефект. «У виробничих умовах при

плющенні крупи 20-25% гранул крохмалю (за масою) одержують механічні пошкодження, а при виробництві пластівців 50-55%» [58].

Час варіння плющеної крупи знижується до 5-15 хвилин, а пластівців до 5-7 хвилин. Тонкопелюткові пластівці можуть вживатися без варіння, наприклад, з гарячим молоком [57].

Гідротермічна обробка зернової сировини є досить енергоємним способом виробництва швидкорозварюваних круп і пластівців. Варильні котли та пропарювачі мають ряд істотних недоліків: ненадійність запірної апаратури, викид теплоти в атмосферу разом із відпрацьованою парою, викид зерна, крупи та конденсату. Тому традиційні способи та методи гідротермічної обробки досягли своєї межі і не можуть перевести продукт на новий ступінь необхідного в наш час асортименту круп та зернових пластівців швидкого приготування з тривалістю варіння 1-10 хв. Тому велике значення має впровадження нових методів енергопідведення та оновлення оптимальних параметрів термічної обробки.

Встановлено, що для підвищення біологічної цінності, харчової щільності та споживчих властивостей зернобобових та круп'яних культур великий інтерес становить екструзійна гідротермомеханічна обробка зерна. Вона дозволяє отримувати білково-полісахаридну сировину без антиаліментарних речовин, використання якої в чистому вигляді, а також у поєднанні з тваринними білками дозволяє виробляти великий асортимент продуктів харчування високої біологічної цінності та харчової щільності.

Сировиною для переробки є зерно гороху, інших зернобобових культур, гречки та проса. Перед переробкою воно насамперед піддається очищенню від сторонніх домішок. Якщо сировина використовується для дитячого харчування, зерно піддається луценню – звільненню від оболонки. При використанні сировини на інші цілі луцення не потрібно, оскільки оболонки містять харчові волокна [59].

У процесі екструзування продукт захоплюється шнеком, переміщається вздовж корпусу, проходить зони стиснення, розігріву (за

рахунок сил тертя продукту про поверхню шнека і корпусу, що обертається, а також деформацій зсуву в самому продукті), гомогенізації, зону безпосередньо екструзії та розвантаження. «Тривалість обробки становить 1-2 хв. Тиск і температура при цьому зростають і досягають відповідно 50 МПа та 180 ° С» [60].

Переваги екструзії полягають у підвищенні ступеня використання сировини, зниженні виробничих витрат (витрати енергії та тепла), розширенні асортименту харчових продуктів, підвищенні засвоюваності, зниженні мікробіологічної обсіменіння, зменшенні забруднення навколишнього середовища.

В результаті екструзії відбуваються суттєві зміни та текстурування не лише на клітинному рівні, а й складні хімічні, мікробіологічні (стерилізація), фізичні процеси та явища.

В результаті екструзії підвищується перетравлюваність білка і крохмалю, суттєво знижується вміст фітинової кислоти, інгібіторів протеїназ та лектинів, спостерігаються втрати термочутливих вітамінів групи В та вітаміну С, перетравлюваність харчових волокон суттєво зростає [60, 61]. «Збагачення екструдованих продуктів можна здійснювати введенням до складу рецептурної суміші білкового збагачувача або вітамінної добавки» [62, 63].

Напівфабрикат, отриманий із зерна гороху, є сипким продуктом з масовою часткою сухих речовин – 92...94 %. Він має приємний жовтуватий колір, не має характерного бобового смаку і запаху, містить 20-29 % білка і до 30 % крохмалю. Як показали дослідження, цей напівфабрикат є високофункціональною білковою сировиною. До його найважливіших функціональних переваг належить висока жиро-, водопоглинальна, емульгуюча, піно- і гелеутворювальна здатність. «Білково-поліцукровий напівфабрикат з гороху випробуваний при виробництві ковбасних виробів, плавлених сирів та кондитерської продукції» [59].

Розроблено технологію виробництва екструдованих напівфабрикатів, призначених для швидкого приготування з них страв, що не потребують варіння – каші та супів. Розроблено екструдовані горохові палички, збагачені білковими добавками, для використання як «сухі сніданки» [63]. Розглядається можливість використання екструдованого квасолевого борошна в дитячому та шкільному харчуванні [21].

Іншим перспективним напрямом переробки зернобобових культур, що дозволяє отримувати аналогічну продукцію екструзійної, є виробництво мікронізованих продуктів.

Мікронізація – процес термообробки, що використовує для енергопідведення випромінювання інфрачервоної (ІЧ) області спектра, так зване теплове випромінювання. Залежно від умов перебігу процесу ІЧ нагрівання розрізняють власне мікронізацію та високотемпературну мікронізацію (ВТМ).

Традиційний процес, відомий як мікронізація, був вперше промислово реалізований в Англії та використаний при термообробці фуражного зерна для підвищення його поживної цінності. «Здійснювалося нагрівання вологого зерна (22-24%) до температур близько 100°C протягом декількох хвилин і плющення його в гарячому стані плющильними валками. При цьому мала мету часткової клейстеризації крохмалю в зерні злакових культур (ячмінь, пшениця)» [64].

Оскільки ІЧ-обробка супроводжується підвищенням нагрівання продукту, зволоження його природним шляхом, то її можна розглядати, як різновид гідротермічної обробки. Високотемпературна мікронізація є особливим методом гідротермічної обробки, при якому відбуваються глибокі, незворотні зміни структури та властивостей зерна і крупі [58].

Високотемпературна мікронізація – це інтенсивне нагрівання зерна інфрачервоним випромінюванням. Протягом кількох секунд прогріву температура в зерні чи крупі підвищується до 100°C вище. При цьому волога в зерні переходить у псевдопароподібний стан, тиск усередині зерна зростає,

воно спучується і стає пластичним. При подальшому плющенні зерно вибухає, плющена крупа набуває мікропористої структури. «Ряд зернових, наприклад, кукурудза, сорго, амарант, рис і просо нелущені можуть навіть лопатися, істотно збільшуючись в об'ємі» [58].

У процесі інфрачервоного нагрівання відбувається часткова клейстеризація та декстринізація крохмалю, м'яка денатурація білка, інгібування протеаз, зниження вмісту антиаліментарних речовин, покращення смаку при переробці сирової сої та бобових культур. «За рахунок невеликого часу обробки повністю зберігається вітамінний комплекс» [65]. Крім того, збільшується активна поверхня, що дозволяє витратити мінімальну кількість часу на варіння круп.

Внаслідок такої термообробки зміни зазнає біохімічний, мікробіологічний, фізичний комплекс та органолептичні показники. Найбільш істотним фактором, що впливає на кінцеві характеристики продукту, є його кінцева температура [65].

За даними авторів в результаті ІЧ-обробки найбільшу зміну зазнає вуглеводний комплекс [66]. Пара, що має велику енергію, заповнює весь молекулярний об'єм і руйнує зв'язки між макромолекулами крохмалю.

Є дані, що при високотемпературній технологічній обробці сировини із звичайних крохмалів можуть утворюватися резистентні крохмалі з низьким ступенем засвоюваності організмом людини [67, 68].

Як правило, засвоюваність денатурованих білків вище за відповідні нативні. При дії на крупу нагрівання в повітряно-сухому стані білкова фракція крупы зазнає меншої зміни своїх колоїдно-хімічних та фізичних властивостей, ніж крохмалі. Після нагрівання крупы в повітряно-сухому стані гідрофільність колоїдної системи крупы менша, ніж після гідротермічної обробки крупы того ж виду, що пояснюється недоліком води в системі під час теплового впливу.

Встановлено, що термічна обробка мало впливає вміст загального азоту. Найбільші зміни зазнають водорозчинна та солерозчинна фракції



білків. «Відомо, що теплова обробка призводить до збільшення атаки продукту протеолітичними ферментами і що денатурований білок більш засвоюваний організмом людини» [65-67].

Є дані, що при використанні високотемпературної мікронізації при термообробці сої майже повністю інактивується інгібітор трипсину [69]. «Наводяться дані, що при ІЧ-обробці зернових продуктів відбувається іактивування протеаз, уреазі і т.д., зниження вмісту антиаліментарних речовин» [70].

Американські дослідники також спостерігали зниження активності інгібітора трипсину при ІЧ-обробці насіння бобових рослин і помітили, що це не впливає на вміст у насінні крохмалю та білка. Також є дані про те, що функціональні властивості борошна з прогрітого насіння покращуються в порівнянні з контролем [71].

«Характерним для ІЧ-обробки є більш високе збереження вітамінів (на 20-30%), ніж при традиційному способі обробки». За даними [70] при мікронізації з допомогою невеликого часу обробки повністю зберігається вітамінний комплекс. Це саме стосується і мікроелементів, зміст яких за інших видів обробки зменшується.

Крім того, практично у всіх випадках ІЧ-обробки спостерігається підвищення якості та виходу готової продукції, зниження енерговитрат. «Вихід готової продукції підвищується на 7-11% порівняно з аналогічними показниками при традиційному способі обробки» [72].

При інтенсивному теплопідведенні може виникнути небезпека утворення канцерогенних речовин. «Досить детальні дослідження у цій галузі для ІЧ-випромінювачів різного типу показали практично повну нетоксичність готового продукту, яка становила всього 0,02-0,06  $\mu$ /кг» [73].

Мікронізовані зернові пластівці пропонується використовувати для виробництва страв швидкого приготування, у вигляді сухих сумішей мюслі та мюслі-батончиків, у складі композитних сумішей для хлібобулочних виробів [66, 74]. За даними дослідників [72, 75, 76], така обробка економічно

вигідна і дозволяє отримати термостерилізовані продукти з максимальним збереженням їх харчової цінності.

Мікронізація дозволяє створювати зернові пластівці із зерна практично будь-яких культур і тим самим сприяє ширшому впровадженню зернових продуктів харчування населення.

Зокрема, зернопереробні підприємства почали випускати новий продукт – мікронізовані пластівці з гороху. Мікронізовані продукти з насіння зернобобового з'явилися в Канаді, в Україні досі не випускалися. Даних про вивчення фізико-хімічних показників цих продуктів у доступній літературі немає.

#### Висновки по розділу.

В даний час спостерігається дисбаланс структури харчування населення, у зв'язку з цим першочергового значення набуває проблема пошуку нових джерел харчових речовин, розширення асортименту продукції, що виробляється. Повсюдна неблагополучна екологічна обстановка змушує звернути увагу на компоненти живлення, що мають ендосорбентні та радіопротекторні властивості. Продукти переробки зернобобових відносяться до основних джерел харчових волокон. Використання мікронізованих пластівців із зернобобових дозволить збагатити раціон харчування людей та створити на їх основі нові функціональні продукти.

Горох і квасоля – досить поширені зернобобові культури в Україні. Вони є джерелами білка, харчових волокон, вітамінів групи В, мінеральних речовин. Однак низька технологічність та вміст антиаліментарних факторів призвели до того, що вони незаслужено мало використовуються у харчуванні.

ІЧ-обробка продуктів – найбільш передовий процес у сучасній технології отримання круп, пластівців, що швидко розварюються, і продуктів, що не потребують варіння. Продукти, одержувані внаслідок цього процесу, безпечні для людини, найкраще зберігають свої нативні

компоненти. В результаті ІЧ-обробки відбувається денатурація білка, деструкція та клейстеризація крохмалю, інактивація антиаліментарних речовин, отже підвищується засвоєння продукту в цілому. Крім того, ІЧ-обробка сприяє більшій схоронності вітамінів та мінеральних елементів продуктів. ІЧ-обробка дозволяє, використовуючи місцеву сировину, отримувати високопоживні продукти низької собівартості з доступної зернової сировини.

Незважаючи на те, що в літературі є дані про процеси, що відбуваються в харчових продуктах при мікронізації, відомості про хімічний склад та функціонально-технологічні властивості мікронізованих пластівців із насіння зернобобового відсутні. Також немає даних про зміну вмісту в них харчових волокон, резистентного крохмалю, білків та вуглеводів. Практично немає рекомендацій щодо використання мікронізованих пластівців.

## 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Характеристика об'єктів дослідження

Для проведення дослідження параметрів використання мікронізованих пластівців з насіння зернобобових культур при виробництві функціональних харчових продуктів було використано насіння гороху, червоної та білої квасолі від постачальників ТОВ «ЮОНА-ГРУП», вирощене в Україні (врожай 2021-2022 рр.); мікронізовані пластівці з гороху, червоної та білої квасолі виробництва ТОВ «ЮОНА-ГРУП» та горохові пластівці, вироблені за традиційною технологією (контроль) польської компанії «Макро K&K Sp. z.o.o.».

На початкових етапах дослідження було досліджено фізичні показники якості всіх видів пластівців із насіння зернобобових культур. Результати наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Фізичні показники якості пластівців із насіння зернобобових

Показники	Горох		Квасоля	
	МК	контроль	червона МК	біла МК
Розмір пластівців, мм:				
довжина	19,27	13,55	42,67	31,00
ширина	16,22	13,55	26,53	22,17
товщина	0,55	0,85	0,47	0,42
Смітєва домішка, % (цілі зерна)	0,6	-	-	-
Зруйновані пластівці, %	29,8	21,9	26,3	31,6
Мучіль, %	10,8	8,0	9,9	11,6

З усіх досліджуваних показників відмінності були в лінійних розмірах пластівців. Як виявилось, товщина мікронізованих горохових пластівців становила 0,5 мм, тоді як контрольних – 0,9 мм. Товщина мікронізованих

пластівців із червоної та білої квасолі складала 0,4-0,5 мм. Відрізнялися інші лінійні розміри: довжина мікронізованих горохових пластівців коливалася від 18 до 22 мм, ширина 15-19 мм, а контрольні пластівці мали круглу форму з діаметром 10-15 мм. Мікронізовані пластівці з червоної та білої квасолі відрізнялися по довжині: з червоної 40-50 мм, з білої – 28-37 мм. Ширина пластівців із квасолі коливалася від 20 до 30 мм.

Вміст зруйнованих пластівців у всіх мікронізованих і контрольних горохових пластівців не розрізнялося і становило в середньому 27,4%, а мучелі - 10,2%. Відповідно до технічних умов вміст мучелі не повинен перевищувати 15%, отже, вміст мучелі в досліджуваних зразках відповідає нормативу. Вміст зруйнованих пластівців технічними умовами не нормується.

Процес мікронізації сировини відбувався за дослідним технологічним процесом в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП» з наступними параметрами: температура крупи та насіння на виході 130 - 150 °С, експозиція 18-20 секунд, товщина плющення 0,3-0,5 мм.

## 2.2 Характеристика методів дослідження

Під час дослідження використовували загальноприйняті методики для лабораторних досліджень:

- визначення вологості згідно з ГОСТ 26312.7;
- визначення загального білка за К'ельдалем (ГОСТ 10846);
- визначення амінокислотного складу – на автоматичному амінокислотному аналізаторі ААА-339М.

Визначення ступеня та швидкості поглинання води – за методикою [80]. Для цього 1г сухої наважки пластівців поміщають у центрифужну пробірку, доливали дистильовану воду (співвідношення 1:4-1:7). Задавали температурний параметр та витримували на водяній бані 60 хвилин.

Температурні параметри ( $20\pm 1^\circ$ ), ( $45\pm 1^\circ$ ), ( $65\pm 1^\circ$ ), ( $85\pm 1^\circ$ ), ( $95\pm 1^\circ$ ). Потім пробірки центрифугували 5 хвилин при 1000 об/хв. Центрифугат обережно зливали. У залишку визначають вміст вологи. Ступінь набухання визначають за формулою:

$$A = \frac{m - m^o \cdot 100}{m^o} \quad (2.1)$$

де  $m$  – маса пластівців після набухання, г;

$m^o$  – маса сухих пластівців, г;

Маса пластівців після набухання визначається за формулою:

$$m = \frac{m^o \cdot 100 - B}{100 - B_1} \quad (2.2)$$

де  $B$  – масова частка вологи сухих пластівців, %;

$B_1$  – масова частка вологи набряклих пластівців, %.

Дослідження ступеня поглинання вологи мікронізованими та контрольними пластівцями проводили при різних гідромодулях, порівнювали та вибирали оптимальний гідромодуль.

Швидкість поглинання вологи пластівцями визначали при оптимальному гідромодулі при температурі  $95\pm 1^\circ\text{C}$  через 3 хвилини, 5 хвилин, 10 хвилин, 15 хвилин, 30 хвилин, 60 хвилин.

*Режими заварювання.* Мікронізовані пластівці заливають гарячою водою ( $t=95^\circ\text{C}$ ): мікронізовані пластівці з червоної квасолі та гороху при співвідношенні продукту та води 1:5 на 15 хвилин, з білої квасолі при співвідношенні продукту та води 1:6 на 10 хвилин.

*Режими варіння.* Мікронізовані пластівці без попереднього

заварювання закладають у киплячу воду і варять при слабкому кипінні з гороху та червоної квасолі 15 хвилин, з білої квасолі – 7 хвилин.

Висновки по розділу.

В розділі надано вичерпну характеристику сировини, всіх зразків пластівців із насіння зернобобових культур, зокрема гороху, червоної і білої квасолі, які надали українська фірма ТОВ «ЮОНА-ГРУП» та польська компанія «Магго K&K Sp. z.o.o.».

Надано посилання на стандарти методики, які використовувалися під час проведення дослідження. Показані формули та наведено опис особливих методики, якими користувались, зокрема, при дослідженнях ступеня та швидкості поглинання вологи мікронізованих пластівців.

### 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Дослідження органолептичних властивостей мікронізованих пластівців з насіння зернобобових культур

Органолептичні показники є визначальними для реалізації того чи іншого виду сировини та продуктів. З цієї причини було проведено дослідження органолептичних властивостей мікронізованих (МК) пластівців із квасолі білої та червоної, а також мікронізованих горохових пластівців порівняно з контрольними (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Органолептичні та фізичні показники пластівців із насіння зернобобових

Показники	Горох		Квасоля	
	МК	контроль	червона МК	біла МК
Зовнішній вигляд	Невеликі шматочки з рівною поверхнею	Невеликі шматочки з кривою вуглуватою поверхнею	Невеликі шматочки з рівною поверхнею	Невеликі шматочки з рівною поверхнею
Колір	Світло - жовтий	Жовтий	Кремовий з коричневими краплями	Кремовий
Запах	Слабкий відтінок сирого зерна	Сирого зерна	Слабкий відтінок сирого зерна	Слабкий відтінок сирого зерна

На підставі даних з табл. 3.1 було проведено органолептичну оцінку групою з 5 осіб, які виставляли бали по трьох показникам: зовнішній вигляд, колір та запах – в межах від 1 до 5, де оцінка «1» - найгірша якість, «5» - відповідно найвища.

За результатами проведеної органолептичної оцінки пластівців було побудовано профілограму (рис. 3.1) порівняння органолептичних показників



якості мікронізованих пластівців з гороховими пластівцями, виготовленими за традиційною технологією.



Рисунок 3.1 – Профілограма органолептичних показників якості мікронізованих пластівців з насіння зернобобових культур

Характерний для пластівців, виготовлених за традиційною технологією, смак та запах сирого крохмалю усувався внаслідок мікронізації за рахунок високотемпературного прогріву та деструкції крохмалю. У смаку та запаху мікронізованих пластівців виявлявся лише слабкий відтінок сирого. Очевидно, зазначені зміни вплинуть на хімічний склад та технологічні властивості зернобобових: час приготування кулінарних виробів із мікронізованих пластівців та їх якість після теплової обробки.

### 3.2 Визначення зміни хімічного складу мікронізованих пластівців з насіння зернобобових культур

Аналіз хімічного складу дає уявлення про харчову цінність продукту, а також дозволяє прогнозувати технологічні властивості та біологічні ефекти при вживанні цього продукту [4].

Мікронізовані пластівці з гороху, квасолі білої та червоної є новими продуктами, хімічний склад їх практично не вивчений. Дані про зміну

органолептичних показників дали привід вивчення хімічного складу, як використовуваної сировини, і кінцевого продукту – мікронізованих пластівців.

Для порівняння вивчався хімічний склад горохових пластівців, отриманих за традиційною технологією.

### 3.2.1 Зміна вологості

При виробництві пластівців, отриманих в результаті мікронізації та вироблених за традиційною технологією, відбувається значна зміна вологості кінцевого продукту. Масова частка води у крупі та насінні бобових при переробці їх у мікронізовані пластівці та в контрольних горохових пластівцях показана на рис. 3.2.

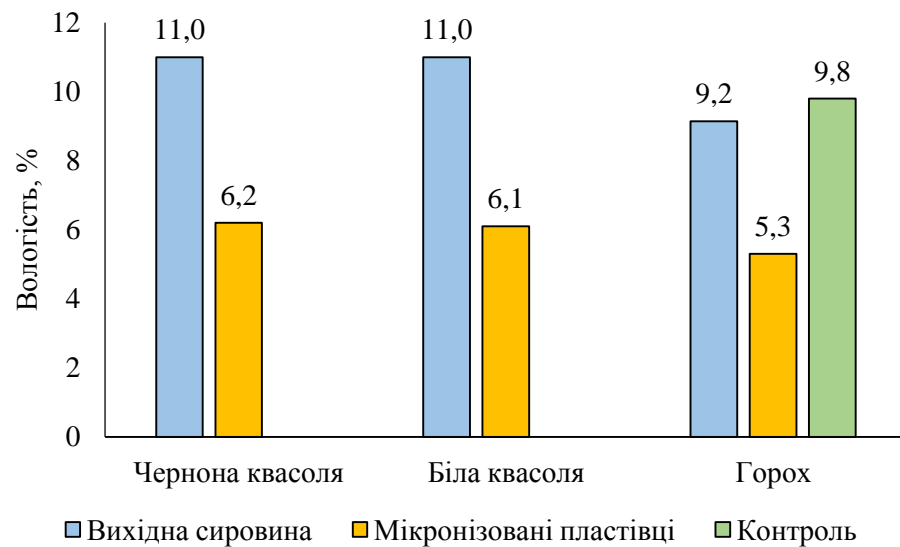


Рисунок 3.2 – Масова частка води в вихідній сировині та мікронізованих пластівцях

Визначення масової частки води у насінні показало, що в результаті мікронізації відзначалося зниження (рис. 3.2) у червоній квасолі в 1,7 рази від 11,0% до 6,25%, а в білій – в 1,8 рази від 11,0% до 6,1%.

Зміна масової частки води в гороху підпорядковувалося тим самим закономірностям – зменшилася в 1,7 рази від 9,2% до 5,3%. У той же час у горохових пластівцях, виготовлених за традиційною технологією, масова

частка вологи склала 9,8 %, що вище, ніж у вихідній сировині, за рахунок попередньої гідротермічної обробки продуктів.

За даними літератури відомо, що у процесі теплового впливу зернові продукти зазнають значних змін, у яких вивільняється вода. За рахунок випаровування вологи, розкладання цукрів та інших органічних сполук маса продуктів знижується [77].

Отримані нами результати вивчення зміни вологості вихідної сировини при переробці в мікронізовані пластівці, узгоджуються з цими положеннями. Спостерігається зниження вологості пластівців у порівнянні з вихідною сировиною: у червоній квасолі та гороху у 1,7 раза, у білій – у 1,8 раза. Горохові пластівці, вироблені за традиційною технологією, навпаки мали вологість дещо більшу, ніж вихідна сировина. Це пов'язано з накопиченням вологи білками і крохмалем, що клейстеризується при пропарюванні. Таким чином, в результаті мікронізації та подальшого плющення виходить зневоднений зерновий продукт, ніж при традиційному способі виробництва.

### 3.2.2 Зміна вмісту білків та амінокислотного складу

Вміст білків у крупі гороху та насіння квасолі, їх амінокислотний склад та біологічна цінність показані в різних дослідженнях [4, 5]. Дані про вміст їх у мікронізованих пластівцях із цієї сировини майже відсутні. Згідно з даними деяких авторів, обробка зернових продуктів ІЧ-променями не впливає на вміст у них білка [57, 71]. З іншого боку, за даними [78], при обсмажуванні кукурудзяних пластівців ІЧ-випромінюванням відзначалося деяке зменшення білка. Тому дослідження вмісту білків та його вплив на зміну амінокислотного складу, як у вихідній сировині, так і мікронізованих пластівцях є досить доцільним, особливо для володіння цією інформацією при виробництві функціональних продуктів харчування.

Дані за вмістом білка у вихідній сировині, мікронізованих пластівцях з гороху, квасолі білої та червоної, а також контрольних горохових пластівців представлені на рис. 3.3.

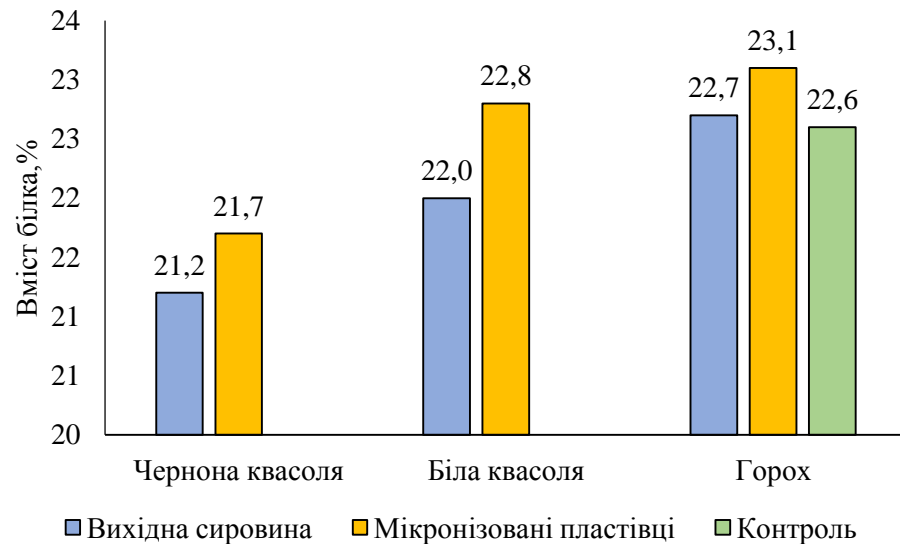


Рисунок 3.3 – Масова частка білка в вихідній сировині та мікронізованих пластівцях

Отримані результати рис. 3.3 вказують, що вміст білка в процесі мікронізації незначно збільшився і склав до та після обробки відповідно для червоної квасолі (21,2 та 21,7%), для білої (22,0 і 21,8 %), для гороху (22,7 та 23,1%). Вміст білка в контрольних горохових пластівцях (22,6%) так само не відрізнявся суттєво від вихідної сировини.

Наступним етапом дослідження було визначення зміни амінокислотного складу пластівців в результаті проведення процесу мікронізації. В табл. 3.2 наведено амінокислотний склад горохової крупи, горохових пластівців, виготовлених за традиційною технологією та мікронізованих горохових пластівців.

Таблиця 3.2 – Вміст амінокислот у крупі гороху та пластівцях з неї

Показники, %	Зразки		
	крупа	пластівці МК	пластівці контрольні
1	2	3	4
<b>Незамінні</b>			
валін	0,99	1,04	1,02
ізолейцин	1,42	1,27	1,17
лейцин	1,63	1,66	1,62
лізин	1,47	1,58	1,56

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4
метіонін+цистин	0,49	0,51	0,50
треонін	0,86	1,09	0,95
триптофан	0,27	0,27	0,27
фенілаланін+тирозин	1,65	1,78	1,81
<b>Замінні</b>			
аланін	0,97	1,06	0,99
аргінін	1,96	1,99	1,94
аспарагін	2,51	2,49	2,39
гістидин	0,62	0,69	0,67
гліцин	0,96	1,00	0,97
глутамін	3,67	3,23	3,84
пролін	1,13	1,14	1,00
серін	1,01	0,93	0,92

Отримані дані з табл. 3.2 повністю підтверджують наведені вище літературні дані про те, що вміст білка в мікронізованих пластівцях не змінюється порівняно з вихідною сировиною. Амінокислотний склад мікронізованих пластівців зернобобових так само не мав відмінностей від вихідної сировини.

Таким чином, дослідження вмісту білків та їх амінокислотного складу дозволило зробити висновок про те, що ІЧ-обробка та подальше плющення крупи гороху, насіння квасолі червоної та білої не змінили загального вмісту білків та їх біологічної цінності.

### 3.3 Дослідження ступеня поглинання вологи мікронізованих пластівців

Під функціонально-технологічними властивостями пластівців розуміють фізико-хімічні характеристики, що визначають їхню поведінку при переробці в кулінарні вироби, а також забезпечують бажану структуру, технологічні та споживчі властивості [79]. До найважливіших функціонально-технологічних властивостей пластівців у виробництві кулінарної продукції слід віднести ступінь і швидкість набухання та щільність пластівців. Як середовище набухання обрано воду, тому що в ній традиційно варять зернобобові для виробництва кулінарної продукції.

Зернобобові мікронізовані пластівці повинні мати високий ступінь та швидкість набухання, оскільки в результаті механічної обробки змінюються структурно-механічні властивості зернобобових, збільшується пористість та питома поверхня. Кулінарна продукція на основі мікронізованих пластівців не повинна давати борошнистого смаку та перетворюватися на однорідну пасту, що спостерігається у разі використання традиційних режимів гідротермічної обробки.

Гідратація круп'яних пластівців за різних температур залежить від поведінки білків і крохмалю. Круп'яні пластівці містять значну кількість гідрофільного білка і крохмалю з високим температурним коефіцієнтом набухання, а також мають сильно розвинену капілярно пористу будову, що сприяє проникненню води в їх міжклітинний простір [74].

В ході попередніх досліджень було встановлено, що усередненим оптимальним показником гідромодуля для визначення ступеня поглинання води пластівців є значення 1:5, тому основні дослідження проводили саме з використанням гідромодуля 1:5.

Результати дослідження набухання мікронізованих пластівців і пластівців контролю представлені на рис. 3.4.

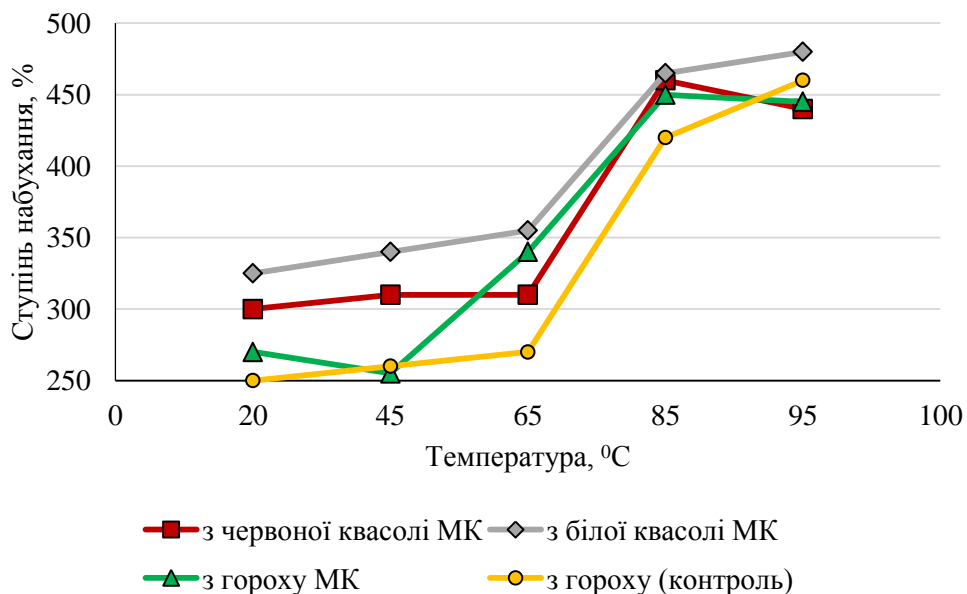


Рисунок 3.4 – Ступінь набухання досліджуваних зразків пластівців залежно від температури

Вивчення ступеня набухання мікронізованих пластівців показало, що для всіх видів пластівців характерно підвищення ступеня набухання при збільшенні температури середовища (рис 3.4). Однак, максимальне набухання спостерігається при різних температурах: для мікронізованих пластівців з квасолі червоної при 85°C (460%), квасолі білої – 95°C (480%), гороху – 85°C (460%), для традиційних горохових пластівців – 95 °C (450%).

Встановлено, що для набухання мікронізованих пластівців із червоної квасолі та гороху достатньою є температура 85°C, для мікронізованих пластівців із білої квасолі та контрольних горохових пластівців – 95°C.

Відмінності в температурах, при яких досягається максимальний ступінь набухання, пов'язані з відмінностями в ступені клейстеризації крохмалю, що в свою чергу залежить від співвідношення амілозних фракцій і амілопектину, а також температурних зон клейстеризації. Крохмаль, що містить більше амілози, набухає більшою мірою і починає класифікуватися при більш низькій температурі.

#### 3.4 Визначення швидкості поглинання води мікронізованих пластівців

Наступним критерієм готовності круп'яних продуктів є швидкість їхнього набухання. Цей показник необхідно дослідити для вирішення питання про тривалість термічної обробки мікронізованих пластівців для приготування кулінарних виробів.

Швидкість набухання різних видів зернових однакова. Вона залежить від виду крохмалю, концентрації та виду харчових волокон, обробки продукту, виду середовища, в якому відбувається набухання продукту, температури середовища.

Незважаючи на те, що для різних видів МК пластівців зернобобових ми отримали температури в інтервалі 85...95°C, при яких ступінь набухання

максимальна, для забезпечення санітарної безпеки готового продукту та з практичної точки зору зручніше використовувати воду, доведену до кипіння.

З цієї причини визначення швидкості набухання пластівців проводилося за температури 95°C. Швидкість набухання досліджувалась при оптимальному гідромодулі – 1:5.

Результати дослідження швидкості поглинання вологи мікронізованими пластівцями з червоної квасолі представлені на рис. 3.5-3.6.

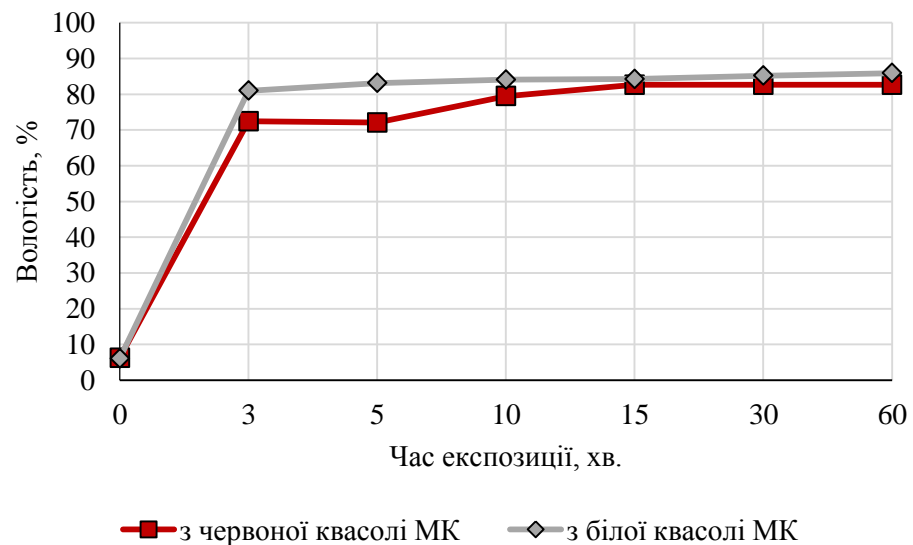


Рисунок 3.5 – Швидкість набухання мікронізованих пластівців з червоної та білої квасолі залежно від часу експозиції

Як видно з рис. 3.5, найбільша швидкість поглинання вологи мікронізованими пластівцями з червоної квасолі спостерігалася перші 3 хвилини набухання. Вологість пластівців зростає від початкової, що становила 6,25%, до 72,42%. Приріст склав 86% поглиненої за весь період набухання вологи. Вологість пластівців зростає в 11,6 разів.

Через 15 хвилин набухання вологість пластівців досягла максимуму, який становив 82,63 %, і зростає цей час у 13,2 рази. Вологість пластівців через 30 і 60 хвилин набухання не відрізнялася від вологості через 15 хвилин набухання.

Найбільша швидкість поглинання вологи мікронізованими пластівцями з білої квасолі (рис. 3.5) спостерігалася перші 3 хвилини набухання.



Вологість пластівців зросла від початкової, що становила 6,09%, до 81,00%. Приріст становив 93,8 % поглиненої за період набухання води. Вологість пластівців зросла в 13,3 разів.

Через 5 хвилин набухання вологість пластівців продовжувала зростати і досягла значення 83,14%, зросла в 13,7 разів порівняно з вихідною.

Через 60 хвилин набухання вологість пластівців досягла максимуму, який становив 85,92%, і зросла цей час у 14,1 разів.

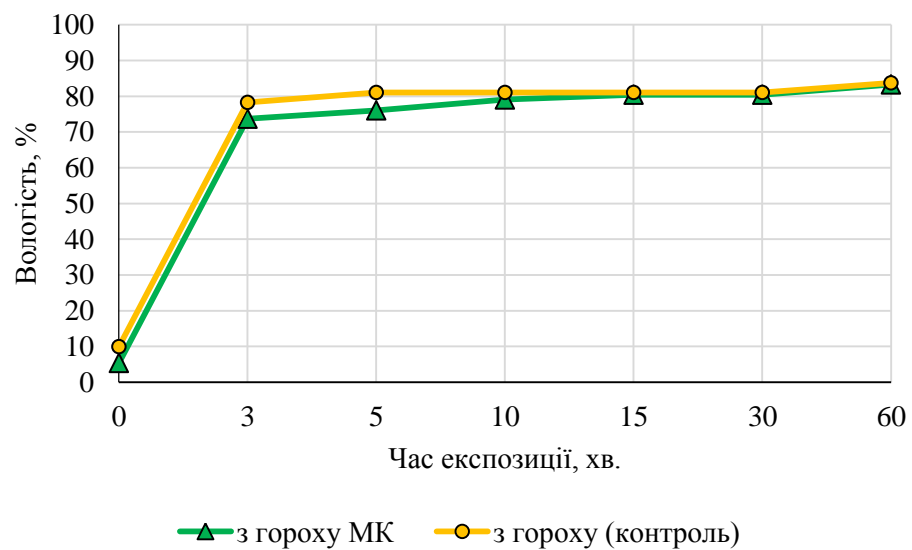


Рисунок 3.6 – Швидкість набухання мікронізованих та контрольних пластівців з гороху залежно від часу експозиції

За даними з рис. 3.6 встановлено, що інтенсивне поглинання води мікронізованими та контрольними гороховими пластівцями спостерігалось в перші 3 хвилини набухання. Вологість мікронізованих горохових пластівців через 3 хвилини набухання зросла від початкової 5,32% до 73,69%. Вологість зросла приблизно в 13,9 разів і склала 87,7% всієї поглиненої даними пластівцями води в процесі набухання.

Вологість контрольних пластівців зросла через 3 хвилини набухання від початкової 9,89% до 78,25%. Вологість контрольних пластівців зросла в 7,9 рази і становила 92,6% всієї поглиненої даними пластівцями води в процесі набухання. Отже, швидкість поглинання води контрольними

пластівцями протягом перших трьох хвилин набухання була вищою, ніж швидкість поглинання води мікронізованими пластівцями.

Через 5 хвилин набухання вологість мікронізованих та контрольних пластівців зросла, хоча й не так значно, як у перші 3 хвилини, і склала для мікронізованих пластівців 76,00% (збільшилася у 14,3 разів порівняно з початковою). Вологість контрольних пластівців досягла 81,03% (збільшилася у 8,2 рази порівняно з початковою). У ході подальшої витримки протягом 10, 15 та 30 хвилин вологість контрольних пластівців не змінювалася.

Через 10 хвилин набухання вологість мікронізованих пластівців зросла в 14,9 разів порівняно з початковою і досягла значення 79,07%, при цьому вона була нижчою від вологості контрольних пластівців.

Через 15 хвилин набухання вологість мікронізованих пластівців становила 80,41%, вона зросла від початкового значення в 15,1 разів. Вологість мікронізованих пластівців з цього часу не мала відмінностей від вологості контрольних пластівців.

У ході подальшої витримки протягом 30 хвилин вологість мікронізованих і контрольних пластівців не збільшувалася, а через 60 хвилин досягла максимального значення, яке становило в мікронізованих пластівців 83,26%, а контрольних пластівців – 83,70%. Вологість мікронізованих пластівців зросла від початкового значення в 15,7 разів, а контрольних пластівців – 8,5 разів.

Можна зробити припущення, що більш інтенсивне набухання контрольних пластівців у перші 10 хвилин пояснюється, тим, що при виготовленні контрольних пластівців горох перед плющенням піддають гідротермічній обробці і при цьому відбувається повніша клейстеризація крохмалю.

Максимальне набухання мікронізованих пластівців з червоної квасолі спостерігалось в перші 15 хв, горохових і з білої квасолі – тривало протягом усієї години, але найбільш інтенсивно цей процес протікає в горохових

пластівцях також у перші 15 хвилин, а в пластівцях з білої квасолі – у перші 10 хвилин.

Високі ступінь та швидкість набухання мікронізованих пластівців пов'язані з незначною деструкцією крохмалю та суттєвим збільшенням лінійних розмірів та пористості.

### 3.5 Визначення часу розварювання мікронізованих пластівців

Одним із визначальних факторів тривалості гідротермічної обробки є органолептичні показники кінцевого продукту. У всіх видах заварених пластівців відмічені незадовільні органолептичні показники: зберігався слабкий запах сирих бобових, на поверхні залишалися білі плями крохмалю неоклейстеризованого, відчувався смак сирого крохмалю. Заварені пластівці досягали повної кулінарної готовності під час виробництва кулінарної продукції. Дослідженнями [66] встановлено, що кипіння рідини є не доцільним для мікронізованих житніх та ячмінних пластівців, оскільки воно призводило до руйнування їхньої структури.

У зв'язку з цим ми провели дослідження розварюваності МК пластівців із зернобобових. Результати подано на рис. 3.7.

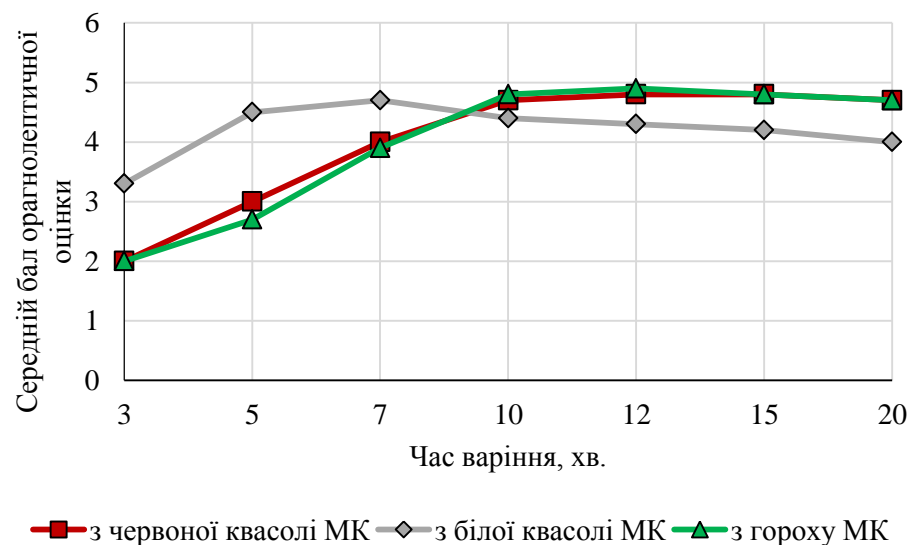


Рисунок 3.7 – Дослідження розварюваності мікронізованих пластівців із насіння зернобобових культур

Таким чином, дослідження розварюваності показало, що для приготування супів мікронізовані пластівці з гороху та червоної квасолі рекомендується закладати без попереднього заварювання, за 10...15 хвилин до закінчення варіння, а з білої квасолі – за 5...7 хвилин, при цьому пластівці досягають кулінарної готовності та зберігають форму (середній бал органолептичної оцінки більший за 4,5).

#### Висновки по розділу.

За результатами органолептичної оцінки встановлено, що характерний для пластівців, виготовлених за традиційною технологією, смак та запах сирого крохмалю усувався внаслідок мікронізації за рахунок високотемпературного прогріву та деструкції крохмалю. У смаку та запаху мікронізованих пластівців виявлявся лише слабкий відтінок сирого.

Отримані дані про зміну хімічного складу насіння зернобобових у процесі виробництва мікронізованих пластівців підтвердили, що мікронізація не знижує їхньої харчової цінності. Крім того, мікронізація перевершує традиційний спосіб виробництва зернових пластівців за своєю економічністю, оскільки потребує менших енерговитрат. Разом з тим, внаслідок мікронізації відбулося зменшення вологості, денатурація білка. Такі зміни впливають на функціонально-технологічні властивості мікронізованих пластівців і, відповідно, на час їхньої гідротермічної обробки.

Проведені дослідження ступеня набухання пластівців показали, що для мікронізованих пластівців із червоної квасолі та гороху достатньою є температура 85°C, із білої квасолі – 95°C. Таким чином, знайдено оптимальну температуру теплової обробки, що забезпечує високий ступінь набухання. Оптимальним гідромодулем для мікронізованих пластівців з червоної, білої квасолі та гороху є 1:5.

Дані визначення швидкості набухання показали, що вологість мікронізованих пластівців з червоної квасолі досягла максимуму перші 15

хвилин набухання. мікронізовані пластівці з білої квасолі та гороху набухали протягом усього часу експозиції. Однак, для пластівців із білої квасолі цей процес протікав найбільш інтенсивно в перші 10 хвилин, з гороху – 15 хвилин.

Для виробництва кулінарної продукції з мікронізованих пластівців зернобобових запропоновані наступні режими доведення мікронізованих пластівців до готовності: їх слід заливати гарячою рідиною з температурою 95°C на 10-15 хвилин і використовувати тільки після обов'язкової додаткової теплової обробки (запікання, смаження тощо). Для приготування супів мікронізовані пластівці з гороху та червоної квасолі рекомендується закладати без попереднього заварювання за 10-15 хвилин до закінчення варіння, а з білої квасолі – за 5-7 хвилин.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Організація охорони праці на підприємстві

У відповідності до законодавства України та з метою упорядкування роботи із забезпечення безпечної праці в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП» розроблено та затверджено «Положення про дотримання безпечних умов праці під час роботи в цехах та ділянках». Відповідно до цього документа загальне керівництво роботою з охорони праці здійснює виконавчий директор підприємства, за його відсутності (з різних причин) – один із його заступників.

Так, згідно з прийнятими рекомендаціями для організації роботи з охорони праці від Державної служби з питань охорони праці України виконавчий директор ТОВ «ЮОНА-ГРУП» своїм наказом створив Службу охорони праці. Службу охорони праці на підприємстві організована у формі самостійного структурного підрозділу, що складається зі ряду фахівців з охорони праці на чолі з начальником Служби.

Так як чисельність працівників ТОВ «ЮОНА-ГРУП» перевищує 50 осіб, то створення Служби охорони праці є цілком правомірною. Начальник Служби – головний інженер з охорони праці, який має відповідну підготовку і двадцятирічний досвід роботи в галузі діяльності підприємства.

Як і на всі Служби охорони праці на харчових підприємствах на Службу ТОВ «ЮОНА-ГРУП» покладаються відповідальні завдання:

- 1) аналіз та облік обставин, причин виробничого травматизму, нещасних випадків та професійних захворювань;
- 2) проведення та методичне забезпечення атестації працівників та робочих місць;
- 3) перевірка, обстеження технічного стану будівель, споруд, обладнання, засобів колективного та індивідуального захисту працівників, стану санітарно-технічних систем на відповідність вимогам охорони праці;

- 4) планування та розробка програм щодо покращення умов праці, попередження виробничого травматизму та професійних захворювань;
- 5) ведення обліку і контролю професій та посад, відповідно до яких працівники повинні проходити обов'язкові попередні та періодичні медичні огляди;
- 6) участь у проведенні розслідування нещасних випадків відповідно до чинних вимог законодавства;
- 7) звітування щодо питань з охорони та умов праці за формами, встановленими чинним законодавством України;
- 8) проведення вступного інструктажу з охорони праці з усіма особами, які надходять на роботу та навчання з охорони праці працівників організації;
- 9) ведення пропаганди з питань охорони праці з використанням для цього всіх наявних та необхідних засобів, зокрема і мультимедійних.

#### 4.2 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Варто відмітити, що «порушення правил безпеки експлуатації та конструктивні недоліки технологічного, транспортного, допоміжного обладнання нерідко призводять до типових механічних, теплових, електричних, хімічних та інших видів травм, які за походженням (причинними факторами) аналогічні таким в інших галузях промисловості» [81].

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори впливають на робітників та при експлуатації загальнопромислового обладнання (підйомнотранспортних машин та механізмів, електрообладнання, судин, що працюють під тиском та ін.). Заходи з охорони праці при обслуговуванні загальнопромислового обладнання, яке використовується в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП» частково викладені в розділах «Положення про дотримання безпечних умов праці під

час роботи в цехах та ділянках», яке розроблене Службою охорони праці на підставі галузевої та спеціальної нормативної літератури.

Основними шкідливими виробничими факторами на підприємстві ТОВ «ЮОНА-ГРУП» є висока запиленість повітря виробничих приміщень, несприятливий мікроклімат, високий рівень шуму і вібрацій, монотонність праці з ряду виробничих операцій, а також електронебезпека. Характерною небезпекою є можливість затягування людини в середину зернового насипу, травми, удушення при обслуговуванні зерносховищ, вибухо- та пожежонебезпека пилоповітряних сумішей, отримання теплових опіків від працюючих мікронізаторів, враження електричним струмом.

У відповідь на кожну з цих небезпек в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП» розроблено нормативні, агітаційні та навчальні матеріали, засоби запобігання та порядок реагування при виникненні нещасного випадку або надзвичайної ситуації.

До роботи з обслуговування зерносховища силосного типу на ТОВ «ЮОНА-ГРУП» допускаються лише працівники з необхідним рівнем допуску, які пройшли необхідне навчання та інструктажі. Дозвіл на виконання таких робіт видає безпосередньо головний інженер з охорони праці.

Небезпека утворення вибухонебезпечної концентрації пилу в повітрі цехів не допускається за рахунок встановлення сучасних систем аспірації.

Задля запобігання отриманню теплових опіків всі агрегати, поверхні яких можуть нагріватися в процесі роботи мають шар теплоізоляції, або розміщуються в середині захисної огорожі. На огорожі додатково розміщуються попереджувальні таблички для привертання уваги працівника.

Для запобігання виникнення нещасного випадку з враження людини електричним струмом у виробничому цеху передбачається постійний контроль за справністю технологічного, транспортного і допоміжного обладнання, контроль за накопиченням статичної електрики (в місцях



визначених спеціальною комісією) та виконане заземлення всіх потенційно небезпечних джерел струму, зокрема і установки для мікронізації.

#### 4.3 Аналіз виробничого травматизму

«До показників виробничого травматизму відносяться [81]:

- 1) Коефіцієнт частоти травматизму;
- 2) Коефіцієнт тяжкості травматизму;
- 3) Коефіцієнт втрат».

«Коефіцієнт частоти травматизму – це середнє число постраждалих у разі нещасних випадків, за звітний період, що припадає на 1000 працюючих:

$$K_v = \frac{n}{P} \cdot 1000, \quad (4.1)$$

де  $n$  – кількість постраждалих за звітний період;

$P$  – середньооблікова кількість працюючих» [81].

«Коефіцієнт тяжкості травматизму – це середнє число людино-днів непрацездатності, що припадає на один нещасний випадок:

$$K_m = \frac{D}{n}, \quad (4.2)$$

де  $D$  – число днів непрацездатності з випадків, що закінчилися у звітному періоді;

$n$  – кількість постраждалих» [81].

«Коефіцієнт втрат – середня кількість людино-днів непрацездатності, що припадає на 1000 працюючих:

$$K_g = \frac{D}{P} \cdot 1000, \quad (4.3)$$

де  $n$  – кількість осіб, які постраждали при н/в за звітний період (півріччя, рік тощо) зі втратою працездатності понад 1 робочий день;

$P$  – середньооблікова кількість працюючих, визначається шляхом підсумовування середньооблікового числа працюючих за кожен місяць та поділу цієї суми на кількість місяців звітного періоду;

$D$  – загальна кількість людино-днів непрацездатності за весь час хвороби (у робочих днях у всіх постраждалих, включаючи померлих), тимчасова непрацездатність яких закінчилася у звітному періоді. Сюди включаються і дні непрацездатності тих постраждалих від н/в, непрацездатність яких розпочалася у попередньому періоді, а закінчилася у звітному» [81].

В процесі дослідження стану охорони праці в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП», користувалися інформацією стосовно нещасних випадків на підприємстві, наданою службою охорони праці, яка наведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Статистична інформація стосовно нещасних випадків в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП» за 2020-2022 рр.

Показники	Рік		
	2020	2021	2022
Штат робітників, чол.	103	140	111
Постраждалі від нещасних випадків, чол.	1	1	1
Загальна непрацездатність, діб	14	5	28

Визначаємо коефіцієнт частоти травматизму в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП» відповідно до формули (4.1):

$$K_q^{2020} = \frac{1}{103} \cdot 1000 = 9,7;$$

$$K_v^{2021} = \frac{1}{140} \cdot 1000 = 7,2;$$

$$K_v^{2022} = \frac{1}{111} \cdot 1000 = 9,0.$$

Коефіцієнт тяжкості травматизму в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП» розраховуємо за формулою (4.2):

$$K_m^{2020} = \frac{14}{1} = 14,0;$$

$$K_m^{2021} = \frac{5}{1} = 5,0;$$

$$K_m^{2022} = \frac{28}{1} = 28,0.$$

Визначення коефіцієнту втрат в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП» проводимо відповідно до формули (4.3):

$$K_e^{2020} = \frac{14}{103} \cdot 1000 = 135,9;$$

$$K_e^{2021} = \frac{5}{140} \cdot 1000 = 35,7;$$

$$K_e^{2022} = \frac{28}{111} \cdot 1000 = 252,3.$$

Отримані результати заносимо до таблиці аналізу виробничого травматизму (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Аналіз виробничого травматизму в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП» за 2020-2022 рр.

Показники	Рік		
	2020	2021	2022

Коефіцієнт частоти травматизму	9,7	7,2	9,0
Коефіцієнт тяжкості травматизму	14,0	5,0	28,0
Коефіцієнт втрат	135,9	35,7	252,3

Як видно з табл. 4.2, показники за 2021 рік вказували на зниження травматизму в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП», але в 2022 році відбувся нещасний випадок з працівником підприємства, в результаті чого ним було втрачено працездатність протягом 28 днів. Потрібно відмітити, що за результатами проведеного дослідження вказаний нещасний випадок за 2022 рік не був визнаний порушенням норм техніки безпеки на підприємстві, тому даний нещасний випадок не може вказувати на недоліки в роботі служби охорони праці на підприємстві.

#### 4.4 Заходи з поліпшення охорони праці на підприємстві

З тої причини, що робота присвячена дослідженню саме мікронізованих пластівців із насіння зернобобових культур було прийнято рішення провести перевірочний розрахунок заземлення для дослідного цеху мікронізації в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП» за даними, отриманими на самому підприємстві.

«Захисний заземлювальний пристрій, призначений для захисту людей від ураження електричним струмом під час переходу напруги на металеві частини електрообладнання, є спеціально виконаним з'єднанням конструктивних металевих частин електрообладнання (обчислювальна техніка, приладобудівні комплекси, випробувальні стенди, верстати, апарати, світильники, щити управління, шафи та ін.), що нормально не знаходяться під напругою, з заземлювачами, розташованими безпосередньо у землі» [82].

Розрахунок проводимо за загальновідомою методикою згідно з [82]. На першому етапі визначаємо опір розтіканню струму.

Опір розтіканню струму, Ом, через одиночний заземлювач із труб діаметром 30 мм розраховуємо за формулою:

$$R_{mp} = 0,9 \cdot \frac{\rho}{l_{mp}} \quad (4.4)$$

де  $\rho$  – питомий опір ґрунту, які вибирають залежно від його виду (суглинок, глина, пісок), Ом·м;

$l_{mp}$  – довжина труби, м.

Згідно з даними ґрунт під дослідним цехом – чернозем, а довжина труби становить 3,0 м. Тоді:

$$R_{mp} = 0,9 \cdot \frac{340}{3,0} = 102 \text{ Ом.}$$

Потім визначаємо орієнтовну кількість вертикальних заземлювачів без урахування коефіцієнта екранування за виразом:

$$n = \frac{R_{mp}}{r} \quad (4.5)$$

де  $r$  – припустимий опір заземлювального пристрою, Ом.

Відповідно до Правил пристрою електроустановок (ПЕУ) на електричних установках напругою до 1000В допустимий опір заземлювального пристрою становить не більше 4 Ом. В нашому випадку:

$$n = \frac{102}{4} = 25,5 \approx 26 \text{ шт.}$$

Наступним етапом вертикальні заземлювачі розміщують на плані та визначають відстань між ними, коефіцієнт екранування заземлювачів з довіднику.

В нашому випадку відстань між заземлювачами складає 2,5 м, відношення відстані к довжині – 2, число труб – 26 шт. Тоді коефіцієнт екранування  $\eta_{mp}$  становитиме 0,61. Відповідно, число вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта екранування визначаємо за формулою:

$$n_1 = \frac{n}{\eta_{mp}} \quad (4.6)$$

$$n_1 = \frac{26}{0,61} = 42,6 \approx 43 \text{ шт.}$$

Довжину сполучної лінії визначаємо за формулою:

$$l_n = n_1 \cdot s \quad (4.6)$$

де  $s$  – відстань між заземлювачами м.

$$l_n = 43 \cdot 2,5 = 107,5 \text{ м.}$$

Периметр цеху  $P$ , м:

$$P = a + b \cdot 2 \quad (4.7)$$

де  $a$ ,  $b$  – відповідно довжина і ширина будівлі цеху, м.

$$P = 30 + 12 \cdot 2 = 84 \text{ м.}$$

Розрахункова довжина сполучної лінії не менше периметра цеху, а отже продовжуємо розрахунки.

Опір розтіканню електричного струму через сполучну смугу, Ом, визначаємо за формулою:

$$R_n = 2,1 \cdot \frac{P}{l_n} \quad (4.8)$$

$$R_n = 2,1 \cdot \frac{84}{107,5} = 1,64 \text{ Ом.}$$

Результуючий опір розтіканню струму всього заземлювального пристрою Ом, визначаємо наступним чином:

$$R_3 = \frac{R_{mp} \cdot R_n}{\eta_n \cdot R_{mp} + \eta_{mp} \cdot R_n \cdot n_1} \quad (4.9)$$

де  $\eta_n$  – коефіцієнт екранування сполучної смуги (визначається за довідником).

$$R_3 = \frac{102 \cdot 1,64}{0,31 \cdot 102 + 0,61 \cdot 1,64 \cdot 43} = 2,2 \text{ Ом.}$$

Допустимий опір заземлювального пристрою на електричних установках напругою до 1000 В дорівнює 2,2 Ом, що не більше 4 Ом. Отже, отриманий результуючий опір розтіканню струму заземлювального пристрою відповідає нормі та заземлювачі встановлені правильно.

Тому складаємо схему заземлення (рис. 4.1), для чого на плані цеху розміщують вертикальні заземлювачі та сполучну смугу.

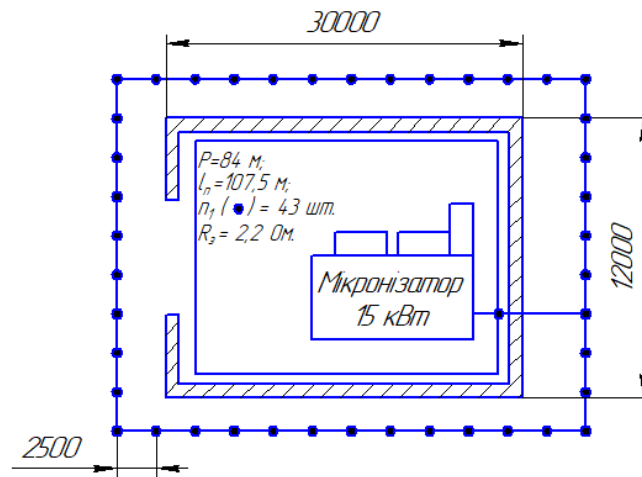


Рисунок 4.1 – Схема заземлення цеху мікронізації в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП»

Висновки по розділу.

Проаналізовано стан охорони праці в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП» за 2020-2022 рік. На підприємстві діє «Положення про дотримання безпечних умов праці під час роботи в цехах та ділянках». Служба охорони праці на підприємстві організована у формі самостійного структурного підрозділу, що складається зі ряду фахівців з охорони праці на чолі з начальником Служби. Недоліків в роботі Служби охорони праці на підприємстві не виявлено.

Розраховано допустимий опір заземлювального пристрою на електричних установках в дослідному цеху мікронізації, який дорівнює 2,2 Ом, що не більше 4 Ом. Отже, отриманий результуючий опір розтіканню струму заземлювального пристрою відповідає нормі та заземлювачі встановлені правильно.



## 5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

При роботі над виконанням розділу Організаційно-економічна частина ставляться завдання, що полягають у визначення економічної доцільності роботи та визначення суми витрат на дослідження.

### 5.1 Організація досліджень

#### 5.1.1. План проведення дослідження

Одним із найбільш поширених методів планування роботи на дослідженням є використання сітьового графіку, побудова якого здійснюється з використанням етапів, наведених в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт i-j	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , (дні)
1-2	Визначення теми магістерської роботи	2
2-3	Вивчення стану питання з обраної теми	15
3-4	Складання графіку виконання досліджень в Експериментальній частині роботи	3
4-5	Дослідження органолептичних властивостей мікронізованих пластівців з насіння зернобобових культур	3
5-6	Визначення зміни хімічного складу мікронізованих пластівців з насіння зернобобових культур	10
6-7	Дослідження ступеня поглинання вологи мікронізованих пластівців	10
7-8	Визначення швидкості поглинання вологи мікронізованих пластівців	10
8-9	Визначення часу розварювання мікронізованих пластівців	5
7-10	Аналіз отриманих результатів (побудова та опис таблиць, графіків та ін.)	1
8-10		1
9-10		1
10-11	Формулювання висновків по роботі на основі результатів	5
11-12	Складання демонстраційного матеріалу для оприлюднення результатів дослідження	4

### 5.1.2 Побудова сітьового графіка

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано «сітьовий графік (рис.5.1) – графічна модель комплексу робіт, у якій точно до деталей визначається логічний взаємозв'язок між ними» [83].

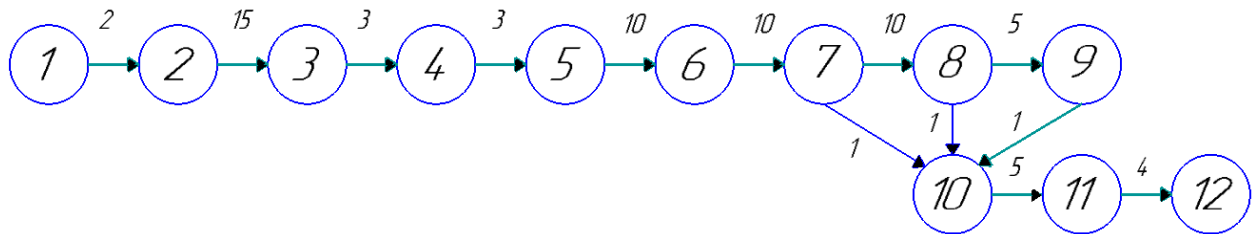


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення дослідження

«На основі сітьового графіка здійснюється планування, оптимізація і керування процесом виконання всього комплексу робіт. При використанні сітьового графіка можливо формалізувати процес, тобто виразити його чисельно. Використовуючи сітьовий графік, визначаємо всі повні шляхи. Шлях – це тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої» [83]. Для цього складаються тривалості робіт ( $t_{ij}$ ):

$$L^1_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12}=2+15+3+3+10+10+10+5+1+5+4=68 \text{ днів};$$

$$L^2_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-11-12}=2+15+3+3+10+10+10+1+5+4=63 \text{ днів};$$

$$L^3_{1-2-3-4-5-6-7-8-11-12}=2+15+3+3+10+10+1+5+4=53 \text{ днів}.$$

Шлях, що має максимальну тривалість є критичним ( $L_{кр}$ ). У даному випадку критичними є перший шлях, тобто  $L_{кр}=L^1_{1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12}$ .

Наступним етапом розраховуються параметри сітьової моделі:

- «ранній термін здійснення події ( $T_i^p$ ) – це найбільший шлях від початкової події до  $i$ -тої.

- пізній термін здійснення події ( $T_i^n$ ) – це різниця між критичним шляхом і максимальним шляхом від даної події до кінцевої» [83].

Резерв шляху розраховується за формулою (5.1):

$$R_i = T_i^n - T_i^p \quad (5.1)$$

де  $R_i$  – резерв шляху;

$T_i^n$  – пізній термін здійснення події;

$T_i^p$  – ранній термін здійснення події.

Отримані дані розрахунку наведені в табл.5.2.

Таблиця 5.2 – Терміни здійснення подій (ранній і пізній) і резерв шляху

Номер події	$T_i^p$ , дні	$T_i^n$ , дні	$R_i$ , дні
1	0	0	0
2	2	2	0
3	17	17	0
4	20	20	0
5	23	23	0
6	33	33	0
7	43	43	0
8	53	53	0
9	58	58	0
10	59	59	0
11	64	64	0
12	68	68	0

Далі визначаються резерви часу:

а) «повний резерв часу роботи ( $R_{ij}^n$ ) – це максимальна кількість часу, на яку можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховується по формулі» [83]:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (5.2)$$

де  $t_{ij}$  – тривалість роботи.

б) «вільний резерв часу роботи ( $R_{ij}^e$ ) – це максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не

змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Вільний резерв часу роботи розраховується по формулі (5.3)» [83]:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (5.3)$$

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

Коефіцієнт напруженості робіт ( $K_{ij}^n$ ) визначається по формулі (5.4)» [83]:

$$K_{ij}^n = \frac{L_{\max ij} - t_{ij}}{L_{kp} - t_{ij}}, \quad (5.4)$$

де  $L_{\max ij}$  – довжина максимального шляху, що проходить через дану роботу;  
 $L_{kp}$  – критичний шлях.

Проводимо розрахунок для всіх робіт, а результати заносимо в табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку вільного, повного резервів та коефіцієнту напруженості

Шифр робіт, і-і	Вільний резерв, $R_{ij}^e$ , (дні)	Повний резерв, $R_{ij}^n$ , (дні)	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,04
3-4	0	0	0,26
4-5	0	0	0,31
5-6	0	0	0,40
6-7	0	0	0,57
7-8	0	0	0,74
8-9	0	0	0,84
7-10	15	15	0,64
8-10	5	5	0,79
9-10	0	0	0,87
10-11	0	0	0,94
11-12	0	0	1,00

Варто відмітити, що використання сітьового графіку має на меті правильно організувати заходи, проаналізувати, змодельовати а також, при виявленні похибок, перебудувати його план з метою економії часу і коштів.

Аналіз складеного сітьового графіку показує, що критичний шлях триває 68 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням обґрунтування процесу підготовки насіння соняшника до переробки в олію.

Отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним, і він може бути рекомендований до затвердження та виконання.

### 5.1.3 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

«До витрат, які пов'язані з проведенням дослідження відносяться: витрати на основні матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати» [83].

Витрати на основні матеріали, затрачені на проведення дослідження, розраховують по формулі (5.5):

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (5.5)$$

де  $m_i$  – кількість витраченого  $i$ -го матеріалу;

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

Розрахунок необхідної кількості матеріалів і їх вартість приводяться в табл.5.4.

Таблиця 5.4 – Необхідна кількість матеріалів та їх вартість

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Насіння гороху, кг	1	8,00	8,00
Насіння червоної квасолі, кг	1	112,00	112,00

Продовження табл. 5.4

Найменування матеріалу, одиниці	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
Насіння білої квасолі, кг	1	110,00	110,00
Мікронізовані пластівці із насіння червоної квасолі, кг	6	200,00	1200,00
Мікронізовані пластівці із насіння білої квасолі, кг	6	200,00	1200,00
Мікронізовані пластівці із насіння гороху, кг	6	100,00	600,00
Пластівці із насіння гороху (контроль), кг	5	50,00	250,00
Всього			3480,00

«Заробітна плата працівників, що займалися дослідженням, визначається множенням середньогодинного заробітку працівника на кількість витраченого часу» [83]. Розрахунки зводяться в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньо- місячний заробіток, грн	Середньо- годинний заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8000	50,00	20	1000
Всього				1000

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

$$H = \frac{1000 \cdot 22}{100} = 220,00 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаються по формулі (5.6):

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a , \quad (5.6)$$

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

$T$  – час роботи на обладнанні, год;

$a$  – тариф за електроенергію (за 1 кВт), грн/(кВт/год.).

$$E_{ел.ліч} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 10 \cdot 1,68 = 18,14 \text{ грн};$$

$$E_{мікрон.} = 14,5 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 1,68 = 175,40 \text{ грн};$$

$$E_{ваг} = 0,8 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 1,68 = 33,60 \text{ грн};$$

$$E_{заг} = E_{ел.ліч} + E_{мікрон.} + E_{ваг} = 18,14 + 175,40 + 33,60 = 227,14 \text{ грн}.$$

«Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, знаходяться за формулою» (5.7):

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.7)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн.

$\Phi$  – вартість устаткування, грн.;

$H$  – річна норма амортизації, %;

$t$  – тривалість проведення дослідження на даному устаткуванні, (місяців, днів);

365 – кількість днів у році.

$$A_{ел.ліч} = \frac{1500 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 0,82 \text{ грн};$$

$$A_{\text{мікрон.}} = \frac{431000 \cdot 20 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 236,16 \text{ грн};$$

$$A_{\text{ваг}} = \frac{4000 \cdot 12,5 \cdot 1}{100 \cdot 365} = 1,37 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведено в табл.5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Час роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Електрична піч	1500	20	1	0,82
Мікронізатор	431000	20	1	236,16
Ваги лабораторні	4000	12,5	1	1,37
Всього				238,35

«Накладні витрати – це витрати, пов’язані із опаленням, освітленням, вентиляцією, утриманням бібліотеки, ремонтом приміщень, страхуванням навчально-допоміжного і адміністративно-управлінського персоналу та інші господарські витрати» [83].

Накладні витрати приймаються на рівні 80% від нарахованої заробітної платні виконавців дослідження:

$$NB = \frac{1000 \cdot 80}{100} = 800,00 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку всіх витрат на проведення наукового дипломного дослідження зводимо в табл.5.7.

Таблиця 5.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн
Основні матеріали	3480,00
Заробітна плата	1000,00
Нарахування на заробітну плату	220,00
Електроенергія	227,14
Амортизація	238,35



Накладні витрати	800,00
Всього	5965,49

Як видно з табл. 5.7, найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження обґрунтування параметрів використання мікронізованих пластівців з насіння зернобобових культур при виробництві функціональних харчових продуктів є витрати на основні матеріали, які складають 58,3 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов'язані з нарахуваннями на заробітну плату, і склали 3,6 % від загальної суми витрат.

## 5.2 Розрахунок ціни дослідження

«Науково-дослідна робота відноситься до фундаментальних досліджень, тому ціна визначається на основі витрат на дослідження та рентабельності, згідно формули (5.8)» [83]:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.8)$$

де  $Ц$  – ціна дослідження, грн.;

$C$  – витрати на дослідження, грн.;

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

Таким чином:

$$Ц = 5965,49 + \frac{30 \cdot 5965,49}{100} = 7755,14 \text{ грн.}$$

Отже, вартість проведеного дослідження становить 7755,14 грн.

Висновки по розділу.

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 68 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, які складають 58,3 % від загальної суми витрат. Найменші витрати під час проведення дослідження були пов'язані з нарахуваннями на заробітну плату, і склали 3,6 % від загальної суми витрат.

Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 7755,14 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Горох і квасоля – досить поширені зернобобові культури в Україні. Вони є джерелами білка, харчових волокон, вітамінів групи В, мінеральних речовин. Однак низька технологічність та вміст антиаліментарних факторів призвели до того, що вони незаслужено мало використовуються у харчуванні.

Мікронізація – найбільш передовий процес у сучасній технології отримання круп, пластівців, що швидко розварюються, і продуктів, що не потребують варіння. Продукти, одержувані внаслідок цього процесу, безпечні для людини, найкраще зберігають свої нативні компоненти.

Незважаючи на те, що в літературі є дані про процеси, що відбуваються в харчових продуктах при мікронізації, відомості про хімічний склад та функціонально-технологічні властивості мікронізованих пластівців із насіння зернобобового відсутні. Практично немає рекомендацій щодо використання мікронізованих пластівців.

В роботі надано вичерпну характеристику сировини, всіх зразків пластівців із насіння зернобобових культур, зокрема гороху, червоної і білої квасолі, які надали українська фірма ТОВ «ЮОНА-ГРУП» та польська компанія «Макро К&К Sp. z.o.o.». Надано посилання на стандарти методики, які використовувалися під час проведення дослідження.

В Експериментальній частині роботи відповідно до поставлених завдань отримано такі результати:

- встановлено, що характерний для пластівців, виготовлених за традиційною технологією, смак та запах сирого крохмалю усувався внаслідок мікронізації за рахунок високотемпературного прогріву та деструкції крохмалю;

- зафіксовано, що мікронізація не знижує харчової цінності пластівців із насіння зернобобових. Разом з тим, внаслідок мікронізації відбулося зменшення вологості, денатурація білка, що впливає на функціонально-

технологічні властивості мікронізованих пластівців і, відповідно, на час їхньої гідротермічної обробки;

- визначено, що для мікронізованих пластівців із червоної квасолі та гороху при тепловій обробці оптимальною температурою, що забезпечує високий ступінь набухання – є температура 85°C, із білої квасолі – 95°C. Оптимальним гідромодулем для мікронізованих пластівців з червоної, білої квасолі та гороху є 1:5;

- встановлено, що вологість мікронізованих пластівців з червоної квасолі досягла максимуму перші 15 хвилин набухання. Мікронізовані пластівці з білої квасолі та гороху набухали протягом усього часу експозиції. Однак, для пластівців із білої квасолі цей процес протікав найбільш інтенсивно в перші 10 хвилин, з гороху – 15 хвилин;

- запропоновано режими доведення мікронізованих пластівців до готовності для виробництва кулінарної продукції з них: їх слід заливати гарячою рідиною з температурою 95°C на 10-15 хвилин і використовувати тільки після обов'язкової додаткової теплової обробки (запікання, смаження тощо). Для приготування супів мікронізовані пластівці з гороху та червоної квасолі рекомендується закладати без попереднього заварювання за 10-15 хвилин до закінчення варіння, а з білої квасолі – за 5-7 хвилин.

Проаналізовано стан охорони праці в умовах ТОВ «ЮОНА-ГРУП» за 2020-2022 рік. На підприємстві утворена Служба охорони праці, яка діє відповідно «Положення про дотримання безпечних умов праці під час роботи в цехах та ділянках». Розраховано допустимий опір заземлювального пристрою на електричних установках в дослідному цеху мікронізації, який дорівнює 2,2 Ом, що не більше 4 Ом, що відповідає нормі та заземлювачі встановлені правильно.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали, які складають 58,3 % від загальної суми витрат. Загалом, з урахуванням 30% нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 7755,14 грн.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Мартьянова А.І. Зернобобові: поширення, закупівлі, хімічний склад та цінність. *Зернові культури*. 2001. № 1. С. 24-25.
2. Козьміна І. П. Зерно та продукти його переробки. М: Вид-во технічної та економічної літератури з питань заготівель, 1961. 520 с.
3. Козаков Є. Д., Кретович В.Л. Біохімія зерна та продуктів його переробки. М: Агропромиздат, 1989. 368 с.
4. Хімічний склад харчових продуктів: довідкові таблиці вмісту амінокислот, жирних кислот, вітамінів, макро- та мікроелементів, органічних кислот та вуглеводів / за ред. М. Ф. Нестеріна, І. М. Скуріхіна. М: Харчова промисловість, 1979. 248 с.
5. USDA National Database for Standard Reference, Release 16-1(2004): [Електрон. ресурс] <http://www.netrition.com>
6. Рижова Л. В. Хімічний склад та технологічні властивості гороху: автореф. дис. ... канд. техн, наук. М., 1982. 25 с.
7. Самаріна Л. Н., Самарін А.Н. Вміст амілози у зразках гороху. *Бюл. ВІР*. 1982. Вип. 121. С. 13-16.
8. Іванов Н. Р. Квасоля. Вид. 2-ге, перероблене. М., Сільгоспвидав, 1961. 280 с.
9. Смирнова-Іконнікова М. І., Веселова Є.П. Вплив географічного фактора на вміст та склад білка насіння зернобобових культур. *Біохімія зерна*. 1960. Вип. 5.-С. 8.
10. Рапопорт Є. І. Про якість насіння колекційних зразків квасолі. *Наукові праці Укр. НДІ рослинництва, селекції та генетики*. 1971. Т. 10.№ 1. С. 21-23.
11. Бенкен Н. І., Буданова В.І. Біохімічні особливості найважливіших видів квасолі. *Праці з прикладної ботаніки, генетики та*

селекції. М.: Сільгоспвидав, 1980. Т. 66. Вип. 3. С. 42-49.

12. Fukuda G. Significance of various antiphsiological and nutritional factors on the biological evaluation of various cultures of the common bean (*Phaseolus sp.*) / G. Fukuda, LG Elias, R. Bressani // *Arch. Latinoam. Nutr.* 1982. V. 32.-No. 4. P. 945-960.

13. Benshimol AL Biochemical and nutritional value of seeds of lima bean (*Phaseolus lunatus*) in comparison with those of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) / AL Benshimol, RI de Stein, CG Marquez, WG Jaffe // *Arch. Latinoam. Nutr.* 1985. V. 35. No. 1. P. 70-79.

14. Tovar J. Bioavailability of carbohydrates in legumes: digestible і indigestible fractions. *Arch. Latinoam. Nutr.* 1996. No. 44. P. 36-40.

15. Тавдідішвілі Д.Р. Технологічні властивості квасолі та харчова цінність кулінарної продукції з неї: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1983. 23 с.

16. Покровський А.А. Метаболічні аспекти фармакології та токсикології їжі. М: Медицина, 1979. 184 с.

17. Соловйова В. Ф. Вміст інгібіторів трипсину в насінні та продуктах переробки зернобобових. Проблеми харчування. 2003. № 1. С. 34-37.

18. Черніков М. П., Стан Є.Я., Ляйман М.Е. Біологічно активні білки та пептиди їжі. *Журнал Всесоюз. хіміч. товариства.* 1978. Т. 23. № 4. С. 379-389.

19. Лінер І. Є. Переробка природної сировини з метою видалення токсичних та шкідливих компонентів. Хімія та забезпечення людства їжею / за ред. Г. Є. Зайкова. М.: Світ, 1986. С. 415-427.

20. Weder J. K. Antinutritional factors in anasazi and other pinto beans (*Phaseolus vulgaris L.*). *Plant Foods Hum. Nutr.* 1997. V. 51. No. 2. P. 85-98.

21. Pak N. Extruded beans: potential use in infant nutrition. *Arch.*

*Latinoam. Nutr.* 1981. V. 31. No. 2. P. 371 -383.

22. Hidvegi M. Phytic acid content cereals and legumes and interaction with proteins. *Chem. Eng.* V. 46. No. 1-2. 2002. P. 59-64.

23. de Oliveira AC The domestic processing of the common bean resulted in a reduction in the phytates and tannins antinutritional factors, in the starch content and in the raffinose, stachiose and verbascose flatulence factors. *Arch. Latinoam. Nutr.* 2001. V. 51. No. 3. P. 276-283.

24. Тутельян В. А. Збалансоване харчування - основа процвітання нації. Здорове харчування: виховання, освіта, реклама: доповідь на VI Всеросійській конференції. М: БАД-Бізнес, 2001.

25. Мамлєєва Ф.Р., Березовікова І.П., Брагіна О.М. Продовольчий кошик: принципи формування, фактичне харчування жителів Новосибірська. Актуальні проблеми захворювань терапевтичного профілю в Сибіру: праці ювілейної наукової сесії НДІ терапії СО РАМН, 2001. С. 255-262.

26. Вржесінська О.А., Коденцова В.І. Зміна забезпеченості вітамінами населення Росії: тенденції останнього десятиліття. Оптимальне харчування здоров'я нації: Матеріали VIII Всеросійської конференції. М., 2005. С. 51.

27. Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. WHO Technical report Series № 916. Geneva, 2003.160 p.

28. Carbohydrates in human nutrition. FAO Food and Nutrition Paper - 66. Report of Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome, 1997.

29. Мікронутрієнти у харчуванні здорової та хворої людини. В. А. Тутельян, В. Б. Спіричов, Б. П. Суханов, В. А. Кудашева. М. : Колос, 2002. 424 с.

30. Kushi L. H. Cereals, legumes, і хронічна хвороба ризику зменшення: evidence from epidemiologic studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999. V. 70. P. 45 M58.

31. Venn BJ Cereal grains, legumes and diabetes. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2004. V. 58. P. 1443-1461.
32. Покровський В. І. Політика здорового харчування. Федеральний та регіональний рівні / В. І. Покровський, Г. А. Романенко, В. А. Княжев. - Новосибірськ: Сиб. універ, вид-во. 2002. 344 с.
33. Hrdina-Dubsky DL Low and high buoyant in Europe / DL Hrdina-Dubsky // *Food Eng. Int.* 1990. No. 7. P. 17.
34. Берестень Н.Ф., Шубіна О.Г. Функціональність у безалкогольних напоях - концепція та інноваційний проект компанії «Делер». Вісник «Делер». 2000. № 2. – С. 7-10.
35. Чернова Є. В., Красильников В.Н. Російська національна кухня та функціональне харчування. Харчова промисловість. 2001. №8. С. 16-18.
36. Charalampopoulos D. Application of cereals and cereal components in functional foods: a review / D. Charalampopoulos, R. Wang, SS Pandiella, C. Webb // *International J. of Food Microbiology.* 2002. V. 79. No. 1.
37. Зуєв Е. Т. Функціональні напої: їхнє місце в концепції здорового харчування. *Харчова промисловість.* 2004. № 7. С. 90-95.
38. Батурін А. К. Оптимізація харчування та показники якості життя населення / А. К. Батурін, Б. П. Суханов, С. Є. Аскользіна // Оптимальне харчування - здоров'я нації: Матеріали VIII Всеросійської конференції. М., 2005. С. 21.
39. Jenkins D. J. Low glycemic response to traditionally processed wheat and ry products: bulgur and pumpernickel bread. *Am. J. Clin. Nutr.* V. 43. No. 4. 1986. P. 516.
40. Slavin JL Plausible mechanisms of protectiveness of whole grains. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999. No. 56. P. 326-344.
41. Eastwood MA Dietary fiber / MA Eastwood, R. Passmore // *Lancet.* 1983. V. 2. P. 202-206.



42. Giczewska, A. and Borowska, J. (2003), Nutritional value of broad bean seeds. Part 1: Starch and fibre. *Nahrung*, 47: 95-97. <https://doi.org/10.1002/food.200390033>
43. Stephen A. Starch and dietary fiber. *Cancer. J. Physiol.* 1991. V. 69. P. 116-120.
44. Englyst H. N. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions / H. N. Englyst, S. M. Kingman, JH Cummings // *Eur. J. Clin. Nutr.* 1992. V. 46. No 2. P. 33-50.
45. Herrera IM Soluble legumes / I. M. Herrera, E. P. Gonzalez, JG Romero // *Arch. Latinoam. Nutr.* 1998. V. 48. P. 179-182.
46. Anderson JW Dietary fiber content of selected foods / JW Anderson, SR Bridges // *Am. Clin. J. Nutr.* 1988. V. 47. P. 440-447.
47. Ramulu P. Effect of processing on dietary fiber content of cereals and pulses. *Plant Foods Hum. Nutr.* 1997. V. 50. No. 5. P. 249-257.
48. Байгарін Є. К. Вміст харчових волокон у харчових продуктах рослинного походження. *Питання харчування*. 2006. №3. С. 42-44.
49. Van Horn L. Fiber, lipids and coronary heart diseases: a statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee, American Heart Association. *Circulation*. 1997. V. 95. P. 2701-2704.
50. Englyst H. N. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions / H. N. Englyst, S. M. Kingman, J. H. Cummings // *Eur. J. Clin. Nutr.* 1992. V. 46. No 2. P. 33-50.
51. Birkett A. M. Changes to the quality and processing of starchy foods in a Western diet can increase polysaccharides escaping digestion and improve in vitro fermentation variables. *Brit. J. Nutr.* 2000. V. 84. P. 63-72.
52. Parchure AA Effect of food processing treatments on generation of resistant starch. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 1997. V. 48. No. 4. P. 257-260.

53. Barlow J. Legumes веде до складу starch carrying a fiber-like punch. *Life Sciences Editor*, 2001.
54. Carlderon E. Comparative study of chemical composition and nutritive value of runner bean (*Phaseolus coccineus*) and of common bean (*Phaseolus vulgaris*) *Arch. Latinoam. Nutr.* 1992. V. 42. No. 1. P. 64-71.
55. Goycoolea F. Procesing home-processing in manage pinto beans (*Phaseolus vulgaris L.*) nutritive value proteins / F. Goycoolea, de Mejia E. Gonzalez, JM Barron, ME Valencia // *Arch. Latinoam. Nutr.* 1990. V. 40. No. 2. P. 263-274.
56. Бабич М. Б. Харчова цінність зернових пластівців та технологічна лінія для їх виробництва / М. Б. Бабич, І. Н. Лук'янчук, Г. І. Євдокимова: [Електрон, ресурс] <http://www.apk-infonTi.com>
57. Круп'яні концентрати, які вимагають варіння / Е. Т. Дмитрієва, Є. У. Каурцева, Т. М. Торопова; за ред. С. А. Геніна/ М.: Харчова промисловість, 1975. 168 с.
58. Єгоров Г.А., Петренко Т.П. Технологія борошна та крупи. М: МГУВП, 1999. 334 с.
59. Задорін А.Д., Шелепіна Н.В. Нові продукти переробки зерна бобових та круп'яних культур. Орел, 2002.
60. Васильєва Т. В. Екструзійні продукти. *Харчова промисловість* 2003. № 12. С. 6-9.
61. Alonso R. Nutritional assessment in vitro i in vivo raw i extruded peas (*Pisum sativum L.*) / R. Alonso, G . Grant, P. Dewey, F. Marzo // *J. Agric. Food Chem.* 2000. V. 48. No. 6. P. 2286-2290.
62. Остріков А. Н., Василенко В.Н. Системна оцінка якості екструдованих горохових паличок. *Харчова промисловість*. 2003. № 12. С. 18-19.
63. Остріков А. Н., Абрамов О.В., Рудометкін А.С. Комплексна

оцінка якості екструдованих паличок. *Зберігання та переробка сільгоспсировини*. 2003. № 8. С. 150-153.

64. Сидоренко В. В., Зверев С.В. Технологія високотемпературної мікронізації зерна. М.: "ПК Старт", 1999.

65. Bellido G. G. The Effect of Micronization Operational Conditions on the Physicochemical Properties of Navy Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) / G. G. Bellido, S. D. Arntfield, M. G. Scanlon, S. Cenkowski // *J. of Food Sci.* 2003.V. 68. No. 5.

66. Рибаківа Т. М. Функціонально-технологічні властивості мікронізованих зернових пластівців та кулінарна продукція з них: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новосибірськ, 2004. 19 с.

67. Резистентні крохмалі та імунна система / Є. В. Сотнікова, Є. А. Мартинова, Є. В. Горбачова, М. М. Гаппаров // *Питання харчування*. 2002. № 5. С. 34-37.

68. Liljeberg E. H. Resistant starch content in selection of starchy foods on the Swedish market / E. H. Liljeberg // *Eur. J. Clin. Nutr.* 2002. No. 56. P. 500.

69. Зверев С.В. Підвищення якості фуражного зерна - високотемпературна мікронізація. М.: ДеЛі, 2001. 35 с.

70. Єлькін І. В., Кірдяшкін В.В. Високотемпературні інфрачервоні технології нового тисячоліття. М: ПК Старт, 2004.

71. Mermelstein N. H. High-temperature, short-time processing. *J. Food Techn.* 2000. No. 6. P.65-68, 70, 78.

72. Рогов І.А. Електрофізичні методи обробки харчових продуктів. М: Агропромиздат, 1988. 272 с.

73. Вплив видів ІЧ-випромінювання, що підводиться, на можливість появи канцерогенних речовин у запечених продуктах / П. П. Дикун, Н. Н. Жуков, Г. П. Казюлін та ін. Матеріали ХХІІІ Європейського конгресу НДІ м'ясної промисловості. М.: Харчова промисловість, 1980.

74. Використання круп'яних пластівців у виробництві хлібобулочних виробів / А. С. Романов, О. І. Стабровська, А. А. Ільїна, С. А. Стабровський // *Зберігання та переробка сільгоспсировини*. 2006. № 2. С. 54-55.
75. Вплив ІЧ-обробки на властивості борошняної суспензії гороху та продукту з нього / В. Чорних, В. Кирдяшкін, І. Матюшкіна, М. Ширшиков *та ін.* *Хлібопродукти*. 2001. № 3. С. 34-35.
76. Fasina O. O. Infrared heating of hulls and pearled barley / O. O. Fasina, RT Tyler, MD Pickard et al. // *J. of Food Preserv.* 1998. No 23. P. 135-151.
77. Шевцов А. А. Використання диференціально-термічного та термогравіметричного аналізів при оцінці стану води в зародкових пластівцях пшениці / А. А. Шевцов, І. В. Кузнєцов, М. С. Шамшин *та ін* // *Зберігання та переробка сільгоспсировини*. 2003. №9. С. 49-51.
78. Доронін А. Ф. Дослідження процесу термічної обробки кукурудзяних пластівців ІЧ-променями: автореф. дис. ...канд. техн, наук. М., 1975. 22 с.
79. Рогов І. А. Хімія їжі. Кн. 1: Білки: структура, функції роль у харчуванні / І. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. І. Дунченко, Н. А. Жеребцов. М.: Колос, 2000. 384 с.
80. Технохімічний контроль у молочній промисловості / Н. П. Врію, Н. П. Конокотія, А. І. Титов. М: Харчова промисловість, 1962. 396 с.
81. Войнарович О.В., Марчишина Є. І. Охорона праці в галузі (харчові технології). Підручник. Київ, 2018. 580 с.
82. Калініна В.М. Охорона праці на підприємствах харчової промисловості. Підручник. М.: Академія, 2014. 314 с.
83. Павленко О.С. Методичні рекомендації до виконання розділу «Організаційно-економічна частина» дипломної роботи для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Харчові технології» зі

спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форми навчання.  
Дніпро: ДДАЕУ. 2020. 40 с.