

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології зберігання і переробки зерна**

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис)

« » _____ 2023р.

«До захисту допущено»
В. о. завідувача кафедри
Тетяна ЯНЮК
(підпис)

« » _____ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 181 «Харчові технології»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Технології зберігання і переробки зерна

на тему: Дослідження технологічних властивостей продуктів переробки насіння гороху

Виконав: здобувач 2 курсу, групи 6

Барська Вікторія Дмитрівна
(прізвище та ініціали)

Керівник: Харченко Євген Іванович
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень із праць
інших авторів без відповідних
посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології зберігання і переробки зерна

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Технології зберігання і переробки зерна

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри

технології зберігання і

переробки зерна

Тетяна ЯНЮК

“ ” 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Барській Вікторії Дмитрівні

(прізвище, ім'я)

1. Тема роботи: Дослідження технологічних властивостей продуктів переробки насіння гороху. _____

керівник роботи: Євген ХАРЧЕНКО, доцент, кандидат технічних наук.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ ” 2023 року № _____

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

Вступ; Аналітичний огляд літератури; Об'єкти і методи досліджень;

Експериментальна частина; Технологічна частина; Соціально-економічна

ефективність роботи; Список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеню «Магістр» зі спеціальності 181 «Харчові технології», Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2023.

Кваліфікаційна робота на тему «Дослідження технологічних властивостей продуктів переробки насіння гороху».

У вступі висвітлено актуальність теми, встановлено мету роботи та завдання, які підлягають дослідженню та вирішенню. Наведено наукову новизну та практичне значення отриманих даних та структуру роботи.

В першому розділі розкрито аналітичний огляд літератури. Висвітлено проблеми, які потребують подальшого дослідження.

В другому розділі наведено об'єкт і предмет досліджень. Наведено опис методик досліджень.

В третьому розділі висвітлено результати дослідження крупності горохового борошна.

В четвертому розділі наведено наукове обґрунтування та опис технологічного процесу, зроблений розрахунок технологічного обладнання.

В п'ятому розділі наведено соціальну ефективність роботи.

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить 61 сторінку друкованого тексту, 8 рисунків та ілюстрацій, 10 таблиць та використано 24 літературних джерел посилань.

Ключові слова: ДОСЛІДЖЕННЯ, БОРОШНО, ГОРОХ, ВІТАМІНИ, СОРТ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ВИРОБНИЦТВО, ТЕХНОЛОГІЯ.

ABSTRACT

Qualification work for obtaining the Master's degree in specialty 181 "Food Technologies", National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2023.

Qualification work on the topic "Investigation of technological properties of pea seed processing products".

The introduction highlights the relevance of the topic, establishes the purpose of the work and tasks to be investigated and solved. It is scientific the novelty and practical value of the obtained data and the structure of the work.

The first chapter presents an analytical review of the literature. Illuminated issues that require further research.

The object and subject of research are given in the second chapter. A description of research methods and mathematical processing of the results is given research results.

In the third section, the results of the study of the grain size of pea flour are highlighted.

The fourth chapter provides a scientific rationale and description of the technological process, the calculation of the technological equipment was made.

In the fifth chapter, the social efficiency of the work is given.

The explanatory note of the qualification work contains 61 pages of printed text, 8 drawings and illustrations, 10 tables, and 24 literary sources of references are used.

Key words: RESEARCH, FLOUR, PEAS, VITAMINS, VARIETY, EFFICIENCY, PRODUCTION, TECHNOLOGY.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	10
1.1 Характеристика гороху	10
1.2 Використання горохового борошна	14
1.3 Способи обробки гороху	18
1.4 Технологія виробництва горохового борошна	21
1.5 Виробництво білку з гороху.....	28
2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	31
2.1 Матеріали дослідження	31
2.2 Методи дослідження	33
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	36
3.1 Дослідження крупності горохового борошна	36
4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	44
4.1 Наукове обґрунтування та опис технологічного процесу	44
4.2 Розрахунок та підбір технологічного обладнання.....	47
5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ	49
5.1 Користь проведеної роботи для розвитку галузі	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	53

ВСТУП

Актуальність теми. Удосконалення якості, харчової цінності та розширення асортименту хлібобулочних виробів є однією з цінних та актуальних проблем перед хлібопекарською промисловістю в даний час. Хліб та хлібобулочні вироби продукти, що споживаються щоденно, тому вони можуть бути використані як об'єкти, через які можна в потрібному напрямку коригувати поживну та профілактичну цінність раціону людини. В останні роки спостерігається збільшення тенденції населення України до здорового харчування. Люди зацікавлені в споживанні повноцінних продуктів харчування, які забезпечують збалансований хімічний склад та покривають добову норму поживних речовин.

У зв'язку з цим дослідження, спрямовані на розробку ефективних способів використання в хлібопеченні нетрадиційних рослинних продуктів, що забезпечують економію основної та додаткової сировини, підвищення якості та цінності продукції є актуальними. Завдання підвищення біологічної цінності хліба може бути вирішено шляхом включення до рецептури хлібобулочних виробів додаткових видів нетрадиційної сировини та добавок з більш високим, порівняно з пшеничним борошном, вмістом білка та найбільш дефіцитних амінокислот. В даний час для поповнення дефіциту білка та створення широкого асортименту продукції підвищеної біологічної цінності використовуються бобові культури та продукти їх переробки.

Сьогодні використання білка є дефіцитним як в якісному, так і в кількісному відношенні. Серед можливих шляхів вирішення цієї проблеми основне і вирішальне місце належить залученню резерву білків рослинного походження. Нестачу білка в раціоні можна усунути, використовуючи нетрадиційні джерела рослинного походження. При впровадженні нового виду білкових харчових продуктів, крім харчової та біологічної цінності, необхідно оцінювати їх якість з точки зору технологічних показників і фізико-хімічних властивостей, які мають велике значення. В останні роки бобові

стали збалансованим джерелом поживних речовин для харчових продуктів і кормів. Нові сорти, такі як польовий горох, звичайна квасоля та сочевиця, все частіше споживаються в усьому світі. Ці культури є багатообіцяючою альтернативою новим продуктам харчування та кормів з високою комерційною цінністю.

Білки зернобобових культур вважаються найбільш корисними рослинними білками. Цінність білків бобових за своїм амінокислотним складом повністю замінює білки тваринного походження, тобто є альтернативою м'ясу, при цьому харчова цінність не знижується, а раціон харчування стає дешевшим.

Горох багатий білком, і особливо важливо, що він містить амінокислоту лізин, яка дуже важлива при оцінці харчової цінності продуктів. У пшеничному хлібі лізин є лімітуючою амінокислотою, а це означає, що додавання лізину до борошна збільшує кількість амінокислоти і покращує засвоюваність хліба. У зв'язку з цим особливого значення набуває розробка технологій, що забезпечують комплексну переробку насіння гороху та може сприяти збільшенню виробництва повноцінних продуктів харчування. Введення горохового борошна, як рецептурного компонента хлібобулочних виробів, сприяє збільшенню вмісту білка, вітамінів, харчових волокон і мінеральних речовин в виробах та зниженню їх калорійності.

Мета досліджень:

- провести аналіз ринку вирощування гороху в світі та в Україні;
- визначити фізичні властивості борошна;
- встановити доцільність його використання.

Для оцінки технологічних властивостей горохового борошна, визначили наступні показники: вологість, зольність, крупність помелу, вміст металомагнітної домішки.

Наукова новизна. Науково обґрунтовано доцільність застосування горохового борошна з урахуванням його цільового призначення в хлібопекарській і кондитерській галузях.

Практичне значення одержаних результатів. На основі опрацювання наукових літературних джерел, нормативної документації, теоретичного аспекту досліджуваної проблеми та результатів експериментальних досліджень нетрадиційної сировини рослинного походження, запропоновано введення горохового борошна, як рецептурного компонента.

Структура та об'єм роботи. Дана робота викладена на 61 сторінку, включає 6 таблиць, 8 рисунків. Складається із вступу, 5-ти розділів, висновків та списку використаних джерел.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Характеристика гороху

В Україні горох є основною культурою не тільки за посівними площами, а й за дуже різноманітним використанням. Ця культура дуже давня, яка з'явилася на території України ще у II-III тисячолітті до нашої ери. Стиглі насіння гороху вживають у вареному вигляді. Дані американських досліджень хлібопечення свідчать про доцільність змішування 10% горохового борошна з пшеничним для підвищення поживності хліба без зниження інших його якостей. Насіння зеленого гороху є відмінним матеріалом для приготування консервів. Зелене зерно містить до 30% білка. Містить значну кількість вуглеводів, мінеральних солей, вітамінів, необхідних для харчування людини і тварин.

Горох є найпоширенішою зернобобовою культурою в нашій країні. Їх частка в посівах зернобобових досягає 82% і більше.

Цінність гороху полягає в його універсальності. Горох можна використовувати в харчовій, кормовій, технічній і агротехнічній сферах.

Горох вирощують як на продовольчі, так і кормові цілі. У зерні міститься в середньому 19,5% перетравного протеїну. У розрахунку на 1 корм. од. горох містить 170 г перетравного білка, тоді як кукурудза – 59, ячмінь – 70, овес – 83, пшениця – 100 г за оптимальної зоотехнічної норми 120 г.

Горох також знаходить застосування у медичній, парфумерній, хімічній промисловості.

Горох — це зелений, жовтий або рідше фіолетовий овоч, що має форму стручка. Багатий клітковиною та одним з найкращих білків рослинного походження, горох належить до найпоживніших овочів. Крім того, горох містить п'ять важливих мінералів і три вітаміни групи В у значних кількостях.

Попит на горох буде продовжувати стабільно зростати разом із виробництвом альтернативних рослинних білків. Не дивно, що виробники по всьому світу віддають перевагу гороху, який є відмінним джерелом білка.

Горох — цінний продукт харчування. Насіння гороху містить 16-36% білка, до 54% вуглеводів, 1,6% жиру і більше 3% золи. Білок гороху є повноцінним за амінокислотним складом і в 1,5 рази краще засвоюється, ніж білок пшениці. Він містить 4,66% лізину, 11,4% аргініну і 1,17% триптофану (відносно загального білка), тоді як пшеничний білок містить лише 2,32% лізину і 3,56% аргініну [3].

Горох широко вживають у різноманітних стравах, оскільки він добре розварюється, смачний і поживний.

Світова площа посівів гороху за різними даними, коливається від 14,5 до 16,5 млн га. У світовому виробництві сорти гороху з жовтим насінням переважають над зеленими. Білкові ізоляти з насіння сортів як жовтого, так і зеленого кольору широко використовуються в харчовій промисловості. Тенденція збільшення населення світу стимулює зростання попиту на сухий горох [15].

Щорічно у світі вирощують понад 25 млн. тонн гороху овочевого і 16,2 млн. тонн сухого. Світовим лідером з виробництва овочів є Китай, а з сухого гороху — Канада. Україна посідає 32 і 4 місця відповідно. Наша країна не імпортує сухий горох, тому що він може самостійно задовольнити внутрішній попит. Щороку Україна збирає близько 600 тис. тонн. Основними експортними ринками для українського гороху є Іспанія, Туреччина та Ємен.

В Україні горох вирощують у всіх зонах, найбільше — в Лісостепу (55% від загальної площі), Степу (25%), решту — на Поліссі. Одержання сталих урожаїв — свідчення великих можливостей господарств країни в подальшому зростанні середньої урожайності цієї культури.

В Україні горох займає близько 0,5 млн. гектар. Значні площі його у Вінницькій, Хмельницькій, Черкаській, Київській, Чернігівській і Сумській областях.

У виробництві поширені багато сортів гороху, різних не лише за морфологічними ознаками (висота стебла, будова листка, розмір зернини та її забарвлення, тривалість вегетаційного періоду), а й за вимогами до родючості ґрунту, продовольчими і кормовими якостями.

В Україні найпоширеніші такі сорти гороху.

Аграрій — створений на Уладівсько-Люлинецькій дослідній станції схрещуванням. Боби прямі, з тупим кінчиком, великі, насіння світло-жовте, округле, гладеньке, без рубчика. Маса 1000 зерен 264 г. Районований у лісостеповій і поліській зонах.

Богатир чеський — середньостиглий, завезений зі Словаччини. Стебло 70-100 см заввишки. Квітки середні за розміром, білі. Зерно жовто-рожеве. Стійкий проти вилягання і висипання насіння. Маса 1000 зерен 170—229 г. Тривалість вегетаційного періоду 62—107 діб.

Рапорт — середньостиглий, високоврожайний. Висота рослин 80—125 см. Зерно жовте. Маса 1000 зерен 210—240 г. Тривалість вегетаційного періоду 75-100 діб. Районований у лісостеповій і степовій зонах.

Уладівський ювілейний — середньостиглий, високоврожайний. Вегетаційний період 80—102 доби. Маса 1000 зерен 190—230 г. Середньостійкий проти пошкодження плодожеркою, ураження аскохітозом, іржею та борошнистою росю. Зерно сизо-зелене, гладеньке, має досить високі смакові якості, добре розварюється. Районований у лісостеповій, поліській і степовій зонах.

Неосипаючий 1 — середньостиглий, стійкий проти обсіпання сорт. Зерно жовто-рожеве, гладеньке. Маса 1000 зерен 190—230 г. Районований у всіх зонах країни.

Уладівський 10 — середньостиглий, високоврожайний. Зерно середньокрупне. Маса 1000 зерен 215—230 г. Стійкість проти обсіпання середня. Районований у степовій і лісостеповій зонах.

Хімічний склад необробленого бобу

Таблиця 1.1- Харчова цінність свіжих необроблених плодів зеленого гороху (з розрахунку на 100 грамів продукту)

Калорійність	81 кКал
Білки	5,4 г
Жири	0,4 г
Вуглеводи	14,5 г

Таблиця 1.2- Вітамінний склад свіжих необроблених плодів зеленого гороху (в міліграмах з розрахунку на 100 грамів продукту)

Ретинол (А)	0,038
Бета-каротин	0,449
Тіамін	0,3
Рибофлавін	0,1
Ніацин	2,1
Пантотенова кислота	0,1
Піридоксин	0,2
Фолієва кислота	0,065
Аскорбінова кислота	40,0

Таблиця 1.3 - Склад нутрієнтів свіжих необроблених плодів зеленого гороху (в міліграмах з розрахунку на 100 грамів продукту)

Кальцій (Ca)	25,0
Залізо (Fe)	1,5
Магній (Mg)	33,0
Фосфор (P)	108
Калій (K)	244
Цинк (Zn)	1,2

Після обробки хімічний склад і енергетична цінність готового продукту піддається деяких змін.

Таблиця 1.4 - Енергетична цінність горохового борошна (з розрахунку на 100 грам готового продукту)

Калорійність	298 кКал
Білки	21 г
Жири	2 г
Вуглеводи	49 г

Особливу увагу необхідно приділити якості рослинного білка в борошні. Концентрація вітамінів і мінералів горохового борошна нерідко перевершує м'ясні продукти. Більш того, рослинний білок набагато швидше, легше і ефективніше всмоктується людським організмом, в порівнянні з компонентом тваринного походження [5].

1.2 Використання горохового борошно

По харчовій цінності горох, а відповідно і горохове борошно, перевершує більшість овочів. У ньому міститься до 6,7% рослинного білка і близько 15% вуглеводів, з них 6% цукрів. Продукт є рекордсменом за вмістом необхідних людині амінокислот і білків.

Горохове харчове борошно виготовляють односортним помелом. Він багатий білковими речовинами, тому використовується в хлібобулочних, борошняних кондитерських виробках і в концентратах як збагачувач.

Горохове борошно недороге і багате за хімічним складом, тому його варто використовувати як недороге джерело повноцінного рослинного білка.

Горохове борошно можна додавати в кількості 2-3% від маси борошна без шкоди для якості хліба. При його додаванні у великих кількостях погіршуються структурно-механічні властивості тіста та якість хліба. Режим гідротермічної обробки зерна гороху був розроблений для виробництва

горохового борошна з кращими хлібопекарськими властивостями. Таке борошно можна додавати в тісто, приготовлене на опарі, в кількості 10% до маси пшеничного борошна. Отриманий хліб майже не відрізняється від звичайного за структурно-механічними властивостями м'якушки, смаком, об'ємом і ароматом, а його біологічна цінність набагато вища. [7].

Оскільки горохове борошно має низьку газотримуючу здатність, для поліпшення якості хліба в тісто вносять також емульсію, до складу якої входить: цукор до 2%, фосфатидний концентрат до 1,5, рослинна олія до 2%. Тісто бродить 30 хв. при температурі 32-33 °С, тривалість розстоювання 40-45 хв. У виробі, отриманому цим способом, збільшується вміст білка на 2-3%. Враховуючи, що вартість горохового борошна нижче, ніж пшеничного, собівартість готової продукції знижується на 1,2%.

Борошно, яке отримують з гороху, має цілий ряд корисних властивостей:

- Є натуральним джерелом таких амінокислот, як треонін і лізин – вони життєво необхідні для функціонування нашого організму. Міститься в продукті піридоксин забезпечує виробництво і розщеплення амінокислот. У разі дефіциту цієї речовини, у людини можлива поява судом або розвиток дерматиту.
- Селен, який може у великій кількості містяться в горосі (точні цифри залежать від регіону вирощування), має антиоксидантні властивості і захищає людські клітини від дії вільних радикалів і канцерогенів.
- Рослинний білок у складі продукту набагато краще засвоюється, не напружуючи при цьому шлунково-кишковий тракт і не надаючи того негативного впливу, на яке здатні м'ясні продукти.
- Борошно, що отримується з гороху, забезпечує організм енергією, підвищує працездатність і витривалість організму.
- При регулярному вживанні поліпшується робота серця, знижується ризик розвитку гіпертонічної хвороби, інфаркту міокарда, попереджається утворення тромбів у судинах.

- Завдяки високому вмісту вітамінів, випічка з участю такої муки буде корисна при авітамінозі.
- Успішно використовується в косметології. Благотворний ефект чинить як на шкіру, так і на волосся.
- Так як горохове борошно не містить глютен, її можна використовувати в харчуванні людей, які страждають на целиацію – (захворюванням, пов'язаним з непереносимістю організмом людини пшеничного білка клейковини в складі злакових).

Горох підвищує поживність продуктів, страв, збагачує білком, мінеральними речовинами. Продукти з гороху містять менше вуглеводів, ніж насіння інших бобових культур, а білки гороху повноцінніші, ніж білки чечевиці і квасолі. Майже всі поживні речовини гороху добре перетравлюються і засвоюються. Коефіцієнт перетравлення коливається в межах 70 – 98 %.

Горох - одна з найпоширеніших бобових культур на планеті. Його використовують у перших і других стравах, салатах, гарнірах, порошкових кондитерських виробках та кулінарних виробках.

З гороху як зернобобової сільськогосподарської культури одержують високоякісний білок, а одержуваний після його виділення крохмаль і харчові волокна є побічним продуктом переробки. Протеїн гороху придатний для приготування таких продуктів, як закуски, дієтичні батончики, супи, соуси, макарони, печиво.

Горох використовують в кондитерському виробництві для приготування марципану. Додавання гороху в продукти харчування дозволяє отримати продукцію багату на білки. До важливих факторів можна віднести: отримання продукту з низькою вартістю.

Одним із продуктів переробки гороху є горохове борошно, яке містить 25% білкових речовин і повний амінокислотний склад. Завдяки низькій вартості та багатому хімічному складу горохове борошно рекомендовано як недороге джерело повноцінного рослинного білка..

А ось при виготовленні крупи з гороху утворюється побічний продукт - горохова мучка. Борошно є високоякісна сировина, оскільки містить цінні частини зерна - паросток і зародок. У ній міститься 20-25 % білка, 11-14 % жиру, 34-35 % крохмалю, 9-14 % харчових волокон. Це говорить про те, що це продукт високої харчової цінності.

Горохова мучка багата на метіонін, лізин і цистеїн. Також в складі мучки є - марганець, калій, залізо, кальцій, фосфор і цинк. Мінеральний комплекс її збалансований. Містить найважливіші вітаміни, такі, як В1, В2, В6, РР, Е, а також каротиноїди. Горохову мучку використовують при виробництві цукрового печива. При внесенні до складу цукрового печива до 25 % горохової мучки вміст білка в ньому збільшується на 42 % і калорійність знижується на 4,1 %, збільшується кількість вітамінів, харчових волокон і мінеральних речовин.

У кондитерської промисловості горохове борошно з екструдованих зерен гороху застосовують у виробництві пряників. Додавання даної надбавки покращує органолептичні показники пряників, а також підвищення їх формостійкості і структурномеханічних властивостей.

Горох містить натуральну клітковину, яка у своєму складі має розчинні і нерозчинні харчові волокна. Їх отримують з насіння шляхом часткового видалення білка і крохмалю.

Горохові волокна застосовують в рибній, м'ясній і молочній галузях харчової промисловості як натуральну заміну хімічних емульгаторів і стабілізаторів, а також як наповнювач, що дозволяє знизити собівартість готової продукції і збагачує її харчовими дієтичними волокнами.

Харчові волокна гороху – це продукт, отримують із серцевини насіння гороху. Це природний комплекс розчинних і нерозчинних харчових волокон, структурно близьких нативним крохмальним волокнам і білковим молекулам. Характеризується високим водоутриманням, емульгуючими властивостями, білим кольором, мікроструктурою, нейтральним смаком і запахом. Загальний вміст харчових волокон складає 61,7% до маси сухих

речовин. Це дозволяє додавати їх у рецептуру хлібобулочних виробів в кількості 5% до маси борошна в тісті для забезпечення споживання рекомендованої добової норми харчових волокон.

Ізолят горохового борошна досить успішно використовується у технології варених ковбас. При екструзії за допомогою горохового протеїну вдається отримати волокнисту структуру, подібну до м'яса.

Вуглеводи зерна гороху представлені в основному вищими полісахаридами, зокрема, крохмалем. Сучасними дослідженнями доведена доцільність використання гороху для виробництва спеціальних крохмалів. Такі крохмалі, з підвищеною часткою амілози, необхідні для задоволення потреб харчової і переробної промисловості. Високоамілозні крохмалі гороху мають специфічні технологічні властивості, підвищену швидкість засвоєння, затримують розвиток захворювання діабетом і можуть бути використані для створення термопластичних матеріалів для промислових потреб.

1.3 Способи обробки гороху

Найбільш важливий засіб підвищення технологічних властивостей зерна – це його водотеплове оброблення, яке включає сумарну дію на зерно вологи та пари. В результаті такої дії відбувається направлена зміна властивостей складових частин зернівки – ядра та оболонки. При використанні раціональних способів та режимів ВТО оболонки легше відділяються від ядра, ядро менше подрібнюється, що призводить до підвищення виходу крупи кращої якості.

Особливо висока ефективність ВТО при підготовленні зерна круп'яних культур, з яких отримують цілу крупу. ВТО покращує споживчі властивості крупи – зовнішній вигляд, смакові та харчові якості, підвищує стійкість при зберіганні.

Спосіб обби включає наступні операції: пропарювання зерна, нетривале відволожування, сушіння та охолодження. Мета процесу

досягається за рахунок укріплення ядра при дії вологи та тепла при під час пропарювання, підвищення крихкості плівок в результаті різкого зниження їх вологості при висушуванні.

В процесі пропарювання при температурі пари понад 100 °С зерно зволожується та пропарюється. Зерно пропарюють в спеціальних апаратах – пропарювачах. Тиск пари на цих апаратах досягає 0,25...0,30 МПа. При пропарюванні пара конденсується на оболонках, зволожує їх, проникає в простір між плівками та ядром. Конденсація супроводжується виділенням теплоти, яка прогріває зерно. Дія вологи та тепла сприяє відшаруванню плівок від ядра. Подальше проникнення вологи в ядро та його прогрівання роблять ядро більш вологим та пластичним, тобто менш крихким. Особливо значні зміни відбуваються при високому тиску пари та більшій тривалості пропарювання. При більшому тиску температура пари вища, тому зерно прогрівається інтенсивніше. В ядрі проходять глибокі фізико-хімічні зміни В першу чергу зміна структури ядра зумовлюються змінами двох компонентів – крохмалю і білка.

Ступінь зволоження зерна залежить від тиску і тривалості пропарювання, початкової вологості та температури зерна. З підвищенням тиску та експозиції пропарювання вологість зерна збільшується, відбуваються більш суттєві перетворення. Але надмірно високий тиск та тривалість пропарювання можуть призводити до псування ядра, крупа буде темною, погано розварюваною. Граничні режими оброблення зерна встановлені на основі багаторічних досліджень та практичних навичок.

Після пропарювання зерно направляють в невеликі бункери для відволожування. При відволожування закінчуються процеси, які розпочалися під час пропарювання. Бункери для відволожування встановлюють над сушарками. Сушіння зерна є важливою стадією ВТО. В сушарках зерно нагрівається, видаляється волога, в результаті чого зерно набуває оптимальної вологості для подальшого перероблення. Але сушіння не тільки знижує вологість зерна, а також посилює перетворення структурно-механічних

властивостей оболонки та ядра. Оболонки мають структуру з крупними капілярами, тому вони сушаться швидше, ядро втрачає вологу значно повільніше. Тому завжди в процесі сушіння і після нього оболонки мають нижчу вологість, ніж ядро. При низькій вологості оболонки стають крихкими, легше розколюються і відділяються від ядра. Крихкість оболонки підвищується не тільки в результаті зниження вологості, але і в наслідок часткового розтріскування під час зневоднення. Більш вологе ядро зберігає свою пластичність і порівняно мало подрібнюється при луценні.

Сушіння необхідно проводити досить швидко, для того щоб волога з вологого ядра не встигала переходити до оболонки. Як правило, після сушіння зерно охолоджують. Охолодження супроводжується подальшим зневодненням оболонки і в меншій мірі ядра, тому холодне зерно лущиться легше.

Сушать зерно при ВТО в вертикальних парових сушарках. Нагрівання зерна в таких сушарках здійснюється шляхом контакту з горизонтальними паровими трубами, в які подають пару під тиском 0,2...0,5 МПа, при температурі 133...158 °С. Охолодження здійснюють на спеціальних охолоджувальних колонках, або в повітряних сепараторах із замкненим циклом повітря.

ВТО зерна є важливим засобом підвищення його технологічних властивостей та покращення якості готової продукції. Окрім підвищення виходу цілого ядра та зменшення подрібненого ВТО володіє наступними перевагами. В ряді випадків підвищується споживчі властивості та харчова цінність крупи. Покращується зовнішній колір, наприклад, колір гречки стає більш рівним світло-коричневим. В результаті використання ВТО підвищується стійкість крупи при зберіганні за рахунок інактивації ліполітичних ферментів, покращення мікробіологічних показників.

До недоліків ВТО можна віднести складність апаратури та ведення технологічного процесу, обов'язкова генерація пари. ВТО при жорстких режимах знижує вміст вітамінів, амінокислот, розчинних білків. При

тривалому відволожуванню водорозчинні вітаміни можуть переходити до зовнішніх шарів ядра та оболонки і вилучатися в процесі лущення.

1.4 Технологія виробництва горохового борошна

Процес виробництва борошна можна поділити на основні етапи:

- приймання зерна і зберігання зерна на млині;
- формування помельних партій зерна;
- підготовка зерна до помелу;
- помел зерна в борошно;
- вибіт і зберігання борошна.

Приймання і зберігання зерна. Приймають, розміщують та зберігають зерно на примлиновому елеваторі. Рекомендується, щоб запаси зерна були не меншими за місячну виробничу потужність млина. Зерно розміщується в елеваторах з урахуванням його властивостей та якісних показників. Партії зерна зберігають окремо: за вологістю - за різниці значень 1 % і більше; за зольністю - менше 1,97 та більше 1,97 %; за склоподібністю - 40-60 і більше 60 %; за вмістом клейковини - вище 26, 25-20 та нижче 20 %; за об'ємною масою - вище 750, 750-690 та менше 690 г/л.

Формування помельних партій зерна. Партії зерна також формуються в зернових бункерах елеваторів. Таким чином, зерно змішується за різними показниками якості, створюючи партії зерна, які відповідають таким вимогам, як клейковина, скловидність, вміст золи та засміченість. Складена суміш повинна забезпечувати виробництво борошна з максимальним виходом, високими показниками за білизною, зольністю і хлібопекарськими якостями. Змішування зерна - це найкращий спосіб використання зерна зі зниженими борошномельними та хлібопекарськими властивостями. Якість готового борошна значною мірою залежить від правильної підготовки помельної партії. Вона повинна бути виготовлена з різних видів і якостей зерна, пропорції якого повинні забезпечувати оптимальні властивості борошна.

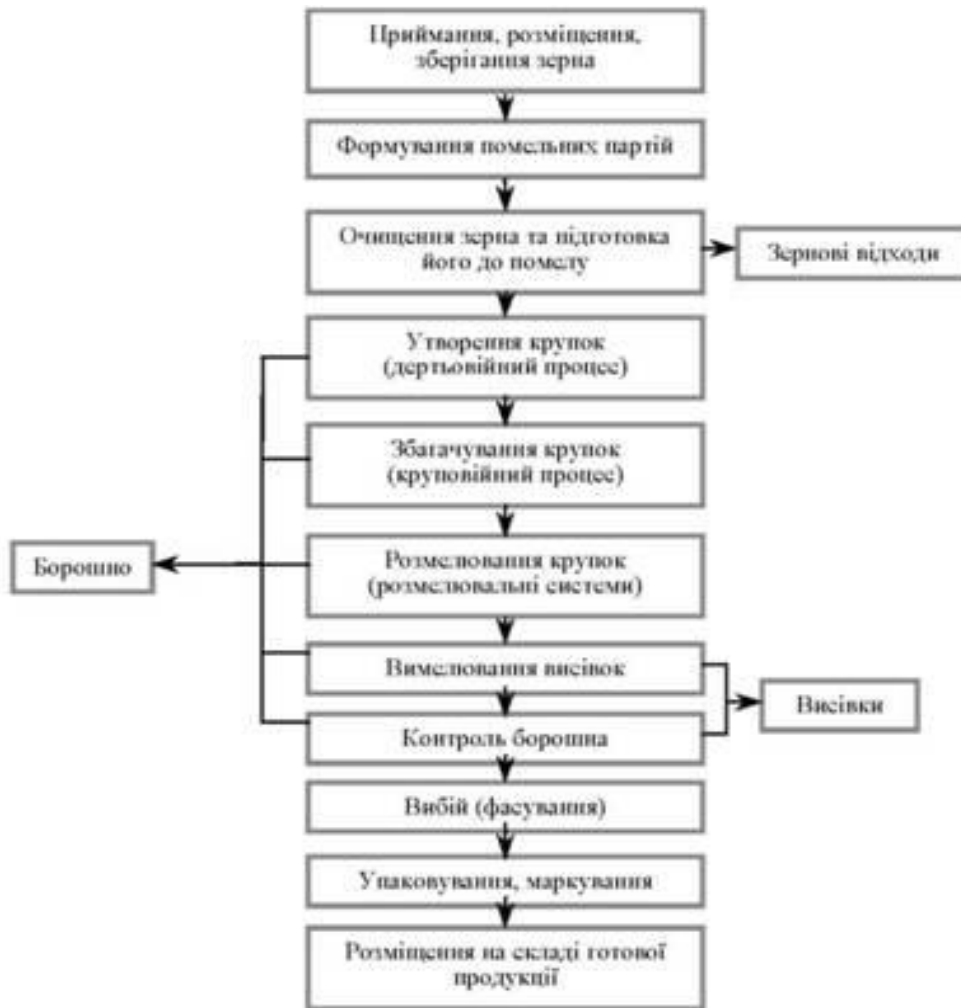


Рис. 1.4 Технологічна схема виробництва борошна

Склад помельної суміші визначається розрахунком, виходячи з якості, необхідної для партії помелу, і наявності зерна на елеваторі. Помельні суміші складаються з двох-чотирьох компонентів.

Підготовка зерна до помелу. Підготовка зерна до помелу включає попереднє очищення зернової маси від домішок, поверхневу обробку та остаточне очищення зерна, а також гідротермічну обробку зерна (кондиціювання).

Попереднє очищення зерна. Зерно очищають до необхідних кондицій. Домішки, які відрізняються від основного зерна за розмірами (шириною, товщиною, довжиною), відокремлюють просіюванням зернової маси крізь спеціальні сита. Домішки, які мають незначну масу, видаляють струменем

повітря. Зерно просіюють і провіюють на сепараторі. Для відокремлення домішок, які відрізняються від зерен основної маси формою використовують спеціальні машини. Металомагнітні домішки видаляють на магнітних сепараторах. Очищення від домішок та підготовку зерна до помелу здійснюють в підготовчому відділенні млина[8].

Обробка поверхні зерна і остаточне його очищення. На цій стадії з поверхні видаляють частки ґрунту і пил, що попадають на зерно при збиранні і зберіганні, а також значну частину мікроорганізмів. При обробці поверхні зерна відбувається також відділення оболонки. Поверхню зерна обробляють сухим способом за допомогою оббивальних і щіткових машин або мокрим способом у мийних машинах.

Найчастіше застосовують щіткові машини типу БЦМ. Основним їх робочим органом є щітковий барабан, що складається з колодок, набраних щітковим волокном, і закріплених на валові. Щіткова дека також має колодки, набрані щітковим волокном. Радіальний зазор між щітковими поверхнями барабана і деки регулюється. Зерно, що захоплюється обертовим щітковим барабаном, направляєється у зазор між щітковими поверхнями барабана і деки, де піддається інтенсивному впливові щіток, очищується від пилу і надірваних оболонки. Потім зерно надходить у нижню частину аспіраційного каналу, де від зерна відокремлюються повітрям дрібні домішки. Очищене зерно виводиться з машини самопливом.

Для знезаражування зерна передбачені ентолейтори, в яких знищення живих довгоносиків відбувається в результаті ударного впливу обертового ротора.

Миття зерна і зволоження поліпшують ступінь його продовольчого використання. Здійснюється ця операція в машинах двох типів: у водострумних для додавання води в крапельному стані і водорозпильних для додавання води в розпиленому стані. Застосовуються комбіновані мийні машини.

При цьому очищується поверхня зерна, відокремлюються важкі і легкі домішки, щуплі зерна, видаляються мікроорганізми. Зволоження і наступне відволожування викликає фізико-біологічні зміни в зерні, у результаті яких полегшується відділення оболонки від зерна при незначних втратах ендосперму.

Гідротермічна обробка зерна (кондиціонування). Для підвищення ефективності розділення оболонки та ендосперму необхідно збільшити різницю у фізичних властивостях, щоб ендосперм був більш крихким, а оболонка більш пластичною. Задача полягає в тому, щоб при помелі одержати продукти з окремих анатомічних частин зерна. Для цього зерно перед помелом піддають гідротермічній обробці (ГТО), яка і забезпечує дотримання цих вимог.

На борошномельних підприємствах застосовують два методи ГТО: холодне і швидкісне кондиціонування. Холодне кондиціонування полягає в зволоженні зерна при мокрій обробці і наступному його відлежуванні (відволожування) у бункерах. При швидкісному кондиціонуванні зерно спочатку обробляють парою, а потім миють у холодній воді. Безпосередньо перед помелом зерно зволожують на 0,3-0,5 % і після відволожування протягом 20-40 хвилин направляють на помел.

Помел зерна в борошно. Помел є найважливішим етапом у процесі виробництва борошна і являє собою низку процесів та операцій, що виконуються над зерном.

Помели класифікують за такими ознаками: кратність подрібнення зерна (разові, повторні), розвиненість помелу в цілому, розвиненість процесу збагачення крупок, прості та складні, сортові (одно-, дво-, багатосортні та ін.).

При визначенні схеми помелу та режимів окремих технологічних операцій керуються Правилами організації та ведення технологічного процесу на млинах, які є основним документом для розроблення конкретної організації процесу помелу зерна. Крім того, треба зважати на те, що властивості зерна формуються залежно від багатьох різноманітних факторів як у процесі

дозрівання зерна у полі, так і під час наступного зберігання та оброблення (сушіння, очищення тощо) [19].

Процес одержання борошна можна розглядати як послідовний багаторазовий процес відокремлення центральної частини - ендосперму від оболонки.

Спочатку зернину подрібнюють на кілька частинок і отримують так звані добротні крупки, тобто крупки, одержані з центральної частини - ендосперму, та так звані строкаті крупки, тобто такі, що мають з одного боку залишки оболонки. На наступних етапах технологічного процесу добротні крупки відокремлюють від строкатих, а останні шліфують, тобто відокремлюють від них частинки оболонки. Після цього строкаті крупки стають добротними, але менших розмірів. Оболонки, в яких на внутрішній поверхні залишилась деяка частка ендосперму, вимелюють на спеціальних вимелювальних системах. Оболонки, від яких відокремлено майже всі частки ендосперму, називають висівками.

З однієї і тієї ж партії зерна при помелі вдається одержувати різні сорти борошна, що відрізняються хімічним складом, харчовою цінністю, органолептичними і технологічними властивостями. Однією з задач помелу є одержання борошна з однорідним гранулометричним складом.

Дертвовий процес. Для утворення крупок призначені дертвові (крупкотворні) системи. Подрібнення зерна здійснюють на вальцьовому верстаті. Для цього на вальцьових верстатах на відстані 0,5-1,5 мм між вальцями зерно подрібнюється кілька разів. Після кожного подрібнення крупки сортують на розсійниках. Кожну пару "вальцьовий верстат-розсійник" називають системою. Для одержання крупок використовують 4-10 таких систем залежно від виду помелу.

Збагачування крупок, тобто відокремлення добротних крупок від крупок з оболонками, здійснюється частково на розсійниках, круповійках і так званих шліфувальних системах. Шліфувальні системи "вальцьовий верстат -

розсійник" відрізняються від дертьових меншими міжвальцьовими проміжками та відповідними розмірами отворів решіток на розсійниках.

Робочим органом вальцьового станка при обдирному процесі є чавунні вальці, які мають сталеве покриття. Валки обертаються назустріч один одному з різними швидкостями, які відносяться як 1:1,5; 1:2; 1:2,5 і ін. Відстань між вальцями змінюється залежно від стану помелу. На першій системі, на яку надходить ціле зерно, вона максимальна, потім поступово зменшується. Поверхня вальців має рифлі, глибина яких від першої до наступних систем також зменшується.

Через те, що вальці у дертьових системах обертаються з різною швидкістю, зерно між валками не розплющується, а ніби розгортається навколо своєї осі, при цьому з зерна сколюється оболонка, а утворення дрібних часток мінімальне.

Валки розмельних систем не мають рифлів і обертаються з однаковою швидкістю. На цих системах проводять здрібнення часток ендосперму до розміру часток борошна.

Крупні і дрібні крупки наряду з ендоспермом можуть мати і деяку кількість оболонок, для відділення яких використовують спеціальні вальцьові станки. Цей процес обробки проміжних продуктів називають шліфувальним. Крупки, які отримані з різних систем, у тому числі шліфувальних, можуть різнитися за кількістю ендосперму. Якщо крупки отримані з центральних часток ендосперму, то вони мають низьку зольність. Якщо ж крупки отримані з периферійних часток зерна, то вони мають частки алейронового шару, що підвищує їх зольність. Тому крупки сортують за якістю на "строкаті" і "білі".

Цей процес називається збагаченням і здійснюється за допомогою ситових машин. Ситові машини призначені для відокремлення "строкатих" від високоякісних "білих" зерен на основі поведінки частинок у псевдорозрідженому стані. В результаті розшарування різних за властивостями крупок через отвори сит проходять в основному частинки ендосперму, а частинки з оболонками йдуть сходом. Повітря, що надходить

знизу до сит, полегшує процес самосортування. Легкі і дрібні частинки відводяться повітряним потоком на фільтрування.

На ситовіальних машинах крупки і дунсти сортують за розміром і щільністю. Ситовіальки працюють наступним способом. Продукт, що сортують, подається на нахилені сита, які роблять зворотно-поступальні рухи, і знизу сит подається повітря, у потоці якого утримуються більш легкі частки (менш якісні крупки), а важкі крупки з чистого ендосперму легко проходять через сита.

Розмельний процес. Крупки, які розділені за допомогою ситовіальних машин з урахуванням їх якості, направляють на вальцьові верстати шліфувальних або розмелювальних систем. Але за один пропуск через вальцьовий верстат увесь продукт, що надходить, не може бути здрібнений до розміру часток, які відповідають борошну. Тому розмельний процес ведуть на кількох системах.

Розмелювання крупок здійснюють на розмелювальних системах, в яких використовуються вальці з гладкою шліфованою поверхнею та сита з розмірами отворів, відповідними розмірам частинок борошна.

На перших розмельних системах переробляють крупки з найменшою кількістю оболонок і отримують борошно вищої якості. На наступних системах ведуть помел часток, які не здрібнені на перших розмельних системах, і продуктів, які мають оболонки, при цьому отримують борошно I та II гатунків.

Вимелювання висівок здійснюють на бичових та щіткових машинах, в яких відокремлення частинок ендосперму від висівок залежить від проміжку між щітками (бичами) та ситовою поверхнею.

Формування сортів борошна здійснюють дозуванням окремих потоків на всіх етапах утворення борошна за зольністю (вищий сорт - 0,5 %, перший - 0,75, другий - 1,25 %). Контроль борошна, що утворюється на різних етапах розмельного відділення, здійснюють на розсійниках за сортами.

Фасування в мішки та в малі пакети здійснюється в окремому вибійному відділенні.

Зберігання борошна. Свіжозмелене зерно має невисокі хлібопекарські властивості.

При зберіганні борошна відбувається дозрівання, що приводить до покращання якості порівняно із свіжезмолотим.

При зберіганні після помелу у борошні відбуваються наступні зміни:

- - вологість наближається до рівноважного значення, яке дорівнює параметрам повітря;
- - колір стає світлішим за рахунок окислення барвних пігментів борошна;
- - кислотність підвищується за рахунок накопичення вільних, переважно ненасичених жирних кислот;
- - знижується протеолітична активність, атакованість білкових речовин і кількість активаторів протеолізу, за рахунок чого покращуються фізичні властивості клейковини і тіста, зростає водовбирна здатність борошна;
- - цукро і газоутворююча здатність залишається практично незмінною або дещо знижується.

1.5 Виробництво білку з гороху

Ізолят горохового протеїну займає особливе місце, він має хороший баланс амінокислотного складу, практично немає смаку і запаху, характерного для бобових, не містить антипоживних речовин, має високі водозв'язуючі та емульгуючі властивості, що ставить його в один ряд з рослинними білками найвищого ґатунку, не входить до групи продуктів, що можуть викликати алергії. Ступінь засвоєння ізоляту становить близько 98%.

Важливо відзначити, що гороховий білок містить до 18 відсотків амінокислот з розгалуженим ланцюгом і, на відміну від соєвого білка, майже

не містить ізофлавонів. Горох не входить до списку продуктів, які можуть викликати алергічні реакції, і рекомендований як безалергенне джерело білка. Гороховий протеїн - концентрована суміш білків із зерен гороху, найчастіше використовується у спортивному, дієтичному чи вегетаріанському харчуванні. Максимально наближаючи смак та текстуру виробів до традиційних, виробники знаходять успішні альтернативи м'ясу, і, судячи з усього, ця тенденція заміщення зростатиме з кожним роком.

Як і всі білки бобових рослин, білок гороху також складається із трьох класів білка: глобуліни, альбуміни, нерозчинний білок. Ізолят горохового білка має високий рівень вмісту цінних амінокислот, глутамінової кислоти, аргініну та лізину. Крім того, білок гороху багатий на триптофан і залізо.

Виробники горохового білку одержують свою сировину з жовтого гороху. Очищення ґрунтується на процесі ферментації, в результаті якого отримують білок високого ступеня чистоти без використання будь-яких хімічних речовин.

Основні етапи виробництва ізоляту:

- очищення та лущення жовтого гороху з максимальним вилученням горохової крупи;
- подрібнення насіння жовтого гороху до стану борошна;
- відволоження подрібненого гороху - змішування борошна з водою;
- відділення білка від крохмалю і волокна в барабанах за рахунок відцентрової сили з наступним їх сушінням.

При виробництві ізоляту білка гороху зазвичай видаляється фітинова кислота, присутня в насінні бобових рослин та злаків. Сучасні методи екстракції білка дозволяють виробляти її без розчинників та гексану, зберігаючи при цьому натуральний статус інгредієнта.

Висновки до розділу. Аналітичний огляд літератури дозволив встановити, що у зерновому балансі України значна роль відведена виробництву зернобобових культур, з яких найпоширенішою є горох. Його

вирощування має стратегічно важливе значення, оскільки саме горох є джерелом цінного рослинного білка. Україна займає третє місце в світі з виробництва зерна гороху .

Кількість основних харчових і мінеральних речовин, вітамінів в хлібобулочних виробках, виготовлених за традиційною технологією, недостатня для збалансованого харчування людини, в тому числі невисокий вміст білку не забезпечує організм повною мірою незамінними амінокислотами. Тому настає необхідність створення нових продуктів, які будуть містити інгредієнти, здатні поліпшити фізіологічні процеси в організмі людини, підвищити його імунну систему.

2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження є горохове борошно різного гранулометричного складу.

2.1 Матеріали дослідження

При проведенні досліджень використовувалися проби горохового борошна крупного помелу, борошна горохового дрібного помелу, борошно дрібного помелу, екструдованого.

Згідно ДСТУ 4523:2006 «Горох. Технічні вимоги» горох, який поставляють переробним підприємствам, повинен мати колір – жовтий різних відтінків (із сім'ядолями, що просвічуються крізь насінневу оболонку), зелений різних відтінків (із сім'ядолями, що просвічуються крізь насінневу оболонку), запах – властивий нормальному насінню гороху, без затхлого, солодового та інших сторонніх запахів. Зразок № 1- борошно горохове крупного помелу, зразок № 2- борошно дрібного помелу, зразок № 3- борошно дрібного помелу, екструдоване.

Таблиця 2.1. – Якість досліджування зразка № 1

Найменування показника	Характеристика
Колір	Жовтий із відтінками
Запах	Властивий
Смак	Властивий
Вологість, %	12,2
Зольність, %	4,0
Схід сита, %	2
Прохід сита, %	80
Металомагнітна домішка, мг/кг	1,0
Середній розмір частинок продукту, мкм	111,9

Таблиця 2.2 – Якість досліджування № 2 зразка

Найменування показника	Характеристика
Колір	Жовтий із відтінками
Запах	Властивий
Смак	Властивий
Вологість, %	11,9
Зольність, %	3,8
Схід сита, %	10
Прохід сита, %	65
Металомагнітна домішка, мг/кг	1,0
Середній розмір частинок продукту, мкм	87,36

Таблиця 2.3 – Якість досліджування зразка № 3

Найменування показника	Характеристика
Колір	Жовтий із відтінками
Запах	Властивий
Смак	Властивий
Вологість, %	11,6
Зольність, %	3,8
Схід сита, %	10
Прохід сита, %	60
Металомагнітна домішка, мг/кг	1,0
Середній розмір частинок продукту, мкм	162,93

2.2 Методи дослідження

Якість борошна оцінюють такими показниками: колір, запах, смак, крупність помелу, вологість, зольність (білість), масова частка домішок, зараженість шкідниками хлібних злаків, масова частка клейковини та її якість, число падіння, крупність помелу.

Відбір зразків та аналіз борошна за органолептичними показниками здійснюють у відповідності з ГОСТ 27668.

Для визначення запаху беруть приблизно 20 г борошна, висипають на чистий папір, зігрівають диханням та досліджують запах.

Визначення кольору проводиться порівнянням дослідного борошна з еталонами або з характеристикою кольору відповідно до чинних стандартів за сухою та мокрою пробами. Якість борошна визначається згідно з ДСТ У 46.004.99.

Визначення масової частки вологи. Метод базується на випаровуванні вільної води із зразка при температурі вище 100° С. Він є стандартним методом визначення вологості борошна і дозволяє отримати достатньо точні результати протягом 70-80 хв. Прискорення процесу сушіння досягається завдяки підвищенню температури до 130°С та інтенсивній циркуляції сушильного агенту, що забезпечується вентилятором. Сушіння проводять в шафі СЕШ-3М.

Техніка аналізу. На вагах зважують бюкси і беруть в них наважку борошна масою 5,00 г і ставлять їх у сушильну шафу. При досягненні в сушильній шафі температури 130°С зразки висушують протягом 40 хв. Потім бюкси щипцями виймають з шафи, закривають кришкою, охолоджують у ексикаторі до кімнатної температури і повторно зважують. Вологість у процентах (W) розраховують за формулою, %:

$$W = \frac{(a - б) \cdot 100}{a - в} \%, \quad (2.1)$$

Де а- маса бюкси наважкою до висушування, г;

б- маса бюкси з наважкою після висушування,;

в- маса пустої бюкси, г.

Визначення крупності помелу. Показник «крупність помелу» відноситься до групи фізико-механічних показників якості борошна. Розмір часток борошна є одним із показників її якості. При здрібненні ендосперму утворюються частки розміром від декількох мікрон до 180...190 мкм. Крупність помелу дуже впливає на хлібопекарські властивості борошна. Крупність контролюється за залишком і проходом борошна через одне або два сита певного розміру. Крупність і вирівняність за шириною і товщиною зернобобових видів визначають за допомогою розсійників-класифікаторів різноманітної конструкції. Проби зерна просівають крізь набір штампованих сит з отворами різного розміру та форми. Розміри отворів сит зменшуються за величиною від верхніх до нижніх

Визначення крупності продукту проводять з наважки, виділеної із середньої проби, масою 50 г. Для визначення крупності підбирають сита, установлені нормативно-технічними документами. Наважку продукту висипають на верхнє сито, закривають кришкою, закріплюють набір сит на платформі розсіву й включають розсів. Через 8 хв, просіювання припиняють, постукують по обичайках сит і знову продовжують просіювання протягом 2 хв. Під час просіювання наважки продукту на кожне сито вкладають 5 очисників. Із закінченням просіювання очисники із сит видаляють. Залишок верхнього сита й прохід нижнього сита зважують і виражають у відсотках до маси взятої наважки. Вміст фракцій борошна різної крупності визначають за ДСТУ 46.004-99 шляхом просіювання.

Визначення зольності. Зольність борошна визначають (ГОСТ 27494–87) спалюванням в муфельній печі, нагрітій до яскраво - червоного каління, наважки муки 1,5- 2 г у двох попередньо прокалених і зважених тиглях. Спалювання ведуть до повного зникнення чорних часток. Потім бюкси охолоджують в ексикаторі, зважують і знову прокалюють протягом 20 хв., охолоджують та зважують. Якщо два останні зважування дадуть різницю не більше $\pm 0,0002$ г, ознайомлення вважають закінченим.

Всі зважування ведуть на аналітичних вагах з точністю $\pm 0,0002$ г.

Зольність X , % в перерахунку на сухі речовини, розраховують за формулою:

$$X = \frac{m_z \cdot 100 \cdot 100}{m_m (100 - W_m)}, \quad (2.2)$$

де m_z – маса золи, г ;

m_m – маса борошна, що взята для озолення, г ;

W_m – вологість борошна, % .

Визначення вмісту металомангітних домішок. Суть методу полягає у виділенні металомангітних домішок (частинок металів, руди, що володіють магнітними властивостями) магнітом механізованим способом або вручну, з наступним зважуванням виміром її частинок.

Наважку борошна масою 1 кг розсипають на фільтрувальному папері рівним шаром завтовшки не більше 0,5 см. Металеві домішки із борошна виділяють підковоподібним магнітом, вантажопідйомність якого повинна бути не менше 12 кг. Магніт повільно проводять вздовж і поперек товщі шару борошна. Операцію повторюють тричі, перед кожним визначенням борошно змішують і рівняють. Періодично з магніту здувають борошно, а металеві домішки переносять на годинникове скло та зважують.

Висновки до розділу. В розглянутому розділі кваліфікаційної роботи було охарактеризовано матеріали та методи проведення досліджень.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження крупності горохового борошна

Метою проведеного дослідження було визначення крупності та гранулометричний склад борошна.

Дослідження показників якості зерна, продуктів помелу, дослідження гранулометричних характеристик проводили в лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна Національного університету харчових технологій.

Таблиця 3.1- Борошно горохове дрібне

№	Показник	Норма для горохового борошна
1	Зовнішній вигляд	розсипчаста маса у вигляді борошна з наявністю дрібноздрібнених частинок ендосперму та зародків
2	Колір	від світло-жовтого до кремового (при виготовленні із жовтого гороху) або від світло зеленого до темно зеленого (при виготовленні із зеленого гороху)
3	Запах	Властивий гороху, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
4	Вологість, %не більше	15
5	Зольність у перерахуванні на суху речовину, % не більше	4,0
6	Крупність, % не менше: прохід через сито №22,7 ПЧ-150, не менше	60,0

7	Металомагнітна домішка, мг на 1 кг, не більше	3,0
8	Зараженість шкідниками	Не допускається

Таблиця 3.2 - Борошно горохове крупного помелу

№	Показник	Норма для горохового борошна
1	Зовнішній вигляд	розсипчаста маса у вигляді борошна з наявністю дрібноздрібнених частинок ендосперму та зародків
2	Колір	від світло-жовтого до кремового (при виготовленні із жовтого гороху) або від світло зеленого до темно зеленого (при виготовленні із зеленого гороху)
3	Запах	Властивий гороху, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
4	Вологість, %не більше	15
5	Зольність у перерахуванні на суху речовину, % не більше	4,2
6	Крупність, % не менше: прохід через сито №08 ПЧ-150, не менше	80,0
7	Металомагнітна домішка, мг на 1 кг, не більше	3,0
8	Зараженість шкідниками	Не допускається

Таблиця 3.3-Характеристики досліджуваного горохового борошна

Показники	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Вологість, %	12,2	11,9	9,2
Зольність, %	4,0	3,8	3,6
Прохід сита, %	80	65	60
Схід сита, %	2	10	10
Металомагнітна домішка, мг/кг	1,0	1,0	1,0
Середній розмір частинок продукту, мкм	111,9	87,36	162,93

Однією із важлих характеристик борошна є його крупність, яка характеризується середньозваженим розміром частинок готового продукту.

Розміри середніх частинок розраховували за формулою середньозваженого:

$$X_{\text{сер.зв}} = \frac{11190,14}{100} = 111,9 \text{ мкм}$$

$$X_{\text{сер.зв}} = \frac{8733,73}{100} = 87,36 \text{ мкм}$$

$$X_{\text{сер.зв}} = \frac{16299,065}{100} = 162,93 \text{ мкм}$$

Відмінності за величиною $X_{\text{сер.зв}}$ є наслідком неоднакового гранулометричного складу проб борошна. Тому для виявлення та оцінки

відмінностей у гранулометричному складі проб борошна необхідно розглянути графіки функцій розподілу частинок борошна за розмірами.

На рисунках 3.1-3.6 наведено диференціальні та інтегральні криві розподілу частинок горохового борошна за крупністю.

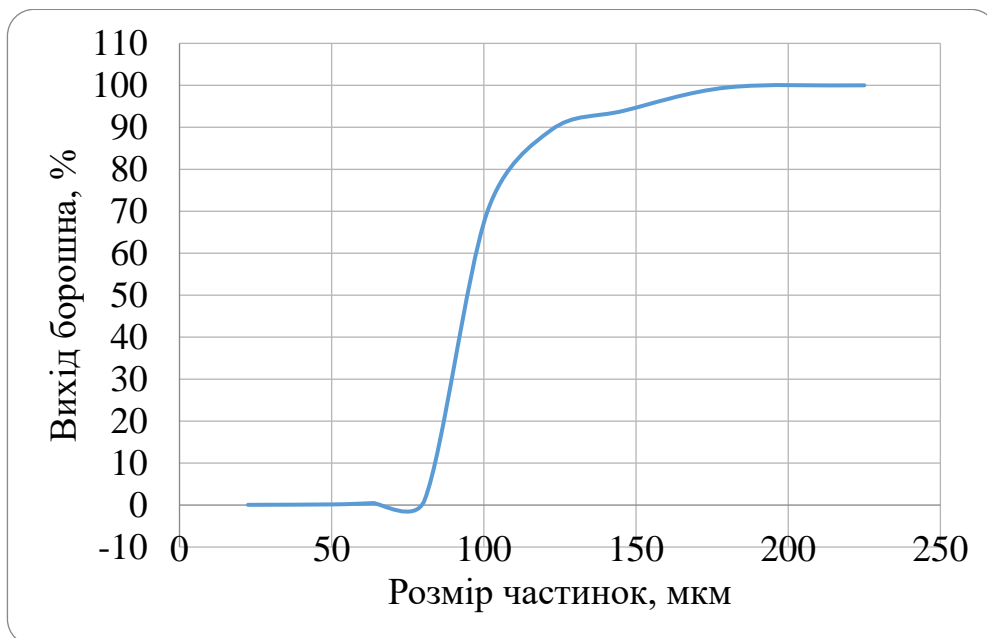


Рисунок 3.1- Інтегральна крива розподілу частинок борошна горохового крупного помелу

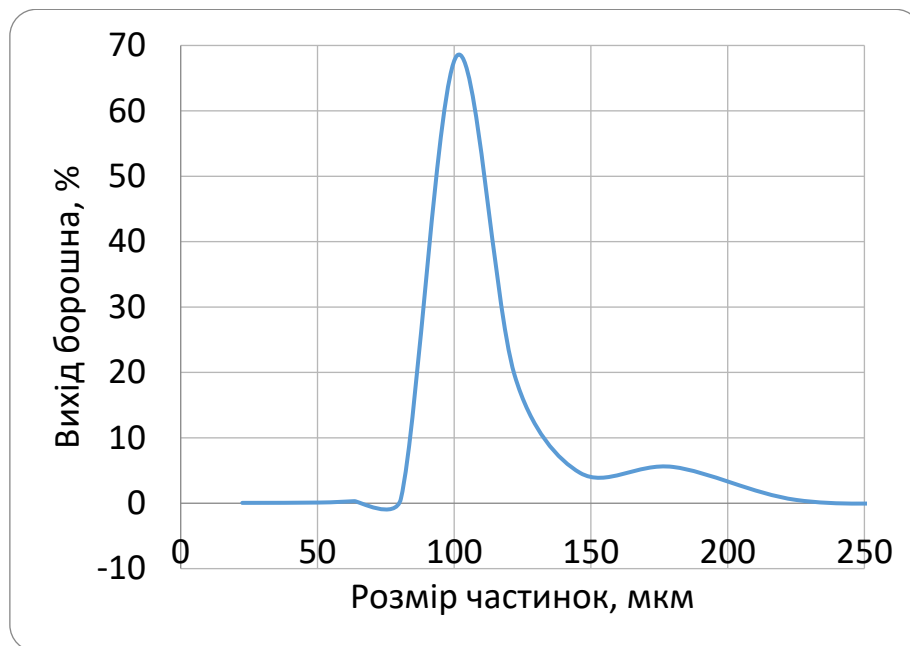


Рисунок 3.2- Диференціальна крива розподілу частинок борошна горохового крупного помелу

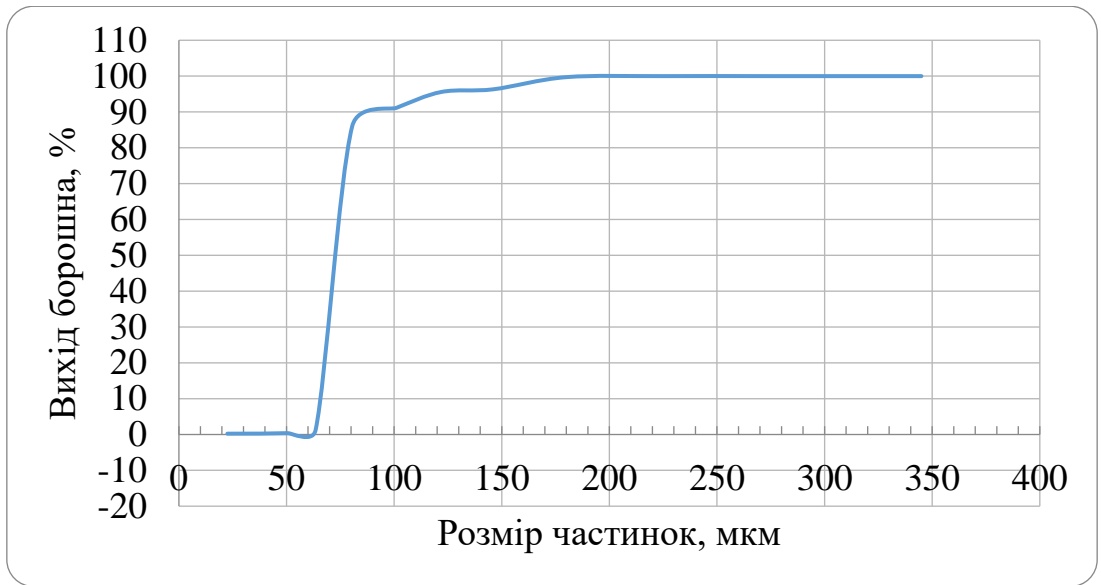


Рисунок 3.3- Інтегральна крива розподілу частинок горохового борошна дрібного помелу

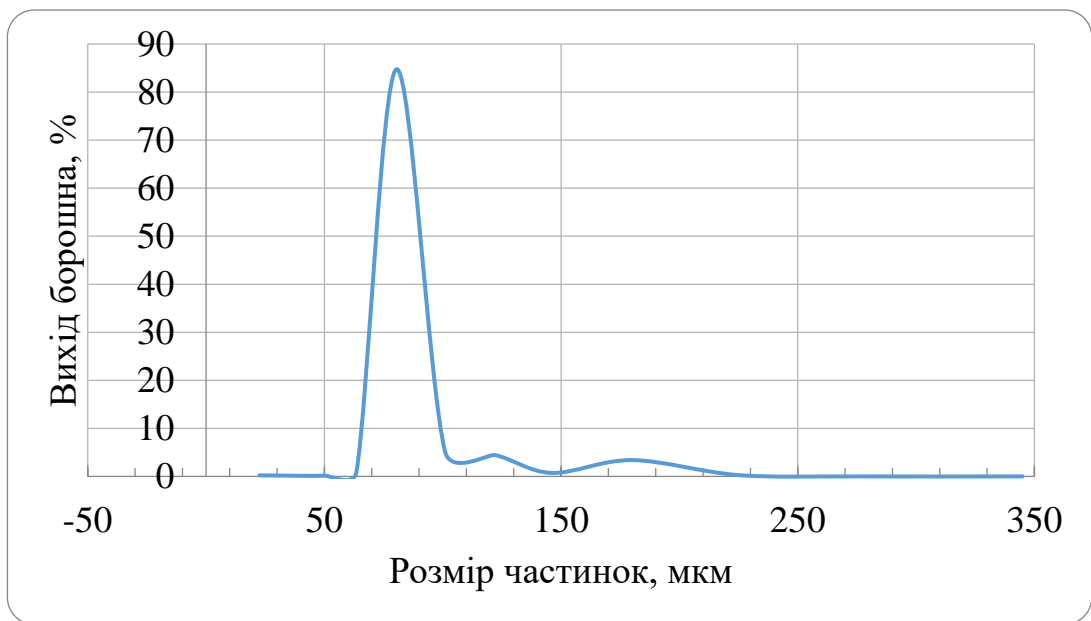


Рисунок 3.4- Диференціальна крива розподілу частинок борошна дрібного помелу

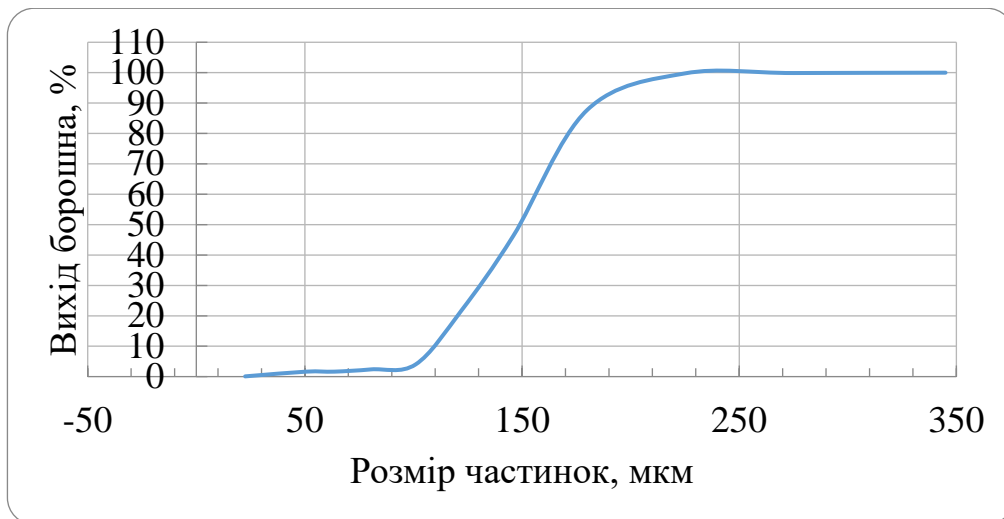


Рисунок 3.5- Інтегральна крива розподілу частинок горохового борошна дрібного помелу, екструдованого.

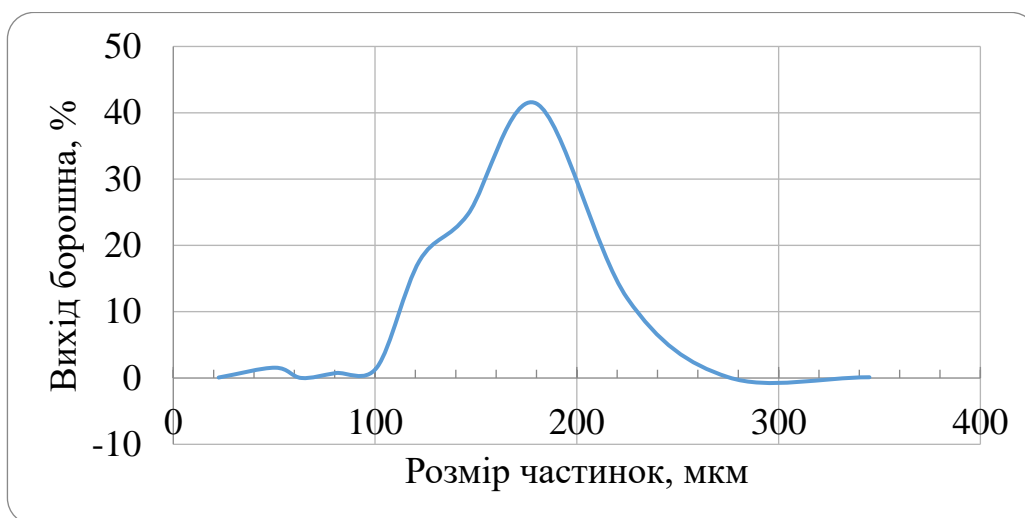


Рисунок 3.6- Диференціальна крива розподілу частинок горохового борошна дрібного помелу, екструдованого.

Максимум графіків функцій розподілів у проб борошна з крупного помелу в діапазоні від 22,5 до 735 мкм, у проб борошна з дрібного помелу знаходиться в діапазоні від 22,5 до 345 мкм.

З рисунку 3.3 видно, що у проб борошна з дрібного помелу, 80 % частинок мають розмір більше 80,5 мкм, у проб борошна крупного помелу приблизно 50 % частинок мають розмір більше 101 мкм.

Згідно наших досліджень видно, що найбільший середній розмір часточок у зразка № 3 – 162,93 мкм. Близько 57 % часточок мали розмір який коливався в межах 146-345 мкм. Зразок №2 рекомендуємо використовувати для проведення подальших досліджень.

Інтегральні криві менш чутливі щодо зміни в гранулометричному складі фракцій продуктів ніж диференціальні криві. Інтегральні характеристики в порівнянні із диференціальними є кращим способом графічного аналізу даних гранулометричного складу.

Тонко розмелене борошно має кращі показники відбиття променів світла та віддзеркалює більше світла, ніж борошно, що складається з більш крупних часток.

Найкращими технологічними властивостями володіє борошно з крупністю частинок в межах 60 – 100 мкм. За рахунок однорідності в розмірах досягається рівномірне поглинання води полімерами борошна, атакованість ферментами, газоутворювальна і цукроутворювальна здатності.

Борошно, розмелене в недостатньому ступені (занадто крупне) гірше поглинає воду. Великі частки борошна повільно набухають та проявляють підвищену стійкість до дії ферментів. Крупність помелу залежить не тільки від роботи здрібнювальних верстатів, але й від особливостей зерна.

Крупність помелу борошна широко варіюються в залежності від технічної схеми і призначення, тому необхідно визначити оптимальний розмір помелу для отримання продукту заданої якості.

Розмір частинок борошна впливає на фізичні, структурно-механічні властивості тіста та сирих виробів. Від розміру частинок залежить вміст ендосперму в продуктах розмелювання зерна.

Для отримання виробів хорошої якості необхідно використовувати борошно з найдрібнішими часточками.

Висновки до розділу. Розрахований середньозважений розмір частинок борошна горохового дрібного помелу склав- 87,36 мкм, борошна горохового крупного помелу- 111,9 мкм, борошна дрібного, екструдованого- 162,93 мкм.

Встановлено, що у проб борошна з дрібного помелу, 80 % частинок мають розмір більше 80,5 мкм, у проб борошна крупного помелу приблизно 50 % частинок мають розмір більше 101 мкм. У борошна дрібного помелу, екструдованого близько 57 % часточок мали розмір який коливався в межах 146-345 мкм.

4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Наукове обґрунтування та опис технологічного процесу

Очищення гороху від домішок здійснюють шляхом дворазового послідовного пропуску крізь сепаратори, в яких сходом із пробивних сит з отворами 10 мм відбирають відходи II і I категорії.

Продукт, одержаний на сепараторах проходом крізь сито з отворами діаметром 5 мм, подають на просіювальні машини для контролю відходів, де сходом із сита з отворами діаметром 2 (2,5) мм одержують дрібний горох, в проходом — відходи III категорії.

Після очищення від домішок горох можна, але не обов'язково, піддавати пропарюванню або зволоженню з подальшим висушуванням до вологості 14—15 %. Пропарювання здійснюють під тиском пари 0,10—0,15 МПа і тривалістю 2,0—2,5 хв. Зволоження гороху здійснюють на 2,0—2,5 % при подальшому відволоженні протягом 20—30 хв.

Після сушіння температура зерна гороху не повинна перевищувати температур виробничого приміщення більш ніж на 6-8°C. Відволожувати горох після сушіння не рекомендується.

Горох перед луценням направляють на розсійник РК-4 для поділу на дві фракції за крупністю і сходом із пробивних сит з отворами діаметром 7,0 мм одержують крупну фракцію, проходом крізь сито з отворами діаметром 6,0 мм — дрібну фракцію; схід із сит діаметром 6,5 мм суміщають з крупною або дрібною фракціями залежно від крупності та вирівняності перероблюваної партії гороху.

Луцення і шліфування гороху проводять відокремлено (крупна і дрібна фракції) на двох послідовних системах луцильно-шліфувальних машин типу А1-ЗШН-3 (діаметр отворів ситового циліндра — 2,5 мм).

Продукт, одержаний після луцильно-шліфувальних машин типу А1-ЗШН перших систем крупної та дрібної фракцій), направляють на розсійники для сортування:

схід з пробивних сит із отворами 4,0 x 20 мм для крупної фракції і сит з отворами 3,0 x 20 мм дрібної фракції провіюють і подають на машини типу А1-ЗШН других систем;

схід із сит з отворами діаметром 3,0 мм — горох, розколений на сім'ядолі, потрапляє на окрему машину типу А1-ЗШН для додаткової обробки коленого гороху.

Продукт, одержаний після машин типу А1-ЗШ Н других систем, також направляють, на розсійники для сортування:

схід із сит з отворами 4,0 x 20 мм і 3,0 x 20 мм (лушений цілий горох) провіюють в аспірааторах для відділення лузги і направляють на полірування;

схід із сит з отворами діаметром 3,0 мм других систем (горох колений) суміщають з відповідним продуктом перших систем і після додаткового шліфування в машині типу А1-ЗШН, сортування в розсійнику і провіювання в аспірааторах подають на полірування.

Продукт, одержаний з усіх розсійників проходом крізь сито з отворами діаметром 3 мм і сходом сит з отворами діаметром 1,5 мм, після контрольного провіювання, спрямовують у відходи І і ІІ категорій.

Готові цілі й колоті горохові крупи окремо двічі провіюють в аспірааторах і після магнітного контролю та спрямовують в засіки. Відноси аспірааторів контролюють на ситі з отворами діаметром 3,0 мм. Прохід подають на контроль мучки, а схід (лузгу) піддають контрольному провіюванню в аспірааторах і після магнітного контролю спрямовують у засіки. Контроль мучки (з аспіраційними відносами машин типу А1-ЗШН) здійснюють на ситі з отворами діаметром 1,5 мм. Схід спрямовують у відходи І і ІІ категорій, а прохід після магнітного контролю — в засіки для січки і мучки. Вміст у мучці та січці, а також у відходах І і ІІ категорій часток гороху, одержаних з отворами діаметром 2,0 мм, не повинен перевищувати 5,0 % від їх маси. На операціях ситового контролю мучки і лузги допускається застосування буратів, центрифугалів та розсійників [19].

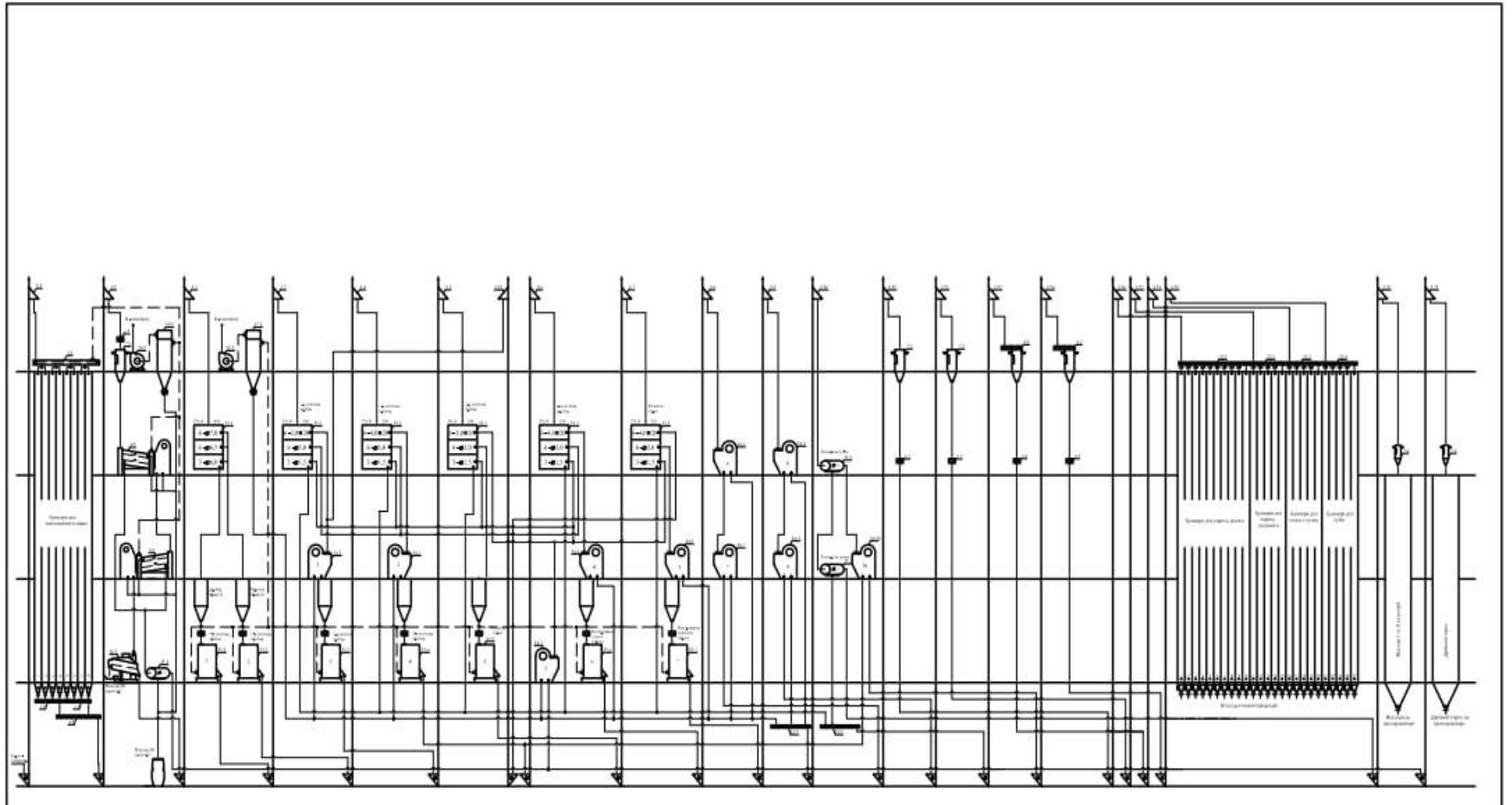


Рис. 4.1. Апаратурно-технологічна схема переробки гороху

1.1-норія Н-100, 2.1-транспортер ланцюговий, 3.1-3.2-транспортер ваговий, 4.1- транспортер ваговий, 5.1-5.2.1- норія Н-10, 6.1-6.5-магнітна колонка БМЗ, 7.1-7.5-ваги ДВС-50У, 8.1-8.2-ваги ДВС-50У, 9.1-9.2- сепаратор зерноочисний, 10.1-каменевідбійник, 11.1-11.3-розсійник РК-4, 12.1-розсійник РК-2, 13.1-13.7-луцильно-шліфувальна машина А1-ЗШН, 14.1-14.10-повітряний сепаратор АСХ-5, 15.1,16.1-транспортерваговий, 17.1,19.1-фільтр циклон, 18.1,20.1-вентилятор середнього тиску, 21.1-21.3-просіювач барабанний

4.2 Розрахунок та підбір технологічного обладнання

Продуктивність обладнання технологічних ліній визначається за формулою:

$$q_{л} = \frac{P \cdot Z}{t \cdot 100 \cdot K}, \quad (4.1)$$

де $q_{л}$ – продуктивність обладнання ліній, т/год;

P – потужність заводу, т/добу;

Z – розрахункова кількість перероблюваної сировини, %;

t – час роботи лінії, год;

K – коефіцієнт використання обладнання.

Загальну кількість необхідного n , шт., обладнання розраховують за формулою:

$$n = \frac{q_{л}}{q_{м}} \quad (4.2)$$

де $q_{л}$ – продуктивність лінії, т/год.;

$q_{м}$ – продуктивність машини, т/год.

Розраховуємо необхідну кількість магнітних колонок:

$$q_{л} = \frac{120 \cdot 90}{20,5 \cdot 100 \cdot 1} = 5,3 \text{ т/год}$$

$$n = \frac{5,3}{1} = 5 \text{ шт.}$$

Ми повинні прийняти для встановлення 5 магнітних колонок БМЗ.

Розраховуємо необхідну кількість сепараторів:

$$n = \frac{5,3}{3} = 2 \text{ шт.}$$

Ми повинні прийняти для встановлення 2 зерноочисних сепаратора БСХ-12.

Розраховуємо необхідну кількість каменевідбірників:

$$n = \frac{5,3}{6} = 1 \text{ шт.}$$

Ми повинні прийняти для встановлення 1 каменевідбірник РЗ-БКТ-100.

Розраховуємо необхідну кількість розсійників:

$$n = \frac{5,3}{2} = 3 \text{ шт.}$$

Ми повинні прийняти для встановлення 3 розсійника РК-4.

$$n = \frac{5,3}{6} = 1 \text{ шт.}$$

Ми повинні прийняти для встановлення 1 розсійник РК-2.

Розраховуємо необхідну кількість луцильно-шліфувальних машин:

$$n = \frac{5,3}{1} = 1 \text{ шт.}$$

Ми повинні прийняти для встановлення 7 луцильно-шліфувальних машин А1-ЗШН.

Розраховуємо необхідну кількість повітряних сепараторів:

$$n = \frac{5,3}{0,5} = 10 \text{ шт.}$$

Ми повинні прийняти для встановлення 10 повітряних сепараторів АСХ-5.

Висновки до розділу. Розроблено та описано технологічну схему переробки гороху. Розраховане та підібране технологічне обладнання.

5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

5.1 Користь проведеної роботи для розвитку галузі

Горох є стійким джерелом необхідних поживних речовин та не дорогих білків, що робить їх дуже цікавими для нових композицій препаратів.

Проблема забезпечення та підвищення якості білкової рослинної продукції є актуальна для всіх країн і підприємств. Від її вирішення в значній мірі залежить успіх і ефективність національної економіки. Це є актуальною та важливою задачею, розв'язання якої буде значним вкладом у вирішенні проблеми рослинного білка, формування власних білкових та зернових ресурсів.

Зернове господарство займає базове місце у сільськогосподарському виробництві країни та гарантує її продовольчу безпеку, саме тому воно вважається галуззю стратегічного значення. Серед базової сільськогосподарської продукції, яка гарантує продовольчу безпеку країни, зерно займає особливе місце. Це зумовлюється винятково важливим його значенням безпосередньо для виготовлення висококалорійних продуктів харчування і насамперед хліба.

Хліб і хлібобулочні вироби відіграють найважливішу роль у харчуванні людини, оскільки забезпечують істотну частину фізіологічної потреби людського організму поживних речовин і енергії, і є досить доступними продуктами харчування широкого кола споживачів.

У зв'язку з цим, раціональне використання зерна на борошномельних підприємствах завжди було і залишається актуальним завданням борошномельної промисловості. Ефективне використання зернових ресурсів у борошномельній промисловості передбачає зниження досить високого рівня сировинних витрат та вироблення борошна високої якості.

Ефективність процесу виробництва борошна визначається витратами зерна, споживанням електроенергії та якістю виробленого борошна. На ефективність переробки зерна в борошно впливають технологічні властивості зерна, що переробляється, структура і режими технологічного процесу на

борошномельному заводі, склад технологічного і транспортного устаткування.

Впровадження і створення нових технологій, переробка сировини для виготовлення продуктів високої якості, які матимуть оздоровчий вплив на організм людини, забезпечуватимуть профілактику захворювань, сприятимуть усуненню дефіциту вітамінів, мікро- і макроелементів та інших поживних речовин. Цим вимогам відповідають оздоровчі функціональні продукти. Тому при розробці цих продуктів нами пропонується використовувати горох, який має унікальний хімічний склад. В горосі високий вміст білка, який легко засвоюється. Крім того, є вуглеводи, переважно у вигляді фруктози, клітковини, пектинових речовин. Достатній набір вітамінів — групи В, Е, К, РР, D, С, провітамін А. У насінні висока концентрація ненасичених жирних кислот, що знижують рівень холестерину в крові. Горох підвищує поживність продуктів, страв, збагачує білком, мінеральними речовинами. Продукти з гороху містять менше вуглеводів, ніж насіння інших бобових культур, а білки цієї рослини повноцінніші, ніж білки бобів, чечевиці і квасолі. Майже всі поживні речовини гороху добре перетравлюються і засвоюються. Коефіцієнт перетравлення коливається в межах 70 – 98 %.

Аналіз науково-технічних даних застосування у хлібопекарському виробництві насіння бобових культур та продуктів їх переробки показує, що традиційна технологія хлібобулочних виробів в останні роки все більше зазнає глибоких змін з метою отримання продуктів підвищеної біологічної цінності, високих органолептичних характеристик. Однак для створення нових видів хлібобулочних виробів з нетрадиційними рослинними добавками, що дозволяють найбільш повно та раціонально використовувати місцеву сировину, необхідне їхнє наукове обґрунтування, засноване на відомостях про хімічний склад цієї сировини.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі на тему «Дослідження технологічних властивостей продуктів переробки насіння гороху» проведено експериментальну частину у лабораторії, що знаходиться на кафедрі технології зберігання і переробки зерна. Для виявлення найбільш раціонального використання гороху в якості добавок вивчалась харчова цінність горохового борошна.

На основі проведеного аналізу, внесення білковмісної сировини в рецептуру борошняних кондитерських виробів є актуальним завданням, що забезпечить поліпшення органолептичних показників якості, підвищить споживчу цінність, збагатить вироби біологічно активними речовинами.

В роботі проаналізовані органолептичні та фізико-хімічні показники горохового борошна. Горохове борошно багате своїм хімічний складом.

Технологічні властивості борошна залежать від гранулометричного складу. Водопоглинальна здатність, сприйнятливність до дії ферментів біополімерів борошна залежить від крупності помелу.

Наукова частина роботи полягала у дослідженні різних зразків горохового борошна на крупність. Результати проведених досліджень показали, що горохове борошно по своїм органолептичним і технологічним властивостям являється цінним і перспективним видом білкової сировини.

Дослідженнями показано, що структурно-механічні властивості зерна, особливості побудови схеми технологічного процесу на млині, а так само відмінності в характеристиці робочих органів подрібнюючих машин і режимах їх подрібнення обумовлюють неоднакові розміри частинок борошна, що виробляється.

Аналіз гранулометричного складу борошна показав, що в досліджуваному зразку горохового борошна, який необхідно отримати переважають дрібні фракції, розміри частинок яких коливаються від 22,5 до 345 мкм.

Розробка технології вилучення з гороху цільових компонентів, які забезпечують отримання кількох продуктів, за практично повної утилізації вихідної сировини, спрямована на економію рослинних ресурсів та забезпечення безвідходної технології.

У зв'язку з цим проблема вилучення з гороху біологічно активних речовин із певними властивостями, цілеспрямоване їх використання для розробки продуктів профілактичного та дієтичного харчування, а також стабілізації їх структурних компонентів при зберіганні є своєчасною та актуальною.

Перспективною сировиною для отримання біологічно активних речовин є горох, оскільки він має значну харчову та біологічну цінність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Айзікович Л.Є. Фізико-хімічні основи технології виробництва борошна. -1975. - 239 с.
2. Андреев С. Є, Товаров В.В, Перов В.А. Закономірності подрібнення та обчислення характеристик гранулометричного складу: Металургіздат, 1959. - 437 с.
3. Аніканова. Формування сортових ресурсів гороху / Хлібопродукти. - 1999. - N 2; с.22-24.
4. Баум А.Є. Прогресивна технологія хлібоприймальних та зернопереробних підприємств: 1978. -192.
5. Борисенко О. В. Удосконалення технології хлібобулочних виробів, збагачених харчовими волокнами. Київ, 2008. 152 с.
6. Горох. Технічні умови ДСТУ 4523:2006.
7. Дьяконова.О. Високобілковими виходять багатокомпонентні хлібопекарські суміші із злаків нуту, гороху та бобів // Зерно і хліб. - 2006. - № 2 (42). - С.35.
8. Єгоров Г.А., Мельников Є.М., Максимчук Б.М. Технологія борошна, крупи та комбікормів: 1994. - 375 с.
9. Задорін О, Король. Н, Шумілін П. Гороховий напівфабрикат після екструдювання набуває високої жиро- та водопоглинальної та емульгуючої здатності // Зерно і хліб. - 2006. - № 4 (44). - С.43.
10. Клименко. М, Чернявська О. // Білковий концентрат гороху Харчова і переробна промисловість. — 2001. — № 11. — С. 15.
11. Клиша А. І. Стратегія культури гороху.Зберігання та переробка зерна. - 2000. - № 4 (10). - С. 20-21.
12. Краснюк І.І, Глінкіна А.Є, Тришин А.В. Ліпіди гороху: склад та біологічна активність / Фармація. - 2009. - № 1. - С. 26-27.

13. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи для здобуття освіт. ступеня «Магістр» спец. освіт.-проф. програми «Технології зберігання і переробки зерна» ден. Та заоч. Форм навч. /уклад. Є. І. Харченко, Т. І. Янюк, А. В. Шаран. - : НУХТ, 2021.-22 с.
14. Мерко І.Т., Моргун В.О. Зміна хімічного складу борошна на різних етапах її виробництва // Харчова технологія. - 1990. - №4. - С. 42 –45.
15. Никіфорова Т. А, Пономарьов С.Г, Куликов Д.А. Побічний продукт переробки гороху - джерело біологічних активних речовин // Кондитерське виробництво. - 2013. - № 3. - С. 13-14.
16. Овдієнко О, Пархоменко Д. // Зберігання та переробка зерна. - 2015. - № 8-9 (195). - С. 21-23.
17. Панкратов Г.М., Іванов В.А. Гранулометричний склад //Хлібопродукти. - 1999. - № 4. - с. 16.
18. Перегуда М.А, Харченко Є.І, Технологія борошномельного виробництва.
19. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних заводах. Міністрство Агропромислвого Комплексу України. Київський Інститут ХлібПродуктів.
20. Рижова, Л. В. Хімічний склад та технологічні властивості гороху.
21. Шаповалова Н. П., Богданович А. М. Збагачення хлібобулочних виробів харчовими волокнами. 2015.
22. Швецова І.А., Колкунова Г.К. Вплив технології помелу на хлібопекарські властивості борошна // Борошномельно-круп'яна промисловість. - 2002. -14 с.
23. Шелудько, В. М. Горох у харчуванні людини // Зберігання та переробка зерна. - 2012. - № 9 (159). - С. 27-28. - Бібліогр.: с. 28.
24. Шаповаленко, О.І, Г.І. Скорікова, Л.В.Польовик, Є.І. Харченко // Дослідження якості суміші пшеничного та горохового борошна та змін при зберіганні/ Зберігання та переробка зерна. - 2009. - №4 (118). - С. 49-50.