

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет ТВПШТСБ

**Кафедра переробки продукції тваринництва та харчових технологій
Спеціальність 181 – «Харчові технології»
Ступінь вищої освіти «Магістр»**

«Допустити до захисту»

«Рекомендувати до захисту»

Декан _____ Михайло ГИЛЬ

Зав. кафедри _____ Олена ПЕТРОВА

“ _____ ” _____ 2025 р.

“ _____ ” _____ 2025 р.

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА
КУКУРУДЗЯНИХ ПАЛИЧОК В УМОВАХ СТ «ТЕРНОВСЬКИЙ
ПЕРЕРОБНИЙ КОМБІНАТ» М. МИКОЛАЇВ**

04.04. - КР. 92-О 30 05 25. 021

Виконавець:

здобувач II курсу _____ Євген СІНИЦІН

Науковий керівник:

ст. викладачка _____ Алла ЗІЮЗЬКО

Рецензент:

доцентка _____ Наталя ШЕВЧУК

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	3
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Ринок сухих сніданків	7
1.2. Класифікація харчових концентратів	9
1.3. Інноваційні тренди у виготовленні сухих сніданків	13
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ, УМОВИ І МЕТОДИКИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ	18
2.1. Місце та об'єкт дослідження	18
2.2. Методики виконання роботи	20
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
3.1. Експериментальні дослідження, аналіз та теоретичне обґрунтування отриманих результатів	24
3.1.1. Вплив фруктово-ягідних порошків на показник спучування	24
3.1.2. Збереження антиоксидатної активності після теплової обробки	25
3.1.3. Оцінка якості кукурудзяних паличок з додаванням порошків	27
3.2. Розрахунки рецептури, харчова та енергетична цінність кукурудзяних паличок	31
3.3. Технологічна схема виробництва кукурудзяних паличок	34
3.4. Опис технології виробництва кукурудзяних паличок	36
3.5. Вимоги до якості кукурудзяних паличок	37
3.6. Управління якістю та безпечністю на виробництві	39
3.6.1. Аналіз небезпечних факторів	39

	3
3.6.2. Блок-схеми виробництва кукурудзяних паличок	42
3.6.3. Карта аналізу небезпечних факторів при виробництві кукурудзяних паличок	45
3.7. Економічна частина	46
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	50
РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	54
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	57
ВИСНОВКИ	60
ПРОПОЗИЦІЇ	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	64

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: «Удосконалення технології виробництва кукурудзяних паличок в умовах СТ «Терновський переробний комбінат» м. Миколаїв», яка містить 12 таблиць, 2 рисунки та 31 літературне джерело спеціальної, довідкової літератури та періодичних видань. Обсяг даної роботи складає 70 сторінок комп'ютерного тексту. Актуальність теми обумовлена необхідністю розширення асортименту снекової продукції з підвищеною харчовою цінністю, використанням натуральних інгредієнтів та зменшенням застосування синтетичних добавок.

У розділі 1 проаналізовано сучасний стан виробництва екструдованих зернових продуктів, зокрема кукурудзяних паличок. У розділі 2 наведено характеристику сировини, описано умови проведення експериментів, технологічні параметри екструзії, а також методи визначення фізико-хімічних, органолептичних, харчових та енергетичних показників продукції. У розділі 3 представлено результати експериментальних досліджень впливу порошків на якість кукурудзяних паличок. Проаналізовано зміни харчової та енергетичної цінності, органолептичних показників, кольору та структури виробів.

У розділі 4 проаналізовано вимоги до безпечної експлуатації технологічного обладнання, санітарно-гігієнічні умови праці, заходи щодо зниження рівня шуму, пилу та запобігання травматизму. У розділі розглянуто можливі надзвичайні ситуації техногенного характеру, що можуть виникати на підприємствах харчової промисловості. У розділі 6 узагальнено заходи екологічної безпеки виробництва, спрямовані на мінімізацію негативного впливу на довкілля та забезпечення сталого розвитку підприємства.

Встановлено, що додавання натуральних порошків сприяє підвищенню харчової цінності та формуванню привабливих споживчих властивостей продукції.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

СТ – споживче товариство

ДСТУ – державний стандарт України

ТУ – технічні умови

АОА – антиоксидатна активність

ККТ – критичні контрольні точки

ОППУ – операційні програми попередніх умов

ПМВ – прямі матеріальні витрати

ПВОП – прямі витрати на оплату праці

ЄСВ – Єдиний соціальний захист

ЗВВ – загальновиробничі витрати

ВСС – виробнича собівартість

ПСР – повна собівартість

АВ – адміністративні витрати

ВЗ – витрати на збут

СК – світловий коефіцієнт

ЕМП – електромагнітні поля

ППЕ – поверхнева щільність потоку енергії

ПНО – потенційно небезпечне

НС – надзвичайні ситуації

КМУ – Кабінет Міністрів України

БСК – біохімічне споживання кисню

ВСТУП

Сухі сніданки – це продукти, які використовуються населенням для швидкого втамування голоду «на ходу» або для задоволення. У найближчій перспективі обсяг ринку сухих сніданків в Україні може збільшитися. Така тенденція пов'язана переважно зі зростанням внутрішнього виробництва, адже дедалі більше споживачів надають перевагу смачній та швидкій у приготуванні їжі [4, 17].

Ринок сухих сніданків насичений і може запропонувати потенційному споживачу широкий вибір продукції як вітчизняного, так і іноземного виробництва. Для удосконалення смакових властивостей в суміші додають цукровий сироп, карамель, горіхи, сушені фрукти, шматочки шоколаду, нерідко суміші збагачують вітамінами і мінеральними солями – кальцію, фосфору, заліза. Важливим є використання під час виробництва сухих сніданків сировини з підвищеним вмістом білка та збалансованим за вмістом незамінних амінокислот [26].

Актуальність теми обумовлена необхідністю розширення асортименту снекової продукції з підвищеною харчовою цінністю, використанням натуральних інгредієнтів та зменшенням застосування синтетичних добавок.

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технології виробництва кукурудзяних паличок шляхом використання натуральних порошків малини, чорниці та бурияка.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено виконання таких завдань: обґрунтувати вибір порошків малини, чорниці та бурияка як функціональних інгредієнтів для виробництва кукурудзяних паличок; оцінити антиоксидатну активність після теплової обробки; розробити рецептури контрольного та дослідних зразків кукурудзяних паличок з додаванням натуральних порошків; порівняти якісні показники дослідних зразків з контрольним зразком; визначити оптимальні варіанти рецептур з урахуванням споживчих властивостей та харчової цінності виробів.

Об'єкт дослідження – кукурудзяні палички. Предмет дослідження – вплив введення фруктових порошків (малина, чорниця, буряк) у рецептуру виготовлення кукурудзяних паличок.

Наукова новизна кваліфікаційної роботи полягає у тому, що вперше досліджено вплив додавання порошків малини, чорниці та буряка, а також їх суміші у співвідношенні 2 : 2 : 1, на харчову та енергетичну цінність кукурудзяних паличок; встановлено закономірності зміни органолептичних та фізико-хімічних показників кукурудзяних паличок залежно від виду та складу натуральних порошків; обґрунтовано доцільність використання фруктових порошків як натуральних функціональних інгредієнтів у технології екструдованих зернових продуктів; визначено оптимальні варіанти рецептур кукурудзяних паличок з підвищеною харчовою цінністю без застосування синтетичних барвників та ароматизаторів.

Дослідження опубліковано у збірнику матеріалів Міжнародної конференції.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Ринок сухих сніданків

Сухі сніданки – це продукти, які використовуються населенням для швидкого втамування голоду «на ходу» або для задоволення. Сухими сніданками є продукти з кукурудзи, пшениці, рису та інших культур у вигляді паличок, пластівців, повітряних зерен, кілець, зірочок, подушечок і т.д., які вживають з молоком, йогуртом або з іншим продуктом, який припадає до смаку. Для удосконалення смакових властивостей в суміші додають цукровий сироп, карамель, горіхи, сушені фрукти, шматочки шоколаду, нерідко суміші збагачують вітамінами і мінеральними солями – кальцію, фосфору, заліза [17].

У найближчій перспективі обсяг ринку сухих сніданків в Україні може збільшитися. Така тенденція пов'язана переважно зі зростанням внутрішнього виробництва, адже дедалі більше споживачів надають перевагу смачній та швидкій у приготуванні їжі [18].

На початку 2023 року глобальний ринок сухих сніданків оцінювався у \$77 млрд. Прогнозується, що до 2028-го темпи його зростання становитимуть 5,8% щороку. Сегмент готових сніданків буде домінувати на ринку завдяки зростанню звички їсти на ходу у дедалі більшої частини населення [16].

Основними споживачами сухих сніданків є молодь і діти, але й більш зріла аудиторія також споживає цю категорію продуктів. За останні два роки тенденція здорового харчування мала значний вплив на цей сегмент ринку, зокрема в Україні, хоча на динаміку ринку сильно вплинула війна.

В Україні велика кількість іноземних брендів сухих сніданків, зокрема Nesquik, Lion, Gold Flakes, Sante та інші. Водночас на ринку сухих сніданків також є багато і вітчизняних виробників. Наприклад, компанія «Сквирянка» є великим українським виробником у галузі переробки продуктів з зернових. Компанія виготовляє готові каші, борошно, вівсяні пластівці та інші зернові

продукти. Іншими великим гравцем є Lantmännen, який виробляє не тільки каші, але й різні види екструдованих сухих сніданків, таких як кукурудзяні пластівці, кульки, фігурки, подушечки, гранолу та зернові батончики. Виробник Терра відомий виробництвом граноли та каш швидкого приготування [19].

Попри складні часи для країни, галузь сухих сніданків продовжує розвиватися. Стабільний попит на сухі сніданки, каші, снеки, батончики та інші корисні харчові продукти дає можливість бізнесу продовжувати свою діяльність, задовольняючи потреби споживачів. Так, від початку 2021-го до кінця першого кварталу 2023-го обсяг ринку сухих сніданків в Україні збільшився на 5%. Це свідчить про сталий попит від споживачів, що стимулює розвиток компаній, які демонструють готовність розвивати ринок в умовах війни. Попит на сухі сніданки, снеки, каші, батончики та інші вироби зростатиме, адже дедалі більше людей не хочуть витрачати багато часу на приготування їжі, яка водночас має бути здоровою та якісною [24].

Сучасне високопродуктивне обладнання дозволяє зберегти у продукції до 95% користі зерна та до 85% вітамінів, мінералів, мікрота макроелементів. Тож виробники, особливо ті, які можуть запропонувати споживачам нові здоровіші альтернативи без втрати смаку, виграють від цього зростанням інтересу до готових сніданків [20].

За сьогоденних умов можна очікувати зростання галузі переважно у сегменті пластівців та каш, які стали чудовою альтернативою для багатьох сімей, що віддають перевагу ситному та вітамінному сніданку.

Тренд на здоровий спосіб життя веде до підвищення попиту на сухі сніданки та снеки, що містять натуральні та корисні інгредієнти для людини, тобто здорові снеки. До їх числа належить гранола, натуральні пластівці в сухих сніданках [20].

Ринок граноли та сухих сніданків в Україні стрімко розвивається. Корисні перекуси йдуть нога в ногу з трендами на здорове харчування і охоплюють все більшу аудиторію. Найближчим часом очікується розширення

лінійок українських брендів і поступове заміщення імпоротної продукції вітчизняною.

Ринок сухих сніданків насичений і може запропонувати потенційному споживачу широкий вибір продукції як вітчизняного, так і іноземного виробництва. Національні виробники не в змозі повністю задовольнити потреби споживачів, оскільки на ринку присутня велика кількість іноземних аналогів, яким споживачі віддають перевагу через їх відомість та якість. Велика частка ринку зайнята іноземними брендами, виробництво яких знаходиться в Україні [21].

Темп сучасного життя ставить багатьох в умови постійного дефіциту часу. Збільшується попит продукції, що відповідає вимогам швидкого харчування. Широке визнання з боку споживача отримали концентрати як сухих сніданків, які є продукти, готові до вживання, зазвичай, без додаткової кулінарної обробки, виготовлені із злакового зерна з спрямованими функціональними властивостями [16].

В Україні популярність сухих сніданків зростає з кожним роком, їх вживає понад 40 % населення. Продукти сприяють збереженню та зміцненню здоров'я, попереджають захворювання, пов'язані з неправильним харчуванням та впливом шкідливих факторів. Разом про те асортимент таких товарів, зокрема вітчизняного виробництва, недостатній і потребує розширення з урахуванням потреб ринку [3, 13].

1.2. Класифікація харчових концентратів

Харчові концентрати являють собою збезводнені і звільнені від неїстівних частин суміші продуктів рослинного і тваринного походження, максимально підготовлені до вживанні в їжу. Вони володіють рядом особливостей, які вигідно відрізняють їх від інших натуральних продуктів. До числа цих особливостей відносяться: малий об'єм і маса, висока концентрація харчових речовин, висока поживна цінність, споживча готовність, простота

готування блюда, тривалість зберігаємость [13].

Мала вага і маса концентратів досягається зневоднюванням і видаленням із сировини неїстівних частин, а також брикетуванням. Завдяки цьому вони відрізняються гарною транспортабельністю, вимагають значно менше пакувальних матеріалів, транспортних засобів для перевезення, складських площ для зберігання [15].

Висока ступінь концентрації харчових речовин досягається за рахунок максимального зневоднювання напівфабрикатів, що входять до складу концентратів (круп, овочів, м'яса, риби й т.д.) і за рахунок застосування в якості сировини концентрованих матеріалів (жиру, цукру, яєчного порошку сухого молока і т.д.) [6].

Висока поживна цінність концентратів обумовлена застосуванням різноманітних високоякісних продуктів, у найбільш сприятливих співвідношеннях для людського організму, а також введенням у рецептуру вітамінів, мінеральних солей, білкових продуктів [15].

Споживча готовність і простота готування блюда з концентратів забезпечені відповідною технологічною (тепловою і механічною) обробкою сировини [11].

Тривала зберігаємость концентратів обумовлена низьким вмістом вологи. У них міститься не більше 10...12 % вологи (іноді 2...5 %), що створює несприятливі умови для розвитку і життєдіяльності мікроорганізмів, а також затримує протікання ферментативних і неферментативних процесів, які викликають погіршення якості концентратів. Строк зберігання концентратів залежить від їхнього рецептурного складу і способу технологічної обробки [7].

Гарантійний строк зберігання концентратів коливається від трьох місяців до одного року.

Вітчизняна промисловість виробляє більше 300 найменувань харчових концентратів. Згідно діючих стандартів в основі класифікації харчових концентратів лежить їхнє споживче призначення [16].

Залежно від споживчого призначення різноманітні асортименти

концентратів ділять на наступні основні групи:

- харчові концентрати перших обідніх страв – супи бобові, круп'яні, з макаронних виробів, овочеві, овочево-круп'яні, овочево-бобові, молочні, борщі, щі, м'ясні бульйони;
- харчові концентрати других обідніх страв – каші з вмістом жиру від 2 % до 15 %, овочеві, овочево-бобові, овочево-круп'яні, каші з макаронних виробів, круп'яні пудинги, плови з рису і м'яса, м'ясні начинки;
- харчові концентрати солодких страв – десерти (киселі, муси, желе, десертні пудинги, креми заварні і желейні, кава, какао з молоком;
- харчові концентрати для приготування соусів;
- харчові концентрати для дитячого і дієтичного харчування;
- харчові концентрати – напівфабрикати борошняних виробів (кекси, торти, печиво, млинці, пельмені, пироги);
- харчові концентрати напоїв — напої з вмістом розчинної кави, зерен ячменю, коренів женьшеню і ехінацеї тощо [14].

Сировиною для виробництва концентратів є різноманітні продукти тваринного і рослинного походження. В незначній кількості використовуються продукти хімічної промисловості (харчові кислоти, барвники, есенції, глютамінат натрію Е621).

Залежно від призначення і ролі в утворенні концентрату, сировину підрозділяють на наступні групи: основна сировина, яка визначає вид концентрату і його харчову цінність (крупни, бобові, макаронні вироби, сушені овочі, сухе молоко, жир, цукор, борошно і ін.);

- сировина, що виконує роль фізіологічних добавок, які сприяють підвищенню фізіологічної цінності концентратів (вітаміни, мінеральні солі, білкові гідролізати, фосфатиди і ін.);
- смакові і ароматичні добавки (пряності, сіль, харчові кислоти, глютамінат натрію, есенції, ванілін і ін.);
- структуроутворюючі матеріали (желатин, агар-агар, сода);
- консерванти (антиоксиданти, сорбінова кислота).

Сухі сніданки є продуктами, готовими до вживання без додаткової кулінарної обробки. Основною сировиною для їх приготування є кукурудза, пшениця, овес та рідше рис. Як додаткову сировину використовують рослинну рафіновану олію, цукрову пудру, сіль, арахіс, ванілін, корицю, лимонну кислоту, шоколадну глазур, какао-порошок та ін [20].

На відміну від інших харчових концентратів, сухі сніданки є не напівфабрикатами, а готовими до вживання продуктами, оскільки приготовлені із застосуванням глибокої гідротермічної обробки [9].

Залежно від виду вихідної сировини та способу приготування розрізняють такі види сухих сніданків:

- варені, обсмажені кукурудзяні, пшеничні та рисові пластівці;
- повітряні (підірвані) зерна кукурудзи, пшениці та рису: солодкі, солоні, в карамелі, глазуровані цукром;
- круп'яні палички глазуровані (кукурудзяні);
- фігурні вироби із кукурудзи.

Пластівці кукурудзяні та пшеничні, пластівці вівсяні (ДСТУ 4634:2006) класифікують залежно від застосовуваної сировини та рецептури на: кукурудзяні; кукурудзяні, глазуровані цукровою глазур'ю; кукурудзяні, глазуровані цукровою глазур'ю зі смаковими добавками; кукурудзяні, глазуровані шоколадною глазур'ю; кукурудзяні солоні; пшеничні; пшеничні, глазуровані цукровою глазур'ю; пшеничні, глазуровані шоколадною глазур'ю; пшеничні солоні; вівсяні «Геркулес»; вівсяні пелюсткові; вівсяна «Екстра» [9].

Пластівці «Екстра» залежно від часу варіння виробляються трьох номерів: № 1 – із цільної вівсяної крупи; № 2 – дрібні із різаної крупи; № 3 швидкокорозварюваної із різної крупи.

Пластівці одержують із великої кукурудзяної подрібненої крупи, Полтавської крупи № 1 і 2 при швидкій обсмажуванні та високій температурі (2-3 хв при 250-300°C). В результаті вибухоподібного видалення вологи пластівці збільшуються в обсязі, на їх поверхні з'являються бульбашки, вироби набувають тендітної структури і золотистого забарвлення [14].

Повітряні зерна кукурудзи, пшениці та рису (ТУ 10.04.18.37-90) є готовими до вживання продуктами, одержуваними термічною обробкою крупи або зерна у спеціальних апаратах надлишкового тиску з подальшим внесенням різних добавок [8].

Залежно від добавок, що застосовуються, асортимент повітряних зерен складають:

- повітряні зерна кукурудзи (солодкі, солоні, «любительські», в карамелі);
- повітряні зерна пшениці (солодкі, солоні, у карамелі);
- повітряні зерна рису (солодкі, солоні, в карамелі, глазуровані драже).

Асортимент сухих сніданків, представлених на українському ринку, досить широкий, ринок готових сніданків нині перебуває в стадії інтенсивного зростання. Виробники не мають сильного тиску з боку своїх конкурентів і розширюють асортимент за рахунок збагачення продуктів [7].

1.3. Інноваційні тренди у виготовленні сухих сніданків

Для розширення асортименту та підвищення споживчих властивостей на сьогодні ведеться роботи щодо розроблення сучасних технологій приготування харчових концентратів, а саме сухих сніданків [21].

Великого поширення в Україні набули сухі зернові плитки, які виготовляються з пшеничних пластівців або вівсяних пластівців, рису, горіхів, сухофруктів, екструдованих продуктів та речовин, що мають зв'язуючий ефект (цукрові сиропи, желюючі речовини) та інші продукти [26].

Технологія їх виробництва наступна: суміш формують за допомогою валків у стрічку бажаної товщини та щільності, потім охолоджують і випікають або обсмажують, потім ріжуть на шматки [19].

Одним із способів виробництва сухих сніданків є приготування плодоовочевого пюре, водно-теплову обробку круп'яного наповнювача, змішування останнього з плодоовочевим пюре та сушіння. Водно-термічний

обробці піддають крупу, яку розварюють до стану каші з вмістом сухих речовин 11,5 %, останню вносять у плодоовочеve пюре. Далі суміш перед сушінням подрібнюють, фінішують та гомогенізують [23].

Харчові концентрати (сухі сніданки) виробляються екструзійним способом. Круп'яні палички та фігурні вироби, гранульовані суміші відносяться до сухих сніданків. Принцип методу отримання круп'яних паличок аналогічний виробленню підірваних зерен – збільшення об'єму, значне розпушення продукту за рахунок різкого зниження тиску в ньому. Однак при цьому застосовуються апарати безперервної дії – екструдери, що покращує умови виробництва та дозволяє регулювати якість продукту з огляду на властивості вихідної сировини [24].

Екструзійні продукти на основі злаків корисні для здоров'я завдяки вмісту в них розчинних та нерозчинних харчових волокон, які зменшуючи рівень холестерину, сприяють зниженню ризику серцево-судинних захворювань, а також стабілізують функції травлення організму, попереджаючи захворювання шлунково-кишкового тракту [21, 25].

Важливим є використання під час виробництва сухих сніданків сировини з підвищеним вмістом білка та збалансованим за вмістом незамінних амінокислот. При використанні нетрадиційної сировини: амаранту, сочевиці, рису, підвищується вміст білка та клітковини у сухих сніданках. Така рецептура дозволяє виготовляти продукти з підвищеною харчовою цінністю та можуть бути рекомендовані для споживання широким верствам населення.

Екструзійне оброблення крохмалевмісної сировини дозволяє отримувати продукти з підвищеними смаковими якостями, які засвоюються організмом людини набагато простіше, не вимагаються тривалого часу на приготування або, взагалі, готові для споживання. Продукти, отримані шляхом екструдкування, легко засвоюються організмом людини, а також можуть слугувати джерелом корисних речовин при введенні різноманітної рослинної сировини. Екструзійна обробка рослинної сировини дозволяє отримати легко переварюваний продукт, оскільки під час екструзії перетворюється не

лише крохмаль, а й клітковина. Засвоєння організмом людини клітковини, що зазнала змін у процесі екструдування, значно підвищується [13].

Встановлено, що сировина містить до 40% розчинних речовин клітковини, проте, в процесі екструзії ці показники збільшились до 50-75%.

Проведено дослідження щодо вмісту розчинних баластних речовин у екструдованих продуктах, при цьому відбувається розкладання геміцелюлози і пектинових речовин, кількість целюлози та лігніну змінюється, а вміст протеїнів в сировині та в екструдованих продуктах не відрізняється. У складі білків після екструзійного оброблення сировини зростає вміст низькомолекулярних фракцій. Процес екструдування сприяє переходу крохмалю та інших речовини у доступнішу для організму людини форму. Отже, екструзія є перспективним напрямком у харчовому виробництві, який дозволяє дослідити використання інноваційної високопоживної та вітамінної сировини під час виготовлення екструдованих продуктів [1].

Сухі сніданки, які вироблені шляхом екструзії є поживними та зручними у споживанні. Сухі сніданки є готовими до вживання та містять збалансований склад та смак.

Викликом для харчової промисловості є виробництво сухих сніданків збалансованого складу та смаку з використанням натуральної сировини в ролі підсолоджувача. На думку вчених, такою сировиною може бути гарбуз, морква, груша та фінік. До того ж, перші три категорії є традиційною для України сировиною. Висушені та подрібнені до порошкоподібного стану гарбуз, морква, фінік та груша можуть бути нанесені на продукт під час глазурування [16].

Додавання рослинних порошків під час дражування сухих сніданків дає змогу надати продукту солодкуватого смаку, поліпшує органолептичні показники сухих сніданків та їхню поживну цінність. Процес дражування не передбачає зміни фізико-хімічних властивостей рослинних порошків, а отже, відбувається повне збереження вітамінного і мінерального складу за рахунок чого збільшується поживна цінність продукту. Причому порошки гарбуза,

моркви, фініків і груші є низькокалорійними, що робить сухі сніданки придатними для дієтичного харчування [15].

Розроблено композицію та проведено товарознавчу оцінку якості розроблених сухих сніданків (екструдованих зернових продуктів) з високими органолептичними показниками, а саме привабливим зовнішнім виглядом, однорідним кольором, добрими смаковими властивостями, підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Розроблений екструдований продукт містить в якості основної сировини – кукурудзяну крупу, в якості збагачувальної добавки – розмелені боби машу. Використання в харчуванні збагачених екструдованих зернових сніданків дозволяє збагатити раціон необхідними вітамінами, макро- та мікроелементами та забезпечує розширення асортименту зернових продуктів екструзійної технології [14].

Одним із напрямів створення готових до споживання продуктів нового покоління, можна вважати включення до складу пшеничних чи вівсяних висівок, сухофруктів, ягід і плодів дикорослих, овочевої сировини, вітамінних і мінеральних преміксів у поєднанні з клейковиною, замінниками цукру, харчовими волокнами та іншими корисними добавками. Розроблені комбіновані зернові сніданки з невираженим направленням смаку (солодким, ягідно-фруктовим і/або горіховим), для оздоровчого та профілактичного харчування. В процесі термічної обробки інгредієнтів утворюється злегка слизова суміш, яка завдяки своїй консистенції сприяє нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту [13].

Виробництво кукурудзяних паличок є важливим і перспективним напрямом у галузі харчової промисловості, оскільки цей продукт належить до найбільш популярних видів швидких сніданків та снекової продукції. Постійно зростаючий попит з боку різних вікових груп споживачів, особливо дітей, зумовлює потребу у вдосконаленні технологій та забезпеченні високої якості продукції [16].

Сучасні тенденції на ринку харчових продуктів вимагають створення снєків із покращеними харчовими характеристиками, мінімізацією вмісту

жиру та цукру, а також використанням натуральної сировини.

Технологія їх виробництва є динамічною та потребує оптимізації параметрів екструзії, вибору якісної сировини та удосконалення рецептур. Це дозволяє покращити структуру, смакові властивості, ступінь розширення та хрусткість. Тому дослідження спрямовані на підвищення якості та розширення асортименту кукурудзяних паличок, є своєчасними, затребуваними та мають практичну цінність для підприємств харчової промисловості [21].

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1. Місце та об'єкт дослідження

Місто Миколаїв – один із ключових промислових та логістичних центрів півдня України, розташований на злитті річок Південний Буг та Інгул. Вигідне географічне положення поблизу Чорного моря, наявність річкових і морських портів, а також розвинена транспортна мережа сформували місто як важливий вузол торговельно-економічних і виробничих зв'язків.

Місто має потужну індустріальну базу, зокрема в галузях суднобудування, машинобудування, металообробки, легкої та харчової промисловості. Розвинена інфраструктура, наявність кваліфікованих трудових ресурсів, освітніх закладів та наукових інститутів сприяє формуванню сприятливих умов для розвитку підприємств переробної промисловості.

СТ «Терновський переробний комбінат» – підприємство агропромислового спрямування, яке спеціалізується на переробці сільськогосподарської продукції та випуску готових харчових виробів. Підприємство функціонує на базі сучасних технологічних процесів, що забезпечують високу якість продукції, дотримання санітарних норм і стандартів безпечності харчових продуктів.

Комбінат має у своєму розпорядженні технологічні лінії для очищення, сортування, сушіння, подрібнення та переробки зернових культур, а також цехи для виробництва готових харчових товарів. Особлива увага приділяється контролю якості сировини, енергоефективності виробничих процесів та впровадженню інновацій у рецептури продуктів.

Підприємство співпрацює з місцевими агровиробниками, що гарантує стабільне забезпечення якісною сировиною і сприяє розвитку локальної економіки.

Споживче товариство «Терновський переробний комбінат»

zareestrowane w EDRPOU pod numerem 32055815 від 06.06.2002 року. Керівником даного підприємства є Петренко Олександр Володимирович.

Досліджуване підприємство знаходиться за адресою: м. Миколаїв, вул. Цілинна, буд. 20, 54046 (Центральний район/територія Тернівки). Розташування в межах міста Миколаїв у Центральному районі дає переваги в доступі до міських транспортних шляхів (дорогова мережа, місцеві постачальники сировини), але для оцінки логістичної ефективності треба мати карту під'їздів, складських площ та договори з перевізниками.

Підприємство здійснює заходи з приймання, переробки та реалізації харчової сировини (можлива наявність ліній обробки, миття, охолодження, зберігання, фасування, продажу оптом/роздріб).

Підприємство має правову форму споживчого товариства (СТ). Така організаційно-правова форма передбачає кооперативні елементи управління: склад засновників та членів, органи управління (загальні збори, правління) та статутні положення, які визначають механізм прийняття рішень. У відкритих записах вказано конкретну особу як керівника та засновника, що може означати, що управлінські функції централізовані.

Розташування підприємства в межах міста Миколаєва (Центральний район) забезпечує логістичні переваги: доступ до внутрішнього ринку міста, можливість співпраці з місцевими фермерами та оптовими покупцями, простота залучення робочої сили. Проте міське розміщення також може накладати обмеження на масштабування потужностей (обмежені площі,

Розташування СТ «Терновський переробний комбінат» у Миколаєві має низку суттєвих стратегічних і економічних переваг: наявність річкових та морських портів полегшує експорт і транспортування готової продукції; розвинена мережа автошляхів та залізниць забезпечує швидке постачання сировини та відправку товарів у різні регіони України та за кордон; Миколаївська область є аграрним регіоном із високими обсягами вирощування кукурудзи, пшениці, соняшнику та інших культур, що забезпечує підприємство стабільною сировиною; співпраця з місцевими

фермерами сприяє зменшенню логістичних витрат і підвищенню якості переробки; підприємство має можливість залучати кваліфікований персонал з відповідною економічною, технологічною та інженерною підготовкою; енергетична та водна інфраструктура міста дозволяє підтримувати безперервність виробничих процесів; підприємство має доступ до ремонтно-технічних баз, сервісних компаній, лабораторій та логістичних операторів; розташування у важливому транспортному вузлі робить підприємство конкурентоспроможним на українському й міжнародному ринках.

Отже, поєднання вигідного географічного положення Миколаєва, його промислового потенціалу, наявності трудових ресурсів та розвинутої інфраструктури створює сприятливі передумови для ефективної роботи та розвитку СТ «Терновський переробний комбінат». Ці фактори забезпечують стабільність виробництва, зменшення витрат, підвищення якості продукції та зміцнення позицій підприємства на ринку переробленої харчової продукції.

2.2. Методики виконання роботи

Дослідження проведені на базі підприємства СТ «Терновський переробний комбінат» м. Миколаєва і на кафедрі технології переробки продукції тваринництва та харчових технологій факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології.

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технології виробництва кукурудзяних паличок шляхом використання натуральних порошків малини, чорниці та бурияка.

Для досягнення поставленої мети у роботі передбачено виконання таких завдань: обґрунтувати вибір порошків малини, чорниці та бурияка як функціональних інгредієнтів для виробництва кукурудзяних паличок; оцінити антиоксидатну активність після теплової обробки; розробити рецептури контрольного та дослідних зразків кукурудзяних паличок з додаванням

натуральних порошків; порівняти якісні показники дослідних зразків з контрольним зразком; визначити оптимальні варіанти рецептур з урахуванням споживчих властивостей та харчової цінності виробів.

Об'єкт дослідження – кукурудзяні палички. Предмет дослідження – вплив введення фруктово-овочевих порошків (малина, чорниця, буряк) у рецептуру виготовлення кукурудзяних паличок.

На рисунку 1 наведено схему дослідження.

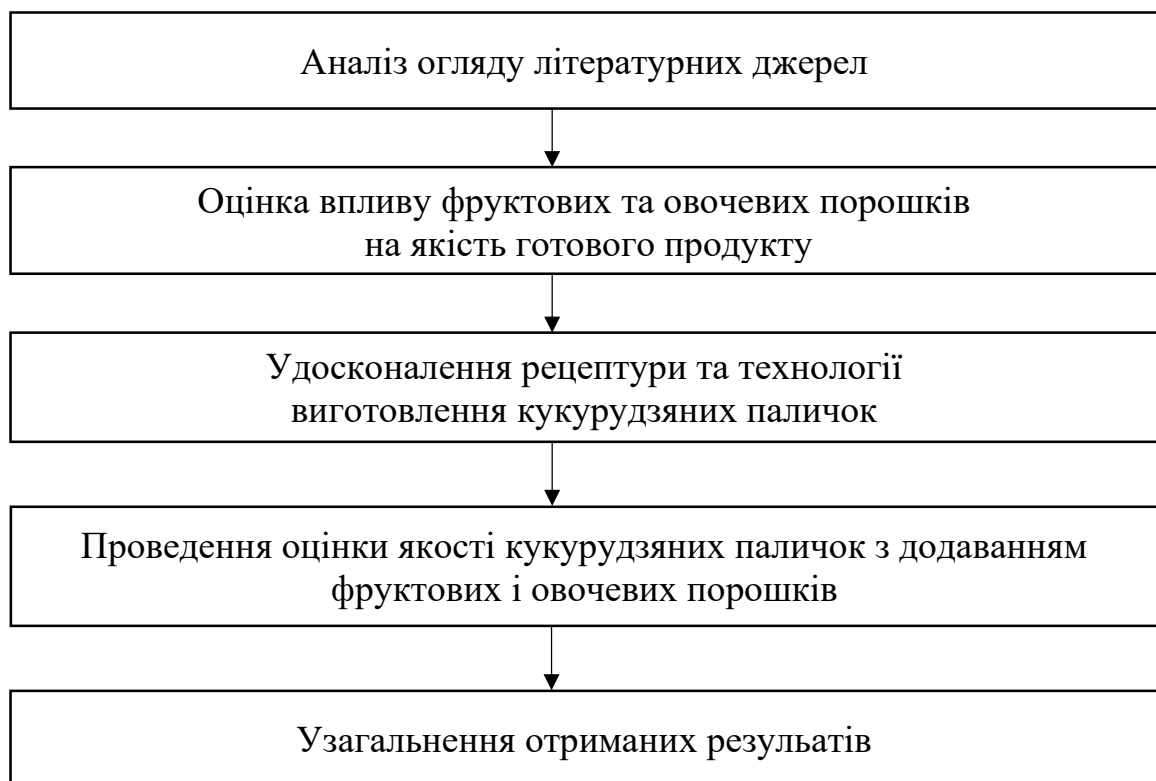


Рис. 1. Схема дослідження

На рисунку 1 представлено схему дослідження, яка відображає послідовність виконання експериментальної роботи, починаючи з вибору та підготовки сировини, розроблення рецептур контрольного та дослідних зразків кукурудзяних паличок з додаванням порошків малини, чорниці, буряка та їх суміші, проведення технологічних і лабораторних досліджень, до аналізу отриманих результатів і формування висновків та практичних рекомендацій.

Розрахунок норми витрат сировини в натурі на 1 т напівфабрикату (Н, кг/т) виконували за формулою:

$$H = \frac{P \times 1000}{100 - (y + n)} \quad (1)$$

де Р – вміст компонента за рецептурою, %;

у – сума всіх відходів, % від початкової кількості сировини;

n – втрати, %.

Втрати (n, %) розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{P \times 10 \times (100 - W_2)}{(100 - W_1) \times (100 - y)} \quad (2)$$

де р – кількість компонента за рецептурою, %

W₁ – масова частка води вихідної сировини, %

W₂ – масова частка води вихідного напівфабриката, %

у – сума всіх відходів, %.

Змінні витрати сировини, вираженої в кілограмах визначається за формулою:

$$G_{зм} = \frac{P \times H}{1000} \quad (3)$$

Для дослідження сформували дослідні зразки із додаванням овочевих і фруктових порошків: контрольний зразок – без додаванням порошків; 1 дослідний зразок – додавання порошку малини у кількості 5%, 2 дослідний зразок – додавання порошку чорниці у кількості 5%; 3 дослідний зразок – додавання порошку буряка у кількості 5%; 4 дослідний зразок – додавання порошків малини, чорниці та буряку у співвідношенні 2:2:1.

Введення натуральних порошків перетворює кукурудзяні палички з простого снеку на функціональний продукт: порошки чорниці та малини багаті на антоціани – потужні природні антиоксиданти. Буряковий порошок містить беталаїни, які мають важливе значення для здоров'я. Порошки виступають як природні барвники (наприклад, інтенсивний червоний/фіолетовий колір від антоціанів та беталаїнів), що дозволяє відмовитися від синтетичних барвників.

Вплив порошків малини, чорниці та буряка на процес спучування оцінювали за коефіцієнтом спучування, який визначали як відношення об'єму готового виробу до маси сухої суміші. Об'єм паличок визначали методом

витіснення повітря або рідини у мірному циліндрі. Отримані значення порівнювали між контрольним та дослідними зразками [4].

Для розрахунку антиоксидатної активності (АОА) враховуються два ключових етапи процесу: початкова АОА сировинної суміші (до екструзії) та кінцева АОА готового продукту (після екструзії та сушіння).

Відсоток збереження антиоксидатної активності (R) розраховується за формулою:

$$R = \frac{АОА_{\text{готового продукту}}}{АОА_{\text{сировинної суміші}}} \times 100 \quad (4)$$

де $АОА_{\text{готового продукту}}$ — антиоксидатна властивість у готових кукурудзяних паличках;

$АОА_{\text{сировинної суміші}}$ — теоретична або виміряна антиоксидатна активність, яку мала сировинна суміш з порошками до екструзії.

Органолептичну оцінку кукурудзяних паличок проводили дегустаційним методом відповідно до чинних нормативних вимог. Оцінювали зовнішній вигляд, форму, поверхню, колір, смак, аромат та хрусткість виробів. Дегустацію здійснювала комісія у складі не менше 5 осіб у приміщенні з нейтральним освітленням і температурою повітря $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Результати оцінювали за бальною шкалою з подальшим визначенням середнього значення показників.

Фізико-хімічні показники визначали загальноприйнятими методами, зокрема: масову частку вологи визначали висушуванням зразків до постійної маси у сушильній шафі при температурі $105 \pm 2^\circ\text{C}$; насипну густину визначали шляхом зважування відомого об'єму продукту; масову частку жиру визначали екстракційним методом; крихкість та механічну міцність оцінювали за здатністю виробів зберігати форму при механічному навантаженні [15].

Кваліфікаційна робота виконана згідно вимог методичних рекомендацій до виконання кваліфікаційної дипломної роботи для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПП «Харчові технології» спеціальності 181 – «Харчові технології» денної форми здобуття вищої освіти [19].

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Експериментальні дослідження, аналіз та теоретичне обґрунтування отриманих результатів

3.1.1. Вплив фруктово-ягідних порошоків на показник спучування

Показник спучування є ключовою характеристикою якості кукурудзяних паличок, а саме пористості, хрусткості та щільності. Додавання будь-яких нетрадиційних компонентів, особливо багатих на клітковину, безпосередньо впливає на цей показник [5].

Спучування відбувається завдяки миттєвому випаровуванню вологи при виході маси з екструдера. Успішне спучування залежить від двох факторів: газоутворення – швидкість випаровування води та фіксація структури – здатність желатинізованого крохмалю розширюватися і швидко «застигати» в новій формі [8].

Фруктово-ягідні порошки містять значну кількість харчових волокон (клітковини). Клітковина, будучи інертною (не желатинізується, як крохмаль), діє як фізичний бар'єр у матриці. Вона перешкоджає рівномірному поширенню крохмального гелю та порушує його суцільність. Чим більше клітковини у складі, тим, як правило, нижчий показник спучування та вища об'ємна щільність продукту. Палички можуть стати менш пористими та більш твердими. Порошки відносно знежирені, ліпіди, які можуть бути присутні, утворюють комплекси з амілозою (складовою крохмалю). Утворення ліпідно-амілозних комплексів знижує здатність крохмалю до желатинізації, роблячи його менш «клейким» та еластичним. Це призводить до зниження спучування, оскільки матриця крохмалю менш здатна утримувати парогазову фазу [13].

Таким чином, контрольний зразок має найвищий показник спучування та найменшу об'ємну щільність, а в дослідних зразках знижується показник

спучування в залежності від пропорції та типу доданого порошку. Найбільше зниження у зразках з монодобавками у кількості 50 г. Додавання фруктово-овочевих порошків впливає на інтенсивність спучування екструдатів, що пояснюється зміною вологопоглинальної здатності суміші та вмісту харчових волокон [13].

3.1.2. Збереження антиоксидантної активності після теплової обробки

Екструзія – це високотемпературна обробка, яка становить серйозний ризик для термолабільних (чутливих до тепла) біологічно активних сполук.

Основні термолабільні сполуки в додаваних порошках: антоціани (чорниця, малина) – пігменти, відповідальні за червоний або синій або фіолетовий колір і потужну антиоксидантну активність; беталаїни (буряк) – пігменти, відповідальні за червоний колір буряка; вітаміни, особливо вітамін С (аскорбінова кислота), який є дуже нестабільним при нагріванні [8].

Деградація антиоксидантів під час екструзії залежить від трьох ключових факторів: температура – високі температури ($>100^{\circ}\text{C}$) прискорюють хімічні реакції, включаючи окислення та гідроліз антиоксидантів; тривалість – час перебування сировини в екструдері має бути мінімальним; вологість – антоціани є більш стабільними в кислому середовищі (низький рН). Зміна вологості під час процесу також впливає на їхню стабільність [13].

Антоціани можуть бути частково захищені всередині новоствореної желатинізованої крохмальної матриці від прямого контакту з киснем, що знижує швидкість їхнього окислення. Висока температура інактивує ферменти, які могли б руйнувати антиоксиданти за нижчих температур [12].

Таким чином, зменшення загальної антиоксидантної активності у дослідних зразках порівняно з активністю самих порошків до екструзії. Дослідні зразки зазнали найменшого руйнування активних сполук, що і відносяться до функціональних продуктів.

Нами було рораховано відсоток збереження антиоксидатної активності досліджуваних зразків (табл. 1) відповідно формули, яка наведена в розділі 2.2. «Методика виконання роботи»

Таблиця 1

Розрахунок антиоксидатної активності

Показник	Кукурудзяні палички з додаванням порошку				
	без	малини	Чорниці	буряк	суміш
Початкова АОА сировинної суміші, мкмоль ТЕ/г	1,5	18	25	12	19,5
Кінцева АОА готового продукту, мкмоль ТЕ/г	1,4	11,7	17,5	9,6	13,0
Втрати, мкмоль ТЕ/г	0,1	6,3	7,5	2,4	6,5
Відсток збереження, %	93,3	65,0	70,0	80,0	66,7

Оскільки контрольний зразок містить мінімальну кількість активних сполук (лише кукурудзяне борошно), втрати АОА є незначними, що свідчить про високу стабільність базової матриці.

Процес екструзії кукурудзяних паличок з додаванням порошку малини призвів до втрати 35% початкової активності. Це пояснюється високою чутливістю антоціанів (основних антиоксидантів малини) до високих температур екструзії.

Чорниця, як правило, має вищий початковий рівень АОА. Збереження 70% активності є високим показником і свідчить про те, що антоціани чорниці (мальвідин) можуть бути трохи більш стійкими до термодеградації, ніж сполуки малини, або краще захищені крохмальною матрицею.

Хоча початкова активність бурякового порошку може бути нижчою, ніж у ягід, його основні активні сполуки (беталаїни) демонструють високу термостабільність в умовах екструзії, що забезпечило збереження 80% АОА.

Збереження АОА в суміші (66,7%) є очікуваним проміжним

результатом. Загальна активність висока, але на відсоток збереження негативно вплинули менш стабільні антоціани, що призвело до дещо нижчого показника збереження порівняно з чистим буряковим зразком.

Встановлено, що процес екструзії призводить до термодеградації біологічно активних сполук, притаманних добавкам, але при цьому готовий продукт зберігає значно вищий функціональний потенціал порівняно з контролем. Усі дослідні зразки з порошками демонструють вищу кінцеву АОА (від 9,6 до 17,5 мкмоль ТЕ/г) порівняно з контролем (1,4 мкмоль ТЕ/г), що підтверджує успішне створення функціонального продукту.

Найвищий відсоток збереження активності (80,0%) зафіксовано у зразку з порошком буряка, що свідчить про високу термостабільність його основних активних речовин (беталаїнів) в умовах екструзії. Зразки з ягідними порошками (малина – 65,0%, чорниця – 70,0%) показали нижчий відсоток збереження. Це пов'язано з підвищеною чутливістю антоціанів до комбінованого впливу високої температури та тиску.

Отже, незважаючи на неминучі втрати активності під час високотемпературної обробки, використання порошків буряка та чорниці виявилось найбільш ефективним з точки зору максимального збереження функціональних властивостей кінцевого продукту.

3.1.3. Оцінка якості кукурудзяних паличок з додаванням порошків

Оцінка якості дослідних зразків кукурудзяних паличок проводилася з метою встановлення впливу введених фруктових-ягідних та овочевих порошків (малини, чорниці, буряка) на споживчі (органолептичні) характеристики, структурно-механічні властивості та функціональну цінність кінцевого продукту. Головною метою цього розділу є комплексна характеристика п'яти розроблених зразків кукурудзяних паличок, зокрема порівняння контрольного зразка з чотирма дослідними зразками, збагаченими запропонованими порошками [17].

Бальну органолептичну оцінку (табл. 2) проводили за 9 бальною шкалою оцінювання за основними сенсорними показниками: колір, смак, хрусткість та середній бал.

Таблиця 2

Бальна органолептична оцінка, бал

Показник	Дослідні зразки кукурудзяних паличок з порошками				
	без	малина	чорниця	буряк	суміш
Колір	7,5	8,0	8,5	9,0	8,5
Смак	8,0	7,5	8,0	6,0	7,8
Хрусткість	9,0	6,5	7,0	6,0	6,8
Середній бал	8,2	7,3	7,8	7,0	7,7

Контроль має найкращу текстуру та загальну прийнятність, але чорниця та суміш порошків отримали високі бали завдяки привабливому кольору та збалансованому смаку. Зразок з буряком значно втрачає привабливість через неприємний присмак та погіршення текстури.

Також органолептична оцінка (табл. 3) проводилася за такими показниками, як зовнішній вигляд, колір, запах, смак, текстуру (хрусткість).

Таблиця 3

Органолептична оцінка дослідних зразків

Зразок	Показник				
	зовнішній вигляд	колір	запах	смак	текстура
1	2	3	4	5	6
Кукурудзяні палички без добавок	рівні, довгасті, без деформації, поверхня матова,	світло-жовтий, кремовий	чистий, виражений кукурудзяний аромат із солодким ванільним відтінком	приємний, гармонійний	висока пористість, максимальна хрусткість

Продовж. табл. 3

1	2	3	4	5	6
Кукурудзяні палички з порошком малини	менш рівномірні, помітні незначні дрібні включення порошку	рожевий, рівномірний	легкий, приємний, злегка малиновий аромат	солодкий, з легкою кислотою	пористість знижена, більш щільні, менш крихкі
Кукурудзяні палички з чорницею	більш близькі до контролю	насичений фіолетово синій або темно бузковий	слабо виражений ягідний, чорничний аромат	м'який, приємний, відсутній гіркий присмак	пористість висока, більш щільна текстура, ніж контроль
Кукурудзяні палички з буряком	більш важкі, більш жорстка поверхня	бордовий, насичений червоний	нейтральний, характерний для буряка	присмак буряка, неприємний	надто щільні, тверді, низька пористість
Кукурудзяні палички з сумішшю порошків	прийнятний, візуально нагадує ягідні зразки	рожево фіолетовий відтінок	збалансований, фруктовий ягідний аромат	збалансований, приємний	помірна щільність

Кукурудзяні палички з порошком чорниці та сумішшю порошків отримали найвищі оцінки серед дослідних зразків, демонструючи найбільш збалансований смак і привабливий колір при прийнятній текстурі. Зразок із чистим порошком буряка потребує доопрацювання через суттєве погіршення смаку та текстури [8].

Оцінено фізико-хімічні показники (табл. 4) кукурудзяних паличок з додаванням фруктових порошків.

Фізико-хімічні показники досліджуваних кукурудзяних паличок

Зразок	Показник			
	вологість, %	об'ємна щільність, г/см ³	спучування (ER)	збереження АОА, %
Кукурудзяні палички без добавок	4,0	0,09	4,5	93,3
Кукурудзяні палички з порошком малини	4,2	0,14	3,5	65,0
Кукурудзяні палички з чорницею	4,1	0,12	3,8	70,0
Кукурудзяні палички з буряком	4,3	0,15	3,2	80,0
Кукурудзяні палички з сумішшю порошків	4,2	0,13	3,6	66,7

Усі зразки з порошками мають вищу об'ємну щільність та нижчий показник спучування, ніж контроль. Це підтверджує, що клітковина (з порошків) заважає спучуванню, роблячи палички менш хрусткими. Найгірший зразок – кукурудзяні палички з додаванням порошку буряка

Кукурудзяні палички з порошком чорниці є оптимальним балансом між високими органолептичними показниками та значною функціональною цінністю.

Таким чином, підтверджено можливість виробництва кукурудзяних паличок, збагачених фруктово-ягідними та овочевими порошками, що перетворює традиційний снєк на функціональний продукт харчування. Введення порошків (5% від маси) негативно впливає на показники спучування та хрусткість, оскільки клітковина перешкоджає формуванню крохмальної матриці. Незважаючи на термодеградацію АОА (втрати 20-35%), кінцева антиоксидантна активність дослідних зразків залишається значно вищою, ніж у контролі. Порошок чорниці забезпечує найвищу кінцеву АОА, а порошок із буряка – найвищий відсоток збереження.

Зразок кукурудзяних паличок з порошком чорниці був найкращим, оскільки він поєднує високі бали за смаком та кольором (середній бал 7,8) з потужною антиоксидантною активністю, що робить його найбільш перспективним для подальшої роботи.

3.2. Розрахунки рецептури, харчова та енергетична цінність кукурудзяних паличок

Нами розроблено рецептуру (табл. 5) виготовлення кукурудзяних паличок 4 дослідних зразків із додаванням різного відсотку овочевих і фруктових порошків: 1 дослідний зразок – додавання порошку малини у кількості 5%, 2 дослідний зразок – додавання порошку чорниці у кількості 5%; 3 дослідний зразок – додавання порошку буряка у кількості 5%; 4 дослідний зразок – додавання порошків малини, чорниці та буряку у співвідношенні 2:2:1. При виготовленні кукурудзяних паличок використовується таке поняття, як шихта – це сировинна суміш, яка переважно складається з кукурудзяної крупи (подрібнених зерен кукурудзи) та інших компонентів, які змішуються, формуються в тісто, а потім піддаються термічній обробці (екструзії), щоб отримати повітряні палички. Розрахунок проводилися на 1000 г шихти, використання води для екструзії складає 140 г.

Рецептура розроблена із врахуванням класичної технології виробництва кукурудзяних паличок та з додаванням функціональних для підвищення їхньої харчової цінності, органолептичних властивостей та розширення асортименту. В усіх дослідних зразках, а саме палички з малиною, чорницею, буряком та комбінацією порошків) 50 г (5%) кукурудзяного борошна було замінено на порошки. Це забезпечує збереження загальної маси основної сировини, одночасно збагачуючи продукт [16].

Розроблено три монорецептури, де в якості функціональної добавки використано 50 г порошку малини, порошку чорниці або порошку буряку. Ці варіанти є важливими для оцінки впливу кожного окремого інгредієнта на

якість кінцевого продукту (колір, смак, вміст біологічно активних речовин).

Таблиця 5

Рецептура кукурудзяних паличок

Сировина	Дослідний зразок, г				
	контроль	палички з порошком малини	палички з порошком чорниці	палички порошком буряка	палички з порошками малини : чорниці : буряка
Кукурудзяне борошно	950	900	900	900	900
Порошок малини	—	50	—	—	20
Порошок чорниці	—	—	50	—	20
Порошок буряку	—	—	—	50	10
Сіль	5	5	5	5	5
Цукор	10	10	10	10	10
Олія	30	30	30	30	30
Лецитин (емульгатор)	5	5	5	5	5

Найбільш інноваційним є дослідний зразок – кукурудзяні палички з порошками малини : чорниці : буряка, де використовується суміш трьох добавок у пропорції 20 г малина : 20 г чорниці : 10 г буряк. Це дозволяє досягти синергічного ефекту від різних видів сировини, пропонуючи збалансований і комплексний продукт. Усі інші технологічні компоненти – сіль (5 г), цукор (10 г), олія (30 г) та лецитин (5 г) залишилися незмінними в усіх зразках. Це свідчить про те, що розробка зосереджена виключно на впливі

функціональних порошків, забезпечуючи при цьому стандартизований технологічний процес екструзії.

Отже, розроблені рецептури забезпечують можливість проведення всебічних досліджень щодо впливу доданих порошків на харчову цінність, текстуру та органолептичні показники готових кукурудзяних паличок.

Проведено розрахунки харчової та енергетичної цінності для кожного дослідного зразку (табл. 6). Розрахунок зроблено для сухої шихти 1000 г, при цьому в енергетичний розрахунок вода не враховується, лецити включено, а сіль не дає калорій. Енергетична цінність розрахована в кілокалоріях (ккал), макронутрієнти – у грамах.

Таблиця 6

Харчова та енергетична цінність

Показник	Дослідний зразок				
	Контроль	палички з порошком малини	палички з порошком чорниці	палички порошком буряка	палички з порошками малини : чорниці : буряка
Калорійність, ккал	3814, 4	3783,9	3793,9	3808,9	3792,9
Вміст білків, г	69,35	69,20	68,70	70,70	69,30
Вміст жирів, г	70,05	69,60	69,60	69,10	69,50
Вміст вуглеводів, г	732,0	726,5	728,0	733,0	728,4
Вміст клітковини, г	69,35	75,70	71,70	68,20	72,60

Додавання порошків (5 %) дає невеликі зміни в енергетичній цінності (зниження в 20-40 ккал/1000 г шихти) за рахунок заміщення частини кукурудзяного борошна порошками, які мають трохи іншу енергетичну щільність. Найбільший вплив спостерігається на вміст клітковини: малина та комбінація порошків підвищують його помітно (через високий вміст харчових волокон у ягідних порошках).

3.3. Технологічна схема виробництва кукурудзяних паличок

Кукурудзяні палички одержані в результаті обробки дрібної кукурудзяної крупи в спеціальній машині типу екструдера. Кукурудзяна палички є готовим до вживання продукт з різними добавками, які покращують смакові якості та харчову цінність [20]. Технологічна схема виробництва досліджуваних кукурудзяних паличок наведена на рисунку 2.

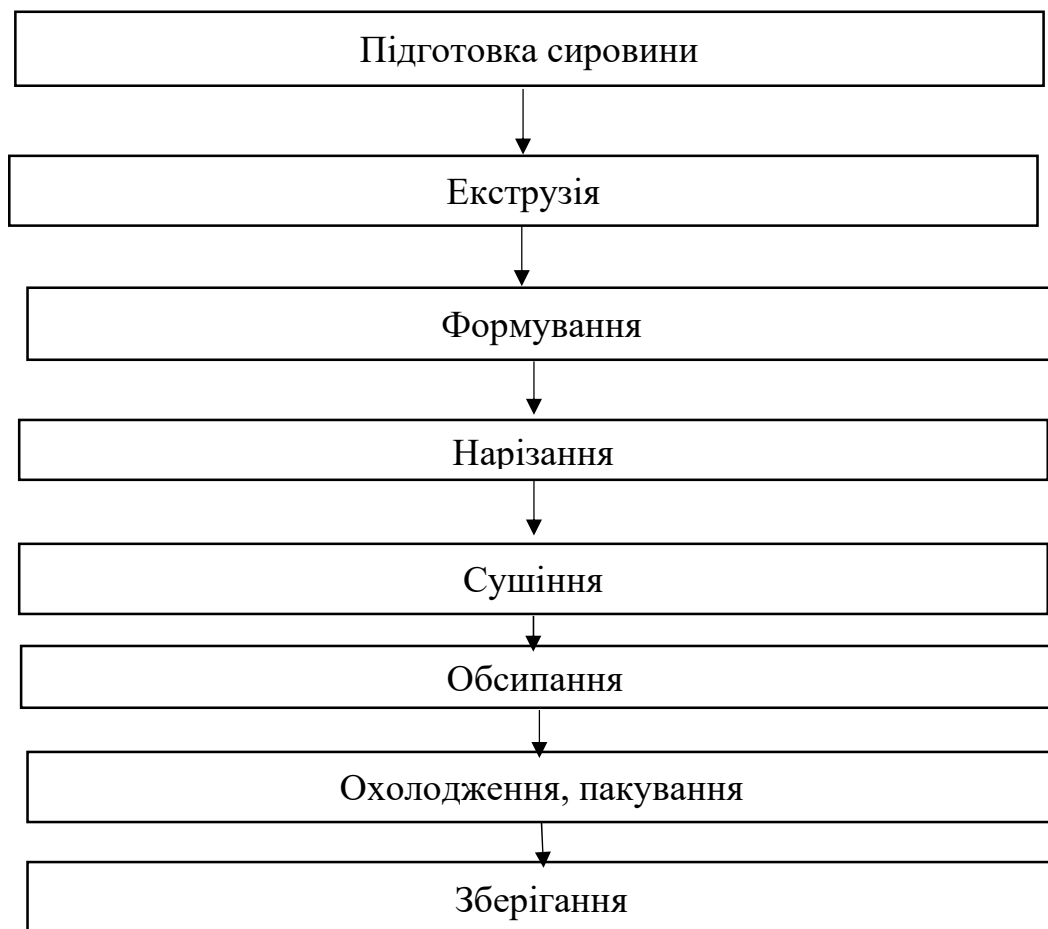


Рис. 2. Технологічна схема виробництва кукурудзяних паличок

Підготовка сировини. Зважування та змішування сухих компонентів (кукурудзяне борошно, порошки (малина/чорниця/буряк), цукор, сіль) проводять протягом 5-10 хвилин при кімнатній температурі 18-25°C. Додавання води до суміші олії та лецитину для досягнення робочої вологості, необхідної для екструзії (12-18%) – тривалість даного періоду складе 10-20 хвилин при температурі 20-30°C. Метою підготовки сировини є отримання однорідної, вільно текучої суміші з оптимальною вологістю для ефективної желатинізації крохмалю в екструдері [21].

Основний технологічний процес – екструзія. Подача сировини у робочу зону екструдера відбувається при поступовому підвищенні температурі від 30 до 90°C до 30 секунд. Потім сировина піддається гідротермічному впливу: високий тиск (10-15 МПа), температура (120-140°C), час (30-60 секунд). Відбувається желатинізація крохмалю та часткова денатурація білків. Маса видавлюється через фільтер (матрицю) в зону атмосферного тиску. Відбувається спалахове випаровування вологи, при цьому різке падіння температури від 140°C до 70-90°C протягом не більше 1 секунди.

Вплив порошків на процес екструзії: додавання фруктово-ягідних порошків збільшує вміст клітковини. Клітковина діє як структуроутворювач, що обмежує спучування. Надмір клітковини може знизити пористість та твердість продукту, що вимагає точного підбору рецептури та параметрів екструзії [9].

Гарячі палички розрізаються ножами та транспортуються на сушіння та охолодження. Температура під час нарізання 70-90°C протягом 1-2 хвилин. Потім відбувається процес досушування для зменшення вмісту вологи до цільового значення (2-5%) для забезпечення хрусткості та запобігання мікробіологічному псуванню. Температура під час даного процесу 10-20 хвилин протягом 50-65°C. Метою даного технологічного процесу є стабілізація вологості та охолодження продукту перед нанесенням смакових добавок [14].

Під час глазурування (обсипка) проводиться нанесення жирової суміші (для адгезії) та цукрової пудри при температурі 30-40°C протягом 3-5 хвилин. Охолодження готового продукту до температури пакування та фасування (не вище 30°C в герметичну упаковку (для захисту від вологи). Тривалість процесу охолодження та пакування проводять протягом 5-10 хвилин [9].

Термін зберігання для кукурудзяних паличок зазвичай становить 6 місяців при дотриманні умов зберігання (температура – не вище 25°C, відносній вологості – 75%).

3.4. Опис технології виробництва кукурудзяних паличок

Виробництво кукурудзяних паличок – це процес гарячої екструзії, який поєднує гідротермічну обробку сировини під високим тиском з механічним впливом. Це призводить до желатинізації крохмалю та денатурації білка, що є ключовими для формування пористої структури. На підготовчому етапі відбувається процес змішування компонентів: для контрольного зразку – кукурудзяне борошно, сіль, цукор, олія та емульгатор (лецитин) змішуються у заданих пропорціях. Лецитин виконує роль емульгатора, забезпечуючи однорідний розподіл жирової фази та покращуючи реологічні властивості суміші; для дослідних зразків вводять запропоновані порошки у відповідній кількості, які збільшують вміст клітковини та біологічно активних сполук [9].

Головним етапом при виробництві кукурудзяних паличок є екструзія, який проводиться в екструдері. При даному етапі суміш зволожується до оптимальної вологості 12-18%, і на цьому етапі використовується вода, яка необхідна для активізації крохмалю та желатинізації. Шнеки екструдера перемішують та подрібнюють сировину, при цьому вивільняється тепло, яке підвищує температуру маси до 90-140°C. В подальшому відбувається желатинізація – під дією високої температури та тиску (10-15 МПа) крохмаль кукурудзяного борошна желатинізується (гідратується та частково руйнується його кристалічна структура). Це формує в'язку пластичну масу і підвищується

засвоюваність. Денатурація білка – білки кукурудзи частково денатуруються, що покращує функціональні властивості білка і підвищує його засвоюваність.

Наступний технологічний етап є формування та спучування. Пластична маса видаляється через матрицю на виході з екструдера, а спучування відбувається внаслідок різкого перепаду тиску і високої температури. Вода, що міститься в масі миттєво випаровується. На даному етапі в середині продукту утворюються численні пори, при цьому крохмальний гель швидко фіксується, збільшується в об'ємі завдяки охолодженню та полімеризації, що забезпечує пористу, крихку структуру готових паличок [9].

Заключними етапами виробництва кукурудзяних паличок є нарізання, сушіння та обсіпання. Палички, що виходять, розрізаються ножами до необхідної довжини. Гарячі палички охолоджуються та досушуються до кінцевої вологості (2-5%) для забезпечення хрусткості та довгого терміну зберігання. Палички обробляються жирною сумішшю (олією та пудрою).

3.5. Вимоги до якості кукурудзяних паличок

Кукурудзяні палички повинні відповідати певним вимогам діючих стандартів в Україні. Стандарт ДСТУ 4634:2006 «Концентрати харчові сніданки сухі пластівці круп'яні. Загальні технічні умови» поширюється на сніданки сухі – пластівці круп'яні (пластівці), продукти, одержані обсмажуванням попередньо зварених і розплющених зерен, крупи чи суміші крупів із подальшим нанесенням різних харчових добавок чи без них, повністю готові до споживання без додаткового кулінарного оброблення і призначені для реалізації через торговельну мережу [18].

Кукурудзяні палички являють собою екструзійні вироби з кукурудзяного борошна, з додаванням або без додавання харчових добавок (цукру, солі, олії, ароматизаторів, природних барвників тощо) та призначені для безпосереднього вживання в їжу.

Сировина та матеріали, що використовуються для виробництва

кукурудзяних паличок, повинні відповідати чинним нормативним документам (НД) та мати відповідні документи, що засвідчують їхню якість та безпечність: борошно кукурудзяне; рослинна, рафінована, дезодорована олія; цукор, сіль, емульгатори, ароматизатори, харчові добавки. Компоненти повинні відповідати чинному законодавству щодо безпечності харчових продуктів [9].

В таблиці 7 наведено органолептичні вимоги до якості готових кукурудзяних паличок.

Таблиця 7

Органолептична оцінка готових кукурудзяних паличок

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	палички цілі, не злиплі, поверхня рівномірно покрита жирОВОЮ сумішшЮ або цукровою пудрою; пориста структура
Форма	овальна, циліндрична або іншої форми
Колір	від кремового до світло-жовтого, або характерний для введених добавок
Смак	приємний, солодкий, характерний для цього виду продукту; не допускаються сторонні присмаки, гіркота, присмак прогірклого жиру
Запах	характерний для кукурудзяних паличок, з відповідним ароматом добавок (за їх наявності); без стороннього запаху (плісняви, затхлості)
Консистенція	суха, легка, крихка, хрустка, легко тане в роті

В таблиці 8 наведено фізико-хімічні показники якості кукурудзяних паличок.

Вміст токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів, радіонуклідів та мікробіологічні показники у кукурудзяних паличках не повинен перевищувати норм, встановлених чинним законодавством України.

Фізико-хімічні показники

Показник	Значення
Масова частка вологи, %	не більше ніж 5
Масова частка жиру, %	встановлюється за рецептурою, 15-30
Масова частка загального цукру у перерахунку на суху речовину, %	встановлюється рецептурою
Масова частка солі,	не більше ніж 1
Кислотне число жиру, мг КОН/г жиру	не більше ніж 2,5
Масова частка металомігнотних домішок, %	не більше ніж 0,0003

Пакування повинно забезпечувати збереження якості продукту протягом усього терміну зберігання. Маркування повинно містити повну інформацію, включаючи: назву продукту, назву та адресу виробника, масу нетто, склад (рецептуру), харчову та енергетичну цінність, дату виготовлення та термін придатності, а також умови зберігання.

3.6. Управління якістю та безпечністю на виробництві

3.6.1. Аналіз небезпечних факторів

Аналіз небезпечних факторів є ключовим етапом впровадження системи НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) на виробництві кукурудзяних паличок. Цей процес охоплює ідентифікацію, оцінку та визначення заходів контролю для трьох основних категорій небезпек: біологічних, хімічних та фізичних [23].

В таблиці 9 наведено небезпеки на основних етапах технологічного процесу.

Небезпеки на основних етапах технологічного процесу

Тип небезпеки	Фактор	Причини виникнення	Контроль
1	2	3	4
Небезпеки, які пов'язані із сировиною			
Біологічні	мікотоксини (афлатоксини, фумонізиди)	зараження кукурудзи пліснявими грибами в полі або при неправильному зберіганні.	вхідний контроль якості борошна; наявність сертифікатів безпеки (лабораторні випробування)
Хімічні	пестициди (залишки), важкі метали (свинець, кадмій)	використання хімікатів при вирощуванні, забруднення під час переробки	контроль сировини згідно з ДСТУ / законодавством; перевірка сертифікатів
Фізичні	металомагнітні домішки, скло, каміння	потрапляння сторонніх предметів із поля, зношення обладнання	використання сит та магнітних уловлювачів; візуальний контроль
Небезпеки на етапі змішування та кондиціонування			
Біологічні	пліснява, дріжджі (особливо у порошках)	недостатня чистота змішувального обладнання, висока вологість сировини або виробничого приміщення	регулярне очищення та дезінфекція обладнання; контроль вологості сировини
Хімічні	залишки мийних / дезінфікуючих засобів	недостатнє змивання засобів після санітарної обробки	контроль процедури миття (візуальний, рН-тести)
Небезпеки на етапі екструзії (гідротермічна обробка)			
Біологічні	патогенні мікроорганізми	ризик мінімальний: висока температура ($\geq 120^{\circ}\text{C}$) та тиск фактично знищують усі вегетативні форми мікроорганізмів	контроль температури та часу екструзії

Продовж. табл. 9

1	2	3	4
Хімічні	акриламід	взаємодія аспарагіну з редукуючими цукрами при високих температурах, хоча менш виражена, ніж при смаженні	оптимізація температури / часу екструзії; контроль вмісту цукру
Фізичні	осколки металу	зношення шнеків або гільзи екструдера.	регулярне технічне обслуговування обладнання; візуальний контроль на виході
Небезпеки на етапі сушіння, обсіпання та пакування			
Біологічні	повторне забруднення (пліснява)	потрапляння мікроорганізмів з повітря або обладнання на охолоджений продукт, підвищена вологість	підтримання чистоти повітря; контроль вологості продукту (не більше 5%)
Хімічні	окислення жиру (прогіркання)	неякісна олія, контакт з киснем, висока температура зберігання.	контроль кислотного числа олії; використання герметичної упаковки (захист від кисню).
Фізичні	сторонні предмети (волосся, пластик)	порушення особистої гігієни персоналу, потрапляння частин пакувального матеріалу	суворий контроль дотримання санітарних правил; використання головних уборів, рукавичок; контроль цілісності пакування

Проведений аналіз ідентифікує та систематизує ключові біологічні, хімічні та фізичні небезпеки на основних етапах виробництва, від сировини до пакування, що є фундаментальною основою для впровадження системи НАССР. Найбільш критичним етапом щодо потенційного внесення широкого спектру небезпек є вхідний контроль сировини. На технологічних етапах

ризика переважно пов'язані з належною гігієною виробництва та оптимізацією обладнання (процесів). На етапах сушіння, обсипання та пакування з'являються ризики повторного забруднення та погіршення якості продукту [9].

Для забезпечення безпеки продукту необхідний комплексний підхід, що поєднує: суворий контроль якості вхідної сировини за допомогою лабораторних випробувань; дотримання гігієни на етапах змішування та сушіння для запобігання біологічному та хімічному повторному забрудненню. Отже, це слугує надійною основою для розробки плану НАССР, який визначає необхідні моніторинг, коригувальні дії та ведення обліку.

3.6.2. Блок-схеми виробництва кукурудзяних паличок

Блок-схема (табл. 10) описує ключові технологічні етапи виробництва екструдованих кукурудзяних паличок. Вона включає основні процеси, параметри та контрольні точки, які важливі для забезпечення якості та безпеки продукції.

Таблиця 10

Блок-схема технологічного процесу

Етап процесу	Основна операція	Опис
1	2	3
Приймання та зберігання сировини	вхідний контроль	приймання сировини; контроль якості (вологість, кислотне число, відсутність мікотоксинів); зберігання за певних умов (температура, вологість)
Підготовка сировини (змішування)	дозування та змішування	точне дозування інгредієнт, води (для зволоження (кондиціонування); досягнення оптимальної вологості (12-16%) для екструзії
Екструзія (гідротермічна обробка)	термо пластична екструзія	сировина піддається високому тиску (до 100 атм) та високій температурі (130-160°C) у шнековому екструдері; швидке падіння тиску на виході з

1	2	3
		матриці призводить до «вибухання» продукту та утворення пористої структури (пухкої маси)
Різання та формування	формування розміру	нарізання продукту на палички необхідної довжини за допомогою обертових ножів на виході екструдера
Транспортування та охолодження	зниження температури	гарячий продукт транспортується, охолоджується до температури 30-40°C для стабілізації структури та запобігання утворенню конденсату
Сушіння	видалення надлишкової вологи	сушіння до кінцевої вологості (3-5%), для запобігання росту плісняви та забезпечення хрусткості
Обсипання (нанесення жирової та смакової суміші)	дражування	нанесення на поверхню продукту тонкого шару жирової основи (олія), а потім – порошкоподібних смакових добавок (цукрова пудра, сіль, ароматизатори); контролюється рівномірність нанесення, температура олії
Охолодження обсипаного продукту	стабілізація	охолодження до температури навколишнього середовища (18-25°C) для запобігання злипанню та передчасній оксидації жиру
Пакування	дозування та герметизація	зважування, дозування та пакування продукту в герметичні пакети; контролюється точність ваги, цілісність швів, використання металодетектора
Зберігання та реалізація	контроль умов	зберігання готової продукції на складі за стабільної температури та вологості до моменту відвантаження

Екструзія є головною критичною контрольною точкою (ККТ), оскільки вона забезпечує одночасно: стерилізацію – висока температура знищує вегетативні форми патогенних мікроорганізмів та значно знижує кількість спор; хімічну безпеку – частково руйнує деякі термолабільні мікотоксини; формування структури – перетворення сировини на пористу, їстівну форму. Температура на виході матриці складає 140-160°C, контролюється

безперервний моніторинг термопарами вбудованими в екструдері. Вологість сировини –12-16%, проводиться лабораторний контроль перед подачею. Швидкість обертання шнека визначає час перебування та підтримується потійно, проводиться регулярний візуальний та апаратний контроль [9].

Етап обсипання є високоризиковим щодо хімічної небезпеки (окислення жиру) та біологічного повторного забруднення. На даному етапі відбувається окислення жиру (прогрікання), тому для запобігання необхідно використовувати свіжу олію з низьким кислотним числом та додавання антиоксидантів. При цьому контролюється кислотне число олії перед початком зміни. І ще один ризик на даному етапі це нерівномірне обсипання. Необхідно дотримуватися точного дозування олії та добавок, оптимальної швидкості обертання дражувального барабана. Ведеться візуальний контроль та періодичний лабораторний аналіз на вміст жиру, солі, цукру [9].

Пакування є ККТ щодо фізичної небезпеки (сторонні предмети) та біологічної безпеки (запобігання повторному зволоженню). Контролююча дія – металодетектор, виявлення та відбракування продукту з металевими домішками. Проводиться щоденне калібрування з тестовими зразками. Контроль герметичності швів – запобігання потраплянню вологи, кисню та мікроорганізмів. Проводиться візуальний контроль кожних 30 хвилин, періодичні тести на протокол. Контролюється вага – дотримання законодавчих вимог та уникнення недовантаження або перевантаження. Проводиться автоматичний контроль ваги з фіксацією даних [9].

Виробництво кукурудзяних паличок – це багатоетапний процес, заснований на гідротермічній екструзії. Етап екструзії є критичним, оскільки він забезпечує фізичне формування продукту (пухкість) і виконує функцію критичної контрольної точки (ККТ), гарантуючи мікробіологічну безпеку завдяки дії високої температури (140-160°C). На етапі обсипання та пакування зосереджується контроль смакових характеристик і терміну придатності. Суворе дотримання технологічних параметрів, моніторинг вологості (кінцева вологість 3-5%) та використання металодетекторів є обов'язковими для

забезпечення кінцевої якості та безпеки готової продукції. Успішне функціонування виробництва вимагає впровадження системи НАССР, яка ґрунтується на постійному моніторингу ККТ та дотриманні належної виробничої практики (GMP) на всіх допоміжних етапах [9].

3.6.3. Карта аналізу небезпечних факторів при виробництві кукурудзяних паличок

Розробка карти аналізу небезпечних факторів (дод. А) – це критичний крок для системи НАССР. Вона дозволяє систематично оцінити кожен етап процесу та визначити, чи є небезпека значущою (тобто, чи вимагає вона контролю).

Проведений аналіз небезпечних факторів у виробництві кукурудзяних паличок підтверджує, що безпека продукту залежить від комплексного, багаторівневого контролю. Екструзія є найважливішим для мікробіологічної безпеки. Висока температура (140-160°C) гарантовано знищує патогенну мікрофлору, що робить моніторинг температури та часу перебування сировини в екструдері абсолютно критичним. Металодетекція є останнім бар'єром проти фізичних небезпек. Встановлення контрольних меж і щоденна перевірка чутливості металодетектора запобігають потраплянню металевих домішок до споживача [9].

Більшість інших значущих небезпек контролюється за допомогою операційних програм попередніх умов (ОППУ). Найбільші хімічні та біологічні ризики (мікотоксини, пестициди, важкі метали) вносяться на етапі приймання сировини. Їхній контроль ефективний лише через ретельний вхідний лабораторний контроль та вимоги до сертифікатів постачальника [13].

Хімічні ризики, такі як окислення жиру (прогіркання) на етапі обсипання, впливають на термін придатності та якість, і контролюються через перевірку якості (кислотне число) олії та дотримання санітарно-гігієнічних вимог для запобігання повторному забрудненню.

Таким чином, для забезпечення безпечного виробництва кукурудзяних паличок, система управління якістю повинна бути сфокусована на суворому дотриманні параметрів ККТ та ефективному функціонуванні ОППУ на вхідному контролі та етапах фінішної обробки.

3.7. Економічна частина

Економічна частина містить розширені розрахунки, необхідні для економічного обґрунтування виробництва досліджуваних кукурудзяних паличок, включаючи калькуляцію собівартості, визначення ціни та розрахунок рентабельності. Для розрахунку приймемо середньодобову потужність виробничої лінії $M=1000$ кг готової продукції.

Прямі матеріальні витрати (ПМВ) – це вартість сировини та основних матеріалів, які безпосередньо входять до складу готової продукції. В таблиці 11 наведено норми витрат сировини на 1000 кг.

Таблиця 11

Норми витрат сировини на 1000 кг (1 тону) готової продукції

Вид сировини / матеріалу	Норма витрат на 1000 кг продукції, кг	Ціна за 1 кг, грн	Сума витрат, грн
Кукурудзяна крупа (основна сировина)	1050 (з урахуванням усушки та втрат $\approx 5\%$)	15,00	15750,00
Рослинна олія (для обсипання)	50,0	55,00	2750,00
Смакові добавки (цукрова пудра, сіль, ароматизатори)	40,0	45,00	1800,00
Пакувальний матеріал (плівка)	80,0	70,00	5600,00
Всього	-	-	25900,00

Розрахунок ПМВ на 1 кг продукції:

$$\text{ПМВ} = \frac{25900,0}{1000} = 25,90 \text{ грн/кг}$$

Розрахунок прямих витрат на оплату праці (ПВОП). Прямі витрати на оплату праці включають заробітну плату виробничого персоналу, безпосередньо задіяного у процесі виробництва.

Припуски: кількість виробничого персоналу в зміну: 4 особи (оператор екструдера, помічник, пакувальник, контролер); середньогодинна тарифна ставка (для розрахунку): $C_{\text{год}} = 70,00$ грн/год; тривалість зміни: $T_{\text{зм}} = 8$ год.

1. Фонд заробітної плати (ФЗП) виробничого персоналу за зміну:

$$\text{ФЗП}_{\text{зм}} = \text{Кількість осіб} \times C_{\text{год}} \times T_{\text{зм}} \quad (1)$$

$$\text{ФЗП}_{\text{зм}} = 4 \times 70 \times 8 = 2240 \text{ грн}$$

2. Нарахування єдиного соціального внеску (ЄСВ): Ставка ЄСВ (прийmemo) = 22%.

$$\text{ЄСВ}_{\text{зм}} = \text{ФЗП}_{\text{зм}} \times 0,22 \quad (2)$$

$$\text{ЄСВ}_{\text{зм}} = 2240 \times 0,22 = 492,80 \text{ грн.}$$

3. Всього ПВОП за зміну (на 1000 кг):

$$\text{ПВОП}_{\text{зм}} = \text{ФЗП}_{\text{зм}} + \text{ЄСВ}_{\text{зм}} \quad (3)$$

$$\text{ПВОП}_{\text{зм}} = 2240 + 492,80 = 2732,80 \text{ грн}$$

Розрахунок ПВОП на 1 кг продукції:

$$\text{ПВОП} = \frac{2732,80}{1000} = 2,73 \text{ грн/кг}$$

Загальновиробничі витрати (ЗВВ) – це непрямі витрати, пов'язані з обслуговуванням виробництва (амортизація, електроенергія, ремонт, допоміжні матеріали). Прийmemo, що вони становлять 30% від суми прямих матеріальних витрат та прямих витрат на оплату праці.

$$\text{ЗВВ}_{\text{заг}} = (\text{ПМВ}_{\text{заг}} + \text{ПВОП}_{\text{заг}}) \times 0,30 \quad (4)$$

$$\text{ЗВВ}_{\text{заг}} = (25900,00 + 2732,80) \times 0,30 = 8589,84 \text{ грн.}$$

Розрахунок ЗВВ на 1 кг продукції:

$$\text{ЗВВ} = \frac{8589,84}{1000} = 8,59 \text{ грн/кг}$$

Виробнича собівартість (ВСС) одиниці продукції є сумою всіх прямих і загальновиробничих витрат.

Виробнича собівартість 1000 кг продукції:

$$ВСС_{\text{заг}} = ПМВ_{\text{заг}} + ПВОП_{\text{заг}} + ЗВВ_{\text{заг}} \quad (5)$$

$$ВСС_{\text{заг}} = 25900,00 + 2732,80 + 8589,84 = 37222,64 \text{ грн}$$

Виробнича собівартість 1 кг продукції:

$$ВСС = ПМВ + ПВОП + ЗВВ \quad (6)$$

$$ВСС = 25,90 + 2,73 + 8,59 = 37,22 \text{ грн/кг}$$

Повна собівартість реалізації (ПСР) включає виробничу собівартість, а також адміністративні витрати (АВ) та витрати на збут (ВЗ).

Адміністративні витрати (АВ) та витрати на збут (ВЗ). Прийнемо, що ці витрати становлять 10% від виробничої собівартості.

$$АВ + ВЗ = ВСС_{\text{заг}} \times 0,10 \quad (7)$$

$$АВ + ВЗ = 37222,64 \times 0,10 = 3722,26 \text{ грн}$$

$$АВ + ВЗ = 37,22 \times 0,10 = 3,72 \text{ грн/кг}$$

Повна собівартість реалізації (ПСР) 1 кг продукції:

$$ПСР = ВСС + АВ + ВЗ \quad (8)$$

$$ПСР = 37,22 + 3,72 = 40,94 \text{ грн/кг}$$

Визначення оптової ціни реалізації. Встановимо бажаний рівень рентабельності (націнки) $P=25\%$ від повної собівартості реалізації.

$$\text{Ціна}_{\text{опт}} = ПСР \times (1 + P) \quad (9)$$

$$\text{Ціна}_{\text{опт}} = 40,94 \times (1 + 0,25) = 51,18 \text{ грн/кг}$$

Розрахунок показників ефективності. Валовий прибуток (ВП) від реалізації 1000 кг продукції:

$$ВП = \text{Виручка} - ПСР_{\text{заг}} \quad (10)$$

$$ВП = (1000 \times 51,18) - (37222,64 + 3722,26) = 10235,10 \text{ грн}$$

Рентабельність виробництва (Рентабельність собівартості) показує, який прибуток приносить кожна гривня, витрачена на виробництво.

$$P_{\text{собіварт}} = \frac{ВП}{ПСР_{\text{заг}}} \times 100\% \quad (11)$$

$$P_{\text{собіварт}} = \frac{10235,10}{40944,90} \times 100 = 25\%$$

Проведені розрахунки демонструють, що повна собівартість реалізації однієї одиниці кукурудзяних паличок (1 кг) становить 40,94 грн. При встановленні бажаного рівня рентабельності на рівні 25%, оптова ціна реалізації встановлюється на рівні 51,18 грн/кг. Ці показники є економічно обґрунтованими для впровадження проекту, забезпечуючи валовий прибуток 10235,10 грн з кожної тонни продукції та підтверджуючи фінансову життєздатність виробничого процесу.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

Успішна та безпечна експлуатація екструзійної лінії є ключовим елементом виробничого процесу. До обслуговування високотехнологічного обладнання, зокрема екструдера, допускається виключно кваліфікований персонал [11], який пройшов спеціальну підготовку, має відповідний досвід роботи та глибоко засвоїв інструкцію з експлуатації.

Критично важливим є призначення відповідальної за експлуатацію особи наказом або розпорядженням по підприємству. Лише ця особа уповноважена здійснювати пуск машини [5].

Перед початком роботи обов'язково проводиться комплексна перевірка технічного стану машини:

- контроль цілісності – перевірка відсутності сторонніх предметів у робочій зоні, які можуть спричинити пошкодження шнека, циліндра або матриці;
- механічна надійність – перевірка щільності кріплення усіх болтових з'єднань, шківів, муфт, а також надійності закріплення та функціональності захисних огорожень рухомих частин;
- електробезпека – обов'язкова перевірка наявності та справності заземлення усіх металевих частин корпусу.

Безпека під час роботи екструдера базується на суворому дотриманні технологічного режиму та забороні втручання у рухомі механізми:

- категорично забороняється відкривати кришки, знімати огороження, змащувати механізми, чистити або оглядати рухомі частини під час роботи машини («на ходу»);
- запуск двигуна екструдера в бік, протилежний вказаному напрямку (який позначено стрілкою на огороженні), категорично заборонений, оскільки це може призвести до руйнування шнека та циліндра;
- пуск машини можливий лише після попередньої очистки шнека,

циліндра та матриці, а також заборонено запускати перегріту машину, що може свідчити про порушення у системі терморегуляції.

Експлуатація лінії з виробництва кукурудзяних паличок підпорядковується суворим санітарно-гігієнічним нормам, оскільки це харчове виробництво [11].

Система водопостачання є критичною для забезпечення якісної продукції та дотримання гігієни. Вона повинна відповідати національним нормам, зокрема СНіП («Водопостачання. Зовнішні мережі і спорудження», «Внутрішній водопровід і каналізація будинків») [22].

Підприємство забезпечується питною водою в достатній кількості з розрахунком потреби згідно з технологічними нормами.

Система має включати не менше двох резервуарів чистої води. Це забезпечує безперебійне водопостачання у пікові години, під час аварійних ситуацій та для протипожежних потреб. Обмін води у резервуарах не повинен перевищувати 48 годин [22].

Якісне освітлення та оптимальний мікроклімат є запорукою зниження втомленості персоналу та підвищення продуктивності:

- Освітлення: У виробничих приміщеннях пріоритет надається природному освітленню (світловий коефіцієнт (СК) 1:6-1:8). При недостатньому природному освітленні застосовується штучне, переважно люмінесцентними лампами (загальне або комбіноване освітлення).

- Мікроклімат: Температура, відносна вологість і швидкість руху повітря у робочій зоні встановлюються відповідно до норм СНіП, враховуючи важкість праці, надлишки тепла та сезонність. Оптимальні та допустимі параметри мікроклімату необхідно підтримувати для запобігання перегріву чи переохолодженню працівників.

При проектуванні та монтажі обладнання слід дотримуватися норм, що забезпечують безпеку переміщення та обслуговування: основні проходи (постійне перебування) мінімальна ширина повинна бути не менше 1,5 м; проходи біля вікон – не менше 1,0 м; проходи для одягу та регулювання

апаратів – не менше 0,8 м; проходи між автоматичними та механізованими лініями – не менше 2,4 м; розриви між окремими машинами, ємкостями – не менше 0,35 м [11].

Допустимі рівні впливу електромагнітних полів (ЕМП) оцінюються у різних діапазонах частот за напруженістю складових поля або поверхневою щільністю потоку енергії (ППЕ). Це особливо актуально для ділянок з потужними електроприводами (наприклад, двигун екструдера).

Механічні небезпеки пов'язані з рухомими елементами обладнання (ланцюгові, пасові, зубчасті передачі). Дієві запобіжні заходи включають:

1. Фізичний захист – закриття небезпечної частини кожухом або огороженням, що робить її важкодоступною.

2. Автоматичний контроль – застосування кінцевих електричних контактних датчиків, які припиняють подачу струму (блокування) у разі відкриття запобіжної кришки або зняття огороження.

Охорона праці на підприємстві з виробництва кукурудзяних паличок вимагає комплексного підходу, що охоплює як суворі технічні заходи безпеки, так і неухильне дотримання санітарно-гігієнічних норм.

Найвищий рівень безпеки зосереджено на ділянці екструзійного обладнання. Безпечна експлуатація вимагає обов'язкового призначення відповідальних осіб, ретельного контролю за заземленням та справністю захисних огорожень. Категорично заборонено будь-яке втручання у рухомі механізми під час роботи [11].

До обслуговування екструдера допускаються лише спеціально підготовлені працівники. Перед пуском машини необхідна повна технічна перевірка, включаючи очищення шнека та циліндра.

Для забезпечення якості продукції та здоров'я працівників критично важливим є дотримання санітарних вимог: безперебійне водопостачання (з резервуванням та контролем якості) та підтримання оптимального мікроклімату та належного рівня освітлення. Інженерні рішення охоплюють чітке планування проходів між обладнанням (ергономіка), забезпечення

електромагнітної безпеки та використання блокувальних систем (кінцевих датчиків) на захисних кожухах для запобігання механічним травмам [11].

Таким чином, ефективна охорона праці на виробництві кукурудзяних паличок базується на комбінації високої технічної дисципліни та постійного контролю за дотриманням встановлених нормативів.

РОЗДІЛ 5

БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» (№2245-III) є основним документом, який запроваджує оперативну вимогу щодо ідентифікації та подальшого декларування безпеки таких об'єктів [5].

Будь-яке підприємство, де здійснюється використання, виготовлення, переробка чи транспортування небезпечних речовин, автоматично класифікується як потенційно небезпечне (ПНО).

Метою ідентифікації є визначення приналежності об'єкта до категорії ОПН I або II класу, що зумовлює ступінь державного контролю та вимоги до розробки документації з безпеки.

Для цілей ідентифікації всі потенційно небезпечні речовини поділені на сім основних категорій: горючі гази; горючі рідини; легкозаймисті рідини та горючі рідини під тиском; вибухові речовини; речовини-окисники; токсичні речовини; речовини, небезпечні для довкілля. Ці категорії, у свою чергу, об'єднуються у три групи за видом можливих аварій та впливом уражувальних факторів, що дозволяє чітко прогнозувати наслідки НС (табл. 12).

Таблиця 12

Групи за видом можливих аварій та впливу уражувальних факторів

Група НС	Домінуючий уражальний фактор	Приклади категорій речовин
Група 1	вибух	горючі гази, вибухові речовини, речовини-окисники
Група 2	пожежа	горючі гази, горючі та легкозаймисті рідини
Група 3	шкідливі викиди	високотоксичні речовини, речовини, небезпечні для довкілля

Для виробництва кукурудзяних паличок особливу увагу слід приділяти

наявності потенційно вибухонебезпечного органічного пилу (кукурудзяне борошно, цукрова пудра). Цей чинник може класифікувати підприємство за групою 1 (вибух) та групою 2 (пожежа).

Процедура ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів є багатоетапною і проводиться відповідальними особами суб'єкта господарювання відповідно до Постанови КМУ №956.

Основні етапи процедури ідентифікації:

1. Використання нормативних документів (Накази МНС, Постанови КМУ, ДК 019-2010), що регламентують класифікацію, паспортизацію та прогнозування наслідків НС.

2. Ідентифікація джерел небезпеки на об'єкті, визначення переліку небезпечних речовин та їхньої фактичної кількості.

3. Оцінка зони поширення НС та прогнозування збитків (Наказ № 73/82/64/122, Постанова КМУ № 175).

4. Визначення, чи здатне джерело небезпеки ініціювати НС місцевого, регіонального або державного рівнів (Постанова КМУ № 368).

Кінцевий результат процедури ідентифікації – складання повідомлення про результати ідентифікації, яке підлягає обов'язковому узгодженню з місцевим органом ДСНС.

Якщо об'єкт визнається потенційно небезпечним (за наявності хоча б одного джерела, здатного ініціювати НС вище об'єктового рівня), він включається до Державного реєстру ПНО (Постанова КМУ № 1288) та зобов'язаний розробити Декларацію безпеки. Цей процес забезпечує державі та суб'єкту господарювання необхідну інформацію для планування заходів щодо запобігання аваріям, локалізації та ліквідації їхніх наслідків, а також для надання інформації населенню, що може постраждати.

Проаналізовано критичну необхідність всебічного забезпечення безпеки на підприємстві з виробництва кукурудзяних паличок в контексті потенційних надзвичайних ситуацій (НС).

Специфіка виробництва, пов'язана з використанням органічного пилу

(кукурудзяне борошно, цукрова пудра), визначає техногенні ризики як пріоритетні. Підприємство потенційно підпадає під групу 1 (вибух) та групу 2 (пожежа), що вимагає впровадження спеціалізованих систем аспірації та вибухозахисту. Відповідно до Закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки», підприємство зобов'язане провести ідентифікацію потенційних ризиків. Ця процедура визначає, чи належить об'єкт до категорії підвищеної небезпеки (ОПН), що, у свою чергу, зумовлює необхідність розробки Декларації безпеки та планування заходів цивільного захисту.

Ефективна система БНС не обмежується лише протипожежними заходами, але й охоплює організаційну готовність до всіх типів НС, включно з ризиками військового характеру. Це передбачає створення системи оповіщення, облаштування укриттів, розробку Плану локалізації та ліквідації аварій, а також регулярне навчання персоналу.

Таким чином, забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях на підприємстві є багатоаспектною системою, що поєднує нормативно-правові вимоги, інженерно-технічні рішення для протидії техногенним загрозам та організаційні заходи для захисту життя та здоров'я персоналу [22].

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Виробництво кукурудзяних паличок належить до підприємств харчової промисловості з відносно невисоким рівнем негативного впливу на навколишнє середовище. Проте на всіх етапах технологічного процесу – від підготовки сировини до пакування готової продукції – утворюються відходи, викиди та стічні води, які потребують належного контролю та мінімізації [24].

Основними джерелами впливу на довкілля при виробництві кукурудзяних паличок є: використання природних ресурсів (вода, електроенергія, сировина); утворення твердих відходів (залишки сировини, пакувальні матеріали); викиди пилу під час транспортування та дозування сухих компонентів; утворення стічних вод під час миття обладнання; шум та теплове навантаження від роботи екструзійного обладнання.

Основним джерелом забруднення атмосферного повітря є пил кукурудзяного борошна та порошоків (малина, чорниця, буряк), що може утворюватися на етапах зберігання, подрібнення, дозування та змішування сировини. Такі викиди мають локальний характер і, за умови дотримання технологічної дисципліни, не перевищують допустимих норм.

Стічні води утворюються переважно внаслідок миття технологічного обладнання, ємностей та виробничих приміщень. Вони можуть містити залишки органічних речовин (крохмаль, цукри, жири), які здатні підвищувати біохімічне споживання кисню (БСК).

До твердих відходів належать: некондиційна сировина; відходи фруктових-овочевих порошоків; відходи пакувальних матеріалів (поліетилен, картон); бракована продукція [24].

За відсутності системи сортування такі відходи можуть негативно впливати на стан ґрунтів та довкілля загалом.

Для зменшення пилових викидів доцільно застосовувати: герметизацію транспортних та дозувальних систем; локальні витяжні вентиляційні

установки; регулярне вологе прибирання виробничих приміщень; автоматизацію процесів подачі сухої сировини.

З метою зменшення водоспоживання та забруднення стічних вод рекомендується: впровадження замкнених або напівзамкнених систем водопостачання; використання мийних засобів, дозволених для харчової промисловості; попереднє механічне очищення стічних вод від твердих часток; регулярний контроль показників якості стічних вод перед їх скиданням [24].

Для зменшення негативного впливу відходів виробництва передбачається: сортування твердих відходів за видами; повторне використання або передача на переробку пакувальних матеріалів; використання некондиційної продукції як кормової добавки (за умови відповідності нормам); укладання договорів зі спеціалізованими підприємствами з утилізації відходів.

Виробництво кукурудзяних паличок є енергоємним, особливо на стадії екструзії. Для зниження енергоспоживання доцільно: використовувати сучасне енергоефективне обладнання; оптимізувати режими екструзії; впроваджувати системи рекуперації тепла; проводити регулярне технічне обслуговування обладнання.

Раціональне використання сировини, зокрема застосування натуральних порошків з ягід та овочів, також сприяє зменшенню втрат і підвищенню екологічності виробництва.

Використання порошків малини, чорниці та бурияка у виробництві кукурудзяних паличок має додаткові екологічні переваги: утилізація вторинної рослинної сировини; зменшення потреби у синтетичних барвниках та ароматизаторах; зниження хімічного навантаження на довкілля; формування екологічно орієнтованого асортименту продукції [24].

Виробництво кукурудзяних паличок за умови дотримання сучасних екологічних вимог не чинить значного негативного впливу на навколишнє середовище. Реалізація комплексу організаційних, технічних та технологічних

заходів дозволяє мінімізувати утворення відходів, зменшити викиди забруднюючих речовин, раціонально використовувати природні ресурси та забезпечити екологічну безпеку виробництва.

ВИСНОВКИ

1. Контрольний зразок має найвищий показник спучування та найменшу об'ємну щільність, а в дослідних зразках знижується показник спучування в залежності від пропорції та типу доданого порошку. Найбільше зниження у зразках з монодобавками у кількості 50 г. Додавання фруктово-овочевих порошків впливає на інтенсивність спучування екструдатів, що пояснюється зміною вологопоглинальної здатності суміші та вмісту харчових волокон.

2. Процес екструзії призводить до термодеградації біологічно активних сполук, притаманних добавкам, але при цьому готовий продукт зберігає значно вищий функціональний потенціал порівняно з контролем. Усі дослідні зразки з порошками демонструють вищу кінцеву АОА (від 9,6 до 17,5 мкмоль ТЕ/г) порівняно з контролем (1,4 мкмоль ТЕ/г), що підтверджує успішне створення функціонального продукту.

3. Найвищий відсоток збереження активності (80,0%) зафіксовано у зразку з порошком буряка, що свідчить про високу термостабільність його основних активних речовин (беталаїнів) в умовах екструзії. Зразки з ягідними порошками (малина – 65,0%, чорниця – 70,0%) показали нижчий відсоток збереження. Це пов'язано з підвищеною чутливістю антоціанів до комбінованого впливу високої температури та тиску.

4. Кукурудзяні палички з порошком чорниці та сумішшю порошків отримали найвищі оцінки серед дослідних зразків, демонструючи найбільш збалансований смак і привабливий колір при прийнятній текстурі. Зразок із чистим порошком буряка потребує доопрацювання через суттєве погіршення смаку та текстури.

5. Підтверджено можливість виробництва кукурудзяних паличок, збагачених фруктово-ягідними та овочевими порошками, що перетворює традиційний снєк на функціональний продукт харчування.

6. Введення порошків (5% від маси) негативно впливає на показники

спучування та хрусткість, оскільки клітковина перешкоджає формуванню крохмальної матриці. Незважаючи на термодеградацію АОА (втрати 20-35%), кінцева антиоксидантна активність дослідних зразків залишається значно вищою, ніж у контролю. Порошок чорниці забезпечує найвищу кінцеву АОА, а порошок із буряка – найвищий відсоток збереження.

7. Зразок кукурудзяних паличок з порошком чорниці був найкращим, оскільки він поєднує високі бали за смаком та кольором (середній бал 7,8) з потужною антиоксидантною активністю, що робить його найбільш перспективним для подальшої роботи.

8. Найбільш інноваційним є дослідний зразок – кукурудзяні палички з порошками малини : чорниці : буряка, де використовується суміш трьох добавок у пропорції 20 г малина : 20 г чорниці : 10 г буряк. Це дозволяє досягти синергічного ефекту від різних видів сировини, пропонуючи збалансований і комплексний продукт.

9. Розроблені рецептури забезпечують можливість проведення всебічних досліджень щодо впливу доданих порошоків на харчову цінність, текстуру та органолептичні показники готових кукурудзяних паличок

10. Додавання порошоків (5 %) дає невеликі зміни в енергетичній цінності (зниження в 20-40 ккал/1000 г шихти) за рахунок заміщення частини кукурудзяного борошна порошками, які мають трохи іншу енергетичну щільність. Найбільший вплив спостерігається на вміст клітковини: малина та комбінація порошоків підвищують його помітно (через високий вміст харчових волокон у ягідних порошках).

11. Для забезпечення безпеки продукту необхідний комплексний підхід, що поєднує: суворий контроль якості вхідної сировини за допомогою лабораторних випробувань; дотримання гігієни на етапах змішування та сушіння для запобігання біологічному та хімічному повторному забрудненню.

12. Виробництво кукурудзяних паличок – це багатоетапний процес, заснований на гідротермічній екструзії.

13. Для забезпечення безпечного виробництва кукурудзяних паличок,

система управління якістю повинна бути сфокусована на суворому дотриманні параметрів ККТ та ефективному функціонуванні ОППУ на входному контролі та етапах фінішної обробки.

14. Повна собівартість реалізації однієї одиниці кукурудзяних паличок (1 кг) становить 40,94 грн. При встановленні бажаного рівня рентабельності на рівні 25%, оптова ціна реалізації встановлюється на рівні 51,18 грн/кг. Ці показники є економічно обґрунтованими для впровадження проекту, забезпечуючи валовий прибуток 10235,10 грн з кожної тонни продукції та підтверджуючи фінансову життєздатність виробничого процесу.

15. Ефективна охорона праці на виробництві кукурудзяних паличок базується на комбінації високої технічної дисципліни та постійного контролю за дотриманням встановлених нормативів.

16. Забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях на підприємстві є багатоаспектною системою, що поєднує нормативно-правові вимоги, інженерно-технічні рішення для протидії техногенним загрозам та організаційні заходи для захисту життя та здоров'я персоналу.

17. Виробництво кукурудзяних паличок за умови дотримання сучасних екологічних вимог не чинить значного негативного впливу на навколишнє середовище. Реалізація комплексу організаційних, технічних та технологічних заходів дозволяє мінімізувати утворення відходів, зменшити викиди забруднюючих речовин, раціонально використовувати природні ресурси та забезпечити екологічну безпеку виробництва.

ПРОПОЗИЦІЇ

1. Доцільно впровадити у виробництво кукурудзяні палички з додаванням порошків малини, чорниці та буряка у кількості 5 %, оскільки вони підвищують харчову цінність та покращують органолептичні властивості продукції.

2. Рекомендується використовувати натуральні фруктові-овочеві порошки як альтернативу синтетичним барвникам та ароматизаторам, що сприяє підвищенню екологічності та споживчої привабливості виробу.

3. Перспективним є виробництво асортименту паличок із сумішшю порошків (малина : чорниця : буряк = 2 : 2 : 1), що забезпечує збалансовані органолептичні показники та привабливий зовнішній вигляд продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз ринку сухих сніданків в Україні. 2023 рік. URL : <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-suhih-zavtrakov-v-ukraine-2023-god>
2. Бажай-Жежерун С. А. Батончик глазуrowаний на основі пророщеного зерна пшениці. *Наукові праці НУХТ*. 2014. №3. С. 189-196.
3. Белов Ю. П. Розробка та впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів НАССР. *Світ якості України*. 2005. № 2. С. 42-45.
4. Валевська Л.О. Використання в харчуванні збагачених екструдованих зернових сніданків. *Сучасний рух науки : тез. доп. II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф.*, Дніпро, 28-29 черв. 2018 р. Дніпро, 2018. С. 61-64.
5. Гогіташвілі Г. Г. Системи управління охороною праці. Л. : Афіша, 2002. 256 с.
6. Димань Т. М., Мазур Т. Г. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів. Київ, 2011. 520 с.
7. ДСТУ 4634:2006 «Концентрати харчові сніданки сухі пластивці круп'яні. Загальні технічні умови». Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.
8. Жнякін Б. О., Краснова В. В. Економіка підприємства. Донецьк : Альфа-прес, 2005. 160с.
9. Зарева В. М. Комбіновані сухі сніданки – продукти нового покоління і здорового способу життя. *Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів*, 2016. С. 191-192.
10. Класифікація харчоконцентратних виробів. URL : <https://foodtechnology.pro/klasyfikatsiya-harchokontsetratnyh-vyrobiv>
11. Кучма М. М. Цивільна оборона (цивільний захист): Навчальний посібник. Львів : Магнолія плюс, 2009. 360 с.

12. Мельник Л. Г., Корінцева О. Л. Економіка підприємства. Суми : Університетська книга, 2004. 416 с.
13. Мочерний С. В. Основи економічних знань. К. : Академія, 2000. 303 с.
14. Піоваров О. А., Ковальова О. С., Лазаренко У. І. Застосування нетрадиційних підсолоджувачів натурального походження для виготовлення сухих сніданків. *Наука, технології, інновації*. 2024. № 3 (30). С. 70-81
15. Піоваров О. А., Ковальова О. С., Лазаренко У. І. Застосування нетрадиційних підсолоджувачів натурального походження для виготовлення сухих сніданків. *Наука, технології, інновації*. 2024. №2. С. 70-81.
16. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2025 році. Управління екології та природних ресурсів Миколаївської обласної військової адміністрації. Миколаїв, 2025. 232 с.
17. Ринок сухих сніданків розвивається завдяки усвідомленню потреби в здоровому харчуванні та пришвидшеному темпу життя. URL : <https://delo.ua/retail/rinok-suxix-snidankiv-rozvivajetsya-zavdyaki-usvidomlennyu-potrebi-v-zdorovomu-xarcuvanni-ta-prisvidsennomu-tempu-zittya-433910/>
18. Рудавська Г., Анненкова Н. Інновації у виробництві та асортименті екструдованих продуктів [Електронний ресурс]. Товари і ринки. 2008. № 1. URL : <http://tr.knute.edu.ua/files/2008/05/4.pdf>
19. Савінок О. М., Зюзько А. В. Кваліфікаційна дипломна робота: методичні рекомендації для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти ОПП «Харчові технології» спеціальності 181 – «Харчові технології» денної форми здобуття вищої освіти. Миколаїв : МНАУ, 2023. 40 с.
20. Сімахіна Г., Наumenко Н. Новітні технології оздоровчих продуктів. *Товари і ринки*. 2015. № 1. С. 180-201.
21. Сухі сніданки в Україні: аналіз і сегментація та тренди. URL : <https://koloro.ua/ua/brending-i-marketing/suhi-snidanky-v-ukrayini-analiz-i->

22. Ткачук К. Н. Основи охорони праці. Київ : Основа, 2003. 469 с.
23. Управління якістю та безпечністю під час виробництва йогурту з апіпродуктами / С.В. Мерзлов, Т. В. Рудакова, О.О. Сніжко [та ін.]. Наука інновацій. 2018. №14(6). С. 24-36. <http://doi.org/10.15407/scin14.06.024>
24. Фесенко О. А., Кондратенко І. П. Оцінка екологічної безпеки підприємства експертним методом. Сучасні технології в промисловому виробництві: матеріали ІІ Всеукр. міжвузівської наук.-техн. конф., 17-20 квітня 2012 р. Суми : СумДУ, 2012. Ч. 2. С. 70.
25. Харчові технології у прикладах і задачах: підручник / Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, С. І. БУХКАЛО, П. О. КАПУСТЕНКО [та ін.]. К.: Центр учбової літератури, 2008. 576 с.
26. Broccoli Processing Waste Management: A Review on Recent Advances and Perspectives / A. Montero-Castillo [et al.]. *Food and Bioprocess Technology*, 2021. No14 (1). С. 1-20.
27. Kovaliova O, Pivovarov O, Vasylieva N, Koshulko V. Obtaining of rice malt with the use of plasma-chemically activated aqueous solutions. *Food science and technology*.2022;16(4):64-76
28. Kovaliova O., Pivovarov O., Koshulko V. Study of hydrothermal treatment of dried malt with plasmochemically activated aqueous solutions. *Food science and technology*. 2020. Vol. 14, Issue 3. P. 113-121
29. Pivovarov O., Kovaliova O., Koshulko V. Effect of plasmochemically activated aqueous solution on process of food sprouts production. *Ukrainian Food Journal*. 2020. Volume 9. Issue 3. P. 575-587
30. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko, V. Disinfection of marketable eggs by plasma-chemically activated aqueous solutions. *Food Science and Technology*. 2022. 16(1). P. 101-111.
31. The Impact of Cultivation and Environmental Factors on the Nutritional Composition of Vegetables / P. W. Simon [et al.]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2017. No65 (26). С. 5405-5414.

ДОДАТОК А

Карта аналізу небезпечних факторів (НАССР) при виробництві кукурудзяних паличок

Етап процесу	Ідентифікована небезпека (Б, Х, Ф)	Причина виникнення	Чи значуща небезпека (Так/Ні)	Обґрунтування значущості/незначущості	Запобіжні заходи (контроль)	Чи є це ККТ? (Так/Ні)
1	2	3	4	5	6	7
1. Приймання та зберігання сировини (кукурудзяна крупа)	Б: мікотоксини (Афлатоксини, Фумонізени)	зараження зерна грибами в полі або під час неправильного зберігання	Так	канцерогенність; не руйнуються повністю при екструзії	вхідний контроль якості (наявність сертифікатів, лабораторні випробування)	Ні
	Х: залишки пестицидів, важкі метали (Pb, Cd)	використання хімікатів при вирощуванні, забруднення ґрунту	Так	накопичувальна токсична дія; вимагають постійного контролю згідно з нормативами	вхідний контроль за ДСТУ; перевірка сертифікатів	Ні
	Ф: металодомішки, каміння	потрапляння сторонніх предметів на етапі збирання / переробки зерна	Так	можуть спричинити травмування споживача та пошкодження обладнання	використання магнітних уловлювачів і сит на етапі підготовки сировини	Ні

1	2	3	4	5	6	7
2. Змішування та кондиціювання	Б: розвиток плісняви	висока вологість круп та обладнання, недостатня санітарна обробка	Ні	якщо небезпека і виникне, вона буде усунена на етапі екструзії	регулярне очищення обладнання	Ні
	Х: залишки мийних / дезінфікуючих засобів	недостатнє змивання засобів після санітарної обробки	Так	можуть спричинити отруєння.	контроль процедури миття; використання дозволених засобів	Ні
3. Екструзія (Гідротермічна обробка)	Б: патогенні мікроорганізми (Сальмонела, <i>E. coli</i>)	потенційне внесення з сировиною або обладнанням	Ні	висока температура (140- 160°C) та тиск, знищення вегетативних форм	контроль температури та часу екструзії	Так
	Х: акриламід	взаємодія аспарагіну з цукрами при високій температурі	Так	потенційний канцероген	оптимізація температури / часу екструзії; контроль вмісту цукру в сировині	Ні

1	2	3	4	5	6	7
4. Обсипання (нанесення жиру та смакових добавок)	Б: повторне мікробіологічне забруднення	потрапляння м/о з повітря, обладнання або персоналу на охолоджений продукт	Так	продукт вже не піддається термічній обробці, що може призвести до псування	контроль чистоти повітря, обладнання та персоналу	Ні
	Х: окислення жиру (прогрівання)	використання неякісної / старої олії, контакт з киснем	Так	погіршення органолептичних властивостей; утворення токсичних продуктів окислення	контроль кислотного та пероксидного числа олії	Ні
5. Пакування та контроль	Ф: потрапляння металевих сторонніх предметів	зношення обладнання, шнеків, різальних механізмів	Так	може призвести до серйозних травм споживача	пропускання готового продукту через металодетектор	Так
	Б: пліснява у готовому продукті	недостатня герметичність пакування або висока кінцева вологість продукту	Так	псування продукту	контроль вологості продукту (3-5%); цілісності та герметичності	Ні