

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

_____ Кочубей-Литвиненко О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 20__ р.

«До захисту допущено»

В. о. завідувача кафедри

_____ Янюк Т.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності 181 «Харчові технології»

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Технології зберігання і переробки зерна

на тему: Дослідження технологічних властивостей насіння нуту для виробництва функціональних продуктів

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ТЗ-2-6М

Сущенко Я.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник

Тракало Т.О.
(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультанти

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2021р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології зберігання і переробки зерна

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Технології зберігання і переробки зерна

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри
технології зберігання і
переробки зерна

Янюк Т.І.

“ ” 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Сущенко Ярослави Володимирівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Дослідження технологічних властивостей насіння нуту
для виробництва функціональних продуктів

керівник роботи к.т.н, ст.викл. Тракало Т.О.

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

затвержені наказом закладу вищої освіти від “ ” 20__ року №__

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: дослідження технологічних властивостей насіння
нуту для виробництва функціональних продуктів, продуктивність технологічної
лінії виробництва цукерок 20кг за зміну

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

1. Аналітичний огляд літератури. 2. Об'єкти і методи досліджень.

3. Експериментальна частина. 4. Технологічна частина. 5. Економічна частина

6. Список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу

Технологічна схема виробництва цукерок на основі насіння нуту

АНОТАЦІЯ

Сущенко Я. В. Дослідження технологічних властивостей насіння нуту для виробництва функціональних продуктів – Рукопис.

Кваліфікаційна робота за спеціальністю 181 «Харчові технології», освітньо-професійної програми технології зберігання і переробки зерна. – Національний університет харчових технологій, Київ, 2021.

В основу кваліфікаційної роботи покладено дослідження фізико-технологічних та хімічних властивостей насіння нуту, мікробіологічних показників готового продукту, розроблення технологічної лінії отримання функціонального продукту на основі насіння нуту, розрахунок економічної ефективності впровадження запропонованої технологічної лінії.

Робота виконана на кафедрі технології зберігання і переробки зерна Національного університету харчових технологій. Усі дослідження були проведені за діючими нормативними документами. Визначення мікробіологічних показників функціонального продукту проводились в київській лабораторії мікробіологічних досліджень «Біолайтс».

Ключові слова: нут, властивості, склад, органолептика, мікробіологія, показники, технологія, цукерка, економіка.

ANNOTATION

Sushchenko Ya. V. Research of technological properties of chickpea seeds for production of functional products - Manuscript.

Qualification work in the specialty 181 "Food Technology", educational and professional program of grain storage and processing technology. - National University of Food Technologies, Kyiv, 2021.

The qualification work is based on the study of physical and technological and chemical properties of chickpea seeds, microbiological indicators of the finished product, development of a technological line for obtaining a functional product based on chickpea seeds, calculation of economic efficiency of the proposed technological line.

The work was performed at the Department of Grain Storage and Processing Technology of the National University of Food Technologies. All experiments were performed according to current regulations. Determination of microbiological indicators of the functional product was carried out in the Kyiv laboratory of microbiological research "Biolights".

Key words: chickpeas, properties, composition, organoleptics, microbiology, indicators, technology, candy, economics.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1	12
АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	12
1.1 Нут у світовому виробництві та в Україні	12
1.2 Ботанічна характеристика нуту	14
1.3 Харчова та біологічна цінність насіння нуту.....	17
1.4 Перспективні напрямки використання насіння нуту	20
1.5 Харчові продукти з використанням насіння нуту	24
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	28
РОЗДІЛ 2	29
ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
2.1. Об'єкти досліджень.....	29
2.2. Методи досліджень	29
2.2.1. Первинний огляд та оцінка партій насіння нуту	29
2.2.2 Відбір та підготовка проб до аналізів.....	30
2.2.3 Методи органолептичної оцінки	30
2.2.4 Визначення фізико – технологічних властивостей зерна.....	31
2.2.5 Методики визначення хімічного складу насіння нуту та готового продукту	33
2.2.6 Визначення терміну придатності готового продукту.....	39
2.2.7 Визначення мікробіологічних показників	39
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	41
РОЗДІЛ 3	42
ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	42
3.1 Визначення органолептичних показників насіння нуту	42
3.2 Дослідження фізико-технологічних властивостей	43
3.3 Дослідження хімічного складу насіння нуту	46
3.4 Дослідження показників якості цукерок з насіння нуту	48

3.5 Дослідження мікробіологічних показників якості цукерок з використанням насіння нуту та терміну придатності	49
3.6 Математична модель процесу дослідження.....	51
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	56
РОЗДІЛ 4	58
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	58
4.1. Технологічні процеси виробництва цукерок з насіння нуту	58
4.2 Розрахунок і підбір обладнання.....	60
4.3 Опис технологічної лінії виробництва	65
4.4 Технохімічний контроль виробництва	66
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4.....	68
РОЗДІЛ 5	69
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	69
5.1 Розрахунок виробничої програми підприємства	69
5.2 Розрахунок собівартості.....	70
5.3 Розрахунок ціни продукції.....	71
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 5.....	71
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	75
ДОДАТКИ	80
ДОДАТОК А	81
ДОДАТОК Б.....	82
ДОДАТОК В.....	Error! Bookmark not defined.
ДОДАТОК Г	85

ВСТУП

Нут - одна із найдавніших і найпоширеніших зернобобових культур світу, яку використовують на різних континентах у продовольчих та кормових цілях. Користь нуту обумовлена його високою поживною цінністю і багатим хімічним складом, що постачає всі необхідні речовини для нормальної діяльності всіх функцій організму. Насіння нуту є ідеальним джерелом отримання білка, так як в насінні цієї культури його міститься до 31%, який за амінокислотним складом і рівнем їх змісту наближається до білка м'яса яловичини, а також володіє високими функціональними властивостями. Фундаментальних біохімічних досліджень білка насіння нуту поки недостатньо, оскільки в основному про його структуру відомо менше, ніж про білок сої, гороху, тому було проаналізовано літературні джерела та виконано дослідження.

В даний час харчова промисловість все більше фокусує свою увагу на питаннях, пов'язаних зі зміною існуючих технологій з метою підвищення ефективності переробки сировини та збільшення випуску високоякісних продуктів харчування та функціональних інгредієнтів з мінімальною кількістю відходів. Саме тому об'єктом дослідження було обрано насіння нуту, як джерело цінного рослинного білка, який за своїм складом схожий на білок тваринного походження та водночас є найбагатшим джерелом функціональних інгредієнтів.

В нуті міститься велика кількість вітамінів, мінералів, білків, жирів та клітковини (за деякими оцінками, в нуті міститься до 80 найменувань цінних харчових речовин). В зернах нуту міститься селен, який протистоїть процесам старіння і знижує ризик розвитку онкологічних захворювань. Зерна позитивно позначаються на діяльності серцево-судинної системи, а також вони нормалізують рівень цукру, що важливо для людей з діабетом. З огляду на наявність великої кількості марганцю, поліпшується робота нервової системи і зміцнюється імунітет. Нут містить залізо, корисне для людей з анемією. Нут містить не тільки розчинні, а й нерозчинні волокна. Завдяки цьому відбувається

очищення кишечника від різних токсинів і продуктів розпаду, а також поліпшується робота шлунково-кишкового тракту. Оскільки в нуті є багато клітковини, значить, він відноситься до продуктів з низьким глікемічним індексом. Саме тому допомагає швидко позбутися від голоду і тривалий час відчувати насичення. Головна складова нуту – легкозасвоюваний протеїн рослинного походження. Тому злак рекомендується для харчування вегетаріанців, сиродів і всіх, хто не вживає в їжу м'ясо. Особливо корисний пророщений нут. Проростки нуту рекомендується вживати для профілактики простудних захворювань і грипу, особливо для людей похилого віку і дітей. Проростки нуту містять клітковину, високоякісні жири і білки, велику кількість кальція, магнію, калію, вітаміну А і С. Нут – прекрасний засіб для оздоровлення та очищення організму і багато дієтологів рекомендують включати його в раціон, готувати різноманітні страви.

Актуальність теми. Сучасні тенденції в області виробництва продуктів харчування пов'язані з розширенням асортименту функціональних продуктів, що сприяють корекції здоров'я за рахунок нормалізуючої дії на організм людини з урахуванням професії, фізіологічного стану, статі, зовнішніх факторів.

У зв'язку з цим забезпечення населення повноцінними продуктами має соціальне значення. Широкі епідеміологічні дослідження стану харчування в Україні переконливо доводять зниження споживання найбільш цінних у біологічному відношенні харчових продуктів. В результаті цих досліджень було встановлено, що організм людини відчуває дефіцит білків, що досягає 15-20% від рекомендованих норм, вітамінів, в тому числі групи В, мікроелементів, зокрема, селену.

В Україні проблема дефіциту есенціальних нутрієнтів посилюється наявністю значної кількості територіальних зон екологічного ризику, техногенних і природно-кліматичних катастроф, підвищеною нервово-емоційною напругою, характерною для сучасного життя, а також зниженням купівельної спроможності більшої частини населення.

Незважаючи на різноманіття відомих джерел рослинного білка на світовому ринку, практично безальтернативним продуктом залишається соя і білкові препарати на її основі. У зв'язку з цим проблема створення виробництва білкових препаратів рослинного походження залишається актуальною і є об'ємною комплексною задачею, пов'язаною з дослідженням культури, здатної давати стійкі економічно виправдані врожаї, обґрунтування і розробку системного підходу при реалізації технологій білкових препаратів і продуктів харчування масового споживчого попиту, особливо таких, як хліб, кондитерські вироби.

В науці і практиці харчових виробництв є деякі позитивні зміни в створенні продуктів з нутом, розроблені і рекомендовані рецептури приготування. Однак виробництво і застосування функціональних препаратів з насіння нуту складне через відсутність системних розробок концептуального характеру, що дозволять вирішити проблему комплексно і приведуть у відповідність норми якості продуктів, що користуються масовим попитом.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є наукове обґрунтування можливості використання насіння нуту у виробництві функціональних продуктів та розроблення технології виробництва цукерок на основі насіння нуту. Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні задачі:

1. Виконати аналіз вітчизняної і зарубіжної літератури та патентної інформації по темі досліджень.
2. Науково обґрунтувати вибір насіння нуту в якості вихідної сировини для створення продуктів функціонального призначення.
3. Дослідити органолептичні, фізико-технологічні властивості, хімічний склад досліджуваної сировини.
4. Визначити органолептичні, хімічні та мікробіологічні показники якості отриманого функціонального продукту з насіння нуту.
5. Дослідити термін придатності отриманого продукту.

6. Розробити технологію отримання функціонального продукту на основі нуту та розрахувати економічну доцільність впровадження даної технологічної лінії.

Об'єкт дослідження – насіння нуту, виробництво функціональних продуктів.

Предмет дослідження – продукт на основі насіння нуту.

Методи досліджень: аналітичні, фізико-хімічні, органолептичні, технологічні, загально прийняті.

Наукова новизна одержаних результатів – дослідження виконувались вперше.

Апробація роботи. Результати досліджень опубліковувались на 86-тій науковій конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (НУХТ, 2020 р.)

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку бібліографічних джерел з 47 найменувань і додатків. Робота виконана на 82 сторінках, ілюстрована 14 таблицями і 2 рисунками.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Нут у світовому виробництві та в Україні

Нут - рослина родини бобові, зернобобова культура з роду *Cicer*. Рослина родом з центральної і західної частини Азії. Зерна незвичайної форми. У стручках невеликого розміру розташовується не більше 3-х зерняток. Колір їх в більшості випадків жовтий, але також допустимі і інші відтінки. Нут є екологічно чистим продуктом, оскільки в ньому не накопичуються нітрати, токсини та інші шкідливі речовини.

Нут є однією з найстародавніших культур світового землеробства. Його насіння було знайдено у пальових спорудах та єгипетських пірамідах. Найбільш ранні знахідки насіння нуту в Туреччині датуються 5450 р. до н.е., а в Індії його культивували 2000 років до н.е.

У світовому виробництві зернобобових нут займає третє місце, поступаючись лише сої та квасолі. На його частку припадає 15,6% від валового збору всіх зернобобових культур. Дещо меншу частку має горох (15,3%), який найбільш розповсюджений у країнах із помірним кліматом [2].

Основні посіви нуту зосереджені в Індії, Пакистані, Афганістані, а також у посушливих районах Європи, Америки, Австралії та Африки. Основна кількість нуту вирощується в Індії і там же і споживається. За даними індійського уряду врожай нуту у 2019/20 році складав 8,568 млн тонн. Індія займає частку у 62% від світового виробництва. Австралія з об'ємом 673 тис. тонн і часткою у 5% посідає друге місце. Країни-лідери мають дуже велику різницю у об'ємах виробництва. Так, Австралія, що знаходиться на другому місці виробляє всього біля 10% від об'ємів виробництва нуту Індією. Третє та четверте місце займають Туреччина та М'янма з часткою у 4% кожна. П'яте та шосте місце з частками по 3% займають Ефіопія та Іран. Канада і Сполучені Штати Америки кожна виробляють по 1% від світового виробництва нуту. Але цікаво, що майже за тридцять років з 1993 року в Канаді виробництво нуту збільшилося у 157 разів з однієї тисячі тонн до 157 тис. тонн. В

Сполучених Штатах з 2008 року виробництво нуту збільшилося майже в три рази з 50,7 тис. тонн до 150,6 тис. тонн.

Австралія, Канада вирощують нут практично лише для експорту. На Європейському континенті культура нуту стала відомою відносно недавно. Основні виробники товарної продукції цієї культури – це Португалія, Іспанія, країни колишньої Югославії. Європейці надають перевагу сортам зі світлим забарвленням насіння і формують високу ціну саме на нього. Імпорт нуту в Європу щорічно становить близько 120–150 тис. т, який завозять переважно з Сирії та Мексики [3].

В умовах глобального потепління клімату Землі, що визначається в усьому світі, знижуються врожаї сільськогосподарських культур, у тому числі й основних зернобобових культур України – гороху та сої. З огляду на зміну клімату, неабияку цінність наразі має нут – важлива жаро- та посухостійка культура. В Україні зростає попит і розширюються площі під нутом: за останні 10 років площа посівів нуту збільшилася більше, ніж у 10 разів, і становить близько 50–70 тис. га. В особливо посушливі роки, які останнім часом трапляються все частіше, нут добре конкурує за продуктивністю з горохом. За посухостійкістю він посідає друге місце після чини. Завдяки потужній кореневій системі та економічному витрачання води нут найбільш пристосований для вирощування в регіонах, які страждають від частих посух у літній період. Водночас включення нуту в сівозміну дає можливість збагатити ґрунт азотом і мати відмінний попередник для всіх зернових культур [4].

В Державному реєстрі сортів рослин придатних для поширення в Україні станом на кінець 2020 року занесено 15 сортів. У 2014 році було 6 сортів нуту (Буджак, Красень, Пам'ять, Розанна, Слобожанський, Тріумф), а у 2013 році в реєстрі був ще один сорт - "Добробут".

Статистика виробництва по цій культурі в Україні не ведеться. Однак, досвідом вирощування нуту діляться місцеві агрономи та фермери. Так, врожайність нуту в Україні коливається від 1,2 т/га до 2,8 т/га.

В зонах вирощування нут широко використовують для продовольчих і кормових потреб. Боби нуту застосовують в їжі у вареному та смаженому вигляді, для приготування супів, гарнірів та національних страв (хумусу, фалафелі, тощо.). В Індії нут є головним джерелом протеїну у вегетаріанській кулінарії. Рослина також придатна для різних галузей азійської та європейської медичної практики. Продукти, виготовлені з нуту, включено до обов'язкового асортименту європейських супермаркетів з огляду на їх відповідність вимогам до збалансованого харчування. Ізраїльські біологи дійшли висновку, що нут покращує самопочуття і підвищує розумові функції. Вчені встановили, що внаслідок селекції нут став містити втричі більше триптофану, ніж його попередник, що тепер росте лише на південному сході Туреччини. Крім триптофану, нут містить інші вітаміни та мікроелементи, дефіцитні в харчуванні людей [5].

1.2 Ботанічна характеристика нуту

Нут – одна з основних сільськогосподарських бобових культур, пристосованих до посушливих і спекотних умов зростання. Нут – однорічна рослина, яка самозапилюється та займає третє місце в світі з виробництва бобових. Геном нуту диплоїдний та середнього розміру. Рід нуту *Cicer L.* об'єднує до 30 видів, більшість яких є багаторічними рослинами.

Культурний нут (*Cicer arietinum L.*) – однорічна рослина, достатньо холодостійка, мінімальна температура проростання насіння 4-5°C. За морозостійкістю вона займає перше місце серед зернобобових культур. При помірній зимі і при посіві пізно восени добре перезимовує у фазі проростків під сніговим покривом, витримуючи короткочасне зниження температури повітря до -25°C. Весною після танення снігу проростки витримують заморозки до -16°C, дорослі рослини не гинуть при -8°C [6].

Коренева система – стрижнева з добре розвинутим головним коренем, який проникає у ґрунт на глибину до 100 см і більше. Біля 50% кореневої

системи розвивається на глибині до 20 см. На корінні формуються бульбочки з азотфіксуючими бактеріями.

Стебло – прямостояче, з багатьма гілками, штамбової, напівштамбової або розлогої форми. Гілкування починається біля основи стебла або у середній частині в залежності від сорту. Висота рослин коливається від 20 см до 1 м, у середньому 45-55 см, колір зелений, з різними відхиленнями від світло-зеленого до темно-зеленого, з наявністю або відсутністю антоціанової пігментації.

Лист – складний, непарноперистий, складається з 11-17 листочків, їх кількість різна у залежності як від сорту, так і від місця їх знаходження на рослині. Багатолисточкове листя знаходиться у середній частині стебла. Форма листочків еліптична або зворотнояйцевидна, довжина від 9,3 до 20,7 мм, ширина - від 3,5 до 11,3 мм. Колір листя зелений, сизо-зелений або жовто-зелений, іноді з фіолетовим відтінком.

Листя, стебло і стулки бобів покриті дрібними волосками, які відіграють захисну роль для рослини.

Квітка – квітконоси одноквіткові, рідко двоквіткові. Квітки п'ятичленисті, дрібні, колір віночка найчастіше всього білий або фіолетовий, хоча можуть бути варіації рожевого, світло-рожевого, темно-рожевого, блакитного або жовто-зеленого відтінків. Між кольором квіток і насіння існує кореляція, як правило, світле насіння формується на рослинах з білими квітками, темне - з рожевими або фіолетовими.

Плід – біб овально-подовженої, овальної або ромбічної форми, довжиною 1,5-3,5 см, з пергаментним шаром, при дозріванні не розтріскується. Спілі боби окрашені у різні відтінки: у білонасінневих сортів солом'яно-жовті, зеленонасінневих - зеленуваті, темнонасінневих – сизо - фіолетові. Кількість насіння у бобі 1-2, рідко 3.

Насіння – нуту характеризується наявністю носика, поверхня зморшкувата або гладка. Розрізняють три форми насіння: вузлувата, яка схожа на голову барана, округла, тобто горохоподібна і проміжна, яка нагадує голову

сови. Колір насіння може бути білим, жовтим, рожевим, сірим, зеленим, світло-коричневим, коричневим, чорним або темно-коричневим, рідко зустрічаються сорти зі строкатим насінням. У вологих умовах вирощування колір насіння має більш темний відтінок, а при сухих - більш світлий. Сім'ядолі зазвичай жовті, різної інтенсивності, у дуже рідких випадках зустрічаються сорти з зеленими сім'ядолями. Маса 1000 насінин коливається від 60 до 700 г. Зазвичай сорти нуту за розміром насіння розподіляються на три групи: дрібнонасіннів—до 200г; середньонасіннів – 200-350г; крупнонасіннів – більш 350г.

Вегетаційний період – нуту триває 80-120 діб у залежності від сорту та умов вирощування. Нут за фотоперіодичною реакцією відноситься до культур тривалого дня, тому при більш пізньому посіві фази вегетаційного періоду рослин скорочуються і зменшується врожай.

Вид нуту *Cicer arietinum* L. за забарвленням, формою і розміром насіння, забарвленням квіток та розміром листків об'єднує 4 підвиди: східний (*orientalis* C. Pop), азіатський (*asiaticum* C. Pop), європейсько-азіатський (*eurasiaticum* C. Pop) і середземноморський (*ssp. mediterraneum* C. Pop). Підвиди поділяються на 13 екологічних груп, серед яких у нашій країні поширені в основному дві - середньоєвропейська та південноєвропейська групи, які належать до європейськоазіатського підвиду. У середньоєвропейського нуту рослини формують прямостоячий, зімкнутий або розлогий у верхній частині кущ заввишки 30 - 50 см. Квітки білі або рожеві. Насіння біле, жовтувато-рожеве, округле чи кутасте, середнього розміру. Маса 1000 насінин – 200 - 300 г. Рослини південноєвропейського нуту більш високорослі - заввишки 40 - 80 см, утворюють прямостоячий компактний кущ. Квітки білі або рожево-червоні. Насіння жовто-рожеве, жовто-буре, коричнево-червоне, чорне, округле, кутасте. Маса 1000 насінин – 150 - 230 г. Головною морфологічною ознакою, за якою визначають різновидності нуту, є форма насіння. Основні різновидності такі: *transcaucasica - carneum* C. Pop., сорти якої утворюють округле, злегка зморшкувате жовто-рожеве насіння середнього розміру, та *var. transcaucasica*

brunneoviolaceum C. Pop. з сортами, у яких насіння кутасте, світло-коричневе. Сорти: Волгоградський 10, Дніпровський високорослий, Краснокутський 123, Луганець, Розана, Смачний та інші.

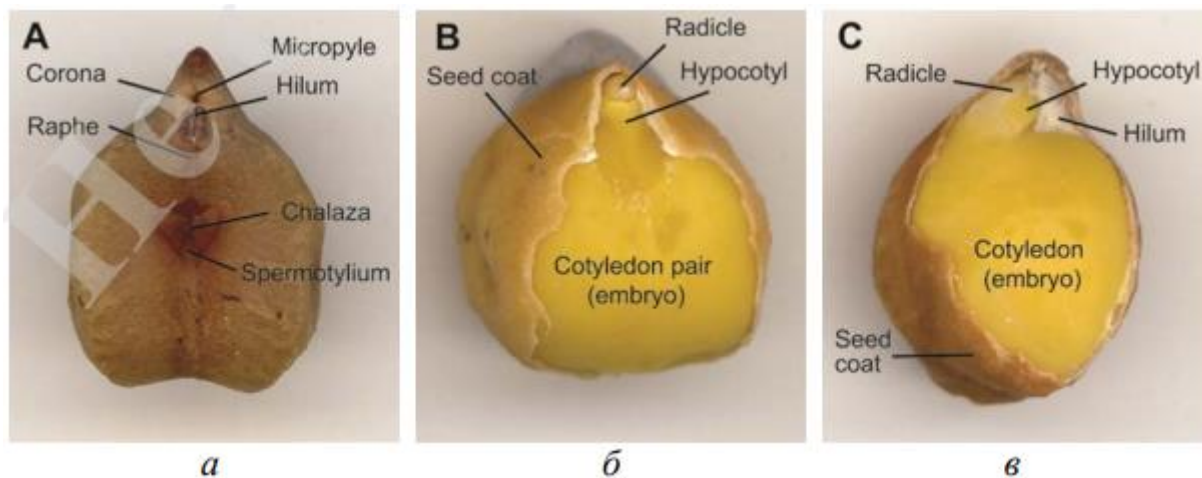


Рис. 1.2.

Насіння нуту Насіння нуту (*Cicer arietinum* L.):

а – вид знизу, показує зовнішні особливості; б – вид знизу з віддаленим насіннєвим шаром, показує основні внутрішні особливості; в – бічний вид з пошкодженим покриттям, що складає основні внутрішні особливості.

Рис. 1 ілюструє структуру насіння нуту. Найбільша фракція – це зародок, який складається з двох сім'ядоль, з'єднаних на їх адаксіальних поверхнях, невеликого гіпокотилля (зародкова вісь) і корінця (зародкового кореня), розташованого в дзьобі нуту. Зародок оточений насіннєвою оболонкою, який діє як захисне покриття. Найбільш помітними зовнішніми структурами на черевній стороні є хілум, рубець фунікулера, що відзначає точку, в якій насіння були прикріплені до стінки стручка під час розвитку, і микропиле, дрібна пора, яка контролює проникнення вологи в насіння. Обидва оточені короною (обідком хілума). Ємність проходить по лінії від нижньої частини корони до сперматотіума (арілате), який містить халазою (підстава яйцеклітини).

1.3 Харчова та біологічна цінність насіння нуту

За харчовою цінністю нут, незалежно від сортових особливостей, не поступається таким відомим поширеним зернобобовим культурам, як горох,

сочевиця і соя. Вміст білка в насінні нуту залежно від сорту варіює від 20,1% до 32%. За цим показником нут поступається тільки сої, перевищуючи при цьому квасоллю, сочевицю і горох на 3-7 %. До складу нуту входять 18 амінокислот, вітаміни: В1, В2, РР, В5, В6, В9, С, А, Е, К, бета-каротин, холін; макро- і мікроелементи: калій, фосфор, магній, кальцій, залізо, натрій, марганець, цинк, мідь. У нуті присутні ізофлавоноїди.

Таблиця 1.1

Хімічний склад і поживність насіння нуту [12].

Величина	Кількість на 100 г
Калорійність нуту	310 кКал
Жири	4-7 %
Білки	20-32 %
Вуглеводи	50-60 %
Вода	11-14 %
Харчові волокна	10-12 %
Вітаміни	Вітамін А-0,19 мг, В1-0,51 мг, В2-0,2 мг, РР-2,25 мг, В4- 95 мг, В5-1,6 мг, В9-557 мг, С-3,87 мг, Е-0,8 мг, К – 9мг,
Мінеральні солі	Кальцій – 192 мг, калій – 968 мг, магній – 126 мг, сірка – 198 мг, фосфор – 446 мг, алюміній – 708 мг, бор – 750 мг, цинк – 2100 мг, залізо – 967 мг, селен – 28 мг

За показниками харчової цінності, а також за сумою незамінних амінокислот (38.51%) і кількості основних з них: метіоніну (3,11%), триптофану (1,10%), лізину (7,65%), ізолейцину (6,81%) – нут перевершує поширені зернобобові культури. Відповідаючи сучасним поглядам на якість продуктів харчування, нут є перспективним джерелом не тільки біологічних компонентів, цілого комплексу фізіологічно активних і незамінних компонентів, до яких належать амінокислоти і вітаміни, але й жирних ненасичених кислот та макро- і мікроелементів. Серед них калій – 968 мг, натрій – 72 мг, кальцій – 192 мг, магній – 126 мг, сірка – 198 мг, фосфор – 446 мг, селен – 2800 мкг, кількісний склад яких перевищує тільки у сої. Зерно нуту багате на вітаміни (В1, В2, В6, РР). Проведений аналіз показав, що в зерні нуту міститься вітамінів В1 і В2 більше, ніж у квасолі, в 2,4 і 3 рази відповідно, та більше, ніж у горосі, у 1,6 і 3 рази відповідно.

Регулярне споживання насіння нуту сприяє зниженню рівня холестерину в крові та зменшує ризик серцевих нападів.

Марганець являється важливим кофактором серед численних ферментів, необхідних для утворення енергії і антиоксидантного захисту. Лише одна чашка вареного насіння нуту забезпечує 84,5 % вмісту цього дуже важливого мінералу.

Вміст магнію у насінні нуту має безліч переваг, які корисно впливають на серцево-судинну систему. Досліди показали, що дефіцит магнію не лише спричинює серцеві напади, але й одразу за серцевим нападом, через брак магнію, виникає самостійне радикальне пошкодження серця. Магній, що надходить до організму у достатній кількості зменшує опір і покращує транспортування кисню та поживних речовин у крові, внаслідок чого судинна система людини знаходиться у гарному стані.

На додаток до його позитивної дії на травну, серцево-судинну системи та здатності знижувати рівень цукру та холестерину в крові, нут завдяки вмісту в своєму складі заліза забезпечує повільне спалювання складних вуглеводів, що

значно підвищує енергію. Залізо – складний компонент гемоглобіну, який транспортує кисень від легенів до всіх клітин тіла, який також є частиною провідного ферменту для вироблення енергії і метаболізму. Споживання нуту являється кращим способом поповнення запасів заліза ніж споживання червоного м'яса (інше провідне джерело заліза), тому що він низькокалорійний і фактично знежирений.

За вмістом селену нут займає перше місце серед всіх зернобобових культур. Важливо, що селен виконує свою хоч і невидиму, але дуже потрібну роботу в різних частинах людського організму. Він має дуже сильну антиканцерогенну дію, до того ж не тільки попереджає, але й зупиняє розвиток злоякісних пухлин. Селен необхідний для синтезу йодомістких гормонів щитовидної залози. Тому боротьба з дефіцитом йоду неможлива на фоні селенового голодування. Але найбільше відомий селен, як мікроелемент довголіття, тому що не тільки захищає клітинні мембрани від пошкодження агресивними формами кисню, але і активно допомагає вітаміну Е, сильному антиоксиданту, повністю розкрити свій антиокислювальний потенціал. Крім того останні наукові дослідження принесли селену іще і славу екологопротектора. Виявилось, що він здатен захищати наш організм від ртуті, кадмію, свинцю та інших шкідливих речовин – супутників сучасної цивілізації, що захопили наше довкілля. Це робить його цінним продовольчим продуктом.

1.4 Перспективні напрямки використання насіння нуту

Наведені дані про харчову цінність і технологічні можливості нуту свідчать на користь використання продуктів переробки цієї культури у виробництві харчових продуктів, які будуть мати не тільки високу харчову і біологічну цінність, але і відмінні споживчі властивості їхніх білків.

Виходячи з харчових властивостей нуту і враховуючи його невибагливість під час вирощування, культуру можна використовувати в таких напрямках:

- у виробництві нових продуктів харчування, що дозволить поліпшити структуру і збільшити асортимент біологічно повноцінної продукції (у дитячому, дієтичному, профілактичному, цільовому харчуванні);

- для раціонального отримання білків з нуту за допомогою використання технології обрушення зерна нуту, оскільки під час обрушення вміст клітковини знижується на 74-83%, кількість золи – всього на 6,3%, а кількість протеїну при цьому збільшується на 7,4%, що значно підвищує біологічну цінність сировини;

- як додаткове джерело протеїну в кормах для сільськогосподарських тварин і птахів, що сприятиме приросту добової маси тварин і збільшенню надоїв молока, оскільки білок легко гідролізується, а ступінь його засвоєння перевищує в 1,5 разу білок пшениці;

- як джерело селену, який у зерні нуту є в хімічному поєднанні, завдяки якому його засвоєння збільшується в 5-10 разів;

- для отримання високоякісного крохмалю та олії;

- для отримання нутового молока, яке не поступається соєвому за жодним із показників;

- для отримання нутового борошна, яке порівняно з пшеничним містить у 3 рази більше білка, в 4,6 разу – клітковини, в 3,7 разу більше жиру, а також більшу кількість мінеральних речовин і вітамінів. Завдяки використанню нутового борошна знижується калорійність хлібопекарських і кондитерських виробів з одночасним поліпшенням кольору виробу. Також використання нутового борошна у виробництві тіста, на відміну від пшеничного борошна, зумовлює такі властивості тіста, як максимальна псевдопластичність і мінімальна тиксотропія, що є важливим для транспортування, зберігання і виробництва виробів з рідкого тіста (наприклад, для виробництва вафель);

- для отримання натуральних барвників з нутового борошна за допомогою органічних сполук;

- для виробництва на основі екструдованого нутового борошна продуктів швидкого приготування: чипсів, сухарів, мюслів, снєків, сухих концентратів, текстуратів (білкові харчові добавки);

- у консервній галузі одержують консерви – білкові вегетаріанські (і не тільки) паштети, ікру в поєднанні з овочевою і м'ясною сировиною, білкові пасти, просто консервованій нут;

- використання в громадському харчуванні для приготування супів, гарнірів, салатів тощо. [46].

Латинська наукова назва рослин роду нут виникла від грецької «kikus», що означає «міць» або «сила». Нут з глибокої давнини застосовується в народній медицині. Відваром з нуту позбавляються від каменів у нирках та сечовому міхурі, компреси з молодих рослин виліковують запалення, коросту, покращують колір шкіри, попереджують шкірні захворювання і знищують бородавки. У Франції нут використовують як урологічний засіб, а в народній медицині Китаю – як проти діабетичний. Рослина використовується в азіатській медицині і дозволена до використання у Великобританії в якості в'язучого засобу [47, 48].

Зважаючи на широкий спектр біологічної активності та наявність достатньої сировинної бази, дослідження рослинної сировини нуту з метою введення її в офіціальну медицину є перспективним [49].

Зерно нуту – це дієтичний продукт з незначним вмістом холестерину, який знижує ризик ракових і серцево-судинних захворювань, регулює роботу шлунково-кишкового тракту та нормалізує вміст цукру в крові. Страви з насіння нуту, як і інших зернобобових культур – сої, квасолі, рекомендують як омолоджувальний засіб через великий вміст в них вітаміну Е. Організація виробництва нових видів оздоровчої харчової продукції з використанням нової нетрадиційної рослинної сировини, якою є нут, є перспективним напрямком підвищення ефективності економіки України. Зернокормові сорти нуту можна використовувати як білково-вітамінну добавку до комбікормів, а також безпосередньо згодовувати всім видам сільськогосподарських тварин. Особливо цінний він для свиней – годівля їх кормом з нуту збільшує приріст маси до 600-700 г на добу. Використання ж подрібненого зерна для годівлі птиці збільшує її несучість, а корів – підвищує надої та жирність молока. Але

зелену масу на корм не використовують (за виключенням овець), тому що в листі міститься багато органічних кислот. У наш час не задовольняється потреба народного господарства у фосфоліпідах. Фосфоліпіди, маючи високу фізіологічну цінність (як джерело фосфору, холіну, інозиту та як мембранотропний і мембранотранспортний засіб), а також функціонально-технологічні властивості (поверхневу активність, емульгувальну, розріджувальну й антиоксидантну здатність), набувають усе більш широкого застосування в харчовій, фармацевтичній, текстильній, шкіряній, лакофарбовій промисловості. Фосфоліпіди використовують у виробництві майонезу, маргарину, шоколаду, печива, хлібобулочних виробів, вершкових кремів, як компонент фармакологічних препаратів (для зміцнення нервової системи, поліпшення пам'яті та функцій головного мозку, у лікуванні діабету, цирозу печінки, гепатиту, склерозу, туберкульозу, рахіту, хвороби нирок, травних органів), лакофарбових виробів, шкіри, тканин, мийних засобів. Тому одержання незмінних (нативних) фосфоліпідів, які мають високу біологічну активність і відрізняються відсутністю домішок, а також невисокою ціною (порівняно із зарубіжними аналогами), є актуальною проблемою. Проте Україна, що посідає перше місце в Європі з вирощування соняшника, має можливість задовольнити свої потреби у фосфоліпідах за рахунок фосфатидного концентрату, що є вторинним продуктом у рафінації рослинної олії та виділяється шляхом гідратації фосфоліпідів водою. У світовій практиці соя також є традиційною сировиною для отримання фосфоліпідів їх імпортерами, якими є країни ЄС, для яких російський та український ринок – це один із найперспективніших. Однак крім сої можна використовувати інші зернобобові, інтродуковані на Україні, в тому числі і нут [53].

Нут використовується переважно в продовольчих цілях і в цьому аспекті займає другу позицію після сої. Сорти нуту зі світлою насінневою оболонкою мають значно кращу розварюваність зерна, використовуються на харчові цілі. Привабливість зерна нуту полягає в його енергетичній цінності (100 г містить 334 ккал), достатній кількості провітаміну А (в 100 г – 316 інтернаціональних

одиниць каротину). Крім того, воно має в своєму складі 23–32% білку, 60–70% крохмалю та 5–7% жиру, які перетравлюються на 87–97%. Окрім харчового використання нут може широко застосовуватися у відгодівлі тварин. Білок нуту за амінокислотним складом наближається до ідеального за ФАО, тому ця культура може бути хорошим заміником м'яса у переробній промисловості. На корм тваринам використовують переважно сорти нуту з темним кольором насінневої оболонки, які відрізняються найбільшим вмістом білку.

1.5 Харчові продукти з використанням насіння нуту

Харчування є досить активним способом впливу на живий організм. Повноцінна їжа забезпечує людині нормальний розвиток, плідну діяльність, допомагає адаптуватися до постійної зміни та впливу оточуючого середовища, боротися з інфекціями, а також знижує зношування організму, попереджає завчасну старість, забезпечує активне довголіття. Ось чому розширення асортименту харчових продуктів та покращення їх якості є досить актуальною проблемою. Підвищення якості передбачає покращення споживних та органолептичних властивостей, біологічної цінності продуктів, що в свою чергу потребує збагачення їх легкозасвоюваними вуглеводами та жирами, повноцінними білками, мінеральними речовинами та комплексом фізіологічно активних та незамінних речовин, до яких відносяться не тільки амінокислоти та вітаміни, а також ненасичені жирні кислоти та мікроелементи. У теперішній час і в найближчі роки у вигляді реального і найбільш ефективного шляху подолання цієї проблеми є використання рослинної білкової сировини для виробництва комбінованих харчових продуктів підвищеної біологічної цінності.

Нут, як сировина для виготовлення продуктів харчування промислового значення, поки ще не одержав належного визнання, хоча ця бобова культура є перспективною у південних засушливих районах України і може скласти серйозну конкуренцію гороху, який посідає перше місце серед бобових в Україні за розмірами посівних площ. Цінний хімічний склад нуту і його

переваги перед горохом за багатьма агротехнічними показниками при суттєво піднятому значенні зернобобових визначає необхідність перетворення нуту з маловідомої в широко розповсюджену культуру.

За літературними даними нут є невід'ємною складовою харчування людей, хворих на діабет, з огляду на високий вміст дієтичної клітковини та низький – жирів, переважно мононасичених. Вживання нуту корисне для здоров'я людини, тож його потрібно використовувати в повсякденному харчуванні. Відомо, що значну частину раціонального харчування в Україні посідає вживання хлібобулочних виробів. Тож збагачення цих виробів добавками природного походження сьогодні актуальне. На жаль, практично весь нут, що вирощують в Україні, йде на експорт. Застосування домішок нуту до пшеничного борошна для випікання хліба є одним з важливих шляхів використання цієї цінної культури. Нутове борошно й вироблені з нього харчові продукти є природними джерелами незамінних амінокислот, кальцію та цинку – дефіцитних компонентів у традиційних хлібобулочних виробках [20]. Нут і продукти його переробки – універсальне джерело для збагачення білками, харчовими волокнами, вітамінами, макро- і мікроелементами борошняних кондитерських виробів [21]. За органолептичними та фізико-хімічними показниками новий кекс із нуту не поступається традиційним, а за вмістом білка перевищує вдвічі, харчових волокон – 1,2, вітаміну В2 – 3,1 раза, кальцію – 4,6, магнію – 3,2, фосфору – 2,4, заліза – в 1,2 раза. Застосування у технології виробництва кексів нутового поліпшувача дало змогу покращити смак, аромат, зовнішній вигляд, створити рівномірну структуру м'якушки і гладку поверхню виробу, зберегти свіжість виробу тривалий час [22]. Цікавим підходом є створення нових вафлів підвищеної харчової та біологічної цінності із застосуванням екструдатів та нутового борошна. За ступенем засвоюваності білки нуту перевершують білки інших зернобобових культур. Біологічна цінність нутового борошна на 25,1% вища, ніж пшеничного. Білки нутового борошна за складом амінокислот наближені до білків тваринного походження, які представлені в основному водо- та солерозчинними фракціями, що є

важливою ознакою доброї засвоюваності цього продукту. Вміст жиру в нутовому борошні в 3,7 разу більший, ніж у пшеничному борошні. Завдяки наявності жирних кислот (найбільше з них лінолевої та олеїнової) знижується рівень холестерину, ризик розвитку серцево-судинних захворювань та атеросклерозу, зменшується ризик утворення тромбів [23]. Розроблено рецептуру цукерок з корпусами із мас типу праліне з використанням борошна із нуту. Нут поступається горіхам за вмістом жиру, але переважає їх за вмістом білків та селену, якого немає в горіхах. Крім того, борошно із нуту має жирутримуючу здатність, яка становить 118%. Корпуси цукерок із маси праліне містять від 26 до 48% жиру. За використання борошна із нуту отримують вироби високої якості за рахунок адсорбції жиру борошном, що попереджає витікання його з виробів. За використання нутового борошна в цукерках поєднуються різні види білків, які утворюють в біологічному відношенні амінокислотні комплекси, які забезпечують повноцінність та добру засвоюваність виробів [24]. Практичного значення набула розробка консервованих харчових продуктів з нуту таких видів: нут натуральний, нут в бульйоні, нут в томатному соусі, нут з м'ясом в бульйоні, нут з кількою в томатному соусі [25].

Проведена товарознавча оцінка нуту ботанічного сорту Розанна, а також обґрунтування придатності його для різних видів переробки. Зокрема, проводилися дослідження змін мікроструктури білкових і крохмальних зерен нуту після вологотермічної обробки. Така обробка впливає на показники споживних властивостей готових продуктів із бобових [26].

Щорічно зростає потреба населення України в макаронних виробах, хоча вони характеризуються низькою біологічною цінністю, оскільки найчастіше виготовляються із сортів м'якої пшениці. Для підвищення цього показника використовують певні технологічні прийоми одним з яких є покращення хімічного складу готового продукту шляхом використання біологічно цінної рослинної сировини, наприклад нута [27-32]. Потреба суспільства у збільшенні обсягів виробництва продуктів харчування ставлять перед харчовою

промисловістю питання, пов'язані з комплексною переробкою сировини, розробкою прогресивних технологій, випуску нових видів харчових продуктів а також освоєнні нетрадиційних видів сировини. За сучасними уявленнями, збільшення білкових ресурсів тільки шляхом виробництва тваринного білка неможливе через тривалість і трудомісткість його виробництва та низьку ефективність його біотрансформації у тваринництві. У порівнянні, виробництво білків рослинного походження вимагає в середньому в 10 разів менше палива, ніж виробництво продуктів тваринного походження [33]. Через це розробка нових технологій переробки тваринної сировини в сукупності з використанням сировини, що раніше вважалась нетрадиційною для м'ясопереробної промисловості, але містить значну кількість білка (зернових, зернобобових, тощо), є особливо актуальною.

Рослинні білки, і особливо білки бобових, завдяки високому вмісту поживних речовин та їх засвоюваності, мають високу харчову цінність. Особливе місце в ій групі сільськогосподарських культур належить нуту, який до того ж є одним з найбільш дешевих джерел рослинного білка, що робить його переробку економічно вигідною. Дослідження впливу бобів нуту на біологічну цінність м'ясних паштетів свідчать про доцільність їх використання для створення продуктів збалансованого харчування з високою харчовою та біологічною цінністю [34].

В Україні проводяться роботи щодо створення нових видів харчових продуктів з використанням нуту. Так, наприклад, для профілактики залізодефіцитних станів розроблено рецептуру м'ясо-рослинних паштетів, в яких використовується нут; 100 г комбінованого паштету з нутом задовольняє потребу дорослої людини в залізі на 40-50%, цинку – 90%, міді – на 66, селені на 15-22% [35]. Вітчизняний і зарубіжний досвід використання зернобобових культур у виробництві м'ясних продуктів свідчить на користь нуту. Доведено доцільність та перспективність застосування нуту для підвищення харчової цінності та споживчих властивостей ковбасних виробів при суттєвому зниженні їх собівартості [36-40]. Введення рослинної добавки здійснюють шляхом заміни

частини м'яса нутовим борошном. Такі ковбаси мають лікувальні та дієтичні властивості, впливають позитивно на імунну систему, сприяють підвищенню резистентності організму і збільшенню тривалості життя людини [41].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. На підставі даних літературних джерел проведено аналіз сучасного рівня білкових продуктів з рослинної сировини і перспективних технологій їх отримання.

2. Відзначено важливість і необхідність збільшення виробництва білкових продуктів з рослинної сировини, що займає провідну роль в сучасній структурі світових ресурсів харчового білка. При цьому визначальними факторами є вибір сировини, масова частка білка, його склад, біологічна цінність, функціональні властивості.

3. Виконано теоретичне обґрунтування вибору нуту, розглянуті його переваги, порівняно з іншими бобовими культурами. Для зміцнення ресурсної бази виробництва товарів широкого споживчого попиту зі збалансованим хімічним складом і збагаченими біологічно активними речовинами рекомендується нут як культура зі стабільними врожайми, невибаглива до природно-кліматичних чинників, переваги якої визначаються високими масовими частками в насінні білка (12-32% с.р .), сумарних незамінних амінокислот, мінеральних речовин.

4. Підвищення харчової та біологічної цінності насіння є доцільним для створення функціонального харчового інгредієнту для подальшого використання у виробництві. Розвиток технології комплексної переробки насіння нуту для отримання нових видів продуктів здорового харчування, а також добавок високої харчової цінності з підвищеним вмістом білка є актуальною проблемою в наш час. Завдяки цьому напрямку можливо отримати багато функціональних харчових інгредієнтів, та використовувати їх в різних галузях харчової промисловості (для хлібопечення, кондитерських та кулінарних виробів, в м'ясних та молочних продуктах). Цей напрямок

досліджень забезпечить можливість взаємозбагачення одержуваних продуктів незамінними інгредієнтами, а також дозволить регулювати їхній склад у відповідності до основних вимог науки про харчування.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкти досліджень

При проведенні лабораторних досліджень і випробувань використовували насіння нуту, що відповідає вимогам ДСТУ 6019:2008 «Нут. Технічні умови» Вологість насіння становила не більше 14 %, смітна домішка не більше 1,0 %, зернова домішка не більше 2,0 %, зараженість шкідниками була відсутня.

2.2. Методи досліджень

Основна експериментальна частина роботи по дослідженню фізичних та хімічних властивостей насіння нуту виконувалась у лабораторних умовах кафедри технології зберігання і переробки зерна НУХТ, а також дослідження мікробіологічних показників отриманого функціонального продукту з насіння нуту виконувалось у київській мікробіологічній лабораторії «Біолайтс».

2.2.1. Первинний огляд та оцінка партій насіння нуту

Перед відбором звертають увагу на колір, блиск, запах, засміченість та однорідність. Однорідність партії насіння встановлюють органолептичним методом. Одночасно перевіряють документацію на насіння. Колір зерна визначають візуально при розсіяному денному світлі, а також при освітленні лампами розжарювання або люмінесцентними. Цей показник нормується стандартом ГОСТ 10967-90 «Зерно. Методы определения запаха и цвета». Свіже зерно повинно мати колір, типовий для культури згідно з її ботанічними характеристиками. Плодові оболонки такого зерна гладенькі, прозорі, щільно прилягають до насінневих оболонок. Вони мають блиск і добре

ідентифікований основний колір. Запах зерна є показником якості, що також нормується стандартами, відповідно до яких зерно повинно мати свіжий запах, без стороннього затхлого, солодового чи пліснявого. Поява в зерні чи насінні запахів, не властивих цій культурі, свідчить про відхилення від норми якості. Зміна притаманного зерну кольору і блиску є першою ознакою несприятливих умов досягання, збирання, зберігання чи порушення технологічних прийомів дробки.

2.2.2 Відбір та підготовка проб до аналізів

Відбір проби – дуже відповідальна справа. Відбір проб проводимо згідно ГОСТ 13586.3-2015 «Зерно. Правила приемки и методі отбора проб». Середній зразок повинен характеризувати усі особливості даної партії насіння, тому відбирати його необхідно чітко дотримуючись методики. Перед відбором оглядають партію насіння, звертаючи увагу на колір, блиск, запах, вологість, засміченість, однорідність. Одночасно перевіряють документацію на насіння. Спочатку відбирають разові проби, потім складають загальну, з якої виділяють середню. Для цього використовують пробовідбірник автоматичний або механічний, щупи мішкові, з укороченою ручкою і широким конусом, вагонні, зі штангами, що нагвинчуються, ковші місткістю 0,2 і 0,5 кг, розподільвач ДЗК-1, ваги настільні гирьові або циферблати, піднос дерев'яний або металевий, банки з кришками місткістю 2–5 л, мішечки паперові, тканинні або поліетиленові, дерев'яні планки зі скошеними ребрами.

2.2.3 Методи органолептичної оцінки

До них відносяться колір, запах, смак, які визначаються за допомогою сенсорних систем органів почуттів. Вони є показниками свіжості зерна, повноцінності споживчих якостей. При визначенні якості зерна, як і всякого іншого харчового продукту, органолептична оцінка має вирішальне значення, оскільки остаточне судження про достоїнство продукту харчування можна мати тільки при вживанні його в їжу. Визначення органолептичних показників

відбувається відповідно до ГОСТ 10967-90 «Зерно. Методы определения запаха и цвета».

Зараженість шкідниками хлібних запасів проводити згідно з ГОСТ 13586.4-83 «Зерно. Методы определения зараженности и поврежденности вредителями». Для цього від середнього зразка зерна відбирали 50 цілих зерен насіння нуту, розколювали їх кінчиком препарувальною голкою вздовж борідки. Розколоті зерна уважно проглядали під лупою на предмет наявності личинок, лялечок, комах. Зерна із прихованою формою зараженості підраховували і масу виражали у відсотках до кількості взятих зерен.

2.2.4 Визначення фізико – технологічних властивостей зерна

Вологість нуту визначали відповідно до ГОСТ 13586.5-93 «Зерно. Методы определения влажности».

Спочатку пусті відкриті бюкси прогрівають в сушильній шафі при температурі 130°C протягом 60 хвилин.

Із проби зерна кожної культури, що задіяні в лабораторній роботі, беруть приблизно 30 г та за допомогою лабораторного млинка подрібнюють (нагадуємо – для насіння соняшника подрібнення не передбачено). Розмелене зерно просіюють крізь сито з діаметром отворів 0,8 мм.

Бюкси з кришками виймають із шафи тигельними щипцями, зважують на аналітичних вагах і записують результати у відповідний стовпчик таблиці звіту.

На аналітичних вагах з просіяного зерна кожної культури відважують дві наважки по 5 г у бюксах відповідних номерів (зазначених в таблиці звіту).

Зважені бюкси з подрібненим зерном вміщують у сушильну шафу розігріту попередньо до температури 130°C. Спочатку у гнізда поворотного столу ставлять кришки бюксів. При установці бюксів на поворотний стіл температура в шафі знижується на 6...8°C, а після закриття дверцят повертається на попередню задану позначку.

Відлік часу просушування – 40 хвилин – починається з моменту відновлення температури в 130°C. Через 40хв підігрівач вимикають, бюкси

виймають тигельними щипцями, закривають кришками, охолоджують в ексикаторі протягом 15...20 хвилин і знову зважують з точністю до 0,01г.

Різниця ваги бюксів з зерном до і після підсушування складає втрату вологості цим зерном.

Вологість зерна без попереднього підсушування (W) визначають у відсотках за формулою:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_H} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

Де m_1 та m_2 – маса відповідно до і після висушування, г;

m_H – маса взятої наважки, для висушування, г.

Натура. Натуру (об'ємну масу) визначали відповідно до ГОСТ 10840-64 «Зерно. Методы определения натуры». Об'єктом дослідження було насіння нуту. Визначення натурі проводиться за допомогою літрової пурки.

Набухання. Здатність до набухання визначали методом, який оснований на вимірюванні об'єму набухлого продукту після його змішування з водою.

Техніка визначення. В скляний стаканчик поміщають наважку продукту об'ємом 7см^3 , змішують з 70 мл дистильованої води температурою 20, 40, 60°C відповідно. Суспензію без втрат переносять у циліндр, доводять загальний об'єм до 100см^3 , ретельно перемішують і залишають на 60, 120, 180, 240, 300, 360, 420 хв. Потім вимірюють об'єм набухлого насіння відповідно до вказаних проміжків часу.

Коефіцієнт набухання розраховують за формулою

$$K_n = \frac{V_2}{V_1}$$

V_1 і V_2 – об'єм насіння до і після замочування, см^3 .

Кут природного нахилу сипучих продуктів визначають за допомогою спеціального пристрою, виконаного з органічного скла. Пристрій складається з двох суміжних вертикальних стінок розміром 395×195 мм, змонтованих на горизонтальній площині розміром 395×395 мм. У місці з'єднання вертикальних стінок з центром в точці перетину їх внутрішніх площин по всій висоті зроблено отвір діаметром 25 мм. У нього вставляють металеву воронку з

подовженою трубкою в якій по всій висоті виконаний виріз, відповідний вирізу в стінках.

Визначення проводять наступним чином. Трубку з лійкою вставляють в отвір так, щоб виріз був звернений усередину ящика. Пробу, обережно, без струсів влаштування засипають в воронку, не допускаючи накопичення продукту в ній. Продукт вільно обсипається по трубці і через виріз виходить на площину, утворюючи конус. Засипку продукту закінчують, коли вершина конуса зрівняється з верхньою площиною пристрою в точці перетину внутрішніх кромek бічних стінок.

Кут природного нахилу в градусах визначають за контрольними позначками, нанесеним на боковій стінці. Дослід проводять не менше ніж в трьох повторностях, не допускаючи розбіжностей між значеннями кутів більше 2 град.

2.2.5 Методики визначення хімічного складу насіння нуту та готового продукту

Для проведення досліджень використовувалися методики, які відповідають ДСТУ дослідження хімічного складу зернової сировини. Метою роботи було визначення масової частки білку, крохмалю, жиру, клітковини, мінеральних речовини (вмісту золи) у насінні нуту.

2.2.5.1 Визначення вмісту білка методом К'ельдаля, ГОСТ 10846-91 «Зерно и продукты его переработки. Методы определения белка».

Визначення вмісту білка проводили методом К'ельдаля, який складається з трьох основних етапів: руйнування органічної речовини (мініралізація); відгонка аміаку (дистиляція); титрування.

Перший етап. В колбу К'ельдаля з наважкою додають 1,5-2,0г каталізатора обережно вливають 10-15 см³ концентрованої сірчаної кислоти. Нагрівання колби проводять у витяжній шафі або в добре провітрюваному приміщенні. В горловину колби вставляють маленьку скляну воронку. Колбу встановлюють на електроплитці або закріплюють в штатив над газовою

горілкою, так щоб її вісь було під кутом 30-45°. Довівши вміст колби до кипіння, слідкуємо за тим щоб інтенсивність кипіння розчину було такою, щоб пари кислоти конденсувалися в середній частині горловини колби К'ельдаля. Якщо на стінках колби утворюються не згорівші частинки продукту, то змиваємо їх невеликою кількістю сірчаної кислоти. Розчин кипятять поки він не стане прозорим, а потім ще нагрівають протягом 30хв. Колбу охолоджують і поступово доливають 70см³ дистильованої води і змішують розчин.

Другий етап. В конічну колбу ємністю 250см³ приливають за допомогою піпетки 20см³ розчину борної кислоти концентрацією 40г/дм³ або 25см³ 0,05моль/дм³ розчину сірчаної кислоти і додають 4-5 капель індикатора. Виймають пусту колбу із-під холодильника і замість неї підставляють конічну колбу з розчином, кінчик холодильника повинен бути занурений в розчин борної або сірчаної кислоти на 1см. Виймають пусту колбу К'ельдаля і ставлять колбу з нашим розчином. Закривають кран і наливають в воронку 40см³ розчину лугу концентрацією 330-400г/дм³. Обережно відкривають кран і потроху додають луг до вмісту колби К'ельдаля. При цьому спостерігаємо зміну кольору в колбі з прозорого до синього або бурого. Відкриваємо зажим і закриваємо крани і починаємо відгонку аміаку, який переганяється паром з колби К'ельдаля, конденсується в холодильнику і потрапляє в приймальну конічну колбу з розчином борної або сірчаної кислоти. Кінець відгонки встановлюють за допомогою лакмусового паперу, якщо папір не синіє відгонку закінчують.

Третій етап. При відгонці аміаку в розчині борної кислоти аміак, в приймальній конічній колбі відтитровують 0,05моль/дм³ розчином сірчаної кислоти до переходу забарвлення індикатора із зеленого в рожевий. В цьому випадку вміст азоту в зерні чи продуктах його переробки при фактичній вологості у відсотках розраховують по формулі:

$$X_1 = \frac{(V_1 - V_0) \cdot K \cdot 0,0014 \cdot 100}{m}$$

m – маса наважки, г;

V_1 – об'єм розчину сірчаної кислоти, який пішов на титрування аміаку в розчині, см^3 ;

K – поправка до титру $0,05 \text{ моль/дм}^3$ розчину сірчаної кислоти;

$0,0014$ – кількість азоту, еквівалентна 1 см^3 $0,05 \text{ моль/дм}^3$ розчину сірчаної кислоти, г;

V_0 – об'єм $0,05 \text{ моль/дм}^3$ розчину сірчаної кислоти, який пішов на титрування в «холостому ході», см^3 .

При відгонці аміаку в розчині сірчаної кислоти вміст конічної колби титрують $0,1 \text{ моль/дм}^3$ розчином гідроксиду натрію до переходу забарвлення в зелений колір. В цьому випадку вміст азоту в зерні чи продуктах його переробки при фактичній вологості у відсотках розраховують по формулі:

$$X_1 = \frac{(V_0 - V_1) \cdot K \cdot 0,0014 \cdot 100}{m}$$

m – маса наважки, г;

V_0 – об'єм $0,1 \text{ моль/дм}^3$ розчину гідроксиду натрію, який пішов на титрування $0,05 \text{ моль/дм}^3$ сірчаної кислоти в «холостому ході», см^3 ;

K – поправка до титру $0,1 \text{ моль/дм}^3$ розчину гідроксиду натрію;

$0,0014$ – кількість азоту, еквівалентна 1 см^3 $0,05 \text{ моль/дм}^3$ розчину сірчаної кислоти, г;

V_1 – об'єм $0,1 \text{ моль/дм}^3$ розчину гідроксиду натрію, який пішов на титрування $0,05 \text{ моль/дм}^3$ сірчаної кислоти в досліджуваному розчині, см^3 .

2.2.5.2 Масову частку крохмалю визначали методом Еверса, ГОСТ 10845-98 «Зерно и продукты его переработки. Методы определения крахмала». Визначення вмісту крохмалю за методом Еверса засновано на здатності фракцій крохмалю, отриманих у процесі гідролізу, обертати площину поляризованого променя. Величина куту оберту для однієї й тієї ж речовини пропорційна його концентрації у розчині.

Методика визначення. Досліджувані зразки кип'ятять на водяній бані з розчином соляної кислоти протягом 15 хв. Після чого охолоджують і осаджують білки розчином молібденовокислого амонію. Далі осаджений розчин фільтрують і поляризують на поляриметрі.

Визначивши покази поляриметра вміст крохмалю розраховують за формулою

$$X = \frac{a \cdot K \cdot 100}{100 - W} \quad (2.2)$$

W – вологість зерна чи продукту його переробки, %;

a – показники поляриметра, градус шкали;

K – коефіцієнт перерахунку для зерна і продуктів його переробки відповідно.

2.2.5.3 Масову частку жиру визначали методом настоювання. Такий метод визначення вмісту жиру полягає в настоюванні патрону з досліджуваними зразками в розчинні діетилового ефіру протягом 24 годин і подальшому встановленню масової частки жиру за допомогою висушування до постійної маси.

Методика визначення. Досліджуванні зразки зернової сировини поміщають в попередньо підготовлені патрони. Патрони переносять в конічні колби (в одну колбу один патрон) і додають розчин діетилового ефіру. Після цього колбу щільно закривають пробкою і залишають настоятися не менше 24 годин.

Потім з кожної колби відбирають певну кількість продукту, випаровують діетиловий ефір на водяній бані, а залишок сушать в сушильній шафі протягом 1 години при температурі 100-105°C.

Вміст жиру розраховують за формулою

$$X = \frac{100 \cdot 100 \cdot 50 \cdot (m_1 - m_2)}{10 \cdot m \cdot (100 - W)} \quad (2.3)$$

50 – об'єм діетилового ефіру, см³;

m₁ – маса чашки з жиром після сушіння, г;

m₂ – маса пустої чашки, г;

m – маса наважки продукту, г;

W – вологість наважки продукту, %;

10 – кількість розчину, взятого з колби після настоювання, см³.

2.2.5.4 Вміст клітковини. Визначення вмісту клітковини проводять згідно ДСТУ ISO 5498:2004 «Продукти харчові сільськогосподарські. Загальний метод визначення вмісту сирової клітковини». Метод полягає у визначенні вмісту клітковини з попереднім видаленням з досліджуваних зразків білків, жирів та вуглеводів.

Методика визначення. Досліджуванні зразки подрібненого насіння нуту поміщають в конічну колбу та додають сірчану кислоту. Вміст колби кип'ятять протягом 30 хв. , після цього розчин охолоджують та фільтрують. Залишок на фільтрі промивають дистильованою водою і поміщають назад у колбу та додають до нього гідроксид натрію і кип'ятять протягом 30 хв. Після чого отриманий розчин знову фільтрують і промивають водою. Осад разом із фільтром висушують у сушильній шафі протягом 3-4 годин при температурі 105-110°C до постійної маси. Отриману масу клітковини виражають у % до маси наважки порошку.

2.2.5.5 Визначення вмісту харчових волокон. Метод засновано на гідролізі білкових та крохмальних речовин в продуктах зернового походження ферментами шлунково-кишкового тракту при відповідних умовах (рН, t°C).

Методика визначення. 0,5г тонкоподрібненої наважки поміщають у хімічний стакан і додають 50 см³ дистильованої води. Отриману суміш нагрівають протягом 15хв до клейстеризації крохмалю, потім охолоджують та встановлюють рН 1,5±0,1 розчином соляної кислоти з концентрацією 5 моль/дм³, додають 100мг пепсину та залишають на 1 годину при температурі 40°C. Потім встановлюють рН 6,8±0,1 розчином гідроокису натрію концентрації 3 моль/дм³ і додають 8,2 мл 0,05М буферного розчину панкреатину. Суміш інкубують протягом одного часу при температурі 40 °С при постійному перемішуванні. Отриману суміш охолоджують до кімнатної температури, додають 10 см³ 0,2% водного розчину глюкоамілази та встановлюють рН 4,8±0,1 розчином соляної кислоти концентрації 5 моль/дм³ і інкубують при температурі 60 °С протягом 4 годин. Отриману суміш фільтрують. Нерозчинені харчові волокна, що залишилися на фільтрі

промивають послідовно 25 см³ 70% розчином етилового спирту і 25 см³ ацетону. Фільтри кладуть до сушильної шафі при температурі (105±0,1) °С і доводять до постійної ваги. У фільтраті осаджують розчинені компоненти харчових волокон шляхом додавання 4-х кратної кількості 96% розчину етилового спирту до об'єму фільтрату. Суміш залишають для осадження харчових волокон на 1 годину, потім фільтрують через фільтри №40, що доведені до постійної ваги. Осад на фільтрі промивають послідовно 25 см³ 70% розчином етилового спирту і 25 см³ ацетону, потім висушують у сушильній шафі при температурі (105±0,1) °С і зважують. Вміст нерозчинених харчових волокон в продуктах визначають за формулою:

$$X = \frac{M_1 - (B + C) - M_2}{M} \cdot 100 \quad (2.4)$$

Вміст розчинених харчових волокон в продуктах визначають за формулою:

$$X_{\text{р.л.в.}} = \frac{M_1 - M_2}{M} \cdot 100; \quad (2.5)$$

X- вміст нерозчинених харчових волокон в продукті, г на 100г;

X р.л.в.- вміст розчинених харчових волокон в продукті, г на 100г;

M - наважка зразка зерна,г;

M₁ - маса рештки нерозчинених або розчинених харчових волокон після висушування, г;

M₂ - маса рештки в у холостому дослідженні після висушування, %;

B - вміст білку у препаратах харчових волокон, %;

C - вміст золи у препаратах харчових волокон, %.

2.2.5.6 Вміст мінеральних речовин (вміст золи) проводять згідно ГОСТ 10847-74 «Зерно. Методы определения зольности». Озолення проводили в муфельній печі при температурі 600° С з використання для прискорення процесу озолення спиртового розчину оцтовокислого магнію.

Техніка визначення. Досліджуванні зразки продукту поміщають в тиглі і зважують на аналітичних вагах. Після цього до тиглів додають прискорювач. В якості прискорювача в даному досліді використовують оцтовокислий магній.

Додавши прискорювач вміст тиглів підпалюють для вигорання прискорювача. Далі тиглі поміщають у муфельну піч розігріту до 600°C. Прокалення ведуть протягом 1 години до повного зникнення чорних частинок. Після закінчення тиглі охолоджують в ексикаторі і зважують на аналітичних вагах.

Вміст золи розраховують за формулою:

$$X = \frac{(m_z - m_{п}) \cdot 100 \cdot 100}{m_n \cdot (100 - W)} \quad (2.6)$$

m_z – маса золи, г;

$m_{п}$ – маса золи прискорювача, г;

m_n – маса наважки, г;

W – вологість наважки, %.

2.2.6 Визначення терміну придатності готового продукту

Для визначення терміну зберігання використовували експрес-спосіб прискореного тестування — ASLT (Accelerated Shelf Life Testing). Термін «прискорене старіння» означає прискорену зміну показників якості продукту в екстремальних умовах зберігання (при підвищеній температурі, вологості). У кінетичну модель було включено температуру, значення якої істотно впливають на швидкість локальних хімічних реакцій. При цьому вводиться критерій Q_{10} , який показує, наскільки швидше відбувається реакція при підвищенні температури на кожні 10°C. Відомо, що з підвищенням стандартної температури на 10°C, швидкість хімічної реакції збільшується в два рази:

$$Q_{10} = (K_t + 10)/KT$$

де K — швидкість хімічної реакції за досліджуваної температури t ;

T — абсолютна температура. Критерій Q_{10} використовується для прогнозування очікуваного терміну зберігання харчових продуктів

2.2.7 Визначення мікробіологічних показників

Вміст і кількість патогенних мікроорганізмів в продуктах харчування є найважливішим показником їх якості. Дослідження проводились за допомогою

сучасного мікробіологічного аналізатора «БакТрак 4300» виробництва фірми SY-LAB Geräte GmbH (Австрія), який є автоматизованою експрес-системою для швидкої кількісної та якісної оцінки ступеня мікробної контамінації харчового продукту. Робота мікробіологічного аналізатора «БакТрак 4300» основана на реєстрації зміни електричного опору (імпедансу) поживного середовища, які проходять по мірі того, як його хімічний склад змінюється в результаті росту та метаболічної активності мікроорганізмів дослідного зразка. Імпеданс – опір потоку перемінного струму крізь матеріал; є функцією активної провідності, ємкісного опору та частоти, яку використовують для визначення. Експоненціальні зміни імпедансного сигналу можуть спостерігатися, коли кількість мікроорганізмів досягає значення біля $10^6 \dots 10^7$ клітин/см³. Час, який необхідний для досягнення значної зміни імпеданса, називається часом визначення імпеданса (IDT). Значення IDT зворотно пропорційне початковій концентрації мікроорганізмів в дослідному зразку. Хід кривих імпедансного сигналу відповідає та відображає криву росту мікроорганізмів в зразку, який досліджується. За допомогою імпедансного методу можливе визначення санітарно-показових, умовно-патогенних і патогенних мікроорганізмів, а саме: мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, коліформних бактерій, сальмонел, ентерококів, лістерій, плісневих грибів і дріжджів, *Staphylococcus aureus*, лактобацил, сульфїтредукуючих клостридїй, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* та ін.

Класичні методи мікробіологічних досліджень, які використовують в практиці бактеріологічних лабораторій, потребують значних витрат праці та часу, вони достатньо тривалі та дозволяють отримати результати через 1...7 діб.

При використанні мікробіологічного аналізатора «БакТрак 4300» процес дослідження автоматизований, зменшено витрати робочого часу та матеріалів, одночасно можуть аналізуватися 64 зразки, документування проводиться в автоматичному режимі. Загальний час дослідження зразка при імпедансному методі не перевищує 24 години. У більшості ж випадків результати готові уже

через кілька годин. Чим більше у зразку мікроорганізмів, тим швидше буде отримано результат дослідження. Крім того, даний метод не тільки дає можливість визначати кількість мікроорганізмів в зразку, а також визначати рівень їх активності, який в кінці кінців є вирішальним в процесі псування сировини і готової продукції.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Для вирішення поставлених задач з метою дослідження насіння нуту для одержання функціональних продуктів складена програма досліджень.

2. Для реалізації наміченої програми досліджень обрано та охарактеризовано діючі стандарти на території України та загальноприйняті методики, що дозволяють визначити хімічні та фізичні властивості зерна та готового продукту.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення органолептичних показників насіння нуту

У відповідності до ДСТУ 6019:2008 «Нут. Технічні умови» насіння нуту, що постачають для продовольчих і кормових потреб, повинно бути у здоровому стані, без самозигрівання, мати властиві здоровому насінню нормальний колір, характерний для цього типу, і запах (без затхлого, солодового, пліснявого та інших сторонніх запахів). У нуті, що постачають для продовольчих потреб, допускається не більше ніж 20 % насіння нуту з частково чи повністю потемнілою або потьмянілою оболонкою внаслідок несприятливих умов збирання врожаю або зберігання, а також з темними плямами різного розміру на оболонці; в нуті, який постачають для кормових потреб, вміст такого насіння допускається більше ніж 20 %, і його визначають як «потемніле». За згодою сторін, суб'єктів підприємницької діяльності дозволено постачати насіння нуту з вологістю та вмістом сміттєвої домішки вище граничних норм за можливості доведення такого насіння до показників якості, зазначених у таблицях 2 і 3 ДСТУ 6019:2008 «Нут. Технічні умови». Насіння нуту має бути у здоровому стані, не зараженим шкідниками зерна, мати нормальний запах і колір.

Органолептичні показники насіння нуту досліджуваних зразків визначали за допомогою органів чуття. Результати досліджень наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Органолептичні показники насіння нуту

Показник	ДСТУ 6019:2008 «Нут. Технічні умови»	Досліджуваний зразок
Колір	Від білого до жовторожевого	Жовтий з відтінком
Запах	Без затхлого, солодового, пліснявого та інших сторонніх запахів	Властивий насінню нуту, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
Смак	Без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий	Властивий насінню нуту, без сторонніх присмаків

Колір зерна визначали візуально при розсіяному денному освітленні, а також при штучному освітленні, порівнюючи його з еталонним зразком. Потемнілі зерна у досліджуваних зразках були відсутні, що свідчить про сприятливі умови вирощування та правильні технологічні прийоми обробки і зберігання. Візуально встановлено, що плоди нуту мають діаметр близько 0,5-1,5 см з горбкувато-шорсткою поверхнею.

Смак зерна досліджуваних зразків був без наявності солодкого, гіркого та кислого смаку, схожий на прісний, без сторонніх присмаків.

Запах зерна визначали у цілому стані, для посилення відчутності насіння нуту підігрівали, пропарюючи його над посудиною з киплячою водою. Сторонні запахи були відсутні.

Отже, досліджуваний зразок нуту відповідає ДСТУ 6019:2008 «Нут. Технічні умови» та має властиві здоровому зерну всі органолептичні показники, колір, запах, смак.

3.2 Дослідження фізико-технологічних властивостей

Фізико-технологічні властивості зерна значною мірою залежать від багатьох факторів: сортових властивостей, ґрунтового-кліматичних умов, технології вирощування, фази стиглості. Для організації високоефективного процесу первинної обробки та зберігання насіння нуту необхідне вивчення фізико-технологічних властивостей. Для досягнення поставленої мети першим етапом роботи стало вивчення об'ємної маси (натури), кута природного нахилу та вологості, також досліджувані зразки перевіряли на зараженість шкідниками та засміченість. Результати досліджень представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Фізико-технологічні властивості насіння нуту

Показник	Результати дослідження
Масова частка вологості, %	11,2
Натура, г/л	0,785
Кут природнього нахилу, град	28
Сміттева домішка, %	0,2
Зернова домішка, %	0,5
Зараженість шкідниками	відсутня

В залежності від стійкості зерна при зберіганні в державних стандартах на зерно всіх культур встановлені 4 стани за вологістю: сухе, середньої сухості, вологе і сире. При транспортуванні та зберіганні нут розподіляють по вологості на сухий біля 14% вологості, середньої сухості від 14% до 16% вологості, вологий від 16% до 18% вологості та сирий 18,1% вологості та більше. Оптимальною вважається вологість 14%. Врожай понад 14% вологи повинен бути просушений. Виконавши дослідження зразків насіння нуту, встановили, що вологість становить 11,2%. Згідно ДСТУ 6019:2008 «Нут. Технічні умови» вологість не повинна перевищувати 14%, отже даний показник відповідає вимогам.

Натуру визначали за допомогою пурки. Згідно методики визначення проводили тричі. Для досліджуваних зразків об'ємна маса насіння нуту становить 0,785 г/л.

Сипкість зерна характеризується кутом природного нахилу. Найбільшою сипкістю, володіють зернові маси, у яких зерно кулястої форми. Досліджувані зразки насіння нуту можна віднести до добре сипких продуктів, оскільки в них кут природного нахилу менше 28 градусів.

У кожній партії нуту визначають стан зерна, зернову і сміттєву домішки, зараженість шкідниками. До зернової домішки віднесли недорозвинене насіння нуту, бите і поїдене, а також ушкоджене зерно, що пройшло крізь сито з вічками діаметром 4,2 мм і залишилось на ситі з вічками діаметром 2,0 мм. Стан зерна за зерною домішкою не перевищує 0,5%.

До сміттєвої домішки віднесли мінеральну та органічну домішку, а також весь прохід крізь сито з вічками діаметром 2,0 мм. Стан зерна за сміттєвою домішкою не перевищує 0,2%.

Зараженість шкідниками у досліджуваних зразках була відсутня.

Дослідили процес набухання насіння нуту. Аналіз літературних даних дозволяє говорити про те, що до теперішнього часу не приділялося належної уваги вивченню змін, які відбуваються в зернах нуту після вологотермічної

обробки, що в свою чергу впливає на показники споживних властивостей готового продукту. Основним завданням було дослідження особливостей змін об'єму нуту після замочування та вплив даного процесу на сенсорні показники якості зерен нуту. Високі вологопоглинаючі та вологоутримуючі здатності нутового білка зумовлені присутністю в його складі великої кількості гідрофільних центрів: високополярних аміногруп глютамінової та аспарагінової кислот; полярних груп таких амінокислот, як серин, треонін і тирозин; сульфгідрильних груп цистеїну. В зернах нуту білки перебувають у сухому стані, з цим пов'язана така структурна властивість зерна, як твердість. Після замочування білки переходять у набухлий стан. Тому структурні властивості зерен нуту змінюються, він стає еластичним, пружним.

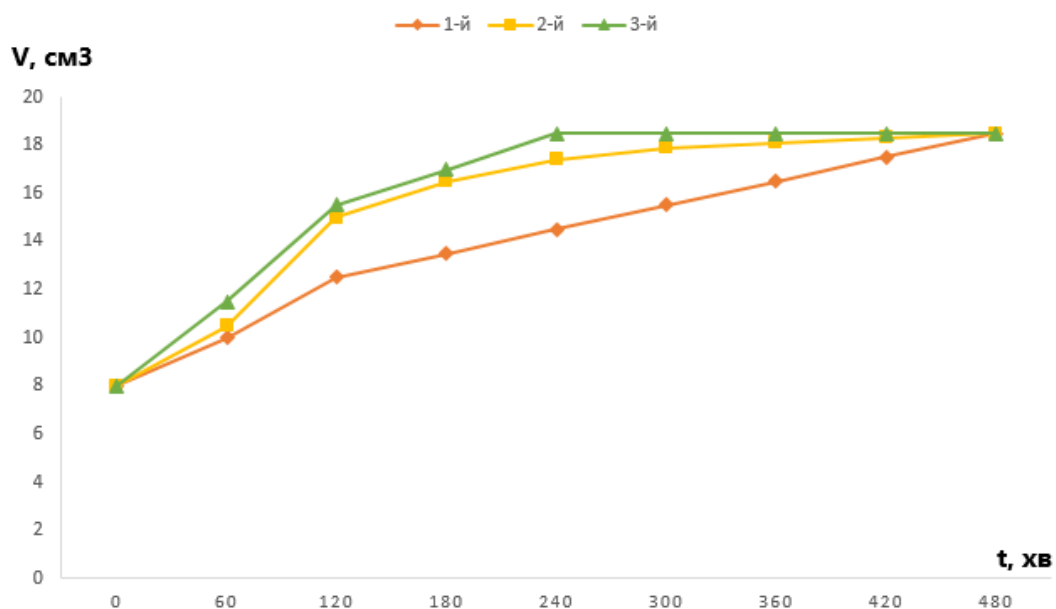


Рис. 3.1.

Зміна об'єму зерен нуту після замочування

Було проведено дослідження змін об'єму зерен нуту після замочування, яке здійснювалась за трьома режимами: 1 режим – замочування при температурі 20° С; 2 режим - замочування при температурі 40° С і; 3 режим – замочування при температурі 60° С. Зміни об'єму нуту після замочування наведено на рис.1. Як видно з рис.1, найбільших змін зазнали зерна нуту за перші дві години замочування за всіма режимами. Збільшення відбулося за 1-м режимом в 1,6 рази, за 2-м в 1,8 рази, за 3-м в 2 рази. Далі збільшення об'єму

відбувалося повільніше. Найшвидше максимального об'єму набули зерна нуту, замочені за 2 та 3 режимом. Це пов'язано з тим, що більшість білків, в тому числі і білки нуту, відносяться до гідрофільних речовин, які здатні вступати у взаємодію з водою. Після замочування білки переходять у набухлий стан.

Необхідно відзначити, що під час застосування 3-го режиму найбільше збільшення об'єму відбувалося після перших двох годин замочування, під час третьої години процес уповільнився і протікав з такою ж швидкістю, як і у зразків, замочених за 2-м режимом. Тривалість замочування за 1-м та 2-м режимом була 8 год, за 3-м режимом 4 год. В даному випадку можна зробити висновок, що немає сенсу застосовувати більш затратний режим замочування з температурою води 60°C. Більш оптимальним з трьох режимів є режим 2.

3.3 Дослідження хімічного складу насіння нуту

Хімічний склад зерна характеризується білками, жирами, вуглеводами, харчовими волокнами та вмістом зольних речовин. Результати досліджень представлені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Дослідження хімічного складу насіння нуту в перерахунку на с.р.

Показник	Вміст у досліджуваних зразках, %
Масова частка сирого протеїну, %	23,6
Масова частка крохмалю, %	53,5
Масова частка сирого жиру, %	5,1
Масова частка харчових волокон, %	8,3
Масова частка золи, %	3,3

Білки нуту утворюють складний комплекс з індивідуальних білків, що характеризуються повноцінним амінокислотним складом, збалансованим вмістом азоту, фосфору, сірки та інших. Вони добре розчиняються у воді (до 62 %), а в 0,05 %-му розчині соляної кислоти їх розчинність становить 90 %.

Насіння нуту містить у 2–3 рази більше білка, ніж зернові культури, до того ж вміст у білках лізину (найбільш дефіцитної з незамінних амінокислот) також у 2–3 рази вищий, ніж у зернових. Відомо, що вміст білка та його амінокислотний склад змінюються в залежності від виду, різновидності або сорту, умов та місця вирощування. Так, при вивченні 150 ліній нуту згідно літературних джерел вміст сирого протеїну варіював від 12,0 до 31,0 % при середній величині 22,2 %. Крім того, вміст сирого протеїну в нуті значно варіюється в відсотках від загальної маси сухого насіння до луцення (17–22 %) та після (23–28,9 %). Виконавши дослідження, отримали результат, що становить 23,6%. Даний показник є середнім за величиною.

Вміст крохмалю коливається від 47 до 60 % від загальної кількості вуглеводів. Виконавши дослідження, отримали результат 53,5%. Відомо, що загальний вміст крохмалю в насінні нуту становить близько 525 г/кг сухої речовини, близько 35 % загальної кількості крохмалю вважається стійким крохмалем, а 65 % – як доступний крохмаль. Зернові, такі як пшениця, містять більше крохмалю в порівнянні з нутом, але насіння нуту має більш високий вміст амілози (30–40 % в порівнянні з 25 % у пшениці). Значення засвоюваності крохмалю *in vitro* у нуту варіюються від 37 до 60 % і вище, ніж у інших бобових, таких сочевиця та квасоля.

Вміст жиру в насінні хоч і не є ключовим показником, але, тим не менш, є дуже важливим, так як характеризує його харчову цінність. У насінні міститься порівняно невелика кількість жирових речовин, які розподілені нерівномірно - найбільша кількість міститься в клітинах алейронового шару, а також в зародковій тканині, в ендоспермі вміст жиру не перевищує 1%. Загальний вміст жиру в сирому насінні нуту варіюється від 4,0 до 7,2 %. Вміст жиру в нуті вищий ніж в інших бобових, таких як сочевиця та червона квасоля. Нут складається з близько 66 % поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), близько 19 % мононенасичених жирних кислот (МНЖК) та близько 15 % насичених жирних кислот (НЖК). Ліноленова є домінуючою жирною кислотою в нуті, за якою слідом йде олеїнова і пальмітинова кислоти. Нут не можна розглядати як

олійну культуру, оскільки вміст жиру (у нашому випадку 5,1%) відносно низький. Проте, масло нуту містить лікарські та поживно важливі токоферолі, стерини та токотрієнолі. Кількість α -токоферолу в поєднанні з концентрацією d-токоферолу, який володіє сильною антиоксидантною властивістю, робить масло нуту стійким до окислення та сприяє збільшенню терміну придатності при зберіганні.

Харчові волокна – це частини зернових рослинних тканин, стійкі до ферментів шлунково-кишкового соку людини. Вони не перетравлюються в організмі людини, але грають велику роль у процесі травлення. Загальний вміст харчових волокон в сирому насінні нуту варіюється від 2,4-12,8%, 8,3%. Розчинні та нерозчинні фракції харчових волокон складають близько 4–8 та 10–18 г/100 г сирого насіння нуту відповідно. Вміст волокон в оболках нуту в перерахунку на суху масу нижчий (75 %) у порівнянні з сочевицею (87 %) та горохом (89 %)

Зольність зерна – це кількість золи, яка утворилася при спалюванні зерна і розраховане у % до початкової маси зерна. Цей показник для різних культур коливається від 0,8 до 3,5%. Найбільший вміст золи в зернівці знаходиться в оболонках і алейроновому шарі, найменше - в ендоспермі. Зольність нуту визначали класичним методом озолена (спалювання) в муфельній печі. Отримані дані розрахунку вмісту золи в досліджуваних зразках наведений в таблиці 3.3.

3.4 Дослідження показників якості цукерок з насіння нуту

Таблиця 3.4.

Дослідження хімічних показників якості цукерок в перерахунку на с.р.

Показник	Вміст у зразку цукерок з насіння нуту, %
Масова частка сирого протеїну, %	15,8
Масова частка крохмаль, %	35,6
Масова частка сирого жиру, %	4,3

Харчові волокна,%	2,8
Масова частка золи, %	0,58

При використанні насіння нуту в цукерках поєднуються різні види білків, що утворюють в біологічному відношенні амінокислотні комплекси. Цукерки з насіння нуту мають високі смакові якості і значну харчову цінність завдяки більшому вмісту білків, вуглеводів і незначному вмісту вологи. Для людини добова потреба білків складає 150г, жирів 40г, вуглеводів 165г. У досліджуваних цукерках вміст білку достатньо у великій кількості - 15,8%, в порівнянні із звичайними шоколадними цукерками, в яких вміст білку на рівні 5%. Вміст сирого жиру становив 4,3%, вміст крохмалю – 35,6%. Цукерки з нуту забезпечують повноцінність організму людини у білках, жирах та вуглеводах та добре засвоюються.

За органолептичними показниками смак досить нейтральний, при додаванні меду та чорносливу немає ніякого горохового присмаку, а навпаки, злегка горіховий. Текстура кремова, м'який смак.

3.5 Дослідження мікробіологічних показників якості цукерок з використанням насіння нуту та терміну придатності

Як контрольовані показники для визначення терміну придатності обрані органолептичні показники (колір, запах, смак). Випробування проводили при температурі 40 °С. Для визначення органолептичних показників якості на випробування виставляли контрольний зразок при температурі 20 °С. Проби відбирали через проміжки часу, рівні 0; 7; 14; 21 діб. Тривалість терміну зберігання визначали часом від початку експерименту до моменту, коли цукерки визнаються непридатними по одному або декільком контрольованим показниками. Визначили, що при температурі 40 °С досліджуваний зразок став непридатним на 14 добу. Отже, при температурі 20 °С, цукерки можуть зберігатися вдвічі довше, тобто 28 діб без погіршення якості.

Дослідження мікробіологічних показників якості цукерок проводилось в мікробіологічній лабораторії «Біолайтс». Це єдиний в Україні інноваційний,

незалежний лабораторний комплекс європейського рівня по дослідженню харчових продуктів. Система управління якістю лабораторії побудована відповідно до вимог ISO/IEC 17025. Високотехнологічне обладнання лабораторії дозволяє проводити точні дослідження. Дослідження проводились за допомогою сучасного мікробіологічного аналізатора «БакТрак 4300» виробництва фірми SY-LAB Geräte GmbH (Австрія), який є автоматизованою експрес-системою для швидкої кількісної та якісної оцінки ступеня мікробної контамінації харчового продукту.

Таблиця 3.5.

Дослідження мікробіологічних показників якості цукерок

Зразок	Мікробіологічні показники				
	МАФАН М, КУО в 1г	БГКП, КУО в 0,001г	патогенні мікроорганізм и, КУО в 25 г	плісеневі гриби, КУО в 1 г	дріжджі, КУО в 1 г
Згідно ДСТУ 4135:2014	не більше $5 \cdot 10^4$	не допускаються		не регламентується	
Свіжевикотовле ні цукерки з використання нуту	$0,012 \cdot 10^4$	відсутні		<10	<5
Цукерки з використання нуту після 3 днів	$<0,01 \cdot 10^4$	відсутні		<10	<5
Цукерки з використання нуту після 7 днів	$<0,01 \cdot 10^4$	відсутні		<10	<10
Цукерки з використання нуту після 14 днів	$<0,02 \cdot 10^4$	відсутні		<10	<10

Результати дослідження мікробіологічних показників цукерок на основі насіння нуту дають змогу стверджувати, що за кількістю мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, пліснявих грибів та дріжджів дослідні зразки розроблених цукерок є безпечними для вживання. Не містять

бактерії групи кишкових паличок та патогенних мікроорганізмів бактерій роду *Salmonella*. Узагальнення досліджень дає підстави стверджувати, що розроблені цукерки, відповідно до ДСТУ 4135:2014, за всіма показниками якості входять в допустимі норми та відповідають вимогам нормативно-технічної документації. Встановлено, що за мікробіологічними показниками цукерки з додаванням нуту відповідають вимогам ДСТУ 4135:2014 “Цукерки”.

3.6 Математична модель процесу дослідження

Для визначення оптимального режиму замочування нами було використано математичне моделювання і оптимізація процесу замочування. Замочування насіння нуту залежить від: розміру насінин, тривалості процесу, температура агента, яким відбувається замочування, в нашому випадку температура води.

Критерій оптимальності слід обирати серед вихідних параметрів, з дотриманням всіх необхідних вимог до його властивостей.

Складемо рівняння регресії, передбачаючи, що залежність буде лінійною:

$$y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \beta_{12} \cdot x_1 \cdot x_2 + \beta_{13} \cdot x_1 \cdot x_3 + \beta_{23} \cdot x_2 \cdot x_3 + \beta_{123} \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3,$$

де $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_{12}, \beta_{13}, \beta_{23}, \beta_{123}$ – коефіцієнти регресії.

Для проведення досліджень склали план з відповідною матрицею планування експерименту, з вказаною кількістю дослідів та інтервалом варіювання факторів. Матриця являє собою перелік варіантів взятих в даній серії дослідів. Найбільш простими матрицями є матриці повного факторного експерименту (ПФЕ), в яких досліджувані фактори змінюються лише на двох рівнях: верхньому і нижньому.

Кількість дослідів для постановки повного факторного експерименту визначають за формулою:

$$N = 2^n \tag{3.1}$$

де N – кількість дослідів, n – кількість факторів, 2 – кількість рівнів.

Для даного випадку кількість дослідів дорівнює

$$N = 2^3 = 8$$

Рівні факторів і інтервал варіювання представлений у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6.

Рівні факторів і інтервал варіювання

Назва	Позначення	Фактори, що досліджуються		
		X ₁ (t), %	X ₂ (τ), %	X ₃ (d), %
Нульовий рівень фактору	X _i ⁰	40	15	1,25
Інтервал варіювання	λ	20	10	0,5
Верхній рівень	X _i ⁺	60	25	1,5
Нижній рівень	X _i ⁻	20	5	1,0

Проводимо експеримент, який складається з восьми дослідів у трьох повторностях кожен. План повного факторного експерименту у кодованих змінних матиме такий вигляд:

Таблиця 3.7.

План повного факторного експерименту у кодованих змінних

№ досліду	Рівні факторів		
	X ₁	X ₂	X ₃
1	+1	+1	+1
2	+1	-1	+1
3	-1	-1	+1
4	-1	-1	-1
5	+1	+1	-1
6	-1	+1	-1
7	+1	-1	-1
8	-1	+1	+1

Таблиця 3.8.

Результати експерименту і розрахунок полінійних дисперсій

№ досліду	Значення критерію оптимальності (КО)			Сер. знач. У _{ср}	Розрахунок построккової дисперсії відтворюваності							
	I _{сп}				a=Y _c	a=Y _{cp}	a=Y _{cp}	a ₁ ²	a ₂ ²	a ₃ ²	∑ a _n ²	S _n ²
	Y ₁	Y ₂	Y ₃		p-Y ₁	-Y ₂	-Y ₃					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2,05	1,97	2,36	2,11	0,11	0,25	0,25	0,013	0,066	0,066	0,145	0,073
2	2,39	2,68	2,34	2,48	0,06	0,19	0,13	0,004	0,039	0,018	0,063	0,031
3	2,07	2,33	2,37	2,26	0,18	0,06	0,10	0,035	0,0045	0,011	0,052	0,026
4	2,09	2,51	2,36	2,32	0,22	0,18	0,04	0,003	0,006	0,0025	0,013	0,006

5	2,65	2,75	2,86	2,77	0,10	0,025	0,08	0,052	0,0035	0,007	0,066	0,032
6	2,74	2,95	2,81	2,83	0,08	0,135	0,03	0,007	0,018	0,001	0,021	0,011
7	2,80	2,81	3,24	2,95	0,14	0,13	0,28	0,021	0,018	0,083	0,110	0,052
8	2,72	2,92	2,94	2,85	0,13	0,05	0,08	0,018	0,003	0,007	0,030	0,016

Перевіряємо однорідності дисперсій:

а) Розраховуємо дисперсію паралельних дослідів кожного рядка матриці плану за рівнянням:

$$S_n^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{k=1}^m (y_{nk} - \bar{y}_n)^2, \quad (3.2)$$

де m – кількість паралельних дослідів ($m=3$).

$$S_1^2 = \frac{1}{3-1} \cdot [(2,05 - 2,11)^2 + (1,97 - 2,11)^2 + (2,36 - 2,11)^2] = 0,023$$

$$S_2^2 = \frac{1}{3-1} \cdot [(2,39 - 2,48)^2 + (2,68 - 2,48)^2 + (2,34 - 2,48)^2] = 0,033$$

$$S_3^2 = \frac{1}{3-1} \cdot [(2,07 - 2,26)^2 + (2,33 - 2,26)^2 + (2,37 - 2,26)^2] = 0,032$$

$$S_4^2 = \frac{1}{3-1} \cdot [(2,09 - 2,32)^2 + (2,51 - 2,32)^2 + (2,36 - 2,32)^2] = 0,006$$

$$S_5^2 = \frac{1}{3-1} \cdot [(2,65 - 2,77)^2 + (2,75 - 2,77)^2 + (2,86 - 2,77)^2] = 0,032$$

$$S_6^2 = \frac{1}{3-1} \cdot [(2,74 - 2,83)^2 + (2,95 - 2,83)^2 + (2,81 - 2,83)^2] = 0,011$$

$$S_7^2 = \frac{1}{3-1} \cdot [(2,80 - 2,95)^2 + (2,81 - 2,95)^2 + (3,24 - 2,95)^2] = 0,116$$

$$S_8^2 = \frac{1}{3-1} \cdot [(2,72 - 2,85)^2 + (2,92 - 2,85)^2 + (2,94 - 2,85)^2] = 0,056$$

б) Визначаємо найбільше значення $S_{n \max}^2$ з усіх розрахованих:

$$S_{n \max}^2 = S_7^2 = 0,116$$

в) Розраховуємо суму дисперсій:

$$\sum_{n=1}^N S_n^2 = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2 + S_5^2 + S_6^2 + S_7^2 + S_8^2 = 0,302$$

г) Розрахуємо критерій Кохрена:

$$G_p = \frac{S_n^2 \max}{\sum_{n=1}^N S_n^2} = \frac{0,116}{0,302} = 0,3841, \quad (3.3)$$

д) Вибираємо табличне значення критерію Кохрена $G_{кр}$ для значень ступеня свободи $f_1 = m-1 = 3-1 = 2$, $f_2 = N = 8$ та для рівня значущості $\alpha = 0,05\%$ і перевіряємо виконання умови:

$$(G_p = 0,3841) < (G_{кр} = 0,8159), \quad (3.4)$$

Робимо висновок, що дисперсії вихідного параметру в паралельних дослідах є однорідними, тобто отримане рівняння регресії є відтворюваним.

Розраховуємо коефіцієнти рівняння регресії:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_n \cdot \bar{y}_n = \frac{1}{8} (2,11 + 2,48 + 2,26 + 2,32 + 2,77 + 2,83 + 2,95 + 2,85) = 2,5752$$

$$b_1 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_n \cdot \bar{y}_n = \frac{1}{8} (2,11 + 2,48 - 2,26 - 2,32 + 2,77 - 2,83 + 2,95 - 2,85) = -0,0506$$

$$b_2 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_n \cdot \bar{y}_n = \frac{1}{8} (2,11 - 2,48 - 2,26 - 2,32 + 2,77 + 2,83 - 2,95 + 2,85) = 0,0132$$

$$b_3 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x_n \cdot \bar{y}_n = \frac{1}{8} (2,11 + 2,48 + 2,26 - 2,32 - 2,77 - 2,83 - 2,95 + 2,85) = -0,0523$$

Перевіряємо значущості коефіцієнтів регресії:

Перевіряємо значущість коефіцієнтів рівняння регресії, що характеризують лінійні ефекти та ефекти парної лінійної взаємодії:

а) Визначаємо дисперсію коефіцієнтів регресії:

$$S_{bi}^2 = \frac{S_y^2}{N} = \frac{0,0128}{8} = 0,001606 \quad (3.5)$$

б) Визначаємо середньоквадратичну дисперсію:

$$S_{bi} = \sqrt{S_{bi}^2} = \sqrt{0,001606} = 0,04 \quad (3.6)$$

в) Визначаємо відхилення будь-якого коефіцієнта:

$$\Delta b_i = \pm t_m \cdot \sqrt{S_0^2} = 2,11 \cdot \sqrt{0,04} = 0,417 \quad (3.7)$$

де $t_m = 2,12$ – табличне значення критерію Стьюдента при $\alpha = 0,05$ і значенні ступеня свободи $f_l = N(m-1) = 8(3-1) = 16$.

г) Розраховуємо значення критерію Стьюдента для кожного коефіцієнта рівняння регресії:

$$t_{b1} = \frac{|b_1|}{S_{bi}} = \frac{|0,0506|}{0,04} = 0,1265;$$

$$t_{b_2} = \frac{|b_2|}{S_{b_i}} = \frac{|0,0132|}{0,04} = 0,0330 ;$$

$$t_{b_3} = \frac{|b_3|}{S_{b_i}} = \frac{|0,0523|}{0,04} = 0,1308 ;$$

д) Перевіряємо умову значущості кожного з коефіцієнтів регресії, а саме $t_{b_i} < t_m$, виконання вказаної умови дає підставу констатувати значущість відповідного і-го коефіцієнту. В нашому випадку всі коефіцієнти є значущими.

Записуємо отримане рівняння регресії у формі поліному першого порядку:

$$y = 2,0 - 0,0506 \cdot x_1 + 0,0132 \cdot x_2 - 0,0523 \cdot x_3$$

Підставляючи кодоване значення кожного фактора в отримане рівняння регресії, визначаємо вихідні розрахункові значення функції y_j та порівнюємо їх з вихідними дослідними значеннями y :

$$\hat{y}_1 = 2,0 - 0,0506 + 0,0132 - 0,0523 = 1,910$$

$$\hat{y}_2 = 2,0 - 0,0506 - 0,0132 - 0,0523 = 1,884$$

$$\hat{y}_3 = 2,0 + 0,0506 - 0,0132 - 0,0523 = 1,985$$

$$\hat{y}_4 = 2,0 + 0,0506 - 0,0132 + 0,0523 = 2,090$$

$$\hat{y}_5 = 2,0 + 0,0506 + 0,0132 + 0,0523 = 2,116$$

$$\hat{y}_6 = 2,0 + 0,0506 + 0,0132 - 0,0523 = 2,012$$

$$\hat{y}_7 = 2,0 - 0,0506 - 0,0132 + 0,0523 = 1,989$$

$$\hat{y}_8 = 2,0 - 0,0506 + 0,0132 + 0,0523 = 2,015$$

Перевірка отриманого рівняння регресії на адекватність:

Перевіряємо отримане рівняння регресії на адекватність дійсному дослідженому процесу:

а) Розраховуємо середню полінійну дисперсію:

$$S_0^2 = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N S_n^2 = \frac{0,3076}{8} = 0,0382 \quad (3.8)$$

$$S_y^2 = \frac{S_0^2}{m} = \frac{0,0386}{3} = 0,0127 \quad (3.9)$$

а) Розраховуємо дисперсію адекватності:

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum (\bar{y}_n - \hat{y}_n)^2}{N - d} = 0,0160 \quad (3.10)$$

де d – кількість значущих коефіцієнтів рівняння регресії, $d = N-3 = 8-3 = 5$.

б) Розраховуємо критерій Фішера:

$$F_p = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2} = \frac{0,0160}{0,0127} = 1,26 \quad (3.11)$$

Табличне значення критерію Фішера дорівнює $F_m = 4,49$ при $\alpha = 0,05$ і значенні ступенів свободи $f_1 = N - d = 2$, $f_2 = N(m-1) = 8(3-1) = 16$. Умова $(F_p = 1,256) < (F_m = 4,49)$ виконується, тобто можна зробити висновок, що отримане рівняння регресії є адекватним дослідженому процесу.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Виконано дослідження органолептичних показників вихідної сировини. Встановили, що досліджуваний зразок нуту відповідає ДСТУ 6019:2008 «Нут. Технічні умови.» за всіма органолептичними показниками: кольором, запахом, смаком.

2. Виконано дослідження фізико-технологічних властивостей. Отримали наступні результати: вологість – 11,2%, натура - 0,785г/л, кут природнього нахилу - 28 градусів, стан за сміттєвими домішками - 0,2%, стан за зерновими домішками - 0,5%, зараженість шкідниками була відсутня. Також було проведено дослідження змін об'єму зерен нуту після замочування, яке здійснювалась за трьома режимами: 1 режим – замочування при температурі 20° С; 2 режим - замочування при температурі 40° С; 3 режим – замочування при температурі 60° С. Встановили, що оптимальним є режим 2.

3. Досліджено хімічні показники вихідної сировини. Нут відомий завдяки великому вмісту білку. Вміст білка у нуті за літературними даними варіюється від 12,0 до 31,0 %, у дослідному зразку вміст білка становив 23,6 %, що є середнім за величиною показником. Вміст крохмалю становив 53,5 %. З результатів досліджень спостерігаємо, що переважаючими фракціями є білкова та крохмальна. Високий вміст таких високомолекулярних сполук, як білки, полісахариди, здатних до набухання, супроводжується зв'язуванням і утриманням вологи, це визначає високі вологоутримуючі властивості продуктів

переробки нуту. Вміст жиру в нуті вищий ніж в інших бобових. Загальний вміст жиру в сирому насінні нуту варіюється від 4,0 до 7,2 %, у дослідному зразку масова частка жиру була у невеликій кількості 5,1%. Масова частка харчових волокон становила 8,3%, зольних речовин 3,3%.

4. За органолептичними та фізико-хімічними показниками нові цукерки із нуту не поступаються традиційним, а за вмістом білка перевищують їх. У досліджуваних цукерках вміст білку на рівні 15,8%, вміст сирого жиру - 4,3%, вміст крохмалю - 35,6%.

5. За мікробіологічними показниками спостерігаємо, що цукерки з використанням нуту мають гарну стійкість до зберігання. Визначили, що при температурі 20 °С цукерки можуть зберігатися 28 діб без погіршення якості.

6. Для визначення оптимального режиму замочування нами було використано математичне моделювання і оптимізація процесу замочування.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1. Технологічні процеси виробництва цукерок з насіння нуту

В Україні цукерки виготовляють за державним стандартом ДСТУ 4135-2014 «Цукерки. Загальні технічні умови.». Технологія виробництва цукерок з насіння нуту складається із таких основних процесів: підготовка і обробка зернової сировини, зважування, замочування, варіння, фільтрування, подрібнення відфільтрованого насіння нуту, змішування інгредієнтів відповідно до рецептури, охолодження, пакування і маркування продукції.

При розробці технологічної лінії виробництва цукерок з насіння нуту використовується типове обладнання, а саме лінія підготовки зернової сировини, де очищують насіння нуту від смітної та зернової домішки. Для очищення зерна застосовують повітряно – ситовий сепаратор з плоскими решітками. Режими очищувальної машини встановлюють залежно від якості насіння. Очищення на сепараторах повинно забезпечувати максимальне відокремлення смітних і мінеральних домішок і не допускати попадання зерна до відходів понад 2%. Далі насіння зважують та передають на замочування. Зважування відбувається на електронних вагах A-PLUS до 50 кг. Ваги застосовуються для зважування різних видів сировини. Найбільша границя зважування - 50 кг, найменша границя зважування - 0,20 кг, дискретність - 20г. Діапазон робочих температур від -10 до +40°C. Розмір платформи 300 x 400 мм. Матеріал платформи нержавіюча сталь, посилений металевий каркас.

Далі насіння нуту попередньо промивають та поміщають у резервуар для замочування. Замочування відбувається протягом вісьми годин в холодній воді. Більшість білків, в тому числі і білки нуту, відносяться до гідрофільних речовин, які здатні вступати у взаємодію з водою. Після замочування білки переходять у набухлий стан. Тому структурні властивості зерен нуту змінюються, він стає еластичним, пружним. Попереднє замочування дає можливість не тільки скоротити термін теплової обробки, але і зберегти їх під час варіння в цілому, не розвареному вигляді.

Додатковою сировиною для одержання цукерок було обрано чорнослив, так як слива посідає особливе місце, передусім, для плодово-переробної промисловості завдяки цінним технологічним властивостям її плодів. Плоди сливи мають велике харчове значення, в них міститься значна кількість цінних для людини речовин – цукрів, кислот, азотних речовин, вітамінів. Чорнослив надходить у сухому вигляді. Сливи без кісточки засушені повністю. Масова частка вологи у чорносливі не повинна перевищувати 25%. Чорнослив повинен відповідати ДСТУ 2435:2007 «Сливи сушені. Технічні умови». Чорнослив також попередньо промивають та поміщають у резервуар для замочування. Замочування відбувається протягом 60 хвилин у теплій воді.

Далі відбувається процес фільтрування, розділення сировини на рідку та тверду фракції. Вода після замочування нуту та чорносливу направляється на утилізацію. Насіння нуту піддається тепловій обробці в варильному апараті при температурі 85...95°C під тиском 0,12...0,5 МПа та при гідромодулі 1:4 протягом 25 хвилин. Після чого направляється на подрібнення. Чорнослив одразу направляється на подрібнення без теплової обробки.

У якості цукрозамінника було обрано мед. Він є найпопулярнішим серед натуральних цукрозамінників. Цей продукт бджільництва містить велику кількість вітамінів, мінеральних речовин, органічних кислот і ферментів. Для виробництва використовували рідкий мед, прозорий, з текучою (водянистою) консистенцією. Колір його від світлого до темнуватого. Мед безпосередньо додавали при змішуванні усіх видів сировини.

Сировину для виробництва цукерок подрібнюють у блендері. Промисловий блендер (подрібнювач) виготовлений у вигляді компактного обладнання, і складається з: завантажувального бункера, змішувального вузла, електричного приводу з кожухом, рами і ящика управління. Після подрібнення отриману масу направляють у змішувач та додають інші компоненти відповідно до рецептури. Після перемішування готову масу без затримки направляють на формування.

Формування відбувається в ручну, цукерки формують у вигляді кульки та посипають піджареним конжутом.

Отримані продукти охолоджують, пакують, маркують. Пакування продукту проводиться в умовах неможливості мікробіологічного зараження, а охолодження продукту до 2...6°C сповільнює біохімічні процеси.

Зберігання готового продукту відбувається при температурі 4°C.

Маркування на етикетках цукерок включає назву підприємства-виробника, його місцезнаходження і назву цукерок, а на коробках додатково: товарний знак, масу нетто, дату виготовлення і термін придатності до споживання, склад продукту із зазначенням назв харчових добавок, що входять до рецептури, інформаційні дані про харчову (білки, жири і вуглеводи) та енергетичну цінність у 100 г цукерок ккал. Також додатково вказується позначення стандарту, умови зберігання, штрих-код.

Якість цукерок оцінюють за зовнішнім виглядом, формою, структурою, смаком і запахом. Загорнуті вироби повинні мати цілу обгортку, що щільно їх облягає.

4.2 Розрахунок і підбір обладнання

При розрахунку і підборі технологічного обладнання потрібно дотримуватися технологічних операцій що відбуваються лінії. Для розрахунку технологічної частини обчислюють продуктивність кожної одиниці обладнання підприємства. Технологічне обладнання та бункери для замочування та зберігання сировини розраховуються згідно з розробленої схеми технологічного процесу.

Розрахунок об'єму складу

Необхідну складську ємкість для зберігання сировини ми розраховуємо виходячи з опосереднених витрат сировини на виробництво вказаних у рецептурі. Насіння нуту зберігають у бункерах. Іншу сировину зберігають у тарі. Запас сировини передбачаємо на 30 діб.

Розраховуємо за формулою кількість сировини, що буде зберігатися:

$$E_c = Q \cdot a \cdot T / 100 \quad (4.1)$$

де Q – продуктивність підприємства, кг /д;

a – опосереднені витрати сировини;

T – запаси сировини, 30 діб.

Насіння нуту:

$$E_c = 20 \cdot 65 \cdot 30 / 100 = 390 \text{ кг}$$

Чорнослив:

$$E_c = 20 \cdot 24 \cdot 30 / 100 = 144 \text{ кг}$$

Мед:

$$E_c = 20 \cdot 3 \cdot 30 / 100 = 18 \text{ кг}$$

Кунжут:

$$E_c = 20 \cdot 5 \cdot 30 / 100 = 30 \text{ кг}$$

Какао-порошок:

$$E_c = 20 \cdot 3 \cdot 30 / 100 = 18 \text{ кг}$$

Визначаємо об'єм бункерів для зберігання сировини.

$$U = \frac{K_c}{\gamma \cdot \eta}, \text{ м}^3 \quad (4.2)$$

де K_c – маса заданої сировини, кг;

γ – об'ємна маса сировини, кг/м³;

η – коефіцієнт використання об'єму (0,85- для зернової сировини).

Об'єм бункерів для зберігання насіння нуту:

$$U = \frac{390}{785 \cdot 0,85} = 0,6 \text{ м}^3$$

Об'єм одного бункера визначаємо по формулі:

$$V = c \cdot b \cdot h, \quad (4.3)$$

де c , b – прийняті розміри бункера в плані, м;

h – висота бункера, м.

Обираємо квадратні бункера – 0,6×0,6м, з висотою – 1,5м.

$$V = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 1,5 = 0,54 \text{ м}^3$$

Визначаємо необхідну кількість бункерів для сировини:

$$n = \frac{U}{V} \quad (4.4)$$

Кількість бункерів для зберігання насіння нуту:

$$n = 0,6 / 0,54 = 1,2 \text{ шт}$$

Приймаємо 2 бункери для зберігання нуту у складі.

Зберігання чорносливу відбувається в спеціальних дерев'яних ящиках з вентиляційними щілинами. Зберігання кунжуту та какао-порошку відбувається у паперовій тарі розфасованій по 5кг. Мед зберігають у скляній тарі.

Розрахунок об'єму бункерів для замочування

Об'єм бункера для замочування насіння нуту та чорносливу розраховуємо за формулою:

$$V_c = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot \varphi}, \quad (4.5)$$

Q – продуктивність лінії, кг/добу;

τ – час роботи лінії, год;

γ – об'ємна маса сировини, кг/м³;

φ – коефіцієнт використання об'єму бункера ($f = 0,60-0,85$)

Об'єм одного бункера, м³, розраховують за формулою

$$V_6 = \pi \cdot r^2 \cdot h, \quad (4.6)$$

r – радіус бункера, м;

h – висота бункера, м.

Кількість бункерів для замочування сировини визначають за формулою:

$$n = \frac{V_c}{V_6} \quad (4.7)$$

Розрахунок резервуарів для замочування насіння нуту:

$$V_c = \frac{20 \cdot 8}{24 \cdot 785 \cdot 0,6} = 0,02 \text{ м}^3$$

$$V_6 = 3,14 \cdot 0,2^2 \cdot 0,5 = 0,06 \text{ м}^3$$

$$n = \frac{0,02}{0,06} = 0,4 \text{ шт}$$

Отже, приймаємо один резервуар для замочування насіння нуту діаметром 0,4м та висотою 0,5м.

Розрахунок резервуарів для замочування чорносливу:

$$V_c = \frac{10 \cdot 8}{24 \cdot 220 \cdot 0,6} = 0,03 \text{ м}^3$$

$$V_6 = 3,14 \cdot 0,2^2 \cdot 0,5 = 0,06 \text{ м}^3$$

$$n = \frac{0,03}{0,06} = 0,5 \text{ шт}$$

Отже, приймаємо 1 резервуар для замочування чорносливу діаметром 0,4м та висотою 0,5м.

Розрахунок технологічного обладнання

Розрахунок обладнання, шт., проводять за формулою:

$$n_m = \frac{Q_l}{24 \cdot q_m}, \quad (4.8)$$

Q_m – продуктивність лінії, кг/добу;

q_m – продуктивність обладнання, кг/год.

Коефіцієнт використання обладнання розраховують за формулою

$$K = \frac{Q_l}{24 \cdot q_m \cdot n_m}, \quad (4.9)$$

Продуктивність лінії по виробництву цукерок з насіння нуту становить 20кг/добу.

Для очищення насіння нуту від домішок використовуємо сепаратор марки ИСМ-5. Продуктивність сепаратора при первиній очистці становить 50кг/год.

$$n_m = \frac{20}{8 \cdot 50} = 0,05 \text{ шт}$$

Приймаємо 1 сепаратор марки ИСМ-5.

Для зважування сировини використовуємо ваги ТСS-К1. Найбільша границя зважування - 50 кг. Для розрахунку приймаємо продуктивністю $q = 50$ кг/год.

$$n_m = \frac{20}{8 \cdot 50} = 0,05 \text{ шт}$$

Приймаємо 1 сепаратор марки ИСМ-5.

Коефіцієнт використання сепаратора становить 0,05.

Для виготовлення цукерок згідно технологічної схеми необхідний варильний апарат. Для розрахунку використовуємо варильний апарат марки ЗСК продуктивністю $q = 10\text{кг/год}$.

$$n_m = \frac{20}{8 \cdot 10} = 0,25 \text{ шт}$$

Приймаємо один варильний апарат марки ЗСК.

Коефіцієнт використання варильного апарату становить 0,25.

Для подрібнення отриманої маси використовуємо подрібнювач продуктивністю $q = 8\text{кг/год}$.

$$n_m = \frac{20}{8 \cdot 8} = 0,3 \text{ шт}$$

Приймаємо один подрібнювач.

Коефіцієнт використання подрібнювача становить 0,3.

Для змішування компонентів необхідних для отримання цукерок використовуємо змішувач HZ4 продуктивністю $q = 10\text{кг/год}$.

$$n_m = \frac{20}{8 \cdot 10} = 0,25 \text{ шт}$$

Приймаємо один змішувач.

Коефіцієнт використання змішувача становить 0,25.

Для відділення рідкої фракції після замочування та перекачування її на утилізацію використовуємо насос марки К-50М, $q=50\text{л/год}$. При гідромодулі 1:2 для замочування нуту та чорносливу об'єм води для видалення становить 60л.

$$n_m = \frac{60}{8 \cdot 50} = 0,15 \text{ шт}$$

Приймаємо один насос марки К-80М.

Коефіцієнт використання насоса становить 0,15.

Для відділення рідкої фракції після варіння нуту використовуємо насос марки К-80М, $q=80\text{л/год}$. При гідромодулі для варіння нуту 1:4 об'єм води для видалення становить 80л.

$$n_m = \frac{80}{8 \cdot 80} = 0,13 \text{ шт}$$

Приймаємо один насос марки К-80М.

Коефіцієнт використання насоса становить 0,13.

Таблиця 4.1

Дані розрахунку технологічного обладнання виробництва цукерок

Машина	Марка машини	Продуктивність, кг/год	Кількість	Коефіцієнт використання обладнання
Сепаратор	ИСМ-5	50	1	0,05
Ваги	TCS-K1	50	1	0,05
Варильний апарат	ЗСК	10	1	0,25
Подрібнювач	ПБ-8	8	1	0,3
Змішувач	HZ10	10	1	0,25
Насос	К-50М	50 (л/год)	1	0,15
Насос	К-80М	80 (л/год)	1	0,13

4.3 Опис технологічної лінії виробництва

Технологія виробництва цукерок з насіння нуту складається із таких основних процесів: підготовка і обробка зернової сировини, зважування, замочування, варіння, фільтрування, подрібнення відфільтрованого насіння нуту, змішування інгредієнтів відповідно до рецептури, охолодження, пакування і маркування продукції.

Насіння нуту поступає на виробництво від постачальників вже попередньо очищене. Для запобігання потрапляння домішок проводимо остаточне очищення на сепараторі ИСМ-5 (поз.1.1) в якому встановлені два сита, де відбувається видалення смітної домішки: верхнє сито з діаметром отворів 4,2 мм, та нижнє з діаметром отворів 2,0 мм. Сходом з верхнього сита і проходом з нижнього сита видаляють відходи І-ІІ категорій. Після очищення насіння нуту продукт зважують у кількості 13кг відповідно до рецептури. Зважування виконують на вагах TCS-K1 (поз.2.1). Найбільша границя зважування - 50 кг. Найменша границя зважування - 0,20 кг. Дискретність-20г.

Чорнослив поступає на виробництво від постачальників з показниками якості, які відповідають чинним, ДСТУ 2435:2007 «Сливи сушені. Технічні умови».

Насіння нуту та чорнослив завантажують у резервуари для замочування (позиція 3.1 та 3.2 відповідно) в яких встановлена сітка і заслінка для попередньої промивки сировини. Замочування нуту відбувається протягом вісьми годин холодною водою, замочування чорносливу протягом години теплою водою 30С°. Далі відбувається розподіл на тверду фракцію (насіння нуту, чорнослив) та рідку (вода після замочування). Вода насосом (позиція 4.1) направляється на утилізацію. Чорнослив одразу подаємо у подрібнювач (позиція 7.1). Для отримання однорідної консинстенції насіння нуту поміщаємо у варильний апарат (позиція 5.1) де відбувається варіння при температурі 85...95°С та під тиском 0,12...0,5 МПа протягом 25 хвилин. Далі відбувається аналогічне розділення на тверду фракцію (варене насіння нуту) та рідку (вода після процесу варіння). Варений нут подаємо у подрібнювач (позиція 7.1). Після подрібнення розмелена до однорідної консинстенції суміш подається у змішувач (поз.8.1). У змішувач також додають інші компоненти необхідні для виробництва цукерок, такі як мед, подрібнений чорнослив, какао. Після процесу змішування суміш направляють на формування, посипку конжутом, охолодження, упаковку та маркування.

4.4 Технохімічний контроль виробництва

Основним завданням технохімічного контролю є випуск продукції високої якості, як відносно смакових властивостей, так і відносно зовнішнього оформлення; розширення асортименту виробів вищих сортів, максимальне зниження втрат сировини і допоміжних матеріалів, зниження відходів, ліквідація браку.

Технохімічний контроль на підприємствах здійснюється лабораторіями. На кожному підприємстві великої і середньої потужності є центральна і цехові

лабораторії. На підприємстві малої потужності їх функції виконує зазвичай одна загальна лабораторія.

У функції лабораторії входить:

- контроль усієї сировини, допоміжних матеріалів, що поступають на підприємство;
- систематична перевірка якості сировини, що зберігається на складах;
- періодичний контроль готової продукції з метою встановлення відповідності її показникам, встановлених ГОСТом і ТУ;
- перевірка якості води, що йде на виробництво;
- виявлення причин браку і розробка заходів по усуненню їх;
- пошук можливостей зниження відходів і їх використання;
- проведення бактеріологічного контролю сировини, що йдуть в переробку без термічної обробки;
- розробка нових рецептур;
- проведення різних виробничих випробувань;
- періодична перевірка дотримання інструкції по попередженню попадання сторонніх предметів.

На нашому підприємстві планується праця технолога, який буде виконувати наступні обов'язки:

- 1) контролювати сировину і різні матеріали, що поступають в цех;
- 2) контролювати технологічні процеси на найважливіших етапах виробництва;
- 3) перевіряти дотримання рецептур і технологічних інструкцій;
- 4) контролювати дозування усіх видів сировини.

Лабораторія на підприємстві є одним з провідних відділів - свого роду штабом виробництва, сприяючим виконанню виробничих завдань підприємства.

Висока якість готових виробів залежить від якості сировини і дотримання правил його переробки упродовж усього виробничого процесу. Для

випуску високоякісної продукції мають бути добре організований технологічний процес і технохімічний контроль.

Аналізи сировини і готової продукції ведуться різними лабораторними методами, користуються фізичними і хімічними методами аналізу.

Лабораторія проводить наступні аналізи готової продукції :

1-органолептичні показники;

2-кількість штук в 1 кг;

3-масова доля вологи;

4-масова доля жиру;

5-масова доля цукру;

6-кислотність;

7-зольність;

Працівники лабораторії стежать за станом виробництва і за дотриманням інструкції по попередженню попадання сторонніх включень в продукцію. Вони беруть участь в підготовці матеріалів за вмістом сухих речовин в сировині і готових виробів для складання технологічного звіту про витрату сировини і матеріалів у виробництві.

Уся діяльність лабораторії фіксується лабораторною документацією: формами і журналами, записи в яких ведуть чорнилом чітко і розбірливо. Усі журнали мають бути пронумеровані, кількість сторінок зафіксована підписом керівника підприємства або особи ним уповноваженого, підпис скріплений друком фабрики.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

1. В даному розділі обґрунтовали технологічний процес виробництва цукерок.
2. Виконали розрахунок необхідної кількості обладнання технологічної лінії виробництва цукерок з насіння нуту.
3. Наведений технологічної схеми.
4. Розглянуто технохімічний контроль на виробництві.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок виробничої програми підприємства

Виробнича потужність визначається в основному в натуральних одиницях. Від рівня використання виробничої потужності підприємства залежить обсяг випуску продукції (ОВ):

$$OB = ВПП \times KBВп \quad (5.1)$$

де ВПП – виробнича потужність підприємства в натуральних одиницях;

KBВп – коефіцієнт використання виробничої потужності. Коефіцієнт використання потужності становить 1,0.

Різниця між виробничою потужністю й виробничою програмою (обсягом виробництва) є резервом підприємства.

Чинники підвищення виробничої потужності можна поділити на дві групи:

1. Зовнішні фактори:

- ринковий попит на продукцію;
- ступінь доступності до матеріально-технічних ресурсів;
- наявність і кваліфікація трудових ресурсів;
- введення в дію нових виробничих потужностей;
- якість матеріально-технічних ресурсів зі сторони.

2. Внутрішні фактори:

- організація виробництва;
- організація праці.

Проводимо розрахунок добової потужності за формулою:

$$П_{доб} = П_{г} \times T_{змін} \times K_{змін} \quad (5.2)$$

де $П_{г}$ - годинне виробництво продукції, кг;

$T_{змін}$ - тривалість зміни;

$K_{змін}$ - кількість змін на добу.

$$P_{\text{доб}} = 2,5 \times 8 \times 1 = 20 \text{ кг/добу}$$

Таблиця 5.1

Розрахунок річного обсягу переробки сировини

Найменування продукції	Добова потужність, кг	Коефіцієнт використання потужності	Фактичний добовий обсяг виробництва, кг	Річний обсяг виробленої продукції, кг
Цукерки з насіння нуту	20	1,0	20	5020

5.2 Розрахунок собівартості

Таблиця 5.2

Розрахунок собівартості 1кг продукту

Найменування	Формула для розрахунку	Результати розрахунку
Продуктивність лінії за зміну	$N_{\text{зм}} = P \cdot t$, т/зміну	20 кг/зміну
Витрати на сировину за годину роботи лінії	$P_{\text{год}} = P \cdot ((P_1 \cdot 1,0)$, грн/год	120 грн/год
Витрати на сировину за зміну	$P_{\text{зм}} = P_{\text{год}} \cdot 8$, грн/зміну	960 грн/зміну
Витрати електроенергії за час роботи лінії	$W = N_{\text{спож}} \cdot N_{\text{зм}} \cdot k \cdot p$, грн/зміну	75,5 грн/зміну
Заробітна плату робітникам	$S = n \cdot t_{\text{ст}} \cdot t$, грн/зміну	620 грн/зміну
Загальні виробничі затрати за 1 робочу зміну	$P_{\text{заг}} = S + W + P_{\text{зм}} + A_{\text{м}}$, грн/зміну	1655,5грн/зміну
Загальні виробничі витрати на 1 кг сировини	$P_{\text{заг}} = \frac{P_{\text{заг}}}{N_{\text{зм}}}$ грн/кг	82,8 грн/кг

Розрахунки проводили без врахування фінансового навантаження на дисконтування банківського кредиту і лізингу.

5.3 Розрахунок ціни продукції

Таблиця 5.3

Розрахунок виробничої програми

Найменування продукції	Річний обсяг виробленої продукції, кг	Відпускна ціна підприємства (без ПДВ), грн/кг	Вартість річного обсягу виробництва, грн
Цукерки з насіння нуту	5020	154,7	776 594

Таблиця 5.4

Розрахунок відпускної ціни товару

Найменування	Формула для розрахунку	Результати
Комерційні витрати	Комерційні витрати = Виробнича собівартість × Комерційні витрати (коефіцієнт)	2,5 грн
Повна собівартість	Повна собівартість = Виробнича собівартість + Комерційні витрати	85,3грн
Прибуток підприємства	Прибуток підприємства = Повна собівартість × Рентабельність продукції	69,4грн
Відпускна ціна без ПДВ	Відпускна ціна без ПДВ = Повна собівартість продукції + Прибуток підприємства	154,7грн
Сума ПДВ	Сума ПДВ = Відпускна ціна без ПДВ × Ставка ПДВ / 100	31 грн
Відпускна ціна з ПДВ	Відпускна ціна з ПДВ = Відпускна ціна без ПДВ + Сума ПДВ	185,7грн

ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 5

1. Отже, виконавши економічні розрахунки для даного підприємства ми встановили, що підприємство виробляє 20кг продукції за добу, а за рік цей показник становить 5020кг. Повна собівартість кілограма продукції становить 82,8 грн/кг, а відпуску ціна без ПДВ 154,7грн/кг. Отже, чистий прибуток підприємства складе 348 388грн/рік.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На підставі даних літературних джерел проведено аналіз сучасного рівня білкових продуктів з рослинної сировини і перспективних технологій їх отримання. Відзначено важливість і необхідність збільшення виробництва білкових продуктів з рослинної сировини, що займає провідну роль в сучасній структурі світових ресурсів харчового білка. При цьому визначальними факторами є вибір сировини, масова частка білка, його склад, біологічна цінність, функціональні властивості.

Виконано теоретичне обґрунтування вибору нуту, розглянуті його переваги, порівняно з іншими бобовими культурами. Для зміцнення ресурсної бази виробництва товарів широкого споживчого попиту зі збалансованим хімічним складом і збагаченими біологічно активними речовинами рекомендується нут як культура зі стабільними врожайми, невибаглива до природно-кліматичних чинників, переваги якої визначаються високими масовими частками в насінні білка (12-32% с.р.), сумарних незамінних амінокислот, мінеральних речовин.

Підвищення харчової та біологічної цінності насіння є доцільним для створення функціонального харчового інгредієнту для подальшого використання у виробництві. Розвиток технології комплексної переробки насіння нуту для отримання нових видів продуктів здорового харчування, а також добавок високої харчової цінності з підвищеним вмістом білка є актуальною проблемою в наш час. Завдяки цьому напрямку можливо отримати багато функціональних харчових інгредієнтів, та використовувати їх в різних галузях харчової промисловості (для хлібопечення, кондитерських та кулінарних виробів, в м'ясних та молочних продуктах). Цей напрямок досліджень забезпечить можливість взаємозбагачення одержуваних продуктів незамінними інгредієнтами, а також дозволить регулювати їхній склад у відповідності до основних вимог науки про харчування.

2. У другому розділі, для вирішення поставлених задач кваліфікаційної роботи з метою дослідження насіння нуту, складена програма досліджень.

Для реалізації наміченої програми досліджень обрано та охарактеризовано діючі стандарти на території України та загальноприйняті методики, що дозволяють визначити хімічні та фізичні властивості зерна та готового продукту.

3. У третьому розділі досліджено органолептичні показники вихідної сировини. Встановили, що досліджуваний зразок нуту відповідає ДСТУ 6019:2008 «Нут. Технічні умови.» за всіма органолептичними показниками: кольором, запахом, смаком.

Виконано дослідження фізико-технологічних властивостей. Отримали наступні результати: вологість – 11,2%, натура - 0,785г/л, кут природнього нахилу - 28 градусів, стан за сміттєвими домішками - 0,2%, стан за зерновими домішками - 0,5%, зараженість шкідниками була відсутня. Також було проведено дослідження змін об'єму зерен нуту після замочування, яке здійснювалась за трьома режимами: 1 режим – замочування при температурі 20° С; 2 режим - замочування при температурі 40° С; 3 режим – замочування при температурі 60° С. Встановили, що оптимальним є режим 2.

Досліджено хімічні показники вихідної сировини. Нут відомий завдяки великому вмісту білку. Вміст білка у нуті за літературними даними варіюється від 12,0 до 31,0 %, у дослідному зразку вміст білка становив 23,6 %, що є середнім за величиною показником. Вміст крохмалю становив 53,5 %. З результатів досліджень спостерігаємо, що переважаючими фракціями є білкова та крохмальна. Високий вміст таких високомолекулярних сполук, як білки, полісахариди, здатних до набухання, супроводжується зв'язуванням і утриманням вологи, це визначає високі вологоутримуючі властивості продуктів переробки нуту. Вміст жиру в нуті вищий ніж в інших бобових. Загальний вміст жиру в сирому насінні нуту варіюється від 4,0 до 7,2 %, у дослідному зразку

масова частка жиру була у невеликій кількості 5,1%. Масова частка харчових волокон становила 8,3%, зольних речовин 3,3%.

За органолептичними та фізико-хімічними показниками нові цукерки із нуту не поступаються традиційним, а за вмістом білка перевищують їх. У досліджуваних цукерках вміст білку на рівні 15,8%, вміст сирого жиру - 4,3%, вміст крохмалю - 35,6%.

За мікробіологічними показниками спостерігаємо, що цукерки з використанням нуту мають гарну стійкість до зберігання. Визначили, що при температурі 20 °С цукерки можуть зберігатися 28 діб без погіршення якості.

Для визначення оптимального режиму замочування нами було використано математичне моделювання і оптимізація процесу замочування.

4. В четвертому розділі обгрунтовано технологічний процес виробництва цукерок. Виконано розрахунок необхідної кількості обладнання технологічної лінії виробництва цукерок з насіння нуту. Наведено опис технологічної схеми. Розглянуто технохімічний контроль на виробництві.

5. У п'ятому розділі виконано економічні розрахунки. Для даного підприємства ми встановили, що підприємство виробляє 20кг продукції за добу, а за рік цей показник становить 5020кг. Повна собівартість кілограма продукції становить 82,8 грн/кг, а відпуска ціна без ПДВ 154,7грн/кг. Отже, чистий прибуток підприємства складе 348 388грн/рік.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адамовська В.Г., Молодченкова О.О., Січкач В.І. Біохімічні складові харчової цінності насіння нуту : Зб. наук. Праць СГІ-НЦНС. Випуск 15 (55).: Одеса, 2010. С. 115-123.
2. Анিকেєва Н. В. Биологическая ценность белков нута: Сб. Качинские чтения, Волгоград, 2003. С. 25-26.
3. Анিকেєва Н. В. Научное, теоретическое и практическое обоснование лечебно-профилактических свойств нута и продуктов, созданных на его основе : учеб. пособие, Волгоград : Царицын, 2002. 230 с.
4. Анিকেєва Н. В. Перспективы применения белковых продуктов из семян нута: Известия вузов. Пищевая технология, 2007. № 5-6. С. 33-35.
5. Бабич А.О. Світові ресурси рослинного білка: Харків, 2008, Вип.96. С. 215-222.
6. Балашова Н.Н. Мировые тенденции производства и потребления нута: Зерновое хозяйство: Москва, 2003. С. 5-8.
7. Берестовий К.С., Рябченко М.О., Привалова В.Г. Формування споживчих ластивостей макаронних виробів із використанням нутової сировини: Харчова промисловість України, 2012. С. 168-174.
8. Бушулян О.В. Нут: генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування: Одеса, 2009. 248 с.
9. Бушулян О.В. Нут – зернобобова культура для Півдня: The Ukrainian Farmer, квітень 2010. С. 66-68.
10. Бушулян О.В. Сучасні аспекти підвищення продуктивності нуту: Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області, 2009. С. 76-81.
11. Вавилов П.П., Посыпанов Г.С. Бобовые культуры и проблема растительного белка: учебное пособие: Россельхозиздат, 1983. 256 с.
12. Гиро Т.М., Чиркова О.И., Козлов С.В. Биологическая ценность мясорастительных паштетов с нутом: Мясная индустрия, 2007. № 5. С. 74-76.
13. Дідович С.В., Толкачов Н.З, Мельничук Т.Н. Біологізація агротехнології вирощування нуту: Симферополь, 2010. 36 с.

14. Дідович С.В., Соченко В.М., Ключенко В.В. Економічна і біоенергетична ефективність біотехнології вирощування нуту: Інноваційна економіка, 2012. С.298-300.
15. Дідович С.В. Мікробні препарати у виробництві нуту: ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Выпуск 31. Биологические науки, 2012. С. 12-15.
16. Долгов Р.И. Влияние минеральных удобрений и инокуляции семян на симбиотическую активность и урожайность нута: учебное пособие: Земледелие, 2007. С 32 – 40.
17. ДСТУ 6019:2008 Нут. Технічні вимоги
18. Д'яконова А. К. Технологічні аспекти переробки зерна бобових культур : Хранение и переработка зерна, 2006. С. 28-29.
19. Каленська С.М., Новицька Н.В., Нетупська І.Т. Формування врожаю нуту під впливом елементів технології вирощування: Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2012. С. 21-25.
20. Клиша А.І., Мірошніченко М.О. Селекційна цінність зразків нуту різного еколого-географічного походження в північному степу України: селекція і насінництво: Харків, 1999. Вип.82. С. 24-27.
21. Кьосев П.А. Полный справочник лекарственных растений: ЭКСМО-Пресс, 2001. 992 с.
22. Лисакова Т. В. Нут – чудо-культура: Земледелие, 2001. № 6. С. 42.
23. Лукьянченко Н. П. Разработка технологий колбасных изделий с использованием нута и продуктов его модификации: дис. канд. техн. наук : 05.18.04: Северокавказ. гос. техн. ун-т., Ставрополь, 2003. 165 с.
24. Магомедов Г.О., Олейникова А.Я., Лукина С.И., Журавлёв А.А., Исраилова Х.А. Разработка оптимального состава кекса повышенной пищевой ценности: Хранение и переработка сельхозсырья, 2010. № 3. С. 57-61.
25. Матвеева И.В., Мигуля А.В., Виноградова М.К. Пищевые добавки и сенсорная оценка качества кексов: Кондитерское производство, 2006. № 4. С. 22-24.

26. Мельник І.В. Розробка технології консервованих харчових продуктів із нуту: автореферат: ОДАХТ, 1999. 21 с.
27. Плотникова М., Алейникова А., Магамедов Г. Продукти переробки семян нута в вафлях с начинками: Хлібопекарська і кондитерська промисловість України, 2007. № 7. С 41-46.
28. Рибалка О. В., Топораш І.І, Червоніс М.В. Як же впливають добавки різних сортів нуту на хлібопекарські властивості борошна: Хлібопекарська і кондитерська промисловість України, 2012. С. 9-11.
29. Рябченко М. О., Ульянченко К.М. Нут – цінна зернобобова культура харчового та кормового призначення : Бюл. Інституту зерн. госва.,2008. № 33-34. С. 272-275.
30. Рябченко Н. А., Ульянченко Е.Н. Обогащение продуктов питания белками нута в условиях Украины: Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг: IV Междунар науч-практ конф., 2007 г., 8-9 декабря: [материалы]: ОрелГТУ, 2007. С. 421-423.
31. Січкарь В.І., Бушулян О.В Сучасна технологія вирощування нуту: збірник наукових праць, Одеса: НАЦНАІС, 2007. 36 с.
32. Скитський В.Ю., Шевченко А.М., Степанова Т.Є. Аналіз зразків колекції нуту за продуктивністю та придатністю до використання в селекції на сході України: Харків, 2009. С. 134-139.
33. Страшинський І.М., Гончаров Г.І., Полешко Ю.С Використання бобів нуту у технології м'ясних паштетів: харчова промисловість, 2012. 237-241.
34. Соколов В.М., Січкарь В.І Стан науково-дослідних робіт з селекції зернобобових культур в Україні: збірник наукових праць: СГІ-НЦНС. Вип. 15. Одеса, 2010. С. 6-13.
35. Страшинський І.М., Гончаров Г.І., Полешко Ю.С. Використання бобів нуту у технології м'ясних паштетів: Вісник Сумського національного аграрного університету, 2012. Випуск 10 (20). С. 137-139.

36. Стромская И. Я., Шалимова О. А. Введение нута и пшеницы как альтернатива соевым ингредиентам при разработке рецептур колбасных изделий з мяса птици : Всесоюзн. науч.-техн. Конф. : тез. докл.: Орел, 2006. С. 143.
37. Химия и биохимия бобовых растений: учебное пособие, Москва: Агропромиздат, 1986. 260 с.
38. Ходак А., Савенкова Т. Нутовая мука в рецептуре конфет позволяет сочетать различные виды белков: Хлібопекарська і кондитерська промисловість України, 2008. № 11. С. 24-28.
39. Холодова О.Ю. Обґрунтування перспективності використання нуту у складі варених ковбасних виробів: Товарознавчий вісник, 2012. Випуск 5. С. 372-381.
40. Холодова О.Ю. Основні інгредієнти в сучасних технологіях м'ясопереробної галузі : Вісник ДонНУЕТ, 2012 .№ 1 (53). С. 210-220.
41. Черкашина А.В., Ковальов В.М., Ковальов С.В. Перспективи використання нуту звичайного : Тез. доп. Всеукр. конгресу «Сьогодення та майбутнє фармації» (16-19 квітня 2008 р). : Харків, 2008. С. 190-191.
42. Юдічева О.П., Кузнецова Н.О. Особливості змін мікроструктури чини і нуту після волого термічної обробки: Харчова промисловість України, 2012. С. 333-339.
43. Avola G., Patane C. Variation among physical, chemical and technological properties in three Sicilian cultivars of chickpea (*Cicer Arietinum*): International journal of food science and technology, 2010. Vol.45. №12. P. 256-257.
44. Bannikova A. V., Evdokimov I. A. The scientific and practical principles of creating products with increased protein content: Foods and Raw Materials, 2015. Vol. 3, No. 2. P. 3-12.
45. Clemente A.R.S., Vioque J., Bautista J., Millan F. Effect of cooking on protein quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds : Food Chemistry, 1998. Vol. 62. P. 1-6.

46. Duhn A. , Chauhan B.M., Punia D., Kapoor A.C. Phytic acid content of chickpea (*Cicer arietinum*) and black gram (*Vigna mungo*): Varietal differences and effect of domestic processing and cooking methods: *Journal of Science Food Agriculture*, 1989. Vol. 49. P. 449-455.

47. El-Adawy Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination: *Plants Foods for Human Nutrition*, 2002. Vol. 57. P. 8397-8403.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Рецептура для виготовлення цукерок з насіння нуту на 20кг готового продукту

№	Компонент	Кількість сировини за рецептом, %	Кількість сировини за рецептом, кг
1.	Насіння нуту	65	13,0
2.	Чорнослив в'ялений	24	4,8
3.	Мед	3	0,6
4.	Кунжут білий	5	1,0
5.	Какао-порошок	3	0,6
	Всього	100	20,0

ДОДАТОК Б

УДК 632.951:664.7

27. ЩО ТАКЕ НЕБУЛІЗАЦІЯ ЗЕРНА ТА НАВІЩО ВОНА ПОТРІБНА?**Я.В. Сущенко, Т.О.Тракало***Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

Інсектицид контактної дії Пірігрєн-50 ХТ (діюча речовина піриміфосметил). Він призначений для обробки всіх ранніх зернових (пшениця, ячмінь, жито, овес, сорго, спельта) й кукурудзи. Завдяки обладнанню, розробленому спеціально для мікроскопічного розпилення й рівномірного розподілу препарату, потік зерна під час завантаження у сховище або вивантаження з нього у вагон, вкриває рідкий інсектицид у вигляді туману (величина краплин становить 10-20 мікрон). Це і є метод небулізації. Його застосовують до всіх типів зерносховищ - як вертикального, так і підлогового зберігання (за умови механізації складів).

Обробка цим препаратом, залежно від дозування та ступеня зараженості зерна, забезпечує захист від комах-шкідників на 3 місяці (4л/100 т зерна), 6 місяців (6 л/100 т) і 12 місяців (8 л/100 т), ліквідуючи існуюче та захищаючи від повторного зараження чи прихованої формизараження. Препарат ефективний проти комірних комах (довгоносики, борошноїди, хрущаки, борошняні кліщі, блєстянки, капюшонники, зернова й борошняна міль тощо). Оброблене інсектицидом Пірігрєн-50 ХТ зерно можна переміщати (відвантажувати, перевантажувати тощо) без повторної обробки, а також відвантажувати зерно на переробку, в т.ч. на борошно, солод, комбікорм відразу після обробки. Така перевага дає суттєву оптимізацію ресурсів, а також дозволяє ефективно керувати ризиками (передусім – боротися з зараженістю шкідниками) на всіх ланках логістичного ланцюжка, зокрема, при завантаженні експортних партій продукції в річкових та портових терміналах.

Небулізація відбувається завдяки одночасній подачі стисненого повітря й інсектициду в корпус форсунки, що спеціально розроблена для цього. Таким чином, препарат розпилюється дрібними частками розміром від 2 до 20 мікронів. З огляду на те, що зерно обробляється в потоці, здебільшого форсунку встановлюють у місці, де зерно найбільше розлітається, завдяки чому препарат рівномірно потрапляє на кожен зернинку, що гарантує його рівномірний розподіл у масі зерна й знищення всіх наявних комірних шкідників і максимально якісний захист у процесі зберігання.

Так, форсунки для небулізації можуть розташовуватися на визначених місцях технологічного обладнання елеватора залежно від способу завантаження зерна в сховища. Наприклад, ці форсунки можуть бути встановлені в нижній («башмак») чи верхній («головка») частині норії. У деяких випадках зерно обробляють у місці висипання з воронки на пересувний конвеєр чи на скиді в кінці стрічки-транспортера, де обробка також відбувається всередині захисного кожуха[1].

Відповідно до нормативних вимог України, гранично допустима концентрація піриміфос-метилу (діючої речовини) в зерні становить 5 мг/кг. У разі

максимального дозування препарату Пірігрєн-50, ХТ (8 л/100 т) ГДК становить 4 мг/кг, тобто, навіть у момент обробки показник не перевищує нормативні вимоги. Максимальний ефект досягається через 72-96 год після обробки: комахи гинуть, не встигаючи пошкодити зерно. Інсектецид Пірігрєн50-ХТ не впливає на якісні показники зернової маси (гігрометрія, вологопоглинання, борошномельні властивості, схожість насіння, залишковий уміст важких металів). Запровадження цього дієвого методу захисту зерна в зерносховищах дає можливість відчутно мінімізувати кількісно-якісні втрати та оптимізувати логістику[2].

Список літератури

1. Захист зерна в потоці. Agro Times: веб-сайт. URL: <https://agrotimes.ua/article/zahist-zerna-v-potoci/> (дата звернення 10.09.2019р.).
2. Елеватору потрібна небулізація. Agro Times: веб-сайт. URL: <https://agrotimes.ua/article/elevatoru-potribna-nebulizaciya/> (дата звернення

86 International scientific conference of young scientist and students
 "Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution", April
 2–3, 2020.

Book of abstract. Part 1. NUFT, Kyiv.

4. Дослідження фізико-технологічних показників насіння нуту

Ярослава Сущенко, Тетяна Тракало

Національний університет харчових технологій, м.Київ, Україна

Вступ. Харчування людини не відповідає вимогам нутриціології через недостатню кількість споживання мінеральних речовин, білків, вітамінів, харчових волокон, але у більшість продуктів входить багато жирів та вуглеводів.

Актуальність даної теми полягає в необхідності розробки нових продуктів харчування з великим вмістом білку, харчових волокон, вітамінів та біологічно активних речовин. Такі властивості дають змогу використовувати їх в дієтичному, вегетаріанському та лікувально-профілактичному харчуванні.

Матеріали і методи досліджень. Метою моїх досліджень є наукове обґрунтування технології та технологічних параметрів виробництва продуктів з нуту.

Результати роботи. Поставлену мету можна досягти комплексними дослідженнями фізико-хімічних, технологічних, біологічних властивостей сировини та харчового продукту. В наш час нут вирощується та вживається у їжу головним чином в країнах західної та середньої Азії (Індія, Пакистан, Туреччина), північної Африки та північної Америки (Мексика). Із нього виготовляють закуски хумус і фалафель. Нут активно використовується у вегетаріанській і веганській кухнях та у ведичній кулінарії. Для досліджень використовували насіння нуту сорту «Тріумф».

Таблиця 1-Фізико-технічні показники якості насіння нуту сорту «Тріумф»

Показники	Насіння нуту Сорту «Тріумф»	ДСТУ6019:2008 «Нут. Технічні Умови»
Вологість, %	13,0	14,0
Масова частка протеїну, %	23,0	20,0
Зернова домішка,%, не більше ніж	0,0	2,0
Сміттєва домішка,%, не більше ніж	0,0	1,0
Мінеральна домішка	0,0	0,1
Шкідлива домішка	0,0	0,2
Зараженість шкідниками	Не виявлено	Не дозволено

Висновок. Отже за отриманими даними зразок насіння нуту сорту «Тріумф» може бут використаний для виготовлення нових білкових

продуктів. Насіння нуту має достатню кількість білка 23,0% для задоволення потреб людини, а також відсутність різного виду домішок, дозволить значно знизити витрати на виробництво білкових продуктів.