

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Серія «На допомогу аспіранту»

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Підручник у 2 частинах

Частина 1

ІННОВАЦІЇ В ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ

За загальною редакцією

О. Ю. Мельник

Одеса • 2024 • Олді+

Серія започаткована у 2022 році

Авторський колектив:

Мельник О. Ю. (Сумський національний аграрний університет);
Савченко-Перерва М. Ю. (Сумський національний аграрний університет);
Степанова Т. М. (Сумський національний аграрний університет);
Бідюк Д. О. (Сумський національний аграрний університет);
Перцевой Ф. В. (Сумський національний аграрний університет);
Кошель О. Ю. (Сумський національний аграрний університет);
Боковець С. П. (Сумський національний аграрний університет)

Рецензенти:

Федорович Є. І. – к. т. н., доцент кафедри технології та організації ресторанного господарства Державного торговельно-економічного університету;

Полупан Ю. П. – к. ф.-м. н., доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління Сумського державного університету;

Власова К. Ю. – старший технолог ТМ «Приправка»

Рекомендовано до друку Вченою радою
Сумського національного аграрного університету
(протокол № 9 від 29.01.2024 р.)

Харчові технології : підручник у 2 ч. Ч. 1 : Інновації в харчовій галузі /
Х22 О. Ю. Мельник, М. Ю. Савченко-Перерва, Т. М. Степанова та ін. ; за заг. ред.
О. Ю. Мельник. – Одеса : Олді+, 2024. – 136 с. ; іл. + табл. + QR-код. – (Серія
«На допомогу аспіранту»).

ISBN 978-966-289-697-8

ISBN 978-966-289-697-8 (Ч. 1)

Підручник розроблений для підготовки аспірантів у вищих навчальних закладах на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 181 «Харчові технології» (галузь знань 18 «Виробництво та технології»).

У підручнику представлено пріоритетні напрямки інновацій у сфері харчової промисловості, шляхи проектування широкого асортименту якісно нових продуктів із спрямованою зміною хімічного складу, використання функціональної сировини та утилізації відходів. Розглянуто сучасні інструментальні методи та спеціалізоване обладнання для дослідження та контролю якості харчових систем під час технологічного процесу.

УДК 664:330.341.1(075.8)

SBN 978-966-289-697-8
ISBN 978-966-289-697-8 (Ч. 1)

© Сумський національний аграрний університет, 2024
© Олді+, 2024

ВСТУП..... 5

РОЗДІЛ 1.

Інновації в галузі

(Мельник О. Ю., Боковець С. П.) 7

1.1. Поняття «інновації» та їх класифікація 7

1.2. Проривні інновації в харчовій промисловості майбутнього 9

1.2.1. Технологія консервування та подовження терміну зберігання 9

1.2.2. Екструзійні технології 12

1.2.3. Нанотехнології 15

1.3. Інновації у сфері ресторанного господарства 18

1.4. Інноваційні харчові інгредієнти 22

1.5. Основи нутрігеноміки 29

1.6. Конструювання харчових продуктів 30

1.7. Екологія харчових виробництв 33

Перелік джерел до розділу 1 45

РОЗДІЛ 2.

Інжиніринг інновацій

(Савченко-Перерва М. Ю.) 49

2.1. Поняття та види інжинірингу 49

2.2. Суть і типи інновацій харчової промисловості 52

2.3. Науково-технічна та інноваційна діяльність підприємств 59

2.4. Інноваційні процеси проектування нового продукту
та аналіз результатів проекту 65

2.5. Сучасне управління інноваційними проектами 71

2.6. Економічні показники ефективності впровадження інновацій 74

Перелік джерел до розділу 2 81

РОЗДІЛ 3.

Сучасні досягнення харчової науки

(Степанова Т. М., Кошель О. Ю.) 83

3.1. Актуальні аспекти застосування культивованої грибною сировини
в технології харчової продукції 83

3.2. Актуальні аспекти застосування мікрозелені
в технології харчової продукції 87

3.3. Наукові основи та практичний досвід використання
кальцієвмісної сировини в технології харчової продукції 91

3.4. Сучасні досягнення харчової науки
в аспектах виробництва термостабільних начинок 96

Перелік джерел до розділу 3 100

РОЗДІЛ 4.

Сучасні інструментальні методи досліджень

(Бідюк Д. О., Перцевой Ф. В.)	103
4.1. Сенсорна оцінка органолептичних показників якості харчової продукції.....	103
4.1.1. Система «Електронний ніс» (E-nose).....	103
4.1.2. Система «Електронний язик» (E-tongue).....	108
4.1.3. Система «Електронне око» (E-eye).....	112
4.2. Оцінка текстури харчової продукції	115
4.2.1. Аналізатори текстури для оцінки якості харчових продуктів	115
4.2.2. Неруйнівні методи оцінки текстури	125
4.2.3. Переваги та недоліки інструментального методу оцінки текстури харчових продуктів.....	127
Перелік джерел до розділу 4.....	128

ВСТУП

В умовах сучасного ринку виробництво якісної, рентабельної, конкурентної продукції просто неможливе без використання передових технологій та інноваційних рішень у сфері забезпечення людей продуктами харчування. Інновації у сфері харчових технологій підпорядковані пошуку способів і засобів, що забезпечують економічне отримання та гарантують максимальну безпеку та якість харчових продуктів, включаючи харчову цінність, органолептичні властивості, а також властивості, що визначають користь здоров'ю, сукупність яких безпосередньо залежить від інгредієнтного складу харчового продукту [1].

Пріоритетними інноваційними напрямками у сфері харчових виробництв є розробка перспективних способів виробництва, зберігання, транспортування та переробки продукції; формування механізмів щодо раціонального використання сировини; розробка нових видів високоякісних харчових продуктів; удосконалення способів просування продукції до споживача. Розробка нових технологій у харчовій промисловості та створення широкого асортименту якісно нових продуктів із спрямованою зміною хімічного складу та властивостей є важливим напрямком сучасної нутриціології, сприяє збереженню здоров'я населення. Розвиток досліджень в області харчування, розробка нових технологій сприяють розширенню асортименту продуктів, стимулюють пошук нових джерел продовольчої сировини. Актуальним є виробництво продуктів харчування для профілактики поширених аліментарних, тобто пов'язаних із їжею захворювань. Крім того, вирішення проблеми збереження здоров'я та довголіття населення корелює із забезпеченням адекватним біологічно повноцінним харчуванням усіх вікових і соціальних груп. Споживачі починають усе більше уваги приділяти функціональним продуктам харчування, тобто їх здатності зменшувати загрозу захворювання людини найбільш поширеними хворобами цивілізації – діабетом, алергією, серцево-судинними та шлунково-кишковими захворюваннями. Пріоритетною проблемою можна вважати створення принципово нових технологій, глибокої комплексної переробки сировини в продукти високої якості, які мають оздоровчий вплив на організм людини, забезпечують профілактику аліментарно-залежних станів і захворювань, сприяють усуненню дефіциту білків, вітамінів, мікро- і макроелементів, інших есенціальних речовин. Цим вимогам відповідають продукти з функціональними інгредієнтами, біологічно активними добавками та інших груп. За допомогою харчової комбінаторики можна послабити негативні впливи зовнішнього середовища завдяки проектуванню та конструюванню харчових продуктів, не лише безпечних для людини, але й таких, що захищають його генетичні структури.

Перший розділ підручника присвячений розгляду поняття інновацій у харчовій промисловості та їх класифікації, напрямкам створення індустрії здорового харчування, основою якої є нові технології, методи оброблення та переробки харчової сировини, використання ресурсозберігаючих технологій та утилізація відходів харчових виробництв для забезпечення населення країни здоровим, функціональним харчуванням, яке є основним елементом якості життя людини, поліпшення стану її здоров'я та забезпечення майбутнього нації.

Другий розділ присвячено формуванню в аспірантів комплексу знань щодо особистої інноваційної діяльності, інновацій харчових підприємств, комплексу умінь і навичок, необхідних для проведення особистих наукових досліджень, створення нових і вдосконалення існуючих об'єктів інновацій, що базуються на принципах узагальнення різноманітних знань у сфері інженерних, технічних і консультаційних послуг із розробки та впровадження продуктів виробництва та реалізації новацій.

Третій розділ присвячено актуальним питанням щодо досягнень харчової науки, а також розкрито основні засади доробку вітчизняних і закордонних учених щодо застосування культивованої грибною сировини в технології харчової продукції. Звернено увагу на питання застосування мікрозелені, наукові основи та практичний досвід використання кальцієвмісної сировини, а також особливості виробництва термостабільних начинок.

У четвертому розділі розглянуто сучасні інструментальні методи та спеціалізоване обладнання для дослідження та контролю якості харчових систем під час технологічного процесу. Приділено увагу сенсорній оцінці органолептичних показників із використанням електронного носу, електронного ока та електронного язика. Надано загальну характеристику методам та обладнанню, розглянуто принципи його роботи, показано застосування в різних типах харчової продукції та окреслено перспективи розвитку цих технологій. Розглянуто оцінку текстури харчової продукції з використанням руйнівних методів – аналізаторів текстури, проведено огляд провідних світових виробників цього обладнання. Описано сучасні підходи неруйнівних методів оцінки, які розроблені відповідно до механічних, оптичних чи акустичних принципів. Узагальнено переваги та недоліки інструментального методу оцінки текстури харчових продуктів.

Викладені в цьому підручника матеріали дозволять аспірантам зі спеціальності 181 «Харчові технології» успішно виконати програму третього освітньо-наукового рівня підготовки докторів філософії.

Автори висловлюють щиру вдячність рецензентам – А. О. Медведєвій, кандидату технічних наук, доценту кафедри технології та організації ресторанного господарства Державного торговельно-економічного університету, С. В. Соколову, кандидату фізико-математичних наук, доценту кафедри комп'ютеризованих систем управління Сумського державного університету, К. Ю. Власовій, старшому технологіві ТМ «Приправка» – за висловлені поради та зауваження, що дозволили врахувати пропозиції стейкхолдерів і зробити цей підручник ще кращим.

Розділ 1

ІННОВАЦІЇ В ГАЛУЗІ

1.1. Поняття «інновації» та їх класифікація

Інновації та інноваційна діяльність – це напрямок науково-технічного прогресу, пов'язаний із впровадженням результатів наукових досліджень і розробок у практику. Сфера інновацій всеосяжна, вона не тільки охоплює практичне використання науково-технічних розробок і винаходів, але й включає зміни в продукті, процесах, маркетингу, організації. Інновація виступає як явний фактор зміни, як результат діяльності, втілений у новий або вдосконалений продукт, технологічні процеси, нові послуги та нові підходи до задоволення соціальних потреб.

Інновації – це кінцевий результат інноваційної діяльності у вигляді нового чи вдосконаленого продукту або технологічного процесу, який наділено якісними перевагами при використанні та проектуванні, виробництві, збуті, який використовується в практичній діяльності та має суспільну перевагу.

Нині актуальність інновацій обґрунтовується багатьма чинниками. Головними серед них є наступні: необхідність реструктуризації та репрофілювання підприємств згідно з вимогами ринку; застарілий парк машин і технологічного устаткування; досить часті та різкі зміни попиту на товар; конкуренція.

Розглянемо тлумачення терміна «інновація». Термін і поняття «інновація», як нову економічну категорію, ввів австрійський учений Йозеф Шумпетер (1883–1950 рр.). У роботі «Теорія економічного розвитку» (1911 р.) він уперше розглянув питання впливу інновацій на розвиток і дав визначення інноваційного процесу. При цьому під інновацією він мав на увазі зміну з метою впровадження та використання нових видів споживчих товарів, нових виробничих, транспортних засобів, ринків і форм організації в промисловості. Згідно з Й. Шумпетером [1], інновація є головним джерелом прибутку, а він є результатом впровадження новацій: без розвитку немає прибутку, без прибутку немає розвитку.

У світовій економічній літературі «інновація» інтерпретується як перетворення потенційного науково-технічного прогресу в реальний, що втілюється в нових продуктах і технологіях.

В Оксфордському тлумачному словникові поняття «інновація» роз'яснюється в такий спосіб: «Будь-який новий підхід до конструювання, виробництва або збуту товару, у результаті чого новатор або його компанія одержують перевагу перед конкурентами».

Б. Санто вважає, що інновація – це такий суспільний технічний та економічний процес, який через практичне використання ідей і винаходів призводить до створення кращих за своїми властивостями виробів, технологій, і у випадку, якщо вона орієнтується на економічну вигоду, прибуток, поява інновації на ринку може привести до отримання додаткового доходу.

Організація економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР) визначає поняття «інновація» таким чином: «Інновація – це новий додаток наукових і технічних знань, що призводить до ринкового успіху».

Канадське статистичне управління розглядає інновацію, як трансформацію ідеї в новий або поліпшений продукт або робочий процес, що користується попитом на ринку.

Л. І. Федулова в підручнику «Інноваційна економіка» дає наступне визначення: «Інновація – кінцевий результат діяльності з реалізації нового чи вдосконаленого продукту, що реалізується на ринку, нового або вдосконаленого технологічного процесу, який використовується в практичній діяльності» [2].

О. В. Василенко пише, що інновації – це новостворені та (або) вдосконалені конкурентоспроможні технології, продукція або послуги, а також організаційно-технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва та (або) соціальної сфери [3].

За технологічними параметрами інновації поділяються на продуктові (коли використовують нові матеріали, напівфабрикати, комплектують та одержують товари з принципово новими властивостями) і процесні (коли використовуються нові технології виробництва, нові методи організації виробництва).

Для інновації притаманні наступні основні ознаки:

- 1) науково-технічна новизна;
- 2) здатність інновації до матеріалізації в нові технічно досконалі види промислової продукції, засоби та предмети праці, технології та організації виробництва;
- 3) здатність до комерціалізації самої інновації та (або) результатів її впровадження.

Результат науково-технічної діяльності (новація) перетворюється на інновацію з моменту використання на ринку. Багато новацій можуть бути не придатними до впровадження на ринку й тому не матимуть комерційної привабливості; такі новації не можна вважати інноваціями.

Основною ознакою класифікації інновацій є, як правило, її новизна, сутність, а також вплив на економічні та соціальні процеси. За ознакою новизни інновації поділяються на нові для галузі у світі (світова новизна), нові для галузі в країні, нові для підприємства (групи підприємств).

Перші – це інновації абсолютної новизни, які не були ще відомі та які в разі значного поширення стають радикальними нововведеннями. Абсолютна новизна фіксується за відсутності аналогів цієї інновації на ринку.

Нові для галузі чи підприємства – це інновації з частковою новизною одного або кількох елементів уже відомого товару через зміну функцій і характеристик існуючого продукту або процесу.

1.2. Проривні інновації в харчовій промисловості майбутнього

1.2.1. Технологія консервування та подовження терміну зберігання

Переробка або оброблення – це методи консервування продовольчої сировини та харчових продуктів, які дають можливість отримати стійку під час зберігання продукцію з якісно новими характеристиками, ніж у вихідної сировини [4]. Консервування як спосіб подовження термінів зберігання сировини та харчової продукції виконує і важливе соціальне призначення. Завдяки різноманітним методам консервування більш раціонально використовуються продовольчі ресурси, розширюється асортимент харчових продуктів, забезпечується можливість створення страхових резервів на випадок надзвичайних ситуацій (стихійних лих, неврожаю, воєнних конфліктів тощо), гарантоване постачання продовольства спецконтингентам споживачів (армія, флот, геологи, мандрівники) та у важкодоступні місцевості (ліси, гори, пустелі). Крім того, суттєвою перевагою багатьох консервованих харчових продуктів є те, що вони готові до споживання без додаткової кулінарної обробки або після незначної кулінарної обробки. Це дозволяє споживачеві економити час на приготування їжі. Ці особливості в поєднанні з високою харчовою цінністю, стійкістю та тривалістю в зберіганні, зручним пакуванням та іншими перевагами роблять консервовані продукти незамінними в харчуванні.

В основу будь-якого методу консервування покладено певний принцип: біоз, анабіоз, абіоз або їх поєднання.

Перший принцип (біоз) полягає в створенні умов для нормального перебігу процесів у живих біологічних об'єктах, наслідком яких є підтримання природного імунітету цих об'єктів до захворювань та ураження мікроорганізмами. За сприятливих умов зберігання деякі живі об'єкти (зерно, насіння, плоди, овочі, свіжі яйця, риба) здатні синтезувати специфічні речовини, які захищають їх від збудників хвороб, мікроорганізмів та шкідників.

Другий принцип (анабіоз) полягає в пригніченні або різкому скороченні життєдіяльності мікроорганізмів та гальмуванні ферментативних процесів під дією різноманітних консервуючих факторів. На цьому принципі засновані такі методи, як охолодження, заморожування, висушування, зберігання в модифікованому та регульованому газовому середовищі, квашення, маринування, спиртування, зацукрювання, соління та інші.

Третій принцип (абіоз) полягає в повному припиненні життєвих фізіологічних процесів і знищенні мікроорганізмів у сировині та продуктах харчування. Цей принцип покладено в основу таких поширених методів консервування, як стерилізація, ВЧ- та НВЧ-стерилізація, додавання хімічних консервантів-антисептиків, іонізуюча, ультразвукова та інші види стерилізації.

При використанні більшості методів консервування (за винятком методів, заснованих на принципі біозу) властивості сировини чи харчової продукції суттєво змінюються в порівнянні з початковими. Зміни переважно відбуваються в бік їхнього погіршення: змінюється зовнішній вигляд, смак, аромат, колір; втрачається частина біологічно активних речовин (вітамінів, макро- та мікроелементів, незамінних аміно- та ненасичених жирних кислот), у деяких випадках знижується

харчова цінність продукції. Крім того, процес консервування є необоротним. Втрачені вихідні властивості поновити повністю неможливо.

Проте головною перевагою, якої набувають консервовані продукти, є висока стійкість і тривалість зберігання, інколи навіть у несприятливих умовах.

Група фізичних методів містить як традиційні, так і нові, які поступово набувають поширення. До традиційних відносяться температурні методи, в основу яких покладена консервуюча дія знижених (до 0 °С і нижче) та підвищених (до 100 °С і більше) температур.

Високотемпературні методи ґрунтуються на пригніченні або повному знищенні вегетативних і спорових форм мікроорганізмів та інактивації ферментів. До них відносяться пастеризація та стерилізація. Низькотемпературні методи засновані на уповільненні біохімічних і пригніченні мікробіологічних процесів. Ця підгрупа включає декілька різновидів охолодження та заморожування.

У практиці консервної промисловості України найбільшого поширення набули методи, засновані на зміні температури (температурні методи), створенні підвищеного осмотичного тиску (осмотичні методи) та використанні корисної мікрофлори (біотехнологічні методи). Кожна з цих груп містить декілька видів і різновидів методів. Кожен із них має свої особливості застосування, переваги та недоліки, вплив на споживчі характеристики кінцевої продукції.

Низькотемпературні методи засновані на уповільненні біохімічних і пригніченні мікробіологічних процесів. Ця підгрупа включає декілька різновидів *охолодження та заморожування*.

На відміну від високотемпературних, *методи низькотемпературного* консервування не інактивують ферменти та не знищують мікрофлору, а тільки створюють для них несприятливі умови. При підвищенні температури діяльність ферментів і мікроорганізмів відновлюється майже до початкового рівня. Руйнівний вплив цих методів на склад і властивості продукції незначний і тим менший, чим «м'якші» режими обробки. Тому така продукція майже не втрачає своїх вихідних властивостей, а відновлює їх після підвищення температури. Однак поряд із позитивним, ця обставина має і негативний бік: консервуюча дія низьких температур зберігається тільки при збереженні низькотемпературного режиму.

Охолодження полягає в зниженні температури продукту до 0...4 °С та подальшому зберіганні в цьому температурному діапазоні. При навколонульових температурах біохімічні процеси в клітинах сировини та фізіологічні процеси в клітинах мікробів значно уповільнюються. Це пояснюється сукупною дією низки факторів: низькою активністю ферментів за межами температурного оптимуму, змінами структури та властивостей клітинних мембран та ін. Особливо чутливим до зниження температури є процес дихання. Завдяки цим факторам втрати маси та якості об'єктів консервування мінімальні.

Консервуюча дія охолодження залежить від природи сировини, її імунітету, швидкості охолодження та стабільності режиму зберігання. Чим вище імунітет, більше швидкість охолодження та стабільніше режим, тим краще й довше зберігається об'єкт. Однак деякі теплолюбні види рослинної сировини потребують помірного охолодження. Внаслідок різкого розбалансування обмінних процесів при швидкому охолодженні в них спостерігається явище «температурного

шоку», яке призводить до відмирання клітин і захворювання сировини. Залежно від режиму та швидкості розрізняють повільне, прискорене, швидке та надшвидке охолодження.

Охолодження є найбільш ефективним короткотерміновим методом консервування. Воно максимально зберігає вихідні характеристики сировини: харчову та біологічну цінність, споживчі та *технологічні* властивості, сприяє дозріванню та іншим процесам життєдіяльності.

Недоліком цього методу є відносно короткі терміни зберігання та відчутні втрати маси за рахунок випаровування вологи та дихання.

Для усунення цих недоліків при консервуванні певних видів сировини та харчової продукції використовується *переохолодження або підморожування*, які знижують температуру продукції до близьокріоскопічних значень. При температурі на межі заморожування вода не кристалізується, а тому руйнації оболонки клітин не відбувається. Проте її випаровування та активність біохімічних і мікробіологічних процесів різко знижуються. *Переохолодження* можливе для об'єктів, які містять підвищені концентрації цукрів, солі та інших осмотично активних речовин, внаслідок чого температура замерзання клітинного соку на декілька градусів (від 2 до 5) нижча від нуля. До таких об'єктів відносяться високоцукристі плоди та овочі, насіння та кісточкові плоди зимових сортів, цибуля, часник, а також солоні або сухі продукти: квашені овочі, солоні риба, ковбаси копчені та напівкопчені тощо.

Методи переохолодження та підморожування потребують ретельного контролювання та регулювання режимів обробки, зберігання та транспортування, тому що при незначному зниженні температури продукт повністю промерзає, а при підвищенні – відбувається конденсація вологи та швидке псування продукту [1].

Заморожування – це процес зниження температури продовольчих товарів нижче за криоскопічну на 10...30 °С, що супроводжується перетворенням води, що в них міститься, на лід. Терміни зберігання заморожених продуктів вимірюються місяцями та навіть роками. Чим нижча температура, тим більша швидкість заморожування та вища якість продуктів. Мета заморожування – запобігання мікробного псування напівфабрикатів і їх підготовка до тривалого низькотемпературного зберігання.

Швидке заморожування скорочує втрати маси продукту. При *повільному* заморожуванні всередині клітини утворюються великі кристали льоду, які пошкоджують її, і під час розморожування відбувається втрата клітинного соку. Заморожені продукти поступають за якістю охолодженим, оскільки при тривалому зберіганні змінюється їхня харчова та смакова цінність, а також можливі втрати поживних речовин при розморожуванні.

До найшвидшого відноситься заморожування в киплячих холодоносіях (рідкий азот, фреон тощо).

Залежно від того, на якій стадії технологічного процесу проводиться заморожування напівфабрикатів, існує декілька варіантів цієї технології, яка використовується для заморожування хлібних напівфабрикатів:

- заморожування свіжозамішаного тіста;
- заморожування після поділу на шматки;
- заморожування сформованих тістових заготовок;

- заморожування тістових заготовок після вистоювання;
- заморожування частково випечених тістових заготовок;
- заморожування готових виробів після випікання та охолодження.



Рисунок 1.1 – Камера шокового заморожування

Частіше використовують перші чотири варіанти. Незалежно від того, на якій стадії технологічного процесу здійснюється заморожування напівфабрикату, його проводять у камері шокового заморожування за температури мінус 20...25 °С або мінус 30...35 °С до температури в центрі виробу мінус 18 °С. Зберігають заморожені напівфабрикати в морозильній камері за температури мінус 18 °С. Тривалість зберігання – до 6 місяців. Заморожувальна камера для шокового заморожування напівфабрикатів представлена на рис. 1.1. Існують дані, що оптимальним є зберігання за температури мінус 18 °С не більше 90 діб, мінус 12 °С – 14 діб, мінус 8 °С – 7 діб. Звичайно, недоліком цієї технології є висока вартість обладнання для замо-

рожування, морозильного зберігання та транспортування виробів. У світі відомо до 300 видів заморожених напівфабрикатів, проте найбільш популярними є 10. Значним попитом користуються булочки (40 г), французькі багети завдовжки 17–58 см, масою від 60 до 450 г, серед здобних виробів – круасани. Заморожують також тістові заготовки з суміші житнього та пшеничного борошна.

1.2.2. Екструзійні технології

Екструдкування є одним із перспективних технологічних процесів, що дозволяють виробляти різноманітні харчові та кормові продукти. *Процес екструдкування* – це перетворення сипучого дрібнодисперсного або грубоволокнистого кормового продукту в частинки певних розмірів із заданими фізичними властивостями, що досягається механічним впливом на продукт. Одночасний вплив вологи, тепла та механічного тиску в камері преса забезпечує необхідне зволоження та прогрів продукту з подальшим формуванням гранул у каналі матриці.

Залежно від виду матеріалу, що переробляється, та особливостей формування з нього виробу за рівнем температури розрізняють такі види екструзії:

- *холодна екструзія (без підведення тепла)* – відбуваються тільки механічні зміни в матеріалі внаслідок повільного його переміщення під тиском і формування цього продукту з утворенням заданих форм. Теплота тертя, що виникає при екструзії, відводиться через охолоджувальну систему для того, щоб запобігти нагріву продукту. Холодна екструзія застосовується головним чином при виробництві макаронів і різних кондитерських виробів;

- *тепла екструзія (попередній підігрів сировини)* – поряд із механічним здійснюється тепловий вплив на оброблюваний продукт. При тепловому методі екструзії поряд із механічним впливом сировина піддається тепловій обробці. Додатково здійснюється нагрівання зовнішнім обігрівачем.

Високий тиск і температура призводять до часткової або повної клейстеризації крохмальної сировини. Отриманий продукт (екструдат) відрізняється невеликою щільністю, збільшенням об'єму, пластичністю, пористою будовою. Ці екструдати, як правило, піддаються додатковій обробці, а саме обсмажуванню, фритюванню тощо;

- *гаряча екструзія (забезпечується нагріванням сировини в зоні шнека та екструзійної головки)* – процес проводиться при високих швидкостях і тисках, значному переході механічної енергії в теплову, що призводить до різних за глибиною змін у якісних показниках продукту. Екструдований виріб (екструдат) необхідного профілю виходить з екструдера в сильно нагрітому стані (його температура становить від 125 до 350 °С), і для збереження форми потрібно його швидке охолодження. Екструдат надходить на конвеєрну стрічку, що проходить через чан із холодною водою, де він твердне. Для охолодження екструдата також застосовують обдування холодним повітрям і зрошення холодною водою. Сформований продукт надалі розрізається чи змотується в котушки.

Методом екструзії можуть перероблятися різноманітні матеріали, наприклад крупи, макаронні й кондитерські вироби в харчовій промисловості та зернові компоненти при виготовленні комбікормів. Приклад двошнекового екструдера для переробки харчової сировини представлено на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Двошнековий екструдер

Застосування високотемпературної екструзії – перспективний напрямок для створення продуктів, які можна використовувати при виробництві макаронних виробів, зокрема макаронних виробів швидкого приготування.

Приготування нових видів борошняних виробів екструзійним варінням передбачає необхідність забезпечення оптимальних умов обробки, структури та ступеня гранулювання вихідного матеріалу (борошна, круп), температури нагрівання сировини, рівномірного розподілу вологи в сировині, нагрівання продукту на початку екструзійної обробки до 82...105 °С, наприкінці – до 176...177 °С, а також забезпечення заданої форми та розмірів екструдату, підтримання необхідного режиму досушування й охолодження готового продукту. Для текстурування борошняних виробів у вихідну сировину вводять різноманітні білкові речовини, жири, емульгатори, розпушувачі.

Найкращою сировиною для цього є продукти, які містять крохмаль: злакові культури, зернові (кукурудзяна, рисова та вівсяна крупи, сорго та ін.), продукти переробки соєвого борошна, а також крохмаль, картопля, тобто продукти, які складають основу рецептур сухих сніданків, кондитерських виробів.

Отже, екструзійний метод можна використовувати як у виробництві модифікованих крохмалів, так і для одержання різноманітних харчових продуктів із новими властивостями. З процесом виробництва кукурудзяних паличок можна ознайомитися за наведеним QR-кодом.



Продукти, виготовлені цим методом, мають добру перетравлюваність, підвищену стійкість до окислення, низьке обсеменіння мікроорганізмами, тривалий термін зберігання. Застосування екструзійної техніки в харчовій промисловості дозволило не тільки інтенсифікувати багато технологічних процесів, але й створити нові харчові композиції, які використовуються не тільки для продуктів звичайного харчування, а й для дитячих і дієтичних харчових продуктів. Екструдовані крохмалепродукти широко застосовують у кондитерській, хлібопекарній, харчоконцентратній галузях, виробництві молочних, м'ясних, рибних, кулінарних виробів.

У сучасному виробництві різними видами екструзії отримують:

- ❖ пельмені;
- ❖ жувальні гумки;
- ❖ кукурудзяні палички;
- ❖ подушечки та трубочки з начинкою;
- ❖ хрусткі хлібці та соломку;
- ❖ фігурні сухі сніданки;
- ❖ пластівці кукурудзяні та з інших злаків;
- ❖ каші швидкого приготування;
- ❖ дитяче харчування;
- ❖ фігурні чипси;
- ❖ екструзійні сухарики;
- ❖ дрібні кульки з рису, кукурудзи, гречки, пшениці, для наповнення та обсипання шоколадних виробів, морозива та інших кондитерських виробів;
- ❖ харчові висівки;
- ❖ корми для домашніх птахів, тварин, риб;
- ❖ продукти вторинної переробки хліба;
- ❖ соєві продукти: соєвий текстурат, концентрат (застосовуються у виробництві ковбаси, сосисок, котлет тощо), кускові соєві продукти (фарш, гуляш, біфштекс, тушонка тощо);
- ❖ компоненти овочевих консервів і харчоконцентратів;
- ❖ макаронні вироби;
- ❖ модифікований крохмаль та ін.

1.2.3. Нанотехнології

На сьогодні за кордоном проводять інтенсивні дослідження в галузі харчових виробництв за такими основними напрямками: розробка технологій виробництва наночасток, нанониток і нанокапсул; розробка наноконпозицій для харчових продуктів заданого складу з необхідними органолептичними показниками; розробка нових пакувальних матеріалів із використанням нанотехнологій, що забезпечують тривале зберігання та безпеку готового продукту. У харчовій промисловості передбачається, що використання нанотехнологій (НТ) сприятиме подальшому підвищенню якості та безпечності харчових продуктів. Як наслідок, понад 400 компаній у всьому світі нині займаються дослідженнями в галузі використання НТ у виробництві харчових продуктів і пакувальних матеріалів. На світовому ринкові вже доступні понад 300 nanofood-продуктів. До "nanofood" відносять таку їжу, на етапі вирощування, виробництва, переробки або пакування якої були використані нанотехнологічні методи та інструменти [5; 9]. Нині відомі властивості наночастинок, що поліпшують засвоєння та біодоступність мікроелементів, вітамінів і деяких інших харчових речовин. Прихильники нанопродуктів обіцяють більш досконалий процес виробництва та пакування харчових продуктів, покращений смак і нові живильні властивості; очікується також виробництво «функціональних» харчових продуктів, збільшення продуктивності, а також зменшення цін на харчові продукти.

На даний момент наноматеріали розробляють з метою використання на всіх етапах просування харчової продукції «від лану до столу» та вже використовують у процесі вирощування, виробництва, переробки, пакування, зберігання та транспортування харчових продуктів. Класифікація способів застосування нанотехнологій у харчовій промисловості представлена у табл. 1.1 (див. с. 16).

У сучасних нанотехнологіях інтенсивно впроваджується використання нанонутрієнтів, нанотранспортних систем, нанокапсульованих харчових речовин, наноструктурованих харчових добавок, наноматеріалів для пакування харчових продуктів, наносенсорів і нанодатчиків для контролю за якістю та безпечністю їжі [10]. Конструюють прилади із застосуванням наносенсорів, здатних здійснювати тотальний моніторинг продуктів для виявлення різних небезпечних агентів у реальному часі безпосередньо в процесі виробництва [8; 11].

Нанонутрієнтами називають харчові речовини, дисперговані до нанорозмірних величин з метою поліпшення їхньої біодоступності. Найбільш актуальним у цьому напрямку нині вбачають створення нових форм мікроелементів. Зокрема, пропонують використовувати нанодисперсний фосфат заліза та наночастинки селену, які не проявляли токсичної дії в дослідках на тваринах. Доцільність застосування подібних форм мікроелементів зумовлена їхньою значно меншою токсичністю та кращою біодоступністю порівняно з неорганічними солями. Нанотранспортні системи сприяють підвищенню засвоюваності нутрієнтів за рахунок пов'язування останніх із нанорозмірними носіями. Наноінкапсулюванню піддають вітаміни, ліпіди, біоантиоксиданти, смакові приправи, біологічно активні речовини. Метою цієї нанотехнології є подолання несумісності різних інгредієнтів і підвищення біодоступності біологічно активних речовин завдяки їх захищеності від деградації під впливом

шлункового соку. Нанокapsули додають до різних харчових продуктів з метою подовження термінів придатності, поліпшення смакових властивостей і поживної цінності [11]. Наноінкапсулювання харчових речовин також може застосовуватися з метою маскування небажаного смаку або запаху деяких харчових речовин (наприклад, риб'ячого жиру) або для отримання водорозчинної форми ефективних антиоксидантів (наприклад, наноструктурованого лікопіну) тощо [12].

Наноструктуровані харчові добавки надають продуктам нові, незвичайні функціональні властивості. Як правило, такі системи складаються з біосумісних матеріалів, таких як пептиди, вуглеводні, мономерні ліпідів, котрі здатні піддаватися біодеградації. Крім того, наноструктуровані форми здатні ефективно зберігати харчові продукти від бактеріального обмінення та забезпечити продовольчу безпеку.

Один з основних напрямків використання нанотехнологій – це розробка нових складів харчових добавок. Загальний підхід до роботи в цій галузі полягає в розробці носіїв або матеріалів, розміри яких обчислюються нанометрами, з метою поліпшення функціонально технологічних характеристик харчових добавок.

Нанотехнології швидко розвиваються у сфері виробництва функціональних продуктів харчування. У цьому плані вже відомі нанокapsули, що містять риб'ячий жир тунця (джерело омега-3 жирних кислот), нанорозмірні самоорганізуючі рідкокристалічні структури (NSSL) та інші наноматеріали (Nutraceuticals, Nanosochleates тощо), які використовують для доставки поживних речовин (лікопіну, бета-каротину, лютеїну, фітостеринів та інших) в організм, що сприяє їхньому

Таблиця 1.1 – Класифікація способів застосування нанотехнологій у харчовій промисловості

Види наночасток або наноматеріалів	Мета застосування
У харчових продуктах	
Наноструктуровані інгредієнти та форми харчових речовин (міцели, ліпосоми тощо)	Поліпшення якості, текстури, смаку, менша кількість жиру. Поліпшення біодоступності нутрієнтів і добавок
Нанокapsульовані інгредієнти та добавки	Маскування смаку. Захист від деградації / розкладання. Поліпшення біодоступності
Сконструйовані нанорозмірні добавки	Поліпшення біодоступності. Антимікробна активність. Користь для здоров'я
У пакувальних матеріалах	
Покращені нанокompозити	Полімерні композити, що містять наноматеріали для поліпшення пакувальних властивостей (гнучкість, довговічність, стійкість до підвищеної температури та вологості, бар'єрні властивості)
Активні нанокompозити	Полімерні композити, що містять наночастки з антимікробними та антиокислювальними властивостями
«Розумні» нанокompозити	Полімерні композити, що містять наносенсори для контролю якості їжі
Нанокompозити, що біорозкладаються	Композити, що містять наноматеріали, які сприяють біорозкладанню

більш ефективному засвоєнню. Жир тунця у вигляді нанокapsул додають також у деякі види хліба. Зростає виробництво nanofood, у якому використовують певні харчові нутрієнти (переважно жиророзчинні вітаміни, макро- і мікроелементи та біологічно активні речовини) у вигляді наночастинок або в комплексі з інертними наноматеріалами-носіями для збагачення продуктів масового споживання з метою профілактики аліментарно-залежних станів у населення.

Однак ефективність використання в харчуванні людини продуктів, що містять наночастинки харчових речовин, практично не вивчена та залишається привабливою для дослідників.

Інновації в галузі пакування продуктів харчування – це прорив нанотехнологій у повсякденне життя в найближчому майбутньому. Передбачають, що додавання наночастинок сприятиме одержанню дезінфікуючої тари та упаковки, збільшенню стійкості пакувальних матеріалів до дії світла та вогню, посиленню механічних і теплових характеристик і зменшенню газопоглинання. Ці властивості можуть значно збільшити термін придатності виробу, ефективно зберігати аромат і колір, сприяти безпечному транспортуванню та використанню. Уже тепер наноматеріали знаходять застосування для отримання більш легких, міцних і термічно стійких пакувальних матеріалів, що мають антимікробну дію. Основний напрямок подальших розробок – створення «розумної» упаковки, яка зможе зберігати корисні властивості продукту та подовжувати термін його придатності до споживання, запобігати псуванню продукту, змінювати свої властивості залежно від змін умов зберігання та самостійно ліквідувати пошкодження. Передбачається, що протягом наступного десятиліття нанотехнології змінять 25 % бізнесу, пов'язаного з пакуванням харчових продуктів. Врешті-решт нанотехнології передбачається застосовувати в усій галузі виробництва упаковки [10; 12].

Наноматеріали також використовують, як покриття, що наноситься на пластикові емності з метою обмеження дифузії газу та збільшення терміну зберігання харчової продукції, а також у фільтрах для очищення води. Із різних наноструктур пластмаси можуть отримати різну газо- та водопроникність відповідно до потреб резервування фруктів, овочів, напоїв, вина тощо. Фірма «Макдональдс» використовує упаковки з інкорпорованими наночастинами клею на основі крохмалю як контейнери для гамбургерів. Раніше з цією метою використовували клей на основі нафтопродуктів.

На сьогодні у світі найбільш інтенсивно розвиваються напрямки експресного детектування патогенів у їжі, отримання ефективних харчових антиоксидантів і розробки принципово нових методів оцінки якості їжі. Нинішні дослідження в галузі харчових технологій спрямовані на розробку наноматеріалів, поверхня яких може реагувати на бактеріальне забруднення та протидіяти розмноженню бактерій. При цьому наносенсори, розміщені на таких матеріалах, здатні вчасно виявляти хімічні та біологічні забруднювачі та аналогічно наномірним фільтрам для води сприяти значному підвищенню безпеки та якості харчових продуктів [8; 12]. Завдяки вбудованим наносенсорам в упаковці споживачі матимуть можливість «читати» продукцію всередині. Датчики допоможуть оцінити загальний стан продукту та сигналізувати перед їжею про початок його псування споживачеві [8]. Використання наночипів так само передбачається з метою ідентифікації умов і термінів зберігання харчової продукції та виявлення патогенних

мікроорганізмів. З метою виявлення патогенів у їжі та їхньої діагностики передбачено розробку та впровадження нанорозмірних біосенсорів. Більш того, група вчених на чолі з Харольдом Крейгхедом (Harold Craighead) із Корнелльського університету у співпраці з Річардом Монтанья (Richard Montagna) розробила новий прилад, що вміє розпізнавати пріони в харчових продуктах. Професор нанобіотехнології та керівник дослідницької групи в Кентському університеті Ян Брюс вважає, що нові матеріали дозволять значно підвищити ефективність бактеріологічного контролю безпеки харчових продуктів [11]. Показана навіть можливість інактивації афлатоксину В1 озоном, розчиненим у воді, у поєднанні з гідрозолем модифікованих наноалмазів [11].

Таким чином, завдяки впровадженню нанотехнологій очікують вирішення цілого ряду проблем у харчовій промисловості та харчуванні населення, прагнучи на тлі зростання продуктивності та економічної ефективності виробництва значно поліпшити якість і безпечність харчової продукції. Отже, впровадження нанотехнологій дає харчовій промисловості шанс для одержання величезних прибутків. Тому сотні компаній у світі на даний момент активно проводять дослідження та розробку nanofood, активно співпрацюючи з державними дослідними установами та приватними підприємствами. Наноматеріали вже входять до складу деяких кондитерських виробів (шоколаду, морозива, кремів), косметичних засобів, зубної пасти, різних емульгаторів тощо. При цьому особливу настороженість викликають такі факти, як знаходження різних наночастинок у 200 вивчених харчових продуктах тваринного та рослинного походження [12].

Безперечно, як і у випадку впровадження будь-якого нового матеріалу, що буде знаходитися в контакті з харчовими продуктами, важливо вивчати можливість проникнення наноматеріалів у харчові продукти та оцінювати рівень ризику для здоров'я людини, якщо передбачається, що наноматеріали будуть впливати на організм. Розуміння природи та поведінки НМ у харчових продуктах і упаковках забезпечить більш широкі можливості для їх раціонального та безпечного вибору, модифікування, переробки й регламентування.

1.3. Інновації у сфері ресторанного господарства

Інноваційна діяльність у ресторанному господарстві може бути охарактеризована, як виробнича (виробництво кулінарної та кондитерської продукції); невиробнича (надання послуг харчування); через супутні послуги (консультація семье, метрдотеля, шеф-кухаря тощо); через несупутні послуги (організація розваг, продаж квітів і т. ін.).

На сучасному етапі розвитку ресторанного господарства основні інновації можна поділити на три сектори: новинки форматів (сукупність особливостей створення та надання послуг з організації харчування) і напрямів; новинки в процесах і засобах праці; новинки товарів і методів їх просування.

Необхідність розвивати інноваційні технології в цих напрямках зумовлена сучасними тенденціями моди на такому сегменті ринку, як ресторанный. Виникає

потреба розвивати та впроваджувати такі напрями, по-перше, через потреби споживачів на даний вид послуг, по-друге, через потребу підприємців у створенні ефективних засобів для конкурентного функціонування їхніх закладів.

Для підприємств ресторанного господарства виділено основні чотири типи інновацій: форматів та напрямів, підходів до управління, процесів і засобів праці, товарів і методів їх просування. Ці типи інновацій сформувалися, виходячи з особливостей ринку ресторанных послуг (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Найбільш поширені інновації у сфері ресторанного господарства України

№ з/п	Тип	Назва інновації	Характеристика інновації
1	Інновації форматів, концепцій, напрямів	Формати «Кава шоп», «Чайний клуб», «Суп-хауз», «Домашня кухня», «Креатив напрям», «Кальян-бар», «Фестиваль-ресторація» та ін.	Створення підприємства ресторанного господарства, у меню якого будуть страви або напої однієї асортиментної групи, або підприємств, у яких, крім харчування, будуть надаватися різні розважальні послуги
2	Нові підходи до управління діяльністю підприємств ресторанного господарства	Мережеве утворення	Створення під єдиною торговельною маркою в різних регіонах України мережі ресторанів
		Автоматизація системи управління підприємством	Створення спеціальних програмних продуктів, що автоматизують виконання завдань різних підсистем підприємства
		Сервісний філіал у структурі промислового підприємства	Організація роботи їдалень у складі створеного сервісного філіалу промислового підприємства
3	Інновації процесів і засобів праці	Нова стратегія в підборі кадрів – орієнтація на «незпосованість»	Набір персоналу без попереднього досвіду роботи
		Винна кліматична шафа, технологія смаження продуктів під тиском, вакуумний пакувальник, темперована шафа, технологія виробництва готових охолоджених страв	Розробка нового обладнання для приготування, пакування та зберігання продуктів
4	Інновації товарів і методів їх просування	Нові фірмові страви	Розробка нових рецептур
		Акція "Fooding"	Розкриття актуальних кулінарних тенденцій широким масам
		Рекламний прийом «Пряма пошта»	Періодичне повідомлення своїм клієнтам через поштові листівки або адресу e-mail про новинки та акції
		Ресторанні гроші	Введення нумізматичних монет, отримати які можна, лише купуючи якусь страву, а потім обмін цих монет на різні сувеніри
		Система знижок	Введення системи знижок за днями чи годинами або для певного контингенту споживачів

Перелічені інновації для підприємств ресторанного господарства надають переваги не тільки виробникам, але й споживачам, бо задовольняють потребу в харчуванні та проведенні дозвілля, а виробникам збільшують прибуток.

З усього ринку підприємств ресторанного господарства виділяють такий сегмент, як підприємства ресторанного господарства, які надають кейтерингові послуги. Ці підприємства відрізняються від традиційних підприємств ресторанного господарства тим, що надають послуги з харчування та організації дозвілля в місці, зручному для споживача (в офісі, на природі, у літаку та будь-якому іншому місці). А також можуть запропонувати незвичайний формат організації дозвілля, який більш ретельно організований і має характер масштабності. Крім цього, такому виду підприємств ресторанного господарства необхідно забезпечити транспортування страв і напоїв, посуду та меблів, провести процес із дооформлення та доведення до стадії готовності страв.

Існують три основні форми кейтерингових послуг: кейтеринг з обслуговування подій, соціальне харчування та обслуговування на транспорті. Для підвищення рівня конкурентоспроможності цих форм кейтерингу необхідно запропонувати впровадження інноваційних технологій.

Перш за все потрібно зробити акцент на здоровому харчуванні, тобто запропонувати споживачу в будь-якій формі кейтерингових послуг «здорову їжу», приготування якої базується на використанні екологічно чистої сировини, а також без генетично модифікованих продуктів. Також можна порекомендувати процеси приготування страв, які майже не руйнують поживні речовини, вітаміни, і процес приготування яких відбувається при знижених температурах, без утворення хрумкої шкірочки. Одним із таких методів є технологія Sous-vide (су-від) – спосіб термічної обробки продукту. Це метод низькотемпературної обробки, призначений для приготування м'ясних, рибних, овочевих, фруктових страв. Цей метод дає можливість приготувати страву у власному соку, без додавання жиру чи інших шкідливих добавок. Завдяки такій обробці отримують страву з м'якою консистенцією та чудовими смаковими властивостями. Принцип цього методу базується на тривалому варінні продуктів при низьких температурах (від 47 до 70...80 °С). Для цього використовують спеціальне обладнання та термопакети, у які запаковують продукт із додаванням спецій. Потім пакети занурюють у гарячу воду. Температура

води підтримується протягом тривалого часу на рівні 72 °С, кипіння води не допускається. Переваги цієї технології наступні: збереження аромату та соку продукту, зменшення втрат маси на 15–35 %, економія електроенергії на 20–28 %, виключення всихання та зневоднення продукту, запобігання окисленню ліпідів, як наслідок – збільшення термінів зберігання, зменшення витрат спецій на 30–40 %, збільшення швидкості варіння при збереженні тепловитрат (рис. 1.3). Детальніше про технологію можна дізнатися за наведеним QR-кодом на наступній сторінці.



Рисунок 1.3 – Обладнання для приготування страв за технологією Sous-vide

Технологія Sous-vide

<https://www.youtube.com/watch?v=qtnglC88hiE>



SCAN ME

Крім представлених інновацій, доцільно запропонувати для сервірування банкетного столу використання карвінгу та арт-візажу. Карвінг – це вирізання з овочів та фруктів різноманітних квітів, рослин і фігурок. Арт-візаж – новий напрям у кулінарії, це кулінарне мистецтво професійно декорувати страви. Застосування карвінгу, арт-дизайну та арт-візажу в сервіруванні столів зробить їх особливо святковими, яскравими та незвичайними. Це дозволить споживачам отримати справжню насолоду не тільки від споживання страв, а й від милування ними.



SCAN ME

Арт-дизайн кондитерських виробів

<https://naurok.com.ua/prezentaciya-na-temu-art-dizayn-yak-mistectvo-ozdobleniya-desertiv-139341.html>

Для соціального кейтерингу розробляють циклічне меню, у яке входить більше 30 страв. Розширити асортимент меню можна завдяки приготуванню страв із нетрадиційної сировини – дикорослих ягід, субпродуктів, річкової та ставкової риби, а також овочів і фруктів, які вирощені поблизу.

Дизайн харчових продуктів

<https://www.youtube.com/watch?v=S1yqYpvj2Xo>



SCAN ME

Для кейтерингу на транспорті пропонуємо впровадити використання нових методів упаковки за технологією ESL (Extended Shelf Life – збільшений термін зберігання) – процес пакування швидкопсувних продуктів харчування в середовищі інертних харчових газів високого ступеня криогенного очищення, що забезпечує припинення мікробіологічного росту аеробних і анаеробних патогенних мікроорганізмів.

Необхідність впровадження інновацій у сферу підприємств ресторанного господарства зумовлена, по-перше, нетривалим життєвим циклом ринку рестораних послуг і, по-друге, підвищенням рівня конкурентоспроможності підприємства.

1.4. Інноваційні харчові інгредієнти

На сучасному етапі розвитку ринку ефективно використовують сім основних видів функціональних інгредієнтів:

- харчові волокна (розчинні та нерозчинні);
- вітаміни (А, групи В, D тощо);
- мінеральні речовини (кальцій, залізо, йод, селен та ін.);
- поліненасичені жирні кислоти (ω -3 та ω -6 жирні кислоти);
- антиоксиданти (β -каротин, аскорбінова кислота, α -токоферол, біофлавоноїди тощо);
- пребіотики (фруктоолігоцукриди, інулін, лактоза, молочна кислота та ін.);
- пробіотики (біфідо- та лактобактерії, дріжджі, вищі гриби).

В Україні за останні роки широко використовують спектр сировини і продуктів, що відносяться до інноваційних харчових інгредієнтів, використання яких надає харчовим продуктам функціонального призначення. Вирішальними при цьому є результати клінічних досліджень, що засвідчують біологічну цінність таких продуктів.

Борошно з комах

Борошняні черв'яки мають перевагу перед яловичиною: вони виробляють майже в два рази менше CO₂, ніж корови, і в такий спосіб менше шкодять навколишньому середовищу.

Учені пропонують перемелювати черв'яків на борошно та використовувати його, наприклад, як добавки в хліб. Уже проведено попередні дослідження та з'ясовано, що в такому вигляді продукти з комах не викликають у людей сильного відторгнення та цілком можуть користуватися попитом на ринку.

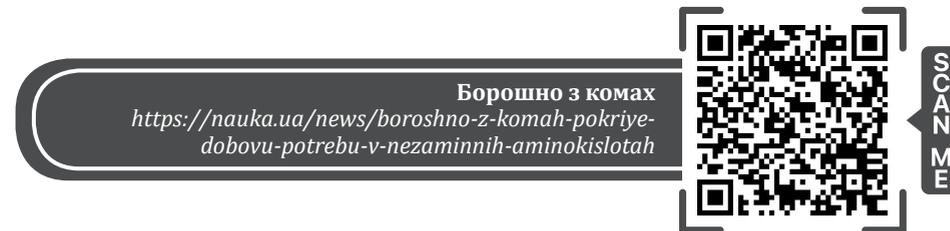
Пшеничне борошно з додаванням комах містить протеїну в десятки разів більше, ніж звичайне, і таким способом може заповнити дефіцит білка в організмі людини.

Для переробки комах на борошно вчені пропонують використовувати екструзійну технологію, за якою з комах спочатку пропонується готувати однорідну масу з додаванням води, яка потім екструджується при високих температурах і тиску, формуються, пресується, сушиться, після цього подрібнюється на млинах і пакується.

Зроблене з мелених цвіркунів цвіркунове борошно, а точніше порошок, містить багато білка. Білок цвіркуна можна порівняти з білком курячої грудки без шкіри (58–65 %). Борошно цвіркунів містить вітаміни та мінерали (мінеральне залізо в кількості 6–11 мг на 100 г – більше, ніж шпинат). Початкові клітинні дослідження говорять про те, що наш організм легше засвоює мінерали, такі як залізо, із цвіркунів і продуктів їх переробки, ніж із яловичини.

Але щоб продукт користувався попитом, він повинен за своїми смаковими та кулінарними якостями, а також текстурою та смаком мало відрізнятися від справжнього борошна. Тому дослідники зараз зайняті активним вивченням різних фізичних властивостей борошна з комах для того, щоб домогтися високого ступеня очищення продукту від мікрофлори та забезпечення гарної засвоюваності людським організмом.

Зараз борошно з комах інтенсивно використовують для виробництва житньо-пшеничних сортів хліба, додавання його в незначній кількості дозволяє збільшити вміст білків у хлібі до 15–20 %. Борошно з цвіркунів має приємний трав'янистий запах і не погіршує органолептичних властивостей готової продукції.



Молоко рослинного походження

Популярність «молока» рослинного походження зростає з багатьох причин, зокрема деякі люди вибирають його як альтернативу коров'ячому молоку.

Однак слід пам'ятати, що важко замінити оригінальні молочні продукти, такі як молоко та йогурт, коли мова йде про здорове харчування.

Якщо люди повністю замінять молочні продукти на рослинні аналоги, це може спричинити недоотримання деяких важливих поживних речовин у складі дієти. Це особливо актуально для дітей, яким коров'яче молоко необхідне для забезпечення широкого спектра поживних речовин, важливих для підтримки здорового росту та розвитку.

Рослинну альтернативу коров'ячому молоку обирають у випадках вегетаріанства, або коли людина страждає від непереносимості лактози та має алергію на молочний білок.

Зараз виробники пропонують широкий асортимент різних видів рослинного молока, виготовленого з сої, кокоса, рису, горіхів, вівса, навіть коноплі. Але надзвичайно важливо знайти продукти, які відповідають звичайному молоку за вмістом поживних речовин. На додаток до енергії, білків і жирів коров'яче молоко та молочні продукти забезпечують більше половини добової потреби кальцію та є джерелом інших мінералів і вітамінів.

Автори порівняли вміст поживних речовин у коров'ячому молоці (знежирене, 1 % жиру, 2 % жиру та незбираного молока) та 17 альтернативних варіантів молока рослинного походження, включаючи 5 видів молока з сої, 5 – із мигдалю, 3 марки кокосового молока, 2 – із кеш'ю, 1 варіант із рису та 1 – із коноплі. Можна зробити висновок, що молочні продукти на основі сої мають найбільшу кількість білка.

Результати показали, що альтернативні молочні продукти на рослинній основі мали широкий діапазон вмісту поживних речовин, навіть серед марок, виготовлених з однієї рослинної бази. Наприклад, вміст білка коливався від 5 % у рослинному молоці до 100 % у цільному коров'ячому молоці.

Дослідження показують, що білки коров'ячого молока є кращим джерелом незамінних амінокислот, ніж білки, що містяться в молочних продуктах на рослинній основі. Серед рослинного молока соєве було найкращим за показником якості білків.

Жири в нашому раціоні є важливим джерелом енергії, незамінних жирних кислот і жиророзчинних вітамінів. Хоча і відомо, що коров'яче молоко має потенційно

шкідливий рівень насичених жирних кислот, ВООЗ повідомила, що немає зв'язку між споживанням коров'ячого молока та рівнем захворювань серця. Можливо, це тому, що велика кількість поживних речовин у молочних продуктах компенсує негативний вплив насичених жирів.

За винятком кокосового молока, молоко на основі сої та інших рослин містить менше насичених і більше ненасичених жирів, ніж коров'яче молоко. Це може бути корисним із точки зору рівня «поганого» холестерину (LDL-холестерину) в крові, який є фактором ризику серцевих захворювань.

Молоко на рослинній основі корисне для здоров'я, оскільки містить розчинну клітковину, яка також знижує рівень LDL-холестерину, тоді як мигдальне молоко багате на вітамін Е – жиророзчинний вітамін, важливий для захисту клітин від шкідливого впливу вільних радикалів, які можуть сприяти раку та хворобам серця.

Рослинне молоко має вищу енергетичну цінність, ніж тваринне, за рахунок вмісту в ньому вуглеводів і цукрів.

Встановлено, що рослинне молоко, збагачене кальцієм, часто містить таку ж кількість кальцію або навіть більше, ніж коров'яче молоко. Однак засвоюється кальцій із рослинного молока гірше, оскільки має тенденцію збиратися в осад, і навіть коли продукт струшується перед споживанням, він може виявитись недостатньо розчинним, щоб мати високі показники всмоктування. Крім того, лактоза, яка міститься в молоці, підвищує біодоступність кальцію.

Рослинні види молока можуть містити антинутрієнти (фітинову кислоту та оксалат), які пригнічують абсорбцію кальцію, тоді як лектини пригнічують всмоктування глюкози, а сапоніни перешкоджають травленню білків.

Насіння чіа

Чіа належить до м'ятної рослини шавлії. Вона спочатку виникла в таких регіонах Північної Америки, як Південна Мексика та Гватемала, а потім з'явилася в Сполучених Штатах Америки, Аргентині, Австралії, Болівії та інших країнах. На даний момент найбільшим виробником насіння чіа є Мексика [13].

Насіння чіа невеликих розмірів, схоже на насіння ківі. Насінини чіа овальної форми, із гладкою поверхнею, вкритою тонкими змієподібними лініями, а їхній колір змінюється від білого до коричневого та чорного. Поверхня насіння чіа вкрита шаром полісахаридів, які після замочування у воду поступово перетворюються на слизові речовини. Згідно з дослідними даними насіння чіа має високу водоутримувальну здатність і може поглинати води до 22 разів більше його власної ваги [14]. Крім того, насіння чіа багате на харчові волокна, воно має високий вміст олії, який може досягати від 25 до 50 % їх власної ваги. Вміст поживних речовин дещо змінюється залежно від місця виробництва та методу екстракції. Олія насіння чіа в основному складається з ненасичених жирних кислот, містить ліноленову кислоту в кількості понад 60 %. Олія насіння чіа є однією з найпоширеніших рослинних олій із вмістом ліноленової кислоти [15], що дорівнює або навіть перевищує вміст лінолевої кислоти в жирі лосося. Тому все більше й більше дослідників починають зосереджувати свою увагу на вивченні впливу насіння чіа на серцево-судинну та нервову системи [16; 17]. Насіння чіа також має високий вміст білка, що становить близько 15–23 % від загальної сухої ваги, і містить усі 8 видів

необхідних людині амінокислот. Крім того, частка кожної амінокислоти близька до оптимальної кількості, що робить білок насіння чіа більш повним і якісним білком, ніж білок сої [18]. Крім того, насіння чіа багате на мінерали, вітаміни, амінокислоти та має антиоксидантну дію.

Ліноленова кислота – ненасичена жирна кислота, що складається з двох ізомерів: α -ліноленової кислоти та γ -ліноленової кислоти. Це одна з найважливіших поживних речовин для організму людини, яка не може синтезуватися в організмі людини, тому її необхідно вживати з їжею. α -ліноленова кислота належить до омега-3 серії жирних кислот. Це одна з основних речовин, яка надзвичайно важлива для життєдіяльності клітин мозку та тканин людини. Це поживна речовина, яка потрібна людям щодня протягом усього життя, має фармакологічний ефект у профілактиці серцево-судинних захворювань, регуляції рівня цукру в крові, ракових захворювань, підвищенні імунітету, сприяє розвитку мозку, покращенню зору та запобігає старінню [19]. γ -ліноленова кислота належить до омега-6 ряду поліненасичених жирних кислот, входить до складу структурних матеріалів тканин людського організму, сприяє зниженню рівнів жирів і цукру в крові, підвищує захист слизової оболонки шлунка, сповільнює процеси старіння шкіри.

Білок насіння чіа є другою за важливістю поживною речовиною в насінні. Вміст білка в насінні чіа в основному залежить від географічного поясу посадки та умов зростання [20]. Дослідження показують [18], що білок насіння чіа з 10 незамінних амінокислот містить 8, серед яких основне місце посідають глутамінова та аргінін, які є найпоширенішими незамінними амінокислотами, тоді як вміст лейцину, фенілаланіну та лізину в незамінних амінокислотах займає першу трійку. Із погляду загального вмісту амінокислот і незамінних амінокислот вміст білка насіння чіа перевершує звичайні речовини з високим вмістом білка, такі як соя, волоські горіхи, арахіс, насіння льону та мигдаль [21]. Важливо, що білок насіння чіа не містить глютену, тому може використовуватися для приготування безглютенових харчових продуктів і кулінарних виробів.

Насіння чіа є багатим джерелом харчових волокон, серед яких найбільш перспективними є гелі з насіння чіа. Коли насіння чіа вносять у воду, на його поверхні утворюється гіалуриновий слиз, його називають гелем із насіння чіа. Гель насіння чіа – це водорозчинний гетерогель, який при концентрації 0,05 % має слабкі властивості гелю та високу псевдопластичність, що зумовлює його здатність до стабілізації харчових систем.

Гель насіння чіа має функції утримування вологи та повільного її вивільнення, що сприяє уповільненню процесу травлення, збалансуванню кишкової флори та лікуванню ожиріння [22].

Аналіз літературних джерел [13; 14] показав, що гель насіння чіа можна використовувати, як емульгатор, стабілізатор, спеціальну сировину для підвищення харчової цінності харчових продуктів і кулінарних виробів.

Насіння чіа містить різноманітні антиоксидантні активні речовини, серед яких найбільше хлоренової та кавової кислот, а також є мірицетин, кверцетин, кахамнезол, токоферол тощо. Ці антиоксидантні речовини взаємодіють одне з одним, підвищуючи антиоксидантну активність насіння чіа. Окрім вищевказаних

інгредієнтів, насіння чіа також є джерелом вітаміну В, містить ніацин (вітамін В3), вміст якого набагато вищий, ніж у кукурудзі, сої та інших традиційних крупах. Насіння чіа також багате на мінерали, особливо кальцію, фосфору та калію, яких міститься в кілька разів більше, ніж у коров'ячому молоці (у 6 разів більше кальцію, в 11 разів більше фосфатів і в 4 рази більше калію).

Отже, насіння чіа є перспективною сировиною для використання його у виробництві харчових продуктів і кулінарних виробів.

Порошок спіруліни

У свою чергу, харчування базується на екологічно чистих продуктах, у які зазвичай додають біологічно активні добавки (БАД). БАДи компенсують дефіцит білків, жирів, вуглеводів, макро- та мікроелементів ферментів і вітамінів в організмі людини.

Однією з таких добавок є порошок спіруліни. Спіруліна – це мікроводорість або ціанобактерія, яку використовують для нормалізації обмінних процесів в організмі та зменшення впливу радіонуклідів і шкідливих речовин. Спіруліну добувають у таких країнах і регіонах, як Гаваї, Мексика, Азія та Центральна Африка. Для кращої реалізації спіруліну виготовляють у вигляді порошку, капсул і таблеток, рідини й рослинної олії та розповсюджують до інших країн у всьому світі [23]. Її розвиток відбувається в лужному середовищі з рН 8–11. Спіруліну одержують шляхом культивування в закритих середовищах для забезпечення стабільності її біохімічного складу та санітарної чистоти продуктів [24].

Водорість спіруліна завдяки своїм біологічним властивостям та економічно вигідним показникам широко використовується у фармацевтичній і косметичній промисловостях. У харчовій же промисловості ці водорості тільки починають поширюватися.

Спіруліна багата на валін, лейцин, ізолейцин, треонін. Вміст білка в ній досягає 68 %, який засвоюється організмом на 80–90 %. Малий вміст ліпідів (3–6 %) і вуглеводів (20 %) у цій культурі зумовлений умовами культивування [24].

Спіруліна містить велику кількість фосфору, заліза та кальцію. Зазвичай її додають до продуктів харчування з метою впливу на кишково-шлунковий тракт: виведення з організму шлаків, токсинів, радіонуклідів, але якщо людина має хронічні хвороби кишково-шлункового тракту, то споживати спіруліну не рекомендують. Її пропонують споживати людям усіх вікових категорій, особливо спортсменам, людям, які працюють у важких умовах, а також тим, хто слідкує за своїм здоров'ям, вагітним.

У харчовій промисловості спіруліну використовують для покращення харчових властивостей таких продуктів, як макаронні вироби, молочні продукти, функціональні напої [25]. Широкого значення спіруліна набула в харчуванні дітей, особливо в тих країнах, де вважається, що діти не отримують достатню кількість білка та всіх незамінних амінокислот. Спіруліна є природним барвником у продуктах харчування, а також використовується для годування тварин і риб [26].

Насіння льону та кунжуту

Насіння льону є одним із перспективних джерел багатьох корисних біоактивних речовин. Харчова цінність і функціональні властивості насіння льону залежать

від трьох груп сполук зі специфічною біологічною активністю та функціональними властивостями: сімейства поліненасичених жирних кислот омега-3 (ПНЖК), розчинних харчових волокон у формі слизу та лігнанів із фітоестрогенними властивостями [27]. Такий біохімічний склад сировини зумовлює гіполіпідемічну та антиатеросклеротичну дію насіння льону. Відомо, що воно залишається корисним і безпечним продуктом харчування за умов зберігання та відповідної технічної обробки.

Насіння льону має значну кількість білка (приблизно 25 %), жиру (30–48 %), який містить 35–45 % гліцерил ліноленату, 25–35 % лінолевої кислоти та 15–20 % олеїнової кислоти, гліцериди пальмітинової та стеаринової кислот. Ненасичені жирні кислоти, серед яких ліноленова та ліолева кислоти, – джерела утворення біоактивних речовин в організмі. Вони відіграють роль у регуляції різних фізіологічних функцій і підтримці організму. Насіння льону в стаціонарному стані є джерелом цінного білка, доступного у формі білкових ізолятів і концентратів. Крім того, насіння льону містить вуглеводи (12–26 %), органічні кислоти та амінокислоти, лінамарин (1,5 %), вітаміни А, Е, слиз (до 5–12 %). Ціле насіння льону з водою використовують для лікування запорів і діабету.

Кунжут (сезам) – це тропічна однорічна трав'яниста рослина роду *Sesamum* родини Pedaliaceae. Її цінують за насіння, з якого отримують цінну кунжутну олію. Кунжут є чудовим харчовим ароматизатором, який надає стравам горіховий смак і тонкий аромат. Насіння дрібне, плоске, еліптичне. Колір насіння залежить від сорту – червоний, білий, чорний, жовтий. Ним посипають хлібобулочні та макаронні вироби, всілякі кулінарні вироби. Із подрібнених зерен отримують східні солодоці – тахін і халву. Річний обсяг виробництва кунжуту досягає 5–6 млн т. Найбільшими виробниками є Індія та Китай. Основними країнами-імпортерами є Японія, Єгипет, Південна Корея та США [28].

Вміст основних поживних речовин у зрілому насінні кунжуту наступний: розчинні вуглеводи – 16–20 %, білки – 19–27 %, кунжутна олія – 53–65 %, зольність – 5 %, фітостерини та ситостерини, кальцію фітат, амінокислоти, холін. Кунжут має живильну, зміцнювальну, протизапальну та безпечну дію. Кунжутне масло збільшує кількість тромбоцитів і прискорює процес згортання крові [29].

Отже, насіння льону та кунжуту має великий вміст мікроелементів, а також високу харчову цінність за рахунок великого вмісту в них поліненасичених жирних кислот і вважається біологічно цінним продуктом. Зазначимо, що з огляду на хімічний склад і харчову цінність насіння льону та кунжуту має перспективу для використання в технології харчових продуктів для їх збагачення необхідними мікро- та макроелементами (табл. 1.3, див. с. 28).

Кріопорошки

Кріопорошки – це концентрати плодової м'якоти та соку, порошкоподібні вітамінні продукти функціонального призначення із заданими властивостями, які зберігають усі життєво необхідні людині біокомпоненти, які одразу засвоюються організмом, здатні виводити радіонукліди, холестерин, токсини та нейтралізувати шкідливі речовини, що знаходяться в їжі (консерванти, барвники, канцерогени, важкі метали тощо), і містять у своєму складі корисні речовини в 6–10 разів більше, ніж консервовані фрукти чи овочі [32; 46].

Роботи з криогенних технологій широко ведуть у США, Японії, Англії, Китаї, Молдові, Україні (Харкові, Києві, Одесі).

Нині виробляють велику кількість різновидів кріопорошків (кріопорошки календули, чорноплідної горобини, кропиви, моркви, буряка, картоплі, броколі, ріпи, гарбуза, шпинату, цукіні, топінамбура, солодкого перцю, апельсина, яблука,

Таблиця 1.3 – Хімічний склад насіння льону та кунжуту [29]

Назва нутрієнтів	Вміст у насінні	
	льону	кунжуту
Вода, г/100 г	6,96	9,0
Вуглеводи, усього, г/100 г, у т. ч.	28,88	17,8
моно- і дисахариди	1,55	2,0
харчові волокна	27,3	5,6
крохмаль	0,08	10,2
Білки, г/100 г	18,29	19,4
Жири, г/100 г, у т. ч.	42,16	48,7
насичені жирні кислоти	3,66	6,6
мононенасичені жирні кислоти	7,53	19,5
у т. ч. олеїнова кислота	7,36	19,4
поліненасичені жирні кислоти, у т. ч.	28,73	19,6
лінолева кислота	5,9	19,6
ліноленова кислота	28,81	—
Зола, г/100 г	3,72	5,1
Вітаміни, мг/100 г:		
В1	1,64	1,27
В2	0,16	0,36
В5	0,99	—
В6	0,47	—
Е, α-токоферол	0,31	2,3
РР, ніацин	3,08	4,0
К, мкг/100 г	4,30	—
Макроелементи, мг/100 г:		
калій	813	497
магній	392	540
кальцій	255	1474
натрій	30	75
фосфор	642	720
Мікроелементи, мг/100 г:		
ферум	5,73	16
цинк	4,34	—
марганець	2,48	—
мідь	1,22	—
селен, мкг/100 г	25,40	—

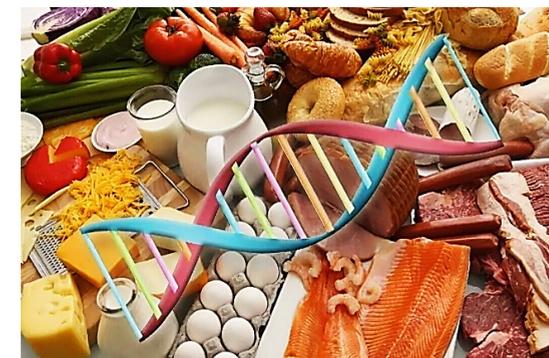
чорної смородини, ананаса, винограду, грейпфрута, абрикоса, малини, вишні, лимона, тропічних фруктів та ін.).

Цей метод обробки сировини сприяє найбільш повному збереженню її натуральних властивостей, вітамінів та інших біологічно активних речовин і робить можливим постачання в людський організм повноцінної вітамінної продукції протягом усього року.

Враховуючи біосумісність, практичну нетоксичність, ми маємо можливість тривалого застосування кріопорошків у лікарсько-профілактичних цілях у вигляді добавок до продуктів харчування. Ці біологічно активні добавки можуть бути використані для збагачення організму вітамінами, мікроелементами, органічними кислотами, вуглеводами, харчовими волокнами при виробництві молочних продуктів, солодких страв (желе, муси, самбуки, зефір, киселі), варінні джемів, у виробництві борошняних кондитерських виробів і різних напоїв.

1.5. Основи нутрігеноміки

Розшифровкою генома людини, створенням нових продуктів, складанням унікальних генетичних дієт займається наука – нутрігеноміка. Вона тісно пов'язала між собою проблеми дієтології та генетики, відкрила завісу над тісним зв'язком здорового харчування та генних особливостей. Аналіз ДНК дозволяє визначити, які продукти харчування, коли і в яких кількостях повинна споживати людина, а від яких їй варто відмовитися. Відповідно генна розшифровка дає нам ключ до профілактики та лікування багатьох захворювань, оскільки наше харчування безпосередньо впливає на гени, відповідно і на стан здоров'я людини.



Нутрігеноміка харчування
<https://www.dsnews.ua/future/kak-eda-horonit-farmatsevtiku-04062016150000>



SCAN ME

На практиці цей аналіз проводять шляхом дослідження зішкрібу зі слизової на внутрішньому боці щок. Аналізуються дані 19-ти генів, які впливають на роботу внутрішніх органів. Це дані про засвоюваність антиоксидантів, схильності до запальних реакцій в організмі, чутливості до інсуліну, швидкості обміну

речовин. Решта інформації про спосіб життя людини, її пристрасті та звички, інші важливі чинники з'ясовується за допомогою детальної анкети. На основі всіх цих даних комп'ютерна програма створює унікальний план харчування, який включає в себе дозволені та заборонені продукти, фітнес-план та індивідуальні поради щодо зміни раціону.

Дослідження свідчать, що за допомогою правильно підбраного раціону харчування можна скорегувати стан здоров'я, поліпшити якість життя та уникнути більшості спадкових захворювань. Доведено, що першопричиною підвищеного тиску, цукрового діабету, проблем із метаболізмом є не що інше, як генетичний збій. Учені стверджують, що не тільки гени відповідають за нашу сприйнятливність до їжі, але і харчування впливає на гени, провокуючи різні зміни в їхній роботі. Інакше кажучи, неправильно підібрана дієта або незбалансоване харчування призводить до порушень у роботі апарату ДНК, як наслідок, активізуються «гени хвороб», що і провокують початок захворювань. А це означає, що правильне харчування допомагає запобігти виникненню не тільки придбаних хвороб, а й тих, які передаються в спадок.

Учені США та Західної Європи впевнені, що максимум через 20 років індивідуальне лікувальне харчування практично повністю замінить лікарські засоби. Нутрігеноміка дає нам унікальний шанс – боротися з важкими захворюваннями, взявши на озброєння не ліки, а здоровий спосіб життя та індивідуальну дієту. Споживаючи тільки «потрібні» продукти, можна не тільки швидко схуднути й поліпшити загальний стан, але і значно продовжити молодість свого організму, позбутися хронічних захворювань.

1.6. Конструювання харчових продуктів



Охорона здоров'я від негативних впливів – пріоритетне завдання, яке може розв'язати харчова комбінаторика. З її допомогою можна проектувати й конструювати харчові продукти не лише безпечні для людини, але й захищати її генетичні структури від негативного впливу зовнішнього середовища за допомогою продуктів функціонального призначення.

У цілому харчова комбінаторика – це науково-технічний процес створення

нових харчових продуктів шляхом формування заданих органолептичних, фізико-хімічних, енергетичних і лікувальних властивостей завдяки введенню харчових і біологічно активних добавок.

Створення нових видів харчових продуктів складається з двох пов'язаних процесів: проектування та конструювання.

Проектування харчових продуктів – процес створення раціональних рецептур і/або структурних властивостей, які забезпечують заданий рівень адекватності.

Конструювання харчових продуктів – створення продукту як єдиного цілого з окремих елементів, які індивідуально ці властивості не забезпечують.

За ступенем відповідності структури та складу проектованого та конструйованого продукту адекватної моделі або еталону харчові продукти поділяють на дві основні групи:

- ❖ індустріальні харчові продукти другого покоління – це продукти, у яких, завдяки їх багатокomпонентному складу, забезпечується заданий рівень відповідності харчових речовин статистичному обґрунтованому еталону, враховуючи специфіку метаболізму в конкретних групах населення, об'єднаних національними, віковими або іншими ознаками;

- ❖ індустріальні харчові продукти третього покоління – це харчові продукти, масові частки компонентів у яких підібрані таким чином, що вони гарантують цільове та функціональне харчування визначених груп населення.

Проектування харчових продуктів третього покоління складається з трьох основних етапів:

- ❖ на першому етапі, наприклад, у випадку білоквмісного харчового продукту, моделюють амінокислотний склад білка проектованого продукту та вибирають значення білоквмісних рецептурних інгредієнтів, які найбільше відповідають еталону;

- ❖ на другому етапі оцінюють жирнокислотний або вуглеводний склад продукту. За результатами цієї оцінки підбирають таке співвідношення компонентів, яке забезпечує необхідне фізіологічне співвідношення між насиченими, моно- та поліненасиченими жирними кислотами або відповідний вуглеводний склад;

- ❖ на третьому етапі розраховують енергетичну цінність проектованих продуктів харчування, яку порівнюють із контрольною або еталонною. Залежно від поставленої мети її знижують або підвищують із допомогою вуглеводів чи жири-містких продуктів.

Проектування харчових продуктів третього покоління передбачає також врахування харчової або біологічної цінності з метою досягнення поставленого завдання.

На сучасному етапі розвитку все частіше застосовують терміни «функціональні продукти харчування», «збагачені продукти харчування», «фізіологічно функціональний харчовий інгредієнт», «пробіотичний харчовий продукт», «пробіотик», «пребіотик», «синбіотик».

Функціональні продукти – це продукти харчування, які підвищують опірність людського організму захворюванням, здатні поліпшувати фізіологічні процеси в організмі людини та дозволяють йому тривалий період зберігати активний спосіб життя.

Із внесенням змін до Закону України «Про якість та безпеку харчових продуктів та продовольчої сировини» у вересні 2005 р. законодавчо закріплено **визначення функціонального харчового продукту як такого, що містить як компонент лікарські засоби та (або) пропонується для профілактики або пом'якшення перебігу хвороби людини. Вживання терміна в такому значенні, на думку**

спеціалістів у галузі харчування, суперечить сучасним уявленням про функціональні харчові продукти. Проблема визначення функціональних харчових продуктів в Україні залишається не вирішеною.

Загалом функціональні харчові продукти – це продукти, які, насамперед, компенсують дефіцит біологічно активних компонентів в організмі та підтримують нормальну функціональну активність органів і систем, знижують ризик різноманітних захворювань і можуть споживатися регулярно в складі щоденного раціону харчування. Вони містять інгредієнти, які приносять користь здоров'ю людини, підвищують стійкість організму до захворювань, здатні покращити значну кількість фізіологічних процесів в організмі людини, дозволяють тривалий час зберігати активний спосіб життя, попереджувати хвороби та запобігати передчасному старінню організму.

Можна виділити такі основні характеристики функціональних харчових продуктів: позитивний вплив на певні фізіологічні функції, покращення здоров'я, зниження ризику появи захворювань.

Із цих позицій до функціональних харчових продуктів можна віднести 4 групи продуктів:

1 група – збагачені продукти (у які внесені вітаміни, мікроелементи, харчові волокна тощо);

2 група – продукти, із яких вилучені певні речовини, не рекомендовані за медичними показниками (амінокислоти, лактоза, сахароза та ін.);

3 група – продукти, у яких вилучені речовини, замінені на інші компоненти;

4 група – продукти, які отримані з нетрадиційної сировини та визначаються значною біологічною дією на окремі ланки метаболічних процесів в організмі людини.

У зв'язку з цим розроблення функціональних продуктів харчування – це спосіб, завдяки якому можна змінити склад продукту таким чином, щоб позитивно вплинути на стан здоров'я людини, зміцнюючи його шляхом регулювання певних метаболічних процесів в організмі.

Терміном «функціональні харчові продукти» можна визначити широке коло харчових продуктів: носії природних і органічних речовин, низькокалорійні та безкалорійні продукти для контролю за масою тіла, продукти, збагачені вітамінами та мікроелементами, напої енергетичного характеру, пробіотичні продукти, молочні продукти зі спеціальними властивостями тощо.

М. Б. Роберфройд визначив основні категорії функціональних харчових продуктів таким чином [37]:

- натуральні продукти, які природно містять необхідну кількість функціонального інгредієнта або групи інгредієнтів;
- натуральні продукти, додатково збагачені будь-яким функціональним інгредієнтом або групою інгредієнтів;
- натуральні продукти, із яких вилучений певний компонент, що перешкоджає виявленню фізіологічної активності наявних у них функціональних інгредієнтів;
- натуральні продукти, у яких вихідні потенційні функціональні інгредієнти модифіковані таким чином, що вони починають виявляти свою біологічну або фізіологічну активність, або ця активність посилюється;

– натуральні харчові продукти, у яких збільшується біозасвоєваність функціональних інгредієнтів, що входять до їхнього складу, у результаті тих чи інших модифікацій;

– натуральні та штучні продукти, які в результаті застосування комбінації вищезазначених технологічних прийомів набувають здатності зберігати та покращувати здоров'я людини і/або знижувати ризик виникнення захворювань.

Відповідно до медико-біологічного аспекту для збагачення продуктів харчування слід використовувати ті нутрієнти, дефіцит яких реально існує. Через розбалансоване харчування значна частина населення України страждає так званим «прихованим голодом» внаслідок дефіциту в харчовому раціоні ряду мікронутрієнтів. Профілактичні заходи повинні бути спрямовані на попередження дефіциту повноцінних білків, вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон.

Базовими при розробці технології функціональних композицій є склад, властивості, спосіб отримання, харчова цінність, безпечність та економічна ефективність використання.

Отже, основними етапами створення функціонального продукту є наступні: моніторинг харчування, визначення медико-гігієнічних вимог до функціонального продукту, вибір адекватного продукту та функціонального інгредієнта, модифікація харчового продукту у функціональний, одержання позитивного ефекту. При збагаченні харчових продуктів нутрієнтами необхідно враховувати їхній взаємозв'язок.

1.7. Екологія харчових виробництв

На даний момент важливо розглядати проблему підвищення продуктивності виробництва не лише з погляду здобуття стабільного прибутку, а також з огляду на задоволення потреб споживачів у екологічно чистому та інноваційному харчовому продукті. З іншого боку, важливо спрямовувати інноваційні поліпшення у виробництві на зменшення витрат. Цього можна досягти завдяки впровадженню економічних рішень, таких як використання ресурсозберігаючих технологій, комплексної переробки та утилізації відходів харчового виробництва.

Харчові відходи – це продукти, які повністю або частково втратили свої первинні споживчі властивості під час виробництва, обробки, використання або зберігання.

Поняття «харчові відходи» включає залишки їжі від людей, а також відходи кухонь, пекарень і підприємств харчової промисловості. Склад цих відходів залежить від джерела їхнього походження. Важливо враховувати, що харчові



залишки м'язової та сполучної тканин і частину кісткового жиру. Кісткове борошно містить понад 90 % сухої речовини, включаючи 15–20 % білка, 5–15 % жиру та 50–80 % золи. Воно також є багатим джерелом кальцію, фосфору, натрію та різних мікроелементів.

Частина відходів м'ясного виробництва може перероблятися на технічну продукцію:

❖ *чорний альбумін*. При неможливості використання крові для виробництва харчових продуктів із неї виробляється технічний альбумін. Він застосовується у виробництві клею для столярних робіт у деревообробці;

❖ *технічний жир*. Призначений для миловаріння, виробництва гліцерину, мастил, жирних кислот. Сфера застосування залежить від якості вихідної сировини та фізико-хімічних показників жиру.



Білки 75–80 % Жири 3–5 % Зола 5–10 %

Кров'яне борошно в основному виробляється на м'ясопереробних підприємствах із використанням крові тварин і невеликої кількості кісток (не більше 5 % за масою). Воно має темно-коричневий колір і містить приблизно 90 % сухої речовини, включаючи 75–80 % білка, 3–5 % жиру та 5–10 % золи. Кров'яне борошно також є важливим джерелом кальцію, фосфору, натрію та вітамінів групи В, хоча містить обмежену кількість жиророзчинних вітамінів [50].

Відходи молочної промисловості. Основним відходом молочної промисловості є збиране молоко, маслянка, молочна сироватка, що утворюється внаслідок переробки незбираного та знежиреного молока на сир, масло й технічний казеїн.

Сироватка є продуктом переробки молока, який отримують при виготовленні сиру чи казеїну. Вона містить цінні компоненти, такі як жири, молочний цукор, білок і солі, які знаходяться в дрібнодисперсному стані й легше засвоюються організмом. Сироватка також містить легкозасвоювані білки, такі як альбумін і глобулін, а також корисні фосфоліпіди та вітаміни.

За хімічним складом сироватка значно поступається молоку за вмістом жиру (0,2–0,4 %) та білка (0,7–1 %). У маслянці та сироватці залишається практично весь цукор (лактоза), більшість мінеральних речовин і всі водорозчинні вітаміни.

Збиране молоко одержують як залишок після видалення жиру при виготовленні вершків. У збираному молоці залишається майже така сама кількість білка, цукру, мінеральних речовин і вітамінів (за винятком жиророзчинних), як і в незбираному молоці.

Маслянку одержують як залишок після виготовлення масла з вершків. За своїм складом вона відрізняється від вершків значно нижчим вмістом жиру (близько 0,5 %).



Молочні відходи переважно використовуються для годування молодняка всіх видів тварин як у свіжому, так і висушеному вигляді. Також висушені відходи використовуються для створення заміників незбираного молока (ЗНМ) [51].

Використання молочних відходів у різних країнах відрізняється. У США сироватку переробляють на молочний цукор і згущену або суху сироватку. У Німеччині з молочної сироватки готують сироватковий білок, сироп, пасту та крем, а також виробляють суху сироватку. Сироватковий крем, наприклад, отримують шляхом випарювання сироватки з додаванням незбираного молока. В Англії сироватку використовують для виробництва лактози, яка застосовується у фармацевтиці, а також для виробництва сухої сироватки [52].



Відходи борошляно-круп'яної промисловості. У борошномельній промисловості основними відходами є зернові, лушпиння, млиновий пил, менш вартісні млинові відходи, висівки та кормове борошно.

Висівки є найбільш поширеним побічним продуктом борошномельного виробництва. Висівки отримують як побічний продукт при помелі зерна на борошно, складаються з подрібнених частинок оболонки зерна різних розмірів із домішками зародка, алейронового шару та ендосперму.

Висівки поділяють на різні види залежно від того, яку сировину використовують для виробництва борошна: пшеничні, ячмінні, рисові, соєві, вівсяні, кукурудзяні, гречані.

Кількість висівків, отриманих при переробці пшениці або жита, варіюється від 11,5 до 18,5 % для пшениці та від 2 до 18 % для жита від маси зерна, що піддається обробці [52].

Висівки містять більше білка, жиру, клітковини та зольних елементів порівняно з вихідним зерном. Особливо багаті вони на фосфор, кальцій, калій, магній, а також містять вітаміни групи В. Вони дуже гігроскопічні, тому погано зберігаються. При порушенні режиму зберігання пліснявють, прогріваються.



Білки 15,5 % Жири 3,2 % Клітковина 25–40 %

Пшеничні висівки – це один із найбільш доступних джерел харчових волокон. Однак їх використовують в основному як компонент комбікормів, а також

у натуральному вигляді для корму тварин. Також висівки можуть використовуватись при виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів. Такі вироби використовують у профілактичному та лікувальному харчуванні, при діабеті [53].



Сухі речовини		Білки	Молочний жир	Лактоза
■	9,1 %	● 3,2 %	● 0,5 %	● 4,7 %

Кормове борошно (вівсяне, ячмінне, гречане) – побічний продукт, який отримують у процесі переробки зерна на крупу, що може використовуватись у складі комбікормів усіх сільськогосподарських тварин. Борошно широко використовується не тільки на корм худобі, але застосовується в спиртовій, крохмалопатковій, пивоварній та інших галузях харчової промисловості. Крім того, із кормового борошна можна отримувати фракції борошна продовольчого призначення, а з жирних фракцій – олію. Проте зазвичай кормове борошно використовується в комбікормах для жуйних тварин, свиней і птиці. Борошняний пил, що виходить при помелі зерна, є сумішшю борошна та висівок, у яку входить різна кількість випадкових домішок. Борошнистий пил дають у вигляді каші в суміші з іншими кормами виключно свиням, що вигодовуються.

Зернове лушпиння. У процесі лушення зерна у великих кількостях утворюється зернове лушпиння. Вихід зернового лушпиння до сировини, що переробляється, становить для проса – 16 %, гречки – 20 %, вівса – 27 %, рису – 19 %, ячменю – 10 %, гороху – 6 % [54].

Зернове лушпиння, що містить значну кількість полісахаридів, може бути використане для виробництва кормових дріжджів. Вміст сахаридів у лушпинні ячменю та вівса досягає 75 %, а проса, гречки та рису – 65 %. Практичний інтерес представляє, зокрема, лушпиння кукурудзи, вівса, гороху та сої. Воно за кормовою цінністю близьке до соломи, тому його дають свиням, що відгодовуються.

Відходи хлібопекарного виробництва. Порушення технологічного процесу в хлібопекарській галузі призводить до отримання продукції, яка втрачає свої органолептичні характеристики. Після декількох днів із моменту виробництва хліб стає старим, втрачає свою апетитну зовнішність і смакові якості. Проте навіть при цій втраті свіжості продукція все ще містить основні поживні речовини та може бути використана знову після відповідної обробки. Під час виробництва хліба часто виникає значна кількість деформованого хліба, який може бути перероблений на хлібну крихту, сухарі, хлібну мочку, а також використаний у корм для тварин. Хлібні відходи можуть застосовувати знову, як добавки до тіста [55].

Хлібна мочка. Це черствий хліб, який вимочений у воді або молочній сироватці. Такий продукт використовується як добавка в тісто для випікання. Без погіршення

смакових і поживних якостей хлібна мочка зазвичай може додаватися до борошна обсягом 2,5–10 % залежно від асортименту продукції. Додавання хлібної мочки до складу тіста надає готовим виробам своєрідного смаку та насиченого аромату.

Хлібна крихта – це продукт переробки старого та деформованого хліба, зазвичай виготовленого з пшеничного сортового борошна. Її виробляють, розрізаючи хліб на частини, та далі сушать. Вологість хлібної крихти зазвичай не перевищує 10 %, існує також більш суха крихта з вологістю 3 %. Вона має довший термін зберігання, але при цьому і більшу вартість.

Сухарі. Цей продукт набув популярності завдяки своїй невисокій вартості та великому асортименту смаків. Такі хлібобулочні вироби отримують шляхом подрібнення черствого хліба на шматки певних розмірів і форм, термічної обробки та додавання ароматичних компонентів (натуральні або синтетичні барвники, підсилювачі смаку та ароматизатори). Також черствий хліб, який не пройшов контроль на вторинну переробку, продається фермерським господарствам як корм для свиней і птиці [55].

Відходи цукрового виробництва. З усіх галузей харчової промисловості найбільшу масу відходів отримують у цукровому виробництві.

У цукровій промисловості існують два основні типи виробництва: буряково-цукрове та цукрово-рафінадне (рис. 1.4). Заводи цукрової промисловості переробляють як внутрішню сировину, так і імпортовану цукрову тростину. Під час переробки на цукрових заводах буряків лише близько 17–18 % сахарози виділяється в продукцію, а решта компонентів стають відходами виробництва.



Рисунок 1.4 – Види основних виробництв цукрової промисловості

Ці відходи містять буряковий жом (невіджятий, віджятий, пресований), мелясу, дефекат (відходи бурякового цукрового виробництва, які містять вапно та утворюються під час очищення бурякового соку), рафінадну патоку та хвостики буряка.

Буряковий жом – знецукрена бурякова стружка, яка залишається після видавлення з неї цукру та деякої частини мінеральних і органічних речовин. Він буває не віджатим, віджатим, пресованим. Правильно приготований жом виконаний

відповідно до встановлених державних стандартів, багатий на корисні поживні речовини. Одним із найбільш перспективних і затребуваних напрямів використання бурякового жому є виробництво харчових волокон [56]. Проте з бурякового жому виробляється також пектиновий клей, або ж він може бути використаний для його переробки на сухий жом для годівлі тварин. Також переробка жому дозволяє отримувати біогаз, біодобрива та теплову енергію.



Сахароза	Безазотисті речовини
54–63 %	16,74 %
Азотисті речовини	Зола
14,8 %	8,5 %

Меляса – залишки цукробурякового виробництва, являє собою густу непрозору рідину від коричневого до темно-бурого кольору. Основна цінність меляси полягає в наявності цукру, до складу якого входить трисахарид – рафіноза, а також її високої перетравності.

За хімічним складом меляса – складний продукт, який містить багато цінних речовин: 70–80 % сухих речовин, у т.ч. сахарози – 54–63 %, безазотистих органічних речовин – 16,74 %, азотистих

речовин – 14,8 % і мінеральних речовин (золи) – 8,5 %. Мелясу використовують для одержання цукру, дріжджів, етилового спирту, гліцерину, молочної, лимонної та глютамінової кислот, комбікормів [56].

Відходи консервного виробництва. Найбільший питомий обсяг в асортименті консервованої продукції займають плодово-ягідні соки. При виготовленні даного виду консервів кількість відходів коливається в межах від 4 до 85 %, у середньому приблизно 25 % від усієї перероблюваної сировини.

До відходів переробки плодів та овочів відносяться (рис. 1.5) шкірки овочів, плодоніжки овочів і плодів, цедра цитрусових, листя капусти й качани, вичавки



Рисунок 1.5 – Використання побічних продуктів консервного виробництва

з томатів, плодів і ягід, кісточки та насіння, дрібна картопля, осад після фільтрування та сепарування [57].

Найбільша кількість відходів виникає під час підготовки овочів для консервування. Наприклад, при очищенні гарбуза виходить 33 % відходів, капусти – 30 %, перцю – 24 %, буряка – 19 %, моркви – 10 % і кабачків – 5 %.

Відходи від фруктів, овочів і ягід містять різноманітні корисні речовини та можуть бути використані для створення додаткових ресурсів, таких як харчові продукти, корм для тварин і технічні матеріали.

На консервних заводах активно використовують відходи для отримання продуктів, таких як м'якоть томатів, пюре з вичавок і жмиху, крохмаль із відходів картоплі, пектин, цедру цитрусових плодів. Деякі з відходів переробки овочів також використовують, як органічні добрива, а самі органічні відходи можуть бути використані, як паливо.

Вичавки, витерки, стручки та стебла гороху, а також шкірочки плодів є відмінним джерелом корму для худоби, бо вони містять багато білка й вуглеводів, приблизно по 30 % кожного. Інші вторинні сировини, такі як сухі кісточки, насіння та інші відходи, можуть бути використані для виготовлення різних продуктів, таких як мило, художні фарби, активоване вугілля, спирт, харчові барвники, оцет, а також для отримання ефірних олій із насіння та кісточок [56].

Серед усіх овочів, що піддаються переробці, найбільшу кількість складають томати. Відходи від виробництва томатного продукту можуть бути використані для створення корму для птахів і худоби, вилучення та сушіння насіння для отримання олії та кормового борошна з вичавок.



Овочеві відходи від обробки зеленого горошку, квасолі, капусти, шпинату є цінними кормами для худоби. Екстракти зі шкірки цибулі можуть бути використані для фарбування харчових продуктів [57]. Із відходів переробки буряків можуть бути виготовлені барвники, які використовуються для сухих фруктово-ягідних киселів, безалкогольних напоїв, карамелі, тортів і печива. Із відходів моркви можна виділити концентрат вітаміну А, а з дрібної картоплі – крохмаль і патоку.

Утилізація відходів харчових підприємств. Утилізація відходів виробництва поряд із комплексним використанням сировини є найважливішими напрямками зниження матеріалоемності.

Утилізація – процес повної або часткової переробки різних видів відходів з метою можливого їх подальшого використання у виробництві, зокрема, для досягнення більш раціонального



використання ресурсів. У цьому контексті утилізація продуктів харчування стосується відходів, що виникають під час харчового виробництва, діяльності громадських закладів, виробництва харчових концентратів, пивоваріння, м'ясопереробних і молочних комбінатів, а також виробництва алкогольних напоїв, а також бракованої або низькоякісної продукції [57].

Відходи харчових продуктів та їх концентратів віднесені до біологічних відходів, оскільки містять поживні речовини та служать живильним середовищем для розвитку бактерій і живих організмів. Особливо важливо враховувати, що за підвищених температур ці відходи можуть сприяти розмноженню таких шкідників, як таргани, гризуни, а також стати джерелом інфекційних захворювань. Харчові відходи відносяться до IV класу небезпеки, тобто класу малонебезпечних відходів, і, отже, вимагають обов'язкового утилізування, перш ніж розпочнуться процеси розкладання та гнитості. У цілому існують декілька способів утилізації відходів, що походять від підприємств харчової промисловості.

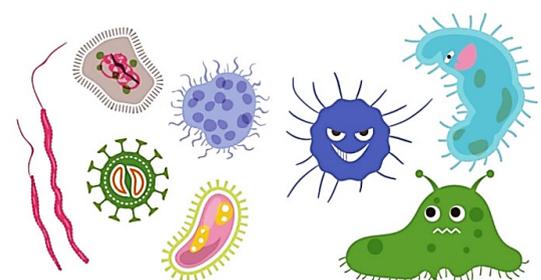
Трупи тварин утилізують у біометричних ямах, інсинераторах і крематорах. Біометричні ями – це герметичні конструкції з кришкою та вентиляційним отвором. Тваринні відходи поміщають у неї на кілька тижнів, протягом яких вони переробляються в однорідний компост.

Утилізація відходів у крематорах найбільш популярна завдяки ефективності та невеликим витратам. Крематори компактні та досить швидко перетворюють відходи на попіл, перешкоджаючи розмноженню мікроорганізмів у процесі розкладання. Інсинератори нейтралізують жирові відходи [58].

Утилізація молока виконується при простроченні та виявленні в ньому хвороботворних бактерій. Викидати непридатне молоко на звалище заборонено. Навіть якщо в ньому немає небезпечних бактерій при викиданні, вони з'являться там під впливом навколишнього середовища. Тварини та птахи, поїдаючи продукт, заражаються й поширюють інфекцію по регіону. Тому молоко утилізують на спеціально відведеному полігоні [58].

Проте утилізація харчових відходів при захороненні на полігоні призводить до утворення великої кількості рідини, що містить органічні кислоти.

Ці рідини вступають у хімічну реакцію з іншими відходами полігону, сполучаються з важкими металами, утворюючи надзвичайно токсичні сполуки. Тому зараз харчові відходи тримають у спеціальних відстійниках, де при накопиченні їх та за дотриманням певних температур вони можуть бути перетворені на компост, із якого роблять поживне добриво, а також переробляють на корм



для тварин. Фахівці роблять аналізи, і якщо з'ясується, що продукт придатний у їжу тваринам, його випарюють і транспортують на фабрики з виробництва кормів.

У різних країнах світу (рис. 1.6) зараз дуже популярним стає використання компосту, що включає інші відходи (наприклад, жмих від цукрового буряка, солому, силос) у процесі бродіння з метою вироблення біогазу. За межами нашої країни все частіше розпочинаються проєкти, спрямовані на переробку харчових відходів у біогаз і органічні добрива. У різних країнах активно проводять наукові розробки, спрямовані на комплексне використання сировини та безвідходну переробку утворених вторинних ресурсів [59].

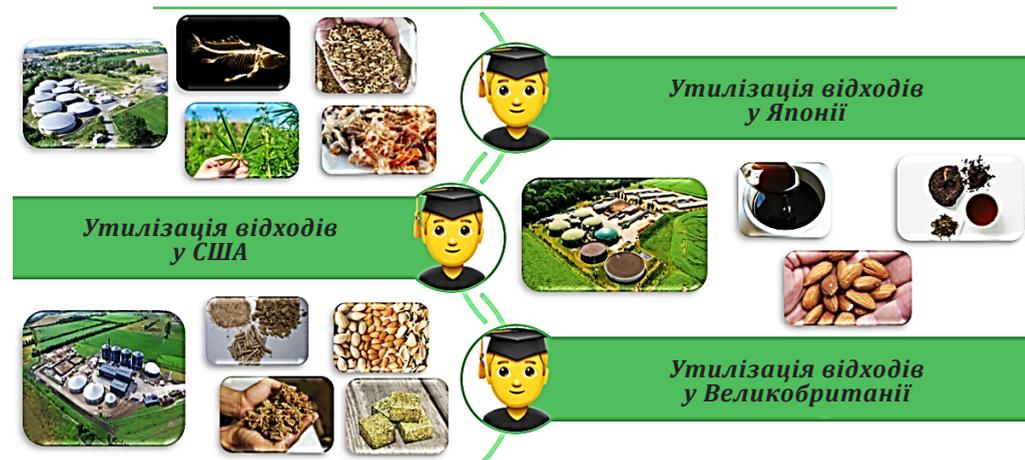


Рисунок 1.6 – Утилізація відходів харчових виробництв у світі

У таких країнах, як Японія, США та Великобританія при виготовленні харчових продуктів використовують кістки риб, стебла конопель, висівки, макуху, шкаралупу горіхів (мигдаль), чайні залишки, лушпиння какао-бобів. При одержанні кормів і добрив використовують панцирі креветок і крабів, рисове лушпиння, соєву макуху та знежирені боби.

Очищення стічних вод на харчових підприємствах. Серйозною екологічною проблемою сучасної України є очищення промислових стоків, зокрема стічних вод підприємств харчової промисловості. На сьогоднішній день промислова переробка сільськогосподарської сировини призводить до забруднення не лише водних ресурсів і атмосфери, а й ґрунту, погіршення родючості землі. Для безпечного скидання подібних стоків у каналізаційну мережу потрібна наявність на території підприємства локальних очисних споруд, що забезпечують очищення стічних вод від жиру, суспензій та інших забруднень.

Стічні води різних галузей харчової промисловості значно відрізняються



за складом, умовами утворення, об'ємом та фізико-хімічними властивостями. Якісний склад стоків також залежить від етапів виробництва, тому в таких водах може міститись кров, жир, молоко, уламки кісток, шерсть, волокна м'яса, мінеральні домішки, мийні засоби, фекалії [60].

У загальному стоці м'ясокомбінатів з урахуванням роботи локальних очисних споруд концентрація завислих речовин змінюється від 1200 до 2000 мг/л, вміст жирів складає 200 мг/л, а біологічне споживання кисню (БСК) – 1400–1500 мг/л. Стічні води рибопереробної промисловості характеризуються наступними показниками: хімічне споживання кисню (ХСК) – 800–5500 мг/л, завислих речовин – 600–3000 мг/л, жиру – 550–2500 мг/л. Ці стічні води містять також азот і фосфор у кількості, достатній для проведення біологічної очистки.

На підприємствах молочної промисловості існує проблема очищення стічних вод від молочного цукру – лактози та молочного жиру, які дуже повільно розкладаються, створюючи перешкоди при застосуванні біологічного очищення щодо таких стоків [60]. Особливістю стічних вод молокозаводів є наявність у них високих концентрацій органічних речовин.

Стоки підприємств броварні забруднені залишками готової продукції, солодовими паростками з високим вмістом рослинного білка, відходами виробництва у вигляді дробини, дріжджовими грибами, шматочками хмелю. Такі води часто мають кисле середовище внаслідок швидкого закисання.

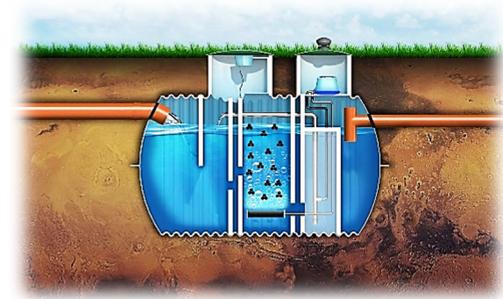
Стічні води кондитерського виробництва є токсичними, а забруднення легко піддається біохімічному розкладанню. Основними забруднювачами є органічні речовини, такі як залишки борошна, тіста, цукру, білок яєць, рослинні та тваринні жири.

Склад і кількість стічних вод цукрових заводів не постійні. Вони залежать від якості та стану буряка, що перероблюється. Слід відзначити, що до складу стічних вод цукрових заводів входить сапонін, який потрапляє в стоки з цукрових буряків під час їхньої переробки. Сапонін має сильно виражену поверхневу активність, здатен спінювати водні розчини та виявляє токсичний вплив на живі організми.

На харчових підприємствах застосовують механічні, фізико-хімічні, біологічні методи очищення стічних вод, що характеризуються різним призначенням та ефективністю. Механічні методи очищення призначені для видалення зі стічних вод нерозчинних домішок і засновані на процесах проціджування, відстоювання та фільтрування. Крім того, для видалення механічних домішок можна використовувати апарати з дією відцентрових сил, наприклад гідроциклони [61].

До фізико-хімічних методів очищення стічних вод харчових підприємств відносять наступні: мембранна фільтрація, електродіаліз, флоатація, реагентна обробка. Ефективність перерахованих методів залежить від сукупності виробничих факторів, що впливають на склад стічних вод, якості попередніх стадій очищення, кількості стічних вод, а також від режиму їх надходження.

Проте високий вміст органіки не дозволяє довести якість очищення



стічних вод до вимог скидання у водоймища лише методами механічного та фізико-хімічного очищення. Тому стічні води підприємств харчової промисловості відправляють на глибоке біологічне доочищення. Біологічну очистку проводять в анаеробних та аеробних умовах за участю активного мулу.

Перелік джерел до розділу 1

1. Шумпетер Йозеф Алоїс (Schumpeter Joseph Alois) [Електронний ресурс]. URL: <http://visionary.management.com.ua/management/jozef-alois-shumpeter-joseph-alois-schumpeter/>
2. Федулова Л. І. Інноваційна економіка : підручник. Київ : Либідь, 2006. 480 с.
3. Василенко О. В. Інноваційні ресторани технології: автоматизована система управління «GMS Ресторан» : навч. посіб. Київ : Видавництво КУТЕП, 2014. 231 с.
4. Високотехнологічні виробництва продуктів харчування : навч. посібник / Т. В. Пилипенко, Н. І. Пилипенко, Т. В. Шленська та ін. Санкт-Петербург : ІЦ Інтермедія, 2014. 112 с.
5. Morris V. J. Emerging roles of engineered nanomaterials in the food industry Trends Biotechnol. 2011 : веб-сайт. URL: <https://www.scopus.com/record> (дата звернення: 06.10.2019).
6. Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми «Нанотехнології та наноматеріали» на 2010–2014 роки : постанова Кабінету Міністрів України від 28 жовтня 2009 р. № 1231. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1231> (дата звернення: 21.10.2019).
7. Гранти за Програмою Європейського Союзу HORIZON 2020. URL: <http://ivm.kiev.ua/internat/nep/programi-granti-stipendi> (дата звернення: 28.10.2019).
8. Draft opinion of the potential risks arising from nanoscience and feed safety. Parma, Italy : European Food Safety Authority, 2008. 35 p.
9. Kuzma J., VerHage P. Nanotechnology in agriculture and food production. 2006. 41 p.
10. Nanopackaging Is Intelligent, Smart And Safe Life. New World Study by Hkc22.com/beijing Office. Beijing, China. Posted on May 14th 2007. URL: http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=22600
11. Брюс Ян. Нанотехнології у харчових продуктах: можливості і проблеми. URL: <http://www.nanotsunami.com>
12. Gatti A. M. Risk assessment of micro and the yuman health. Capter of Handbook of Nanostructured biomaterials and their applications. American Scientific Publisher USA. 2005. Vol. 12. P. 347–369.
13. Grancieri M., Martino H. S. D., Gonzalez de Mejia E. Chia Seed (*Salvia hispanica* L.) as a Source of Proteins and Bioactive Peptides with Health Benefits. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 2019. Vol. 18. P. 480–499.
14. Justyna W., Dominik P., Lenaena R. Ionic liquids as a key medium for efficient extraction of copper complexes from chia seeds (*Salvia hispanica* L.). Talanta. 2016. Vol. 152. P. 482–488.
15. Herman S., Marco G., Cecilia B., et al. Effect of water availability on growth, water use efficiency and omega-3 (ALA) content in two pheno types of chia (*Salvia hispanica* L.)

- established in the arid Mediterranean zone of Chile. *Ariculture Water Management*. 2016. Vol. 173 (31). P. 67–75.
16. Porras-Loaiza P., Jimenez-Munguia M. T., Sosa-Morales M. E., et al. Physical properties, chemical characterization and fatty acid composition of Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *J Food Sci Technol*. 2014. Vol. 49 (2). P. 571–577.
 17. Marineli R. D. S., Moraes E. A., Lenquiste S. A., et al. Chemical characterization and antioxidant potential of Chilean chia seeds and oil (*Salvia hispanica* L.). *LWT-Food Sci Technol*. 2014. Vol. 59 (2). P. 1304–1310.
 18. Luo W. T., Peng B. Q., Wang Z. Y., et al. Research progress of chia seed protein and its active peptides. *Science and Technology of Food Industry*. 2020. Vol. 40 (15). P. 345–351.
 19. He Y., Zhao S. G., Zheng N., et al. The physiological function of α -linolenic acid and its nutritional regulation in milk research progress. *China Dairy Industry*. 2020. Vol. 48 (6). P. 31–35.
 20. Shan C. H., Zhao D. The biological effect of γ -linolenic acid and its research progress in microbial fermentation production. *Sichuan Food and Fermentation*. 2006. № 1. P. 17–20.
 21. Zhang X. X., Yin P. P., Yang L. G., et al. Study on oil content of linseed and fatty acid composition of linseed oil from different producing areas. *China Oils and Fats*. 2017. Vol. 42 (11). P. 142–146.
 22. Wang Z. Q., Luo J. X., Zhang F. Y., et al. Analysis of Chia Seed Oil Content and Fatty Acid Composition. *Guangzhou Chemical Industry*. 2018. Vol. 46 (6). P. 71–87.
 23. Ющенко К. О. Особливості застосування спіруліни як рослинної біодобавки. *Проблеми формування здорового способу життя у молоді* : зб. матеріалів XII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнар. участю. Одеса, 2019. С. 120–122.
 24. Летута Т. М., Черевична Н. М., Гаповцева О. В. Товарознавство продуктів функціонального призначення : опорний конспект лекції. Харківський державний університет харчування та торгівлі, 2012. 73 с.
 25. Shahid F., Alasalvar C. *Handbook of Functional Beverages and Human Health*. CRC Press : Boca Raton, FL, USA, 2016. Vol. 11. 886 p.
 26. Tavakoli M., Habibi Najafi M. B., Mohebbi M. Effect of the Milk Fat Content and Starter Culture Selection on Proteolysis and Antioxidant Activity of Probiotic Yogurt. *Heliyon*. 2019. Vol. 5. P. 1204.
 27. Huang H. L., Zhang S. H. The Nutritional Substances of Flaxseed and the Application in Food Industry. *Food Research and Development*. 2006. Vol. 127 (6). P. 147–149.
 28. Zang Q. Q., Wei X. S., et al. Composition and content of lignan polymer hydrolysates of different varieties of flaxseed. *Chinese Journal of Oil Crops*. 2017. Vol. 39 (2). P. 253–259.
 29. Zheng Yan. Study on separation of flaxseed shell kernel and process of kernel meal plant protein beverage. Hohhot, Inner Mongolia Agricultural University, 2018.
 30. Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв : монографія. Вінниця : Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 300 с.
 31. Безпека харчування як основа безпечної життєдіяльності людини. Київ : Видавництво Ліра-К, 2018.
 32. Петришин Н. З. Оздоровче харчування : конспект лекцій для здобувачів освітньо-професійної програми «Готельно-ресторанна справа» другого (магістерського) рівня. Львів, 2022.

33. Мініна О. В., Шадура-Никипорець Н. Т. Інноваційний аспект діяльності підприємств харчової промисловості України: аналітична оцінка [Електронний ресурс]. *Економіка та суспільство*. 2016. № 7. URL: <http://economyandsociety.in.ua>
34. Statistical collection “Scientific and innovation activity in Ukraine” in 2016. Kyiv : State Statistics Service of Ukraine, 2017.
35. Strashynsky V. I. Innovative activity of food industry enterprises of Ukraine: trends and priorities. Kyiv : Scientific papers of the national university of food technologies, 2016. Vol. 1. P. 42–50.
36. Characteristics of innovative activity of enterprises. Ukrainian institute of scientific, technical and economic information. URL: http://www.uintei.kiev.ua/viewpage.php?page_id=446 (accessed 1 April 2018).
37. Інноваційні технології харчової продукції функціонального призначення : монографія. У 2-х ч. Ч. 1 / О. І. Черевко та ін. ; за ред. О. І. Черевка, М. І. Пересічного. Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. Харків : ХДУХТ, 2017. 36 с.
38. Давлетбаєва Н. Б. Теоретичні засади інноваційного розвитку підприємств харчової промисловості. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки»*. 2015. Вип. 10. Ч. 2. С. 77–80.
39. Дискіна А. А., Богаченко Я. В. Напрями стимулювання інноваційного розвитку підприємств харчової промисловості в Україні. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2016. Вип. 10. С. 582–585.
40. Новікова Н. В., Ряполова І. О. Проблеми впровадження інновації у харчовій промисловості. *Технологія легкої і харчової промисловості. Вісник ХНТУ*. 2020. № 1 (72). Ч. 1. С. 117–122.
41. Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Здобутки і перспективи впровадження інновацій у харчовій промисловості України. *Міжнародний науковий журнал «Грааль науки»*. 2021. № 5 (червень). С. 109–115.
42. Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Інновації у харчових технологіях. *Товари і ринки*. 2015. № 1. С. 189–201.
43. Івашків Л. Я. Інноваційні технології харчової продукції : навч. посіб. – практикум / Л. Я. Івашків, Н. Р.-Й. Джурик. Львів : Ліра Прес, 2017. 172 с.
44. Кравченко М. Ф. Інноваційні технології харчових виробництв : монографія / ред. В. А. Піддубний. Київ : Видавництво «Кондор», 2017. 374 с.
45. Українець А. І. Перспективні технологічні процеси виробництва нових продуктів та дієтичних добавок / А. І. Українець, Г. О. Сімахіна, Н. В. Науменко. Київ : НУХТ, 2018. 324 с.
46. Павлюк Р. Ю. та ін. Розробка нанотехнології дрібнодисперсних добавок з використанням кріомеханічної модифікації. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2014. № 6 (10). С. 54–58.
47. Пилипенко О. Є. Розвиток харчової промисловості України. *Наукові праці НУХТ*. 2017. Том 23. № 3. С. 15–25.
48. Food processing by-products and their utilization / edited by Dr. Anil Kumar Anal. First edition. John Wiley & Sons Ltd, 2018. 592 p.
49. Бобкова А. Г. Досвід і проблеми інкорпорації, імплементації та адаптації екологічного законодавства. *Екологічні проблеми* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 25 вересня 2019 р. / ред. кол.: В. І. Андрейцев, А. Г. Бобкова, А. П. Гетьман та ін. ; ДВНЗ «Нац. гірничий ун-т». Дніпропетровськ : НГУ, 2019. 240 с.

50. Виговська Г. Розвиток організаційно-економічного механізму поводження з відходами в Україні. *Екологія підприємств*. 2020. № 4. С. 60–76.
51. Utilisation of bioactive compounds from agricultural and food waste / editor: Quan V. Vuong. CRC Press, 2017. 414 p.
52. Грабчук І. Ф. Інноваційна складова зростання ефективності кормовиробництва / І. Ф. Грабчук, Л. Д. Павловська. Житомир : Полісся, 2018. 314 с.
53. Food Bioconversion. Handbook of Food Bioengineering / Edited by Alexandru, Mihai Grumezescu, Alina Maria Holban. 1-st edition. Academic Press, 2017. Vol. 2. 550 p.
54. Шубравська О. В. Розвиток агроінноваційної діяльності в Україні. *Економіка АПК*. 2019. № 4. С. 77–81.
55. Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products. Zhongli Pan Ruihong Zhang Steven Zicari. 1-st edition. Academic Press, 2019. 452 p.
56. Левицький А. П., Лапінська А. П., Селіванська І. О., Ходаков І. В. Використання побічних продуктів переробки винограду у функціональні годівлі сільськогосподарських тварин та птиці. *Наукові праці ОНАХТ. Серія «Технічні науки»*. Одеса, 2016. Вип. 46. Т. 1. С. 51–57.
57. Bioethanol Production from Food Waste Applying the Multienzyme System Produced On-Site by *Fusarium oxysporum* F3 and Mixed Microbial Cultures / G. Prasoulas et al. Fermentation. 2020. Vol. 6. № 2. P. 39.
58. Vitalle K. (ed.). Environmental and Food Safety for South-East Europe and Ukraine, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, Springer Science+Business Media B. V. 2015.
59. Шубравська О. В. Інновації в агросфері. Інноваційна економіка – 2020 : нац. доповідь / за заг. ред. В. М. Гейця ; НАН України. Київ, 2015. С. 92–103.
60. Гетта О. С., Шестопалов О. В., Рикусова Н. І. Класифікація та загальна характеристика забруднюючих речовин у стічних водах харчової промисловості. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : тези доп. XXVII міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 15–17 травня 2019 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2019. С. 29.
61. Wastewater Technologies and Environmental Treatment / R. M. Gutierrez (Ed.). Switzerland : Springer Cham, 2020. 115 p.

Розділ 2

ІНЖИНІРИНГ ІННОВАЦІЙ

Метою вивчення дисципліни «Інноваційний інжиніринг» є формування в здобувачів освіти освітнього ступеня доктора філософії комплексу знань щодо особистої інноваційної діяльності, інновацій харчових підприємств, комплексу умінь і навичок, необхідних для проведення особистих наукових досліджень, створення нових та вдосконалення існуючих об'єктів інновацій.

Опанування дисципліни «Інноваційний інжиніринг» базується на принципах узагальнення різноманітних знань, здобутих аспірантами під час вивчення дисциплін загального та інженерно-технічного спрямування. Дисципліна відноситься до циклу вибіркових компонентів. Посилює компетентності дисциплін нормативної частини освітньо-професійної програми.

«Інноваційний інжиніринг» – це поєднання та реалізація підходів щодо особистої інноваційної діяльності та інноваційної діяльності підприємства.



2.1. Поняття та види інжинірингу

У сучасній інноваційній діяльності світу інжинірингом вважається комплекс інженерних, технічних і консультаційних послуг із розробки та впровадження продуктів виробництва та реалізації товарів і послуг. Послуги з інжинірингу надають як професійні інжинірингові фірми, так і будівельні та виробничі компанії.

Визначення інжинірингу виникло в Англії в другій половині XIX ст. У той час Британія була найбільш передовою країною в науковому та технічному розвитку, і послуги інженерів були надзвичайно затребуваними. У той час поняття інжинірингу означало надання послуг із будівництва, переоснащення та експлуатації промислових об'єктів та інфраструктури.



Ближче до 80-х років XX ст. з'явилася потреба в упорядкованості та уніфікації інжинірингових послуг, у тому числі і на світовому рівні. Враховуючи це, Європейська економічна комісія при ООН розробила різні нормативні документи, що стосуються інжинірингових послуг.

Сьогодні терміни «інжиніринг» і «управління проектами» тісно пов'язані на теоретичному та практичному рівнях. Під інжинірингом частіше розуміють той самий менеджмент, але з глибоким ухилом у предметну область. За напрямками діяльності інжиніринг може бути фінансовим, будівельним, промисловим тощо.

За характером проектною діяльністю інжиніринг поділяється на такі типи:

- передпроектний інжиніринг, що вивчає потенційний ринок, проводить дослідження з технічного та економічного обґрунтування створення виробництва, здійснює інженерний пошук, розробляє плани розвитку підприємств, консультує та веде наглядову діяльність щодо виконання поставлених завдань;
- проектний інжиніринг розробляє генеральні плани підприємств, документацію, потрібну для реалізації проекту, оцінює вартість проекту, здійснює консультаційні та наглядові послуги;
- післяпроектний інжиніринг пов'язаний із підготовкою договорів на проведення робіт, проведенням актів прийому-здачі та випробувань виробництва, розробкою технічних документів із готового виробництва, підготовкою інженерно-технічних фахівців для роботи на створеному виробництві, різною діяльністю щодо запуску виробництва;
- додаткові послуги, пов'язані зі специфікою кожного конкретного виробництва.

Комплексний інжиніринг. Цей вид інжинірингу передбачає надання всього спектра послуг з обґрунтування, проектування та здійснення проекту, у тому числі забезпечення різними технологіями та інноваціями, обладнанням і спорядженням на підприємстві. Функції комплексного інжинірингу:

- дослідження конкретних ринкових і виробничих ситуацій, які безпосередньо стосуються виробництва, що розробляється. Наприклад, якщо створюється новий вид харчової продукції, здійснюється аналіз ринку збуту та конкурентоспроможності продукту;
- розробка та оформлення технічної та планової документації та/або технічних умов на виготовлення нового виду продукції;
- повний технічний і наглядовий супровід усіх робіт з виробництва продукції, впровадження у виробництво, організація виробничого процесу на підприємстві.

Фінансовий інжиніринг. Процес створення нових фінансових інструментів або структур, що дозволяють досягти певних фінансових цілей. Це може включати створення складних продуктів, які поєднують у собі різні види активів і зобов'язань, з метою зниження ризику, збільшення доходності або забезпечення захисту від валютних коливань.

На виробництві фінансовий інжиніринг розробляє плани розвитку підприємства, наближені показники на найближчі періоди часу (на найближчий місяць, рік тощо), обґрунтування додаткових витрат на нове обладнання, забезпечення.



Фінансовий інжиніринг використовується в різних галузях, включаючи банківський сектор, інвестиційний менеджмент, страхування, торгівлю на фінансових ринках тощо. Продукти фінансового інжинірингу можуть бути складними та вимагати високого рівня експертизи для їх розуміння та аналізу. Також цей процес може бути пов'язаний із певними ризиками, тому необхідно використовувати обережний і професійний підхід під час розробки та використання фінансових продуктів. Інжиніринг постійно аналізує всі параметри виробничого процесу, здійснює фінансово-технічний нагляд над усіма технологічними процесами.

Промисловий інжиніринг. Це галузь інженерії, що займається проектуванням, розробкою, виробництвом та експлуатацією промислових систем і процесів. Вона включає в себе розробку нових виробничих ліній, оптимізацію існуючих процесів, удосконалення технологій та виробничих методів.

Промисловий інжиніринг використовує різні дисципліни, такі як механіка, електротехніка, хімія, математика та інформатика, для розв'язання складних технічних проблем у промислових процесах. Метою промислового інжинірингу є забезпечення ефективності, надійності та безпеки виробничих процесів, а також зниження витрат на виробництво та підвищення якості продукції. У цей вид інжинірингу входить вирішення всіх логістичних проблем: планування зв'язків між цехами та виробничими відділами, керуєчими організаціями та центрами, лабораторіями та розробниками, клієнтами та підприємством.

Прямий інжиніринг та реінжиніринг – дві різні стратегії в управлінні бізнес-процесами.

Прямий інжиніринг (англ. *Forward engineering*) – це процес розробки нових систем або продуктів із нуля з використанням сучасних технологій та методів. Прямий інжиніринг використовують для створення нових продуктів, програмного забезпечення, виробничих процесів та систем управління.

Реінжиніринг (англ. *Reengineering*) – це стратегія, яка використовується для перетворення вже існуючих бізнес-процесів з метою покращення їх ефективності, надійності та зниження витрат. Реінжиніринг вимагає повного аналізу та перебудови бізнес-процесів, щоб забезпечити оптимальні результати.

Отже, прямий інжиніринг використовується для створення нових систем, тоді як реінжиніринг – для покращення існуючих систем.

ТБВЗ-інжиніринг. ТБВЗ – теорія вирішення винахідницьких задач.

ТБВЗ-інжиніринг – наукомісткі інжинірингові розробки на основі нових винаходів в області бізнес-процесів, а також на основі функціонально-вартісного аналізу. Часто застосовується при втіленні в життя інноваційних проектів з виробництва продукції.



Основною відмінністю інжинірингу від звичайного проектування є те, що інжиніринг – це більш комплексний підхід до розробки та виробництва продуктів або систем.

У звичайному проектуванні вирішується задача створення конкретного продукту або системи. У той час інжиніринг передбачає докладний аналіз потреб і проблем, що вирішуються, а також врахування різних аспектів, таких як фінанси, технічні можливості, екологія, безпека, підтримка тощо.

Інжиніринг окреслює також створення продукту або системи з орієнтацією на його життєвий цикл, включаючи не лише проектування, але й виробництво, тестування, експлуатацію та підтримку. Крім того, інжиніринг зазвичай здійснює команда фахівців із різних галузей, що відповідають за різні аспекти проекту.

Отже, основна відмінність інжинірингу від звичайного проектування полягає в більш комплексному та цілісному підході до розробки продукту або системи, врахуванні різних аспектів та орієнтації на повний життєвий цикл продукту.

Технологічні процеси багатьох підприємств дуже схожі один на одного. Це дозволяє інжиніринговій компанії переносити досвід, отриманий при реалізації, з одного проекту на інші. При цьому кожен раз якість і рівень виконання поставленого завдання стають усе вищими. Однак для кожного клієнта інжинірингова компанія практикує індивідуальний підхід з урахуванням побажань, специфіки його бізнесу та інших факторів.

На даний час, з огляду на попит на фахівців саме в інжиніринговій області, багато університетів викладають курси з інжинірингу в різних його видах (будівельний, інженерний, фінансовий тощо).

Враховуючи той факт, що готових фахівців в області інжинірингу університети не випускають, їхні функції на підприємствах виконують керівники проектів. І залежно від виду діяльності підприємства їхні посади називаються по-різному. Наприклад, на виробництві – менеджери та керівники проектів, провідні фахівці та інженери. Але в міжнародній практиці підготовки фахівців з інжинірингу давно існує багато шляхів підготовки та атестації керівників проектів. Найбільш відомі з них такі:

1. Project Management Institute (PMI).
2. International Project Management Association (IPMA).
3. Microsoft Solutions Framework (MSF) з підготовки фахівців із комп'ютерного інжинірингу тощо.

2.2. Суть і типи інновацій харчової промисловості

Сталий розвиток народногосподарського комплексу та соціально-економічне зростання країни великою мірою залежать від розвитку харчової промисловості, яка займає значне місце в його структурі. Нині одним з основних стримувальних чинників такого розвитку є відсутність на більшості промислових підприємств і підприємств харчової галузі цілеспрямованої інноваційної діяльності, як важливої передумови підвищення ефективності виробництва сучасної конкурентоспроможної продукції.

Харчова промисловість належить до стратегічно важливих галузей народного господарства України. Забезпечуючи продовольчу безпеку країни, вона є головною переробною базою сільського господарства та основним джерелом забезпечення споживчого ринку продовольством. Випуск конкурентоспроможної продукції можливий тільки на основі використання сучасних технологій, а також здійснення інноваційної діяльності на харчових підприємствах.

Специфіка нинішньої інноваційної ситуації в Україні характеризується, з одного боку, появою принципово нових відкриттів і прогресивних технологічних розробок, наявністю кваліфікованих наукових та інженерних кадрів, а з іншого – недостатнім рівнем нововведень у реальну практику виробництва та значною обмеженістю ресурсів.

У світовій економічній літературі «інновація» інтерпретується як перетворення потенційного науково-технічного прогресу в реальний, що втілюється в нових продуктах і технологіях. Термін «інновація» став активно вживатись в економіці України як самостійно, так і для позначення ряду понять: «інноваційний процес», «інноваційна діяльність», «інноваційне рішення» тощо.

Перші спроби класифікації інновацій з'явилися в кінці XIX – на початку XX ст. Один із ранніх прикладів цього – праці австрійського економіста Йозефа Шумпетера з теорії економічного розвитку, де він уперше використав термін «інновації» та запропонував розрізнення між «простими» та «складними» інноваціями. За концепцією Йозефа Шумпетера, інновації – це не просто нові ідеї, але й новаторські зміни в економіці. Він виділив п'ять складових інновацій, які взаємодіють між собою та призводять до економічного розвитку:

1. Нові продукти – випуск нових товарів або послуг, які не були раніше на ринку.
2. Нові методи виробництва – використання нових технологій або методів виробництва, які дозволяють ефективніше виробляти товари та послуги.
3. Відкриття нових ринків – здійснення нових ринкових стратегій, розвиток нових ринків або відкриття нових географічних ринків для виробників.
4. Розробка нових джерел сировини – пошук і використання нових джерел сировини, які дозволяють знизити витрати на виробництво та збільшити прибуток.
5. Нові організаційні методи – нові форми організації виробництва, фінансування, управління, які покращують ефективність виробництва та забезпечують стабільний розвиток підприємства.



4. Розробка нових джерел сировини – пошук і використання нових джерел сировини, які дозволяють знизити витрати на виробництво та збільшити прибуток.

5. Нові організаційні методи – нові форми організації виробництва, фінансування, управління, які покращують ефективність виробництва та забезпечують стабільний розвиток підприємства.

За Шумпетером, ці складові не можуть існувати одна без одної, а взаємодія між ними призводить до змін в економічній структурі, збільшення виробництва та розвитку економіки в цілому.

У подальшому інші вчені запропонували різні класифікації інновацій залежно від різних ознак. Наприклад, Аллен Тоффлер у своїй книзі «Хто обіймає майбутнє» (1970 р.) розрізняв «високотехнологічні» та «низькотехнологічні» інновації, основуєчись на рівні технічної складності продукту або процесу.

Сьогодні класифікація інновацій може базуватися на різних ознаках, таких як ступінь технологічної складності, ступінь ризику, рівень інвестицій та інші. Проте всі ці класифікації мають спільну мету – допомогти відповісти на питання, які інновації має розглядати інвестор, менеджер чи науковець, аби зробити правильне рішення про вкладення ресурсів у певний напрямок розробки або інновацій.

Інновація (нововведення) – кінцевий результат інноваційної діяльності, що одержав втілення у вигляді нового або вдосконаленого продукту, впровадження нового на ринку, нового або вдосконаленого технологічного процесу, що використовується в практичній діяльності, або в новому підході до соціальних послуг.

Для інновації важливі три властивості: науково-технічна новизна, виробниче впровадження, комерційна реалізованість.

Розрізняють три логічні форми інноваційного процесу:

1. Лінійна модель – це традиційний підхід до інноваційного процесу, який передбачає послідовну реалізацію етапів: дослідження та розробки, виробництва, маркетингу та продажу. Ця модель ґрунтується на припущенні, що інновації здійснюються під керівництвом науковців та інженерів, а ринок має відповісти на нові продукти.

2. Інтерактивна модель – це більш сучасна модель, яка передбачає тісну взаємодію між науковими дослідженнями, виробництвом і маркетингом. У цій моделі більший акцент робиться на комунікації між усіма сторонами, що беруть участь у процесі розробки та реалізації інновацій, що дозволяє підвищити якість інноваційних проектів.

3. Розсіяна модель – ця модель передбачає, що інновації виникають у результаті взаємодії між багатьма окремими акторами, які можуть бути розташовані в різних місцях і мати різні спеціалізації. Це можуть бути як компанії, так і наукові дослідники, державні організації, недержавні організації, громадські організації, споживачі тощо. У цій моделі інновації розглядаються як результат колективних зусиль багатьох людей, які мають різні знання та ресурси.

Під час перетворення інноваційного процесу в товарний виділяють дві його фази: 1) створення та поширення (послідовні етапи наукових досліджень, дослідно-конструкторських робіт, організацію дослідного виробництва та збуту, організацію комерційного виробництва); 2) дифузія нововведення (суспільно корисний ефект, що перерозподіляється між виробниками нововведення (НВ), а також між виробниками та споживачами).

Дифузія інновацій – процес поширення нових ідей, продуктів, процесів або технологій у різних соціальних групах або організаціях. Цей процес передбачає, що інновації не просто розробляються та створюються, але також

і використовуються та поширюються від їхніх початкових джерел до інших користувачів. Дифузія інновацій є важливим аспектом інноваційного процесу, оскільки вона дозволяє організаціям розуміти, як їхні нові ідеї та продукти будуть сприйняті та використовуватися ринком, і допомагає сприяти швидкому прийняттю інновацій на ринку.

Поширення інновації – процес розповсюдження нових ідей, продуктів, процесів або технологій серед широкої аудиторії. Цей процес може включати в себе рекламні кампанії, просування на ринку, підтримку користувачів та інші дії, спрямовані на підвищення уваги до нововведення та його прийняття користувачами.

Поширення інновацій на харчових підприємствах включає в себе впровадження нових продуктів, процесів і технологій, які можуть допомогти підприємствам покращити свою продуктивність, якість і конкурентоспроможність на ринку. Наприклад, інновації в галузі харчової промисловості можуть включати в себе:

1. Розробку нових продуктів із більш високою харчовою цінністю або іншими покращеними характеристиками, які задовольняють змінні потреби споживачів.
2. Використання нових інгредієнтів і технологій приготування, які дозволять знизити вартість продукції та поліпшити її смакові властивості.
3. Використання інноваційних методів консервації та зберігання продуктів, які дозволять продуктам довше зберігатися та мати кращу якість.
4. Впровадження нових технологій у виробництво, які дозволять знизити витрати на енергію, воду та інші ресурси.
5. Використання інформаційних технологій для оптимізації управління підприємством та покращення ефективності виробництва.

Успішне поширення інновацій на харчових підприємствах вимагає ретельного планування, вивчення ринку та конкурентів, а також залучення внутрішніх і зовнішніх ресурсів для підтримки впровадження нововведень.

Інновації можна класифікувати за різними ознаками, залежно від того, який аспект їх розгляду більш важливий для конкретного дослідження або практичного застосування.

Основні ознаки класифікації інновацій такі:

1. За ступенем новизни: революційні інновації, що змінюють основи технології чи діяльності, та еволюційні інновації, що покращують чи оптимізують існуючі рішення.
2. За напрямком впровадження: продуктові інновації, що стосуються розробки нових чи покращення існуючих продуктів, процесні інновації, що спрямовані на удосконалення технологічного процесу, та організаційні інновації, що змінюють структуру або організаційний процес управління.
3. За рівнем інтеграції в систему: локальні інновації, що стосуються певного сектору чи підприємства, та глобальні інновації, що мають значення для всієї економіки чи суспільства.



4. За масштабом впровадження: масові інновації, які мають значний обсяг і популярність серед споживачів, та нішеві інновації, спрямовані на невелику, але відносно стабільну аудиторію.

5. За типом джерела інновацій: внутрішні інновації, які розробляють у межах підприємства, та зовнішні інновації, які походять із зовнішніх джерел (наприклад, інновації, розроблені університетами чи науковими установами).

Інновації можуть бути класифіковані також за їхнім зв'язком із виробництвом, ринком і технологіями.

За зв'язком із виробництвом розрізняють такі види інновацій:

1. Продуктові інновації – пов'язані з удосконаленням виробництва та розробкою нових продуктів.

2. Процесні інновації – пов'язані з удосконаленням технології виробництва.

3. Організаційні інновації – пов'язані з раціоналізацією організації виробництва та управлінням.

4. Маркетингові інновації – пов'язані з удосконаленням маркетингової стратегії підприємства.

5. Соціальні інновації – пов'язані зі змінами в соціальній сфері.

За зв'язком із ринком інновації можуть бути:

◆ Ринкові – пов'язані зі змінами на ринку та відповідним аналізом.

◆ Захисні – пов'язані із захистом від конкуренції та уникненням залежності від конкурентів.

◆ Конкурентні – пов'язані з боротьбою з конкурентами та створенням конкурентних переваг.

За зв'язком із технологіями інновації можуть бути:

◆ Радикальні – пов'язані зі створенням нових технологій або повністю нових продуктів.

◆ Інкрементальні – пов'язані з удосконаленням наявних технологій та продуктів.

Класифікацію інновацій наведено в табл. 2.1 (див. с. 57).

Інвенція – ідея, пропозиція або проект, які після опрацювання увійдуть в інновацію.

Ініціація – перший етап у процесі створення чогось нового або запуску проекту. Це процес визначення потенційної можливості для розвитку ідеї та перетворення її на конкретний проект або бізнес-ініціативу. На етапі ініціації проводять аналіз ринку, конкурентів, технологій і потреб споживачів з метою оцінки можливості реалізації проекту. Результатом етапу ініціації є розробка стратегії проекту, опис його мети, завдань, ресурсів, необхідних для його реалізації, а також визначення можливих ризиків і шляхів їх управління.

Існують три основні ознаки класифікації інновацій (нововведень):

– за типом нововведення (соціальні, матеріально-технічні, економічні, організаційно-управлінські, соціально-управлінські, правові, педагогічні);

– за механізмом його реалізації;

– за особливостями інноваційного процесу.

Розширена класифікація інновацій з урахуванням сфер діяльності підприємства, у якій виділені інновації, містить: технологічні, виробничі, економічні, торговельні, соціальні, у сфері керування (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Класифікація інновацій

Критерії класифікації	Види інновацій
1. За масштабом новизни	– у світі; – у країні; – для галузі; – для підприємства.
2. За глибиною здійснених змін	– радикальні (базові); – ординарні (покращувальні); – модифікаційні (часткові).
3. За технологічними параметрами	– процесні; – продуктові.
4. За поширенням	– одиничні; – дифузні.
5. За етапом науково-технічного прогресу	– наукові; – технічні; – технологічні; – конструкторські; – виробничі; – інформаційні.
6. За сферою діяльності підприємства	– технологічні; – виробничі; – економічні; – торговельні; – соціальні; – управлінські; – організаційні.
7. За місцем у виробничій системі підприємства	– на вході підприємства; – у системній структурі підприємства; – на виході підприємства.
8. За очікуваним ефектом	– із науково-технічним ефектом; – із економічним ефектом; – із соціальним ефектом; – із екологічним ефектом; – із інтегральним ефектом.
9. За формою охорони результату інтелектуальної праці	– відкриття; – винахід; – корисна модель; – промисловий зразок; – раціоналізаторська пропозиція; – ноу-хау; – знак для товарів і послуг.
10. За причиною (імпульсом), що спонукає до здійснення інновацій	– “Pull”-інновації (інновації, ініційовані ринком). Вони зумовлюються потребами або конкретним попитом споживачів, чим забезпечують високий рівень вірогідності успішного результату. – “Push”-інновації (інновації, ініційовані підприємством) – здійснюються завдяки новим технологіям, для яких необхідно ще знайти сфери застосування. Такі інновації зазвичай зустрічаються спочатку з несприйняттям ринку, а їхні шанси на успіх у порівнянні з «ринковими» інноваціями є меншими.

Новація (лат. *novatio* – оновлення, зміна) – це нововведення або ідея, яка вперше введена на ринок або в галузь і є чимось новим та унікальним. Це може бути новий продукт, процес, технологія, послуга або ідея, які призводять до значних змін у певній галузі або суспільстві в цілому. Новації можуть бути ключовим фактором успіху для компаній і організацій, а також підвищувати ефективність і забезпечувати більші можливості для розвитку.

Інноваційний лаг – період між появою новації та її впровадженням.

Термін «інноваційний лаг» використовується для опису відставання однієї компанії від інших у галузі інновацій та використання нових технологій. Це може бути викликано різними причинами, наприклад, обмеженими фінансовими ресурсами, консервативною культурою організації, браком технічних знань або недостатнім інтересом керівництва у впровадженні інновацій. Інноваційний лаг може стати причиною втрати конкурентних переваг, зменшення прибутковості та загрозою довгострокового успіху компанії. Для запобігання інноваційному лагові необхідно вести постійний моніторинг ринку та технологій, інвестувати в дослідження й розвиток та створювати культуру інновацій в організації.

Інноватор – це людина або організація, яка здійснює новаторські зміни в галузі технологій, продуктів, послуг або процесів, що призводить до створення нових продуктів або поліпшення існуючих. Інноватори зазвичай відзначаються своїм творчим мисленням, здатністю до ініціативи та ризикування, а також глибоким розумінням ринку та технологій.

Інноватори можуть використовувати нові матеріали, розробляти нові технології, створювати нові ринки, удосконалювати процеси виробництва та бізнес-моделі, а також змінювати спосіб взаємодії між людьми та технологіями. Інноватори грають ключову роль у розвитку господарства, забезпечуючи зростання доходів і рівня життя, створюючи нові робочі місця та підтримуючи конкуренцію в галузі.

Ініціювання інновацій – це процес започаткування новаторських ідей і проєктів, які можуть призвести до розвитку нових продуктів, технологій, послуг, процесів або бізнес-моделей. Це може бути ініціатива, запропонована однією особою або командою, що може бути частиною організації або зовнішньої структури, такої як стартап або наукова лабораторія.

Ініціювання інновацій може бути викликано різними факторами, такими як зміни в галузі, високий рівень конкуренції, зміна потреб споживачів або технологічний прогрес. Процес ініціювання інновацій може включати в себе дослідження ринку та технологій, збір ідей, аналіз можливих ризиків і можливостей, розробку бізнес-плану та залучення фінансування.

Ініціювання інновацій може призвести до значних успіхів, зміни підходу до виробництва, відкриття нових ринків і підвищення конкурентоспроможності. Однак цей процес також пов'язаний із ризиками, такими як невдачі проєктів, необхідність змін у бізнес-моделі та надмірні витрати.

2.3. Науково-технічна та інноваційна діяльність підприємств

Інноваційна діяльність (ІД) – це процес створення, розробки та впровадження нових продуктів, послуг, технологій, процесів або бізнес-моделей, що призводить до покращення ефективності та конкурентоспроможності організацій. Інноваційна діяльність може бути проведена як у межах окремої компанії, так і в рамках більш широких процесів взаємодії з партнерами, постачальниками та споживачами.

Інноваційна діяльність включає в себе всі етапи життєвого циклу продукту: від розробки концепту та дослідження ринку до виробництва, маркетингу та продажу. Для успішного впровадження інновацій необхідно мати не тільки технічні знання, але й знання про ринок, взаємодію зі споживачами та іншими гравцями на ринку.

Інноваційна діяльність є ключовим фактором розвитку економіки та галузей, таких як технології, медицина, наука, енергетика та інші. Вона дозволяє організаціям підвищити ефективність, зменшити витрати, підвищити якість продукту та конкурентоспроможність на ринку. Також інноваційна діяльність може сприяти розвитку нових ринків і створенню нових робочих місць (рис. 2.1).

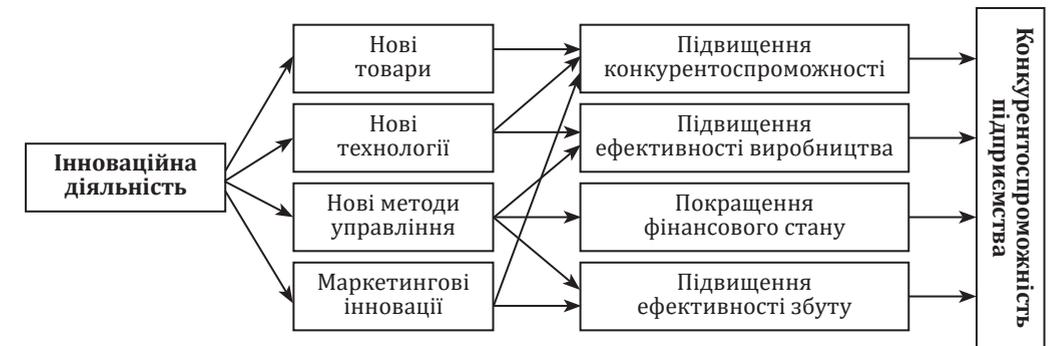


Рисунок 2.1 – Взаємозв'язок видів інновацій і критеріїв конкурентоспроможності підприємства

Мета підприємницької діяльності полягає у створенні та збереженні прибутку. Підприємець прагне збільшити свої доходи, зменшити витрати та підвищити ефективність виробництва. Однак мета підприємницької діяльності може бути різною залежно від галузі та конкретної компанії.

Окрім заробітку грошей, підприємницька діяльність може мати інші цілі, такі як створення нових робочих місць, розвиток нових технологій, покращення якості життя споживачів, підвищення економічного рівня країни тощо. У сучасному світі все більше підприємств прагнуть не тільки отримувати прибуток, але й враховувати вплив своєї діяльності на соціальне та екологічне середовище.

Однак незалежно від конкретної мети підприємницької діяльності вона повинна базуватися на принципах ефективності, економічної доцільності та дотриманні законодавства. Важливо, щоб підприємство забезпечувало якісні продукти та послуги, мало високу репутацію та було відповідальним перед споживачами та громадськістю.

Суб'єкти інноваційної діяльності – це організації та індивідуальні особи, які здійснюють дії з метою створення та впровадження нових технологій, продуктів, процесів, послуг або методів управління. Серед суб'єктів інноваційної діяльності можуть бути:

1. Підприємства, які можуть здійснювати інноваційну діяльність у вигляді досліджень та розробок, впровадження нових технологій або створення нових продуктів та послуг.

2. Державні науково-дослідні установи, які здійснюють наукові дослідження та розробки в різних галузях з метою створення нових технологій та продуктів.

3. Університети та вищі навчальні заклади, які займаються науково-дослідною діяльністю та розвитком нових технологій, а також навчають студентів у галузях, пов'язаних з інноваціями.

4. Інноваційні стартапи, які займаються розробкою нових продуктів і послуг, часто з використанням новітніх технологій та інноваційних методів.

5. Індивідуальні дослідники та винахідники, які здійснюють наукові дослідження та розробки, винаходять нові технології та продукти й реєструють свої винаходи.

6. Інвестиційні фонди та бізнес-інкубатори, які забезпечують фінансування та інфраструктуру для розвитку інноваційних стартапів та інших проєктів.

7. Громадські організації та асоціації, які можуть здійснювати інноваційну діяльність у різних галузях, сприяють розвитку інноваційного середовища, захищають права та інтереси інноваторів.

8. Державні органи, які можуть підтримувати та сприяти інноваційній діяльності в країні, включаючи виділення бюджетних коштів на дослідження та розвиток, створення законодавчої бази, виставлення державних замовлень на інноваційні продукти та послуги, та інші заходи.

Суб'єкти інноваційної діяльності можуть працювати як окремо, так і в партнерстві з іншими суб'єктами з метою створення та впровадження нових технологій і продуктів. Одним із ключових аспектів інноваційної діяльності є співпраця між різними суб'єктами з метою обміну знаннями та технологіями, взаємного навчання та підтримки.

Інноваційна діяльність підприємств – це процес розробки та впровадження нових технологій, продуктів, послуг, процесів і методів управління, які дозволяють підприємствам підвищити ефективність своєї діяльності, збільшити конкурентоспроможність та отримувати більше прибутку.

Інноваційна діяльність підприємств може бути спрямована на різні напрями, наприклад:

1. Розробка нових продуктів і послуг – це може бути вдосконалення вже існуючих продуктів або розробка зовсім нових, які можуть відповідати потребам ринку та споживачів.

2. Впровадження нових технологій – підприємства можуть використовувати нові технології для оптимізації виробництва, зменшення витрат, підвищення якості продукції та покращення умов праці.

3. Розробка нових методів управління – це може бути впровадження нових систем управління, зменшення бюрократії та підвищення ефективності управління підприємством.

4. Покращення процесів – підприємства можуть оптимізувати свої виробничі процеси, зменшити витрати на енергопостачання та водопостачання, удосконалити логістику та інші процеси для підвищення ефективності своєї діяльності.

5. Розробка нових бізнес-моделей – підприємства можуть розробляти нові бізнес-моделі, що дозволяють їм отримувати прибуток та розвиватися на ринку.

Напрямки вдосконалення інноваційної діяльності підприємства визначаються з позиції його внутрішніх потреб, таких як підвищення ефективності виробництва за рахунок оновлення всіх виробничих систем, збільшення конкурентних переваг підприємства на базі ефективного використання наукового, науково-технічного, інтелектуального та економічного потенціалів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Етапи формування інноваційної моделі на підприємстві

№	Етапи процесу	Зміст
1	Визначення потреби в інноваціях	Обізнаність у проблемі, визнання потреби в новації, переконання членів фірми в необхідності інновацій
2	Збір інформації про інновацію	Початкові відомості про інновацію. Пошук інновації
3	Попередній вибір інновацій	Розробка нововведення, оцінка інформації, вибір інновації
4	Прийняття рішення про впровадження інновацій	Рішення про прийняття інновації, затвердження рішення
5	Упровадження	Пробне впровадження, повне впровадження, використання інновації
6	Інституціоналізація	Рутинізація, модифікація, дифузія

Інституціоналізація – процес відбору та пристосування. На етапі інституціоналізації відбувається кінцевий відбір і пристосування інновацій до практичної діяльності. Інституціоналізація інновацій здійснюється через створення та зміцнення інституційних умов, які сприяють розвитку та впровадженню інновацій. Цей процес може включати в себе створення законодавчої бази для інноваційної діяльності, розвиток інфраструктури для підтримки інновацій, залучення інвестицій в інноваційні проєкти, створення освітніх програм для підготовки інноваторів та інші заходи.

Інноваційна підприємницька діяльність – це процес створення та впровадження нових або значно вдосконалених продуктів, послуг, технологій і процесів на ринку, який вимагає ризику та інвестицій з метою отримання прибутку. Він може включати в себе здійснення наукових досліджень і розробок, створення нових підприємств або розвиток існуючих, а також впровадження нових методів управління.

Основна мета інноваційної підприємницької діяльності полягає в тому, щоб створювати нові можливості для зростання бізнесу, підвищувати конкурентоспроможність і забезпечувати стабільний розвиток підприємства. Інноваційна діяльність також може мати позитивний вплив на економіку країни, створюючи нові робочі місця та сприяючи розвитку інших галузей економіки.

Для успішної реалізації інноваційної підприємницької діяльності необхідно мати досить значні знання та досвід у конкретній галузі, розуміти потреби

ринку та вміти залучати інвестиції. Також важливо мати можливість налагоджувати співпрацю з університетами, дослідницькими центрами та іншими організаціями, які можуть надавати необхідну підтримку та допомогу в реалізації інноваційних проєктів.

Інноваційна практика – це робота з розробки нових систем, обладнання, процесів, проєктів, програм, які характеризують їх спрямованість на розвиток і включають реально здійснювані нововведення в інноваційній інфраструктурі.

Інноваційну інфраструктуру можна визначити з основних взаємодоповнювальних факторів (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Сфера інноваційної діяльності

Виробництво конкурентоспроможної продукції та інноваційну діяльність слід розглядати, як органічно взаємопов'язані складові єдиного процесу, а безпосереднє виробництво в цих умовах – як процес, спрямований на створення товарно-новації на ринку. Інноваційна діяльність визначається як практичне використання у виробництві інновацій, націлене на досягнення позитивного комерційного результату на основі підвищення ефективності виробництва.

Інновації є найважливішою ланкою доведення науково-технічних розробок до стадії їх використання у виробництві з метою збільшення прибутку, утримання відповідної ланки на внутрішньому ринку та спроби її зайняття на світовому ринку через підвищення конкурентоспроможності продукції вітчизняних товаровиробників. Тому інноваційна діяльність у ринкових умовах орієнтована на економічну доцільність і прибутковість, а головною умовою практичного застосування інновації є економічний ефект. У загальній же системі економічних відносин роль інноваційної діяльності стає визначальною, адже її кінцевими результатами є підвищення ефективності виробництва. Зростання обсягів випуску наукомісткої продукції слід вважати основним чинником збільшення економічного потенціалу держави.

Технічний розвиток підприємств харчової промисловості залежить від продукції інтелектуальної власності інших країн – їхньої техніки й технологій. Технологічні засоби та досвід вітчизняних виробників частіше купують у більш розвинених держав. Як свідчить світова практика, загальною закономірністю процесу формування та запровадження ефективної науково-технічної політики в усіх індустріально розвинених країнах є тенденція концентрації стратегічного управління розвитком науки та техніки в державних структурах, а функцій оперативного управління – у приватних інвесторів.

Науково-технічні розробки винаходів – це результати наукової роботи, які передбачають створення нових технологій, продуктів, процесів, матеріалів

та інших рішень. Вони базуються на нових знаннях, які здобувають завдяки науковим дослідженням і відкриттям.

Винаходи є особливим видом науково-технічної розробки, який відрізняється тим, що включає в себе нові рішення, які можуть бути захищені патентом. Це дає їхнім авторам ексклюзивне право на використання винаходу протягом певного періоду часу, а також можливість отримати прибуток від його комерціалізації.

Науково-технічні розробки та винаходи важливі для розвитку суспільства, оскільки вони дають можливість створювати нові продукти та послуги, удосконалювати виробничі процеси, розвивати науку та техніку, підвищувати ефективність і якість життя людей. Крім того, вони стимулюють конкуренцію та інновації в ринковій економіці, забезпечують зростання зайнятості та економічне зростання.

Лише активізація процесу інвестування в інноваційний розвиток галузі може викликати якісні зрушення в техніці й технології виробничої бази промислових підприємств і проводити структурні зміни в напрямі виробництва та оновлення продукції, підвищення її конкурентоспроможності. Активізація цього процесу також покращить кінцеві економічні результати їхньої діяльності на основі підвищення якості управління, забезпечуючи поєднання інвестиційного попиту та інвестиційної пропозиції на ринку інвестиційних товарів.

Законом України «Про інвестиційну діяльність» вона визначена як одна з форм інвестиційної діяльності та здійснюється з метою впровадження науково-технічного прогресу у виробництво та соціальну сферу.

Інвестиційна діяльність передбачає вкладання коштів у різні види активів з метою отримання доходу або збільшення капіталу. Інвестиції можуть бути здійснені в різні види активів, включаючи фінансові інструменти, нерухомість, обладнання, інтелектуальну власність та інші активи. Також проводять аналіз інвестиційних можливостей, вибір потрібних видів активів, оцінку ризиків і розрахунок потенційних доходів. Інвестори можуть бути як фізичними особами, так і юридичними особами, включаючи підприємства, фонди, банки та інші інвестиційні організації.

Науково-технічна та інноваційна діяльність є необхідною умовою розвитку інноваційних процесів, і керування цією сферою є одним із завдань інноваційного менеджера.

Результатом інноваційної діяльності є новини, а запровадження їх у господарську практику визнається за нововведення.

За своїм характером інноваційна діяльність, новини та нововведення поділяють на взаємопов'язані види: технічні новини й нововведення, організаційні нововведення, економічні нововведення, соціальні нововведення, юридичні нововведення.

У дослідженнях інновацій виділяють такі види інноваційної діяльності:

- ❖ інструментальна підготовка та організація виробництва;
- ❖ пуск виробництва та передвиробничі розробки, що включають модифікації продукту й технологічного процесу, перепідготовку персоналу для застосування нових технологій та устаткування, а також пробне виробництво, якщо передбачається доробка конструкції;
- ❖ маркетинг нових продуктів;
- ❖ придбання неупреждженої технології збоку у формі патентів, ліцензій, розкриття ноу-хау, торговельних марок, конструкцій, моделей і послуг технологічного змісту;

- ❖ придбання упередженої технології;
- ❖ виробниче проектування.

Інноваційна діяльність безпосередньо пов'язана з розвитком економіки та суспільства в цілому. Інновації можуть забезпечувати підприємствам конкурентну перевагу, сприяти збільшенню продуктивності та ефективності виробництва, підвищенню якості продукції та послуг, розширенню асортименту продукції та відкриттю нових ринків (рис. 2.3).

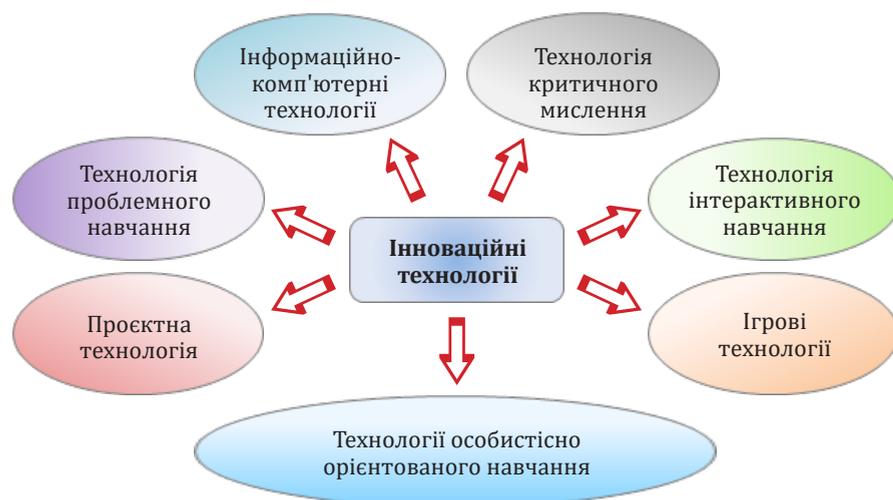


Рисунок 2.3 – Схема інноваційних технологій

Інноваційні технології можуть також забезпечувати важливі соціальні та екологічні вигоди, такі як зменшення викидів шкідливих речовин, поліпшення якості життя людей і зменшення витрат на охорону здоров'я.

Держави та інші організації можуть підтримувати інноваційну діяльність через фінансування досліджень і розробок, надання податкових пільг та інших стимулів для інноваційної діяльності, а також шляхом сприяння обміну знаннями та технологіями між підприємствами та іншими організаціями.

Необхідні відповідні заходи заохочення державою науково-технічної діяльності та прискорення інноваційного циклу, зокрема податкові пільги виробникам продукції та експортні пільги для підприємств, що реалізують готові високотехнологічні вироби. Зарубіжні країни виявляють суттєву зацікавленість до інновацій і продукції наукомістких галузей України, що обумовлюється цілою низкою факторів, а саме:

1. Ціновим, оскільки українські технології, техніка та висококваліфікована праця дешевші за аналогічні зарубіжні.

2. Суб'єктивним, бо поінформованість наших спеціалістів щодо міжнародних юридичних процедур оформлення права власності, основ високотехнологічного менеджменту невисока. До того ж українські підприємства, що борються за ринок збуту, а інколи і за теперішній прибуток, не навчилися оцінювати передбачувану операцію зі стратегічних позицій.

3. Технологічним, тому що багато розробок унікальні, кваліфікація наших учених і практиків достатньо висока, є надзвичайно ефективні технології виробництва традиційної продукції.

Позитивний вплив процесів інноваційної діяльності повинен проявлятися в забезпеченні підприємства виробництвом конкурентоспроможної продукції, рості фондвіддачі, зниженні фондомісткості продукції, підвищенні продуктивності праці, поліпшенні якості та зростанні рентабельності виробництва продукції.

Також позитивний вплив процесів інноваційної діяльності може проявлятися в різних аспектах економіки та суспільства. Деякі з них включають:

1. Економічне зростання. Інновації можуть забезпечити нові можливості для підприємств, що збільшує їхню прибутковість і допомагає збільшувати ВВП країни.
2. Поліпшення конкурентоспроможності. Інновації дозволяють підприємствам створювати нові продукти та послуги, які можуть бути конкурентними на ринку.
3. Покращення якості життя. Інновації можуть забезпечити нові методи лікування, більш ефективні технології виробництва, зниження вартості продукції та покращення загальної якості життя.
4. Збереження довкілля. Інновації можуть допомогти зменшити вплив виробництва на довкілля та знизити споживання ресурсів.
5. Соціальні вигоди. Інновації можуть допомагати вирішувати соціальні проблеми, такі як безробіття, бідність і нерівність.

2.4. Інноваційні процеси проектування нового продукту та аналіз результатів проекту

Інноваційний процес (ІП) визначається як комплекс послідовно пов'язаних етапів, що передбачає створення, впровадження та поширення новітніх продуктів, технологій, послуг або процесів в економічну та соціальну практику. Інноваційний процес зазвичай містить наступні етапи:



1. Дослідження та розробка нових ідей і технологій.
2. Упровадження нововведень у виробництво або послуги.
3. Комерціалізація та поширення нововведень на ринку.
4. Моніторинг та оцінка результатів інноваційного процесу.
5. Інноваційний процес може бути здійснений як на рівні окремого підприємства, так і на рівні міжнародної співпраці та глобальної економічної системи.

Інновації можуть бути впроваджені в усіх аспектах діяльності харчового підприємства, включаючи:

- 1) розробку нових продуктів – створення нових продуктів або модифікація наявних продуктів, які мають покращену якість, смак, вигляд, поживну цінність або інші характеристики, що задовольняють змінні потреби споживачів;

2) удосконалення технологій виробництва – упровадження нових технологій, які дозволяють знизити витрати на виробництво, підвищити продуктивність та якість продукції, збільшити термін зберігання продуктів, а також зменшити вплив на довкілля;

3) використання нових інгредієнтів – упровадження нових інгредієнтів у виробництво, які дозволяють збільшити поживну цінність, поліпшити смакові властивості та здатність продукту до зберігання;

4) удосконалення управління підприємством – використання інформаційних технологій та вдосконалення управлінських процесів для підвищення ефективності управління підприємством;

5) збільшення конкурентоспроможності – використання інноваційних підходів для підвищення конкурентоспроможності на ринку, таких як розвиток нових ринків збуту.

Інновації продукту (товару), що передбачають створення нових або вдосконалення існуючих продуктів (товарів), які випускаються, характеризуються типом інновацій – найбільш поширеним і важливим для забезпечення конкурентоспроможності виробничого підприємства.

Створення нових продуктів, що мають високі технічні, споживчі та економічні показники, – досить складний процес, що вимагає значних витрат часу та ресурсів, залучення великої кількості як зовнішніх, так і внутрішніх виконавців, який дуже тісно пов'язаний з усіма іншими сферами діяльності підприємства.

Суб'єкти інноваційного процесу харчової промисловості можна поділити на декілька груп:

1. Промислові підприємства: виробники продуктів харчування, які займаються розробкою та впровадженням нових технологій, інгредієнтів, пакування, маркетингу тощо.

2. Дослідні установи: науково-дослідні інститути, університети, науково-дослідні лабораторії, які займаються дослідженням технологій і розробкою нових продуктів.

3. Громадські організації: організації споживачів, екологічні організації, профспілки, які впливають на розвиток і реалізацію інновацій у харчовій промисловості.

4. Державні органи: міністерства, відомства, агентства, які забезпечують регулювання та підтримку інноваційного процесу в харчовій промисловості.

5. Інвестиційні фонди та інші фінансові установи, які надають фінансову підтримку підприємствам і дослідним установам, що займаються розробкою та впровадженням інновацій у харчовій промисловості.

Інноваційний процес у харчовій промисловості, як і в інших галузях, складається з кількох етапів. Розглянемо основні етапи інноваційного процесу в харчовій промисловості:

1. Дослідження та розробка. На цьому етапі проводять науково-дослідні роботи, у ході яких вивчають нові технології, компоненти, розробляють формули продуктів тощо.

2. Проектування. На даному етапі створюються проекти нових продуктів, технологій та устаткування, які підлягають подальшій розробці.

3. Розробка та виробництво. На цьому етапі здійснюють розробку та виготовлення нових продуктів або впровадження нових технологій у виробництво.

4. Маркетингові дослідження. На даному етапі проводять дослідження ринку для визначення потреб споживачів, аналізу конкурентів і визначення цін на продукцію.

5. Впровадження. На останньому етапі інноваційного процесу відбувається впровадження нових продуктів і технологій у виробництво.

Важливо зазначити, що інноваційний процес є циклічним, тому після впровадження новинок на ринок починається новий цикл дослідження, розробки та впровадження.

Останнім часом широко поширюється практика прискореного проектування на основі поєднання окремих етапів і періодів інноваційного процесу, що отримала назву *суміщеного проектування* (concurrent engineering, CE). Принцип суміщеного проектування використовують, як правило, на фірмах, які здійснюють неодноразові масштабні інноваційні проекти, спрямовані на оновлення асортименту продукції, що випускається, розвиток технології та організації виробництва, розширення ринків збуту продукції. У цих умовах з'являється можливість формувати стійкі групи фахівців, які тісно взаємодіють між собою та в рамках міжпроектної координації та інтеграції. Як правило, технічною та організаційною основою такої інтеграції є внутріфірмова типізація та стандартизація процесів і вузлів, що дозволяє використовувати принципи модульного проектування для створення нових або модернізації наявних зразків продукції.

Харчова галузь є однією з ключових, яка безпосередньо пов'язана із забезпеченням людства продуктами харчування. Тому інноваційний процес у цій галузі має свої особливості. Деякі з них такі:

1. Сезонність та обмеженість часу зберігання продуктів харчування.

2. Велика кількість малого та середнього бізнесу, який займається виробництвом продуктів харчування, що забезпечує велику конкуренцію в галузі.

3. Високі стандарти безпеки продуктів харчування, які вимагають наявності відповідних сертифікатів і дозволів для виробництва продуктів.

4. Потреба в постійному контролі якості продуктів, оскільки неправильне виробництво чи зберігання може спричинити ризик для здоров'я споживачів.

5. Необхідність впровадження нових технологій, щоб забезпечити ефективну обробку продуктів, підвищення якості та збільшення терміну їх зберігання.

У зв'язку з цим інноваційний процес у харчовій галузі має враховувати специфіку цієї галузі, а також необхідність дотримання високих стандартів якості та безпеки продуктів.



Одночасно в межах однієї галузі, як правило, здійснюється не один, а кілька інноваційних проєктів з різних виробів або видів діяльності. Усі вони незалежно від конкретного змісту взаємопов'язані між собою, бо конкурують за ресурсами та часто спрямовані на заміну вже освоєних у виробництві продуктів.

Розвиток сучасного виробництва конкурентоспроможної продукції неможливий без масштабних, орієнтованих на довгостроковий період наукових досліджень. Нові наукові знання, що створюються наукою для постійного прогресу в області техніки, у виробництві технології, відкриття нових законів і закономірностей, явищ у природі, з'являються як результат наукових досліджень, що становлять початкову стадію процесу створення нової продукції.

Проектування нового продукту – це комплексний процес, який містить кілька етапів. Основні етапи проектування нового продукту можуть бути такими:

1. Формулювання ідеї. На цьому етапі створюється ідея нового продукту або вдосконалюється ідея на основі вже існуючих продуктів.

2. Аналіз ринку. На цьому етапі вивчають попит на подібні продукти на ринку, конкуренцію, ринкові тенденції, перспективи розвитку та інші фактори, що впливають на успішність продукту.

3. Розробка концепції. На цьому етапі формують загальну концепцію продукту, визначають його характеристики, якості, призначення та інші особливості.

4. Розробка прототипу. На цьому етапі створюють перший прототип продукту, який тестують для перевірки його характеристик, функціональності та інших параметрів.

5. Випробування продукту. На цьому етапі проводять випробування продукту, щоб переконатися, що він відповідає всім вимогам, відповідним стандартам, і він може бути вироблений у реальних умовах виробництва.

6. Виробництво та впровадження. На останньому етапі розробляють виробничий процес та починають виробництво продукту. Впровадження продукту на ринок зазвичай здійснюється за допомогою маркетингової стратегії та рекламних кампаній.

Результати розрахунків і погоджень відображають у технічному завданні (ТЗ) на розробку, що підлягає затвердженню.

Розробка проєктної документації передбачає виконання комплексу робіт, що визначають концептуальні рішення щодо нового продукту: вибір принципу дії, загальне конструювання продукту, вимоги до складу вузлів і функціональних блоків, інженерний і вартісний аналіз функціональної структури продукту, проведення експериментальних робіт і випробувань окремих вузлів і конструювальних рішень тощо. Проектування продукту включає виконання етапів розробки технічної пропозиції, ескізного та технічного проєктів. Завершення кожного з перерахованих етапів супроводжується, як правило, підготовкою відповідної проєктної документації, проведенням погоджень із замовником за досягнутими проміжними результатами.

У період розроблення робочої документації завершують проектування нового продукту та здійснюють підготовку комплексу конструкторської документації, необхідної для виготовлення виробу. Робочий проєкт передбачає найбільш повну деталізацію конструкції, що забезпечує можливість виготовлення, контролю

та приймання окремих деталей і вузлів, а також складання, випробування та експлуатації продукту споживачем. Робоча документація включає підготовку робочих креслень деталей, складальних одиниць і вузлів виробу, виробничої та експлуатаційної документації (паспорт виробу, опис для користувача, інструкція з експлуатації, документи сервісного обслуговування, гарантійна документація та ін.). При проведенні інженерних розрахунків обґрунтовують вибір системи допусків, перевіряють розмірні ланцюги, оптичні, механічні, електричні та інші параметри, характеристики окремих деталей і вузлів. Специфікації складають у вигляді спеціальних відомостей деталей і вузлів виробу, а також можуть бути представлені в графічній формі, що відображає ієрархічну структуру побудови виробу. Конструкція нового продукту повинна враховувати масштаби та умови його виробництва й орієнтуватися на мінімальні виробничі витрати. Із цією метою здійснюють комплекс робіт, який становить зміст конструкторської підготовки виробництва.

Для вирішення питання втілення інновацій необхідно провести соціальний, інституційний і екологічний аналіз інноваційного проєкту.

Мета проведення соціального, інституційного та екологічного аналізу інноваційного проєкту полягає в з'ясуванні його впливу на суспільство, інституції та навколишнє середовище.

Для оцінювання соціального впливу інноваційного проєкту можуть використуватись наступні складові компоненти соціального аналізу:

1. Соціальна демографія: дослідження демографічних характеристик тих, хто може бути зацікавлений у використанні інноваційного проєкту, таких як вік, стать, освіта, дохід, місце проживання тощо.

2. Соціальний вплив: оцінка того, як інноваційний проєкт може вплинути на соціальні процеси, зокрема на економіку, зайнятість, культуру, навколишнє середовище, здоров'я та інші соціальні аспекти.

3. Оцінка ставлення до інноваційного проєкту: дослідження думок та уявлень тих, хто може бути зацікавлений у використанні інноваційного проєкту, а також тих, хто може бути проти нього. Оцінка ставлення може допомогти зрозуміти, які аспекти проєкту викликають найбільший інтерес і які можуть бути проблемними.

4. Оцінка впливу на спільноти: дослідження того, як інноваційний проєкт може вплинути на різні спільноти, зокрема на ті, що можуть бути залучені до проєкту, а також на ті, що можуть бути до нього не сприйнятливими.

5. Оцінка стійкості: оцінка того, наскільки інноваційний проєкт може бути стійким у майбутньому, зокрема, які ресурси та інфраструктура можуть бути необхідні для його розвитку, і які загрози можуть виникнути в майбутньому.

Використання цих компонентів може допомогти оцінити соціальний вплив інноваційного проєкту та зрозуміти, які соціальні та культурні наслідки можуть супроводжувати його впровадження. Оцінка соціального впливу інноваційного проєкту є важливим етапом у процесі розробки та впровадження інновацій, оскільки дозволяє зрозуміти, як проєкт може вплинути на соціальну та культурну сфери, і допомагає уникнути негативних наслідків.

Додатково до перерахованих складових, до соціального аналізу інноваційного проєкту можуть бути включені також інші фактори залежно від конкретного контексту проєкту. Наприклад, може бути важливим дослідження технологічного

потенціалу проекту, його відповідність законодавству, аналіз конкурентного середовища та інші аспекти, що впливають на успішність реалізації проекту.

У цілому соціальний аналіз інноваційного проекту є важливим інструментом, який дозволяє зрозуміти, як проект може вплинути на соціальне та культурне середовище, а також допомагає забезпечити успішну реалізацію проекту.

Інституційний аналіз є важливою складовою соціального аналізу інноваційного проекту, оскільки допомагає зрозуміти, як проект може вплинути на інституційне середовище та які соціальні й культурні фактори можуть вплинути на успішність проекту.

До складових інституційного аналізу можуть належати:

◆ Аналіз правового середовища: включає дослідження законодавства, що регулює діяльність проекту, а також можливості для його розвитку та впровадження. Для успішного впровадження проекту важливо забезпечити відповідність його законодавству.

◆ Аналіз політичного середовища: включає дослідження політичних і громадських організацій, які можуть вплинути на розвиток проекту, а також дослідження політичної волі й підтримки проекту від уряду та інших зацікавлених сторін.

◆ Аналіз економічного середовища: включає дослідження фінансової стійкості проекту, можливостей залучення фінансування, а також оцінку витрат на реалізацію проекту та очікуваних прибутків.

◆ Аналіз соціального середовища: включає дослідження відносин між соціальними групами, що можуть бути задіяні в проекті, оцінку соціальної підтримки проекту та можливостей для залучення громадськості до реалізації проекту.

◆ Аналіз культурного середовища: включає дослідження культурних традицій і цінностей, що можуть вплинути на прийняття проекту в суспільстві, а також можливостей для його адаптації до культурного контексту. Наприклад, проект, який має впроваджуватися в країні зі значним рівнем релігійності, повинен враховувати релігійні традиції та культурні особливості.

◆ Аналіз інституційної взаємодії: включає дослідження інституційних відносин і взаємодії між зацікавленими сторонами, такими як уряд, громадські організації та приватний сектор. Цей аналіз допомагає виявити можливі конфлікти та шляхи їх вирішення, а також знайти партнерів для реалізації проекту.

Загалом інституційний аналіз є важливим інструментом для оцінювання соціального впливу інноваційного проекту, оскільки він дозволяє враховувати соціальні та культурні фактори, які можуть вплинути на успішність проекту, і знаходити способи їх врахування та вирішення.

Екологічний аналіз є важливим компонентом соціального



аналізу інноваційного проекту, оскільки допомагає визначити, як впровадження проекту вплине на навколишнє середовище та здоров'я людей.

Основні складові екологічного аналізу, який оцінює соціальний вплив інноваційного проекту, наступні:

◆ Оцінка екологічного впливу: передбачає дослідження потенційних впливів проекту на навколишнє середовище. Цей аналіз може включати вивчення викидів, стічних вод, відходів та інших видів забруднення, які можуть виникнути під час реалізації проекту.

◆ Оцінка впливу на здоров'я людей: допомагає визначити можливі впливи проекту на здоров'я людей, які можуть бути пов'язані з використанням небезпечних речовин або забруднених матеріалів, емісією шкідливих речовин в атмосферу та інші аспекти.

◆ Оцінка взаємодії з природоохоронними організаціями: включає вивчення можливих взаємодій з організаціями, які займаються охороною довкілля, щоб забезпечити взаємне розуміння та співпрацю.

◆ Оцінка можливості використання відновлювальних джерел енергії: допомагає визначити можливість використання відновлювальних джерел енергії для зменшення впливу проекту на навколишнє середовище.

◆ Оцінка взаємодії з місцевою спільнотою: включає вивчення можливих взаємодій із місцевими жителями, громадськими організаціями та іншими зацікавленими сторонами. Цей аналіз може включати дослідження впливу проекту на життя місцевих жителів, їхню культурну спадщину та економіку.

◆ Оцінка можливості використання зелених технологій: допомагає визначити можливість використання зелених технологій для зменшення впливу проекту на навколишнє середовище.

◆ Оцінка ризику: включає визначення можливих ризиків, пов'язаних із реалізацією проекту, та розробку стратегій мінімізації цих ризиків.

Усі ці компоненти допомагають визначити можливі наслідки впровадження інноваційного проекту на навколишнє середовище та соціальну сферу. Оцінка екологічного впливу є важливою частиною соціального аналізу, оскільки допомагає забезпечити сталий розвиток і збереження навколишнього середовища для майбутніх поколінь.

2.5. Сучасне управління інноваційними проектами

Зміст поняття «інноваційне управління» розглядають як:

- 1) науку та мистецтво управління (менеджмент) інноваціями;
- 2) вид діяльності та процес прийняття управлінських рішень в інноваціях;
- 3) апарат управління інноваціями.

Як наука та мистецтво управління інноваційний менеджмент базується на теоретичних положеннях загального менеджменту.

Як вид діяльності та процес прийняття управлінських рішень інноваційний менеджмент є сукупністю процедур, які складають загальну технологічну схему управління інноваціями на підприємстві.

Інноваційний менеджмент як апарат управління інноваціями передбачає структурне оформлення інноваційної сфери.

Основною метою інноваційного менеджменту є забезпечення найбільш ефективних шляхів реалізації інноваційної стратегії підприємства на окремих етапах його розвитку.

Інноваційне управління проектами – це систематичний і процесуальний підхід до управління проектами з метою створення нових ідей, продуктів і послуг, їх ефективності та конкурентоспроможності.

Основні засади інноваційного управління проектами включають:

1. Визначення стратегії інноваційного розвитку, яка враховує потреби та очікування клієнтів, конкурентів та ринку.
2. Створення команди проекту, що складається з талановитих і кваліфікованих фахівців, які можуть працювати в колаборативному середовищі та забезпечують ефективність проекту.
3. Розробка та реалізація проекту за допомогою інноваційних технологій і методика, що дозволяють створювати нові ідеї, продукти та послуги з високою конкурентоспроможністю.
4. Визначення показників ефективності проекту та систематичний моніторинг їх реалізації для досягнення поставлених цілей і результатів.
5. Залучення фінансових, людських, матеріальних та інтелектуальних ресурсів для реалізації проекту та підвищення ефективності інноваційного управління проектами.



Інноваційний менеджмент – це система управління, спрямована на реалізацію інноваційних проектів та забезпечення сталого розвитку підприємства. Його основна мета полягає в тому, щоб забезпечити ефективне використання ресурсів, зокрема фінансових, людських і матеріальних, для створення та впровадження нових продуктів, технологій і послуг.

рення та впровадження нових продуктів, технологій і послуг.

Інноваційний менеджмент включає в себе такі етапи, як ідентифікація та аналіз інноваційних можливостей, розробка стратегії та планування проектів, впровадження нових продуктів і технологій, а також моніторинг та оцінка результатів. Для успішного інноваційного менеджменту необхідні як технічні знання, так і знання з області маркетингу, фінансів, права та інших галузей, а також уміння працювати в команді та керувати проектами.

Інноваційний менеджмент у харчовій промисловості – це система управління, що базується на використанні інноваційних технологій, процесів та інструментів з метою підвищення конкурентоспроможності підприємств.

Управління інноваційними проектами в харчовій промисловості може включати в себе наступні етапи:

1. Аналіз потреб ринку та споживачів – це дозволяє визначити потреби ринку та споживачів, виявити нові тренди, ідентифікувати недоліки та проблеми на ринку.
2. Розробка ідеї – включає в себе формування концепції, розробку стратегії розвитку проекту, формування команди та вибір інструментів, які допоможуть реалізувати ідею.

3. Розробка та виготовлення продукту – це етап, на якому розробляють концептуальний дизайн продукту, проводять технічні дослідження, виробляють партію зразків продукту.

4. Випробування та аналіз результатів – цей етап дозволяє визначити ефективність продукту, виявити його переваги та недоліки, а також визначити, які аспекти потребують покращення.

5. Впровадження продукту на ринок – це етап, на якому проводять рекламну кампанію, забезпечують продаж продукту та аналізують результати продажів.

Інноваційний менеджмент у харчовій промисловості може включати в себе використання нових технологій, таких як роботизація, автоматизація та використання інтернету речей, що дозволяє підвищити ефективність і якість продукту, а також зменшити витрати на виробництво та реалізацію.

Основним завданням інноваційного менеджменту є забезпечення розвитку підприємства через створення та впровадження нових продуктів, технологій і послуг. Для цього він повинен вирішувати наступні завдання:

1. Ідентифікація інноваційних можливостей. Інноваційний менеджмент повинен здійснювати моніторинг ринку, технологій та інших важливих напрямків, щоб вчасно виявляти нові інноваційні можливості для підприємства.
2. Розробка стратегії. Інноваційний менеджмент повинен виробляти стратегії, які визначають, які нові продукти, технології та послуги підприємство повинно створити, як вони будуть реалізовуватися, який потенціал вони мають, і як їх буде використовувати підприємство.
3. Розробка плану проекту. Інноваційний менеджмент повинен розробляти плани проектів, які включають у себе календарні плани, бюджети, ресурси та інші важливі елементи для успішного впровадження нових інновацій.
4. Впровадження нових продуктів, технологій і послуг. Інноваційний менеджмент повинен впроваджувати нові інноваційні продукти, технології та послуги, які були розроблені відповідно до стратегії та плану проекту.
5. Моніторинг та оцінка результатів. Інноваційний менеджмент повинен проводити моніторинг та оцінку результатів впровадження нових інновацій, щоб забезпечити їхню ефективність та вчасно вносити необхідні корективи.

Інноваційний менеджмент також включає в себе розробку планів розвитку, оцінку ризиків, контроль виконання проектів, аналіз результатів інноваційних процесів та їхнього впливу на компанію, пошук та аналіз нових ідей і технологій, вивчення ринку та конкурентних умов, управління інтелектуальною власністю та інше. *Основне завдання інноваційного менеджменту* полягає у створенні та реалізації нових ідей, продуктів, процесів, технологій і послуг, які забезпечують конкурентні переваги компанії на ринку та її успішне функціонування в майбутньому.

Основні функції інноваційного менеджменту на харчовому підприємстві включають:

- 1) розробку стратегії інноваційного розвитку. Інноваційний менеджмент повинен визначити, які інноваційні проекти мають бути реалізовані, які цілі та завдання мають бути досягнені та які ресурси мають бути залучені;
- 2) пошук нових ідей і технологій. Інноваційний менеджмент повинен постійно вивчати нові технології та ідеї, які можуть допомогти підприємству поліпшити

вільного ринку, стабільності економіки та правової системи можуть зробити інноваційний проєкт більш привабливим для інвесторів.

Отже, інвестиційна привабливість інноваційного проєкту залежить від багатьох факторів, таких як інноваційність, розмір ринку, конкурентоспроможність, ризики, бізнес-модель і фінансові перспективи, команда та її досвід, підтримка від держави та інших інституцій, технічна реалізованість і сприятливе інвестиційне середовище.

Загальним методом оцінки інновації є відношення ефекту (результату) до витрат.

Основними показниками загальної економічної ефективності інновацій є:

– *інтегральний ефект* (поняття, яке використовують для опису сукупного впливу декількох факторів на результат, який є більшим, ніж сума впливів кожного фактора окремо. Інтегральний ефект може бути позитивним або негативним залежно від того, чи підвищує або знижує результат сукупний вплив факторів. Наприклад, якщо підприємство впроваджує декілька інновацій разом, то може виникнути інтегральний ефект, що призведе до збільшення загального ефекту від інновацій. Це може бути досягнуто за рахунок співпраці різних факторів, які доповнюють один одного та сприяють досягненню кращого результату, ніж якщо б кожен із факторів діяв окремо. З іншого боку, негативний інтегральний ефект може мати місце в тому випадку, коли сукупний вплив декількох факторів призводить до зниження результату. Наприклад, якщо на підприємстві одночасно відбувається зменшення обсягу виробництва та збільшення витрат на рекламу, то це може призвести до зменшення загального прибутку, який буде менший, ніж сума впливів кожного фактора окремо.

Інтегральний ефект, або чиста теперішня вартість (*Net Present Valub (NPV)*) ($E_{ін}$) – це різниця між результатами та інноваційними витратами за розрахунковий період, приведеними до одного року (як правило, до початкового), тобто з урахуванням дисконтування результатів і витрат.

Інтегральний ефект визначається згідно з наступною формулою:

$$E_{ін} = \sum_{t=0}^{B_p} (P_t - B_t) \alpha_t, \quad (2.1)$$

де B_p – витрати розрахункового періоду (року);

P_t – результат діяльності за 1-ший період;

B_t – інноваційні витрати за 1-ший рік;

α_t – коефіцієнт дисконтування (дисконтний співмножник).

Назва цього показника залежно від умов термінології може змінюватися, та інтегральним ефектом може вважатися чистий дисконтований дохід, чиста приведена або чиста теперішня вартість, чистий приведений ефект, але суть їх одна й та сама;

– *індекс рентабельності інновацій* (ІРІ) є одним із ключових показників ефективності інноваційних проєктів та визначається, як відношення дисконтованих грошових потоків від проєкту до його вартості. ІРІ може бути визначений на різних етапах інноваційного проєкту: від оцінки потенційних проєктів до оцінки реалізованих інновацій. Визначення ІРІ дає змогу оцінити можливість відновлення вкладених коштів і прибутковість інноваційного проєкту. ІРІ повинен бути

більшим за один, щоб інноваційний проєкт був економічно ефективним. Якщо ІРІ менший за один, то витрати на проєкт перевищують його потенційний прибуток. У той же час ІРІ не є єдиним показником ефективності інноваційного проєкту та повинен розглядатися разом з іншими факторами, такими як загальна рентабельність, час повернення інвестицій, ризики та інші.

Індекс рентабельності (I_p) – це відношення наведених доходів до наведених на ту ж дату інноваційних витрат. Для розрахунку індексу рентабельності використовують наступну формулу:

$$I_p = \frac{\sum_{t=0}^{B_p} (D_j \alpha_t)}{\sum_{t=0}^{B_p} (K_t \alpha_t)}, \quad (2.2)$$

де D_j – дохід за j -період;

K_t – сума інвестицій в інновації за t -період.

У чисельнику рівняння – дохід, наведений до моменту початку реалізації інновації, а в знаменнику – величина інвестицій в інновації, дисконтованих до моменту початку процесу інвестування. Тобто порівнюють дві частини потоку платежів: дохід від інновації та інвестиційних вкладень в інновації.

Якщо інтегральний ефект $E_{ін} > 0$, то індекс рентабельності теж $I_p > 1$, інноваційний проєкт слід вважати економічно ефективним, і його доцільно рекомендувати для впровадження в практику. Якщо $I_p < 1$, то інноваційний проєкт неефективний. В умовах дефіциту коштів перевагу необхідно надавати тим інноваційним проєктам, для яких значення I_p найбільше;

– *норма рентабельності* (відсоткове відношення прибутку до інвестованих коштів або активів). Цей показник відображає ефективність використання капіталу та є одним із найважливіших економічних показників, що використовують в оцінці фінансової діяльності підприємств. Норма рентабельності дозволяє визначити, наскільки успішним є підприємство залежно від величини прибутку, який воно отримує за певний період часу. Це дозволяє інвесторам, вкладникам і керівникам підприємств зробити правильний вибір при прийнятті рішень щодо інвестування та фінансування. Норма рентабельності може бути розрахована для всього підприємства або окремих напрямків його діяльності. Вона також може бути порівняна з нормами рентабельності інших підприємств у тій самій галузі, що дозволяє оцінити конкурентоспроможність підприємства. Однак слід зазначити, що норма рентабельності не є єдиним критерієм ефективності діяльності підприємства та має бути розглянута разом з іншими факторами, такими як ризики, капіталовкладення та інші.

Норма рентабельності (внутрішня норма доходності *Internal Rate of Return (IRR)*) (E_p) – це норма дисконту, при якій дисконтовані доходи за відповідний проміжок часу дорівнюють інноваційним вкладенням (витратам). У тому випадку доходи та витрати інноваційного проєкту визначають шляхом приведення до розрахункового моменту згідно з наступними формулами:

$$D = \sum_{t=1}^T \frac{D_t}{(1 + E_p)^t}, \quad (2.3)$$

$$K = \sum_{t=1}^T \frac{K_t}{(1 + E_p)^t}, \quad (2.4)$$

де D_t – дисконтовані доходи відповідного періоду;
 K_t – дисконтовані вкладення того ж періоду.

Тоді, якщо дисконтовані доходи за відповідний період дорівнюють інноваційним вкладенням, тобто $D=K$, то:

$$D - K = 0. \quad (2.5)$$

Показник E_p (норма рентабельності) має й інші назви: внутрішня норма доходності, внутрішня норма прибутку, норма повернення інвестиції.

Для подальшого аналізу відбирають ті інноваційні проекти, внутрішня норма доходності яких оцінюється величиною не нижче 15–20 %.

Отриману розрахункову величину E_p порівнюють із доцільною для інвестора нормою рентабельності. І лише тоді можна розглядати інноваційні рішення, коли значення E_p не менше того, що вимагає інвестор.

Якщо інноваційний проект повністю фінансують за рахунок позики банку, то значення E_p вказує верхню межу припустимого рівня банківської процентної ставки, перевищення якої робить проект економічно неефективним.

Якщо проект фінансують з інших джерел, то нижня межа E_p відповідає ціні авансового капіталу (Cost of Capital), яку можна розрахувати як середньоарифметичну зважену плату (процентну ставку) із залучених фінансових ресурсів за наступною формулою:

$$C_{\text{ИНВ}} = \frac{\sum_{j=1}^m K_j V_j}{\sum_{j=1}^m V_j}, \quad (2.6)$$

де $C_{\text{ИНВ}}$ – ціна залученого капіталу (інвестицій) (Cost of Capital);
 K_j – ставка залучення фінансового капіталу ($K_j=0$ для безкоштовних позик) % річних;
 V_j – обсяг залучення коштів;
 m – кількість джерел залучення капіталу.

Ціна капіталу визначає нижню межу доходності інноваційного проекту – норму прибутку на інновацію. Інноватор, приймаючи рішення щодо реалізації проекту, повинен враховувати ціну власного капіталу, ціну залученого капіталу, структуру капіталу. Аналіз сукупності цих факторів є основою для визначення інвестиційної привабливості інноваційного проекту, а також вирішення проблем еквівалентності вкладання коштів: в інноваційний проект чи як тимчасово вільні в банківські депозити або державні цінні папери, отримуючи певний дохід без зайвого ризику. Тому доходність інноваційного проекту повинна бути більшою за ставку банківських депозитів та доходи з цінних паперів.

Ризик інвестицій на фінансовому ринку оцінюють фінансові менеджери, і на основі такої оцінки при прийнятті рішень щодо фінансування інноваційного проекту інвестор закладає рівень ризику як надбавку до норми прибутку.

Кожний ризик може бути кількісно визначений через імовірність небажаного результату та «ціну ризику», під якою розуміють вартість втрачених доходів

внаслідок імовірності небажаного результату. За Ф.Олсенем, ціну ризику (ЦР) можна визначити наступним чином:

$$ЦР = P - P', \quad (2.7)$$

де P – прибуток, що планують без урахування ризику;
 P' – імовірний прибуток з урахуванням даного виду ризику.

Проаналізувавши ризики, підприємство має:

1) визначити вагомість ризиків. Підприємство повинно визначити, які ризики є найбільш вагомими для його бізнесу та як вони можуть вплинути на його фінансові результати;

2) розробити стратегію управління ризиками. Підприємство повинно розробити стратегію управління ризиками, яка дозволить зменшити вплив ризиків на його діяльність. Це може включати в себе визначення можливостей для зменшення витрат або збільшення прибутку, що можуть виникнути в разі виникнення ризиків, і використання страхування та інших інструментів управління ризиками;

3) перевірити ступінь прийнятності ризиків. Підприємство повинно перевірити, наскільки йому прийнятно піти на ризики та які наслідки можуть виникнути в разі їх реалізації;

4) використати інструменти управління ризиками. Підприємство повинно використовувати різні інструменти управління ризиками, такі як зменшення ризиків, страхування, фінансове забезпечення та інші;

5) постійно відстежувати ризики. Підприємство повинно постійно відстежувати ризики та змінювати свої стратегії управління ризиками, якщо це необхідно. Відстеження ризиків може допомогти підприємству бути готовим до ризиків і вживати необхідні заходи для запобігання негативним наслідкам.

Коефіцієнт технічного ризику визначається шляхом взаємного аналізу трьох факторів: технічного рівня інновації, її патентоспроможності та ринкової новизни (наявності конкуруючих товарів на ринку);

- *період окупності* (час, необхідний для того, щоб інвестиції, зроблені в проєкт або підприємство, були повністю повернені владною особою або інвестором за рахунок заробітку на цьому проєкті або підприємстві). Зазвичай період окупності розраховують у відрізок часу, який відбувається між початком інвестицій та отриманням прибутку. Це може бути виміряно як у місяцях, роках або будь-якій іншій відповідній одиниці часу. Період окупності є важливим показником для інвесторів і підприємств, оскільки дозволяє оцінити час, необхідний для отримання повернення своїх інвестицій. Звичайно, чим коротший період окупності, тим швидше інвестор отримає повернення своїх інвестицій і почне отримувати чистий прибуток. Однак він може бути визначений різними факторами, такими як розмір інвестицій, рівень прибутку, та іншими ризиками. Період окупності може використовуватись для порівняння різних проєктів і визначення, який із них є більш ефективним. Також його можна використовувати як критерій для прийняття рішення про інвестування в певний проєкт або підприємство.

Термін окупності – це час, протягом якого можуть окупитися інвестиції в інноваційний проєкт з урахуванням початкових капітальних вкладень.

Період окупності – це проміжок часу, протягом якого сума чистих доходів, дисконтованих на момент завершення інвестицій, буде дорівнювати сумі інвестицій: цей показник використовують у міжнародній практиці замість терміна окупності.

Термін окупності (T_0) використовують тоді, коли немає впевненості в тому, що інноваційні заходи будуть реалізовані, і тому власник коштів не ризикує вкладати інвестиції на тривалий термін. Термін окупності розраховують за формулою:

$$T_0 = K/D, \quad (2.8)$$

де K – початкові інвестиції в інновації;

D – щорічні грошові доходи.

Крім визначення показників ефективності інноваційної діяльності, в основі якого є величина ефекту (прибутку), необхідно визначити зміну тих показників, на які мала вплив сама інноваційна діяльність: підвищення продуктивності праці, зростання фондівіддачі, зменшення матеріально-сировинних ресурсів, скорочення чисельності робочого персоналу тощо.

Ефективність впровадження інновацій на харчових підприємствах може бути оцінена за допомогою різних економічних показників.

Деякі з таких показників включають наступне:

1. **Прибутковість.** Цей показник відображає співвідношення прибутку до витрат на виробництво. Інноваційні рішення можуть допомогти зменшити витрати та збільшити прибуток, що відображається на показнику прибутковості.

2. **Рентабельність.** Цей показник відображає співвідношення прибутку до загального капіталу. Якщо вартість інновацій перевищує їхні витрати, то це може призвести до збільшення загального капіталу та підвищення рентабельності.

3. **Норма окупності.** Цей показник відображає час, необхідний для повернення інвестицій в інноваційний проект. Якщо період окупності короткий, то це може свідчити про високу ефективність проекту.

4. **Інтегральний ефект.** Цей показник відображає загальний ефект від впровадження інновації, включаючи збільшення продуктивності, зменшення витрат і збільшення прибутку.

5. **Вартість виробництва.** Цей показник відображає загальні витрати на виробництво одиниці продукції. Якщо інноваційні рішення дозволяють знизити вартість виробництва, то це може призвести до збільшення ефективності виробництва.

6. **Рівень конкурентоспроможності.** Цей показник відображає здатність підприємства конкурувати на ринку. Інноваційні рішення можуть допомогти підприємству збільшити власний рівень конкурентоспроможності, наприклад, шляхом покращення якості продукції або впровадження нових технологій виробництва.

7. **Інноваційна активність.** Цей показник відображає спроможність підприємства до впровадження інновацій. Він може бути оцінений за допомогою кількості патентів, які отримані підприємством, кількості нових продуктів, які були введені на ринок, та інших показників.

8. **Частка ринку.** Цей показник відображає частку ринку, яку займає підприємство. Інноваційні рішення можуть допомогти підприємству зайняти більшу частку ринку за рахунок збільшення продуктивності, покращення якості продукції та інших факторів.

9. **Ризики.** Оцінка ризиків, пов'язаних із впровадженням інновацій, також є важливим економічним показником. Ризики можуть включати технічні та фінансові проблеми, проблеми з розробкою та впровадженням нових технологій та інші фактори.

При оцінці ефективності впровадження інновацій на харчових підприємствах важливо враховувати специфіку галузі та особливості виробництва харчових продуктів. Наприклад, деякі інноваційні рішення можуть бути пов'язані зі змінами у виробництві, які можуть вплинути на якість продукту або безпеку. Тому прийняття рішення про впровадження інновацій на харчових підприємствах потребує ретельного аналізу всіх економічних і технічних аспектів та розрахування ризиків і можливих вигод.

Крім того, важливо враховувати, що інновації на харчових підприємствах можуть бути пов'язані з великою кількістю вимог і стандартів щодо якості та безпеки продуктів, що збільшує складність впровадження нових технологій і виробничих процесів. Тому підприємства повинні ретельно вивчати всі вимоги та стандарти, що стосуються їхньої галузі, перед тим, як впроваджувати нові інноваційні рішення.

Слід зазначити, що ефективність впровадження інновацій на харчових підприємствах може бути оцінена не лише з економічної точки зору, але й із точки зору впливу на здоров'я споживачів та екологію. Тому прийняття рішення про впровадження інновацій на харчових підприємствах потребує збалансованого підходу та врахування всіх можливих наслідків.

Загалом ефективно впровадження інновацій на харчових підприємствах може допомогти збільшити конкурентоспроможність підприємства, зменшити витрати та покращити якість продукції, що може призвести до збільшення прибутку. Однак впровадження інновацій також може бути пов'язане з ризиками та вимогами, які повинні бути враховані при прийнятті рішення.

Перелік джерел до розділу 2

- Єсилевський С. Про науку, інновації та велику різницю між ними. 2017. 24 липня. URL: <https://innovationhouse.org.ua/columns/o-nauke-ynnovatsyyah-y-bolshoj-raznytsemezhdunymy-2/>
- Інноваційні технології переробки продукції тваринництва : курс лекцій / Л. О. Стріха. Миколаїв : МНАУ, 2019. 82 с.
- Кондратюк А. А. Розвиток міжнародного інжинірингу: світові тенденції та вітчизняні реалії / А. А. Кондратюк, І. М. Манаєнко. *Збірник наукових праць молодих учених ФММ НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»*. 2017. № 11.
- Копитко М. І. Інноваційна діяльність підприємств як основа конкурентоспроможності та безпеки національної економіки. *Управління системою економічної безпеки: від теорії до практики* : зб. тез доповідей учасників Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Львів, 19.04.2019 / упор. І. О. Рєвак. Львів : ЛьвДУВС, 2019. С. 81–83.

5. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Управління інноваційними проектами в молочній промисловості» / уклад.: Д. В. Дмитрів ; Тернопільський національний технічний університет Імені Івана Пулюя. Тернопіль, 2015. 58 с.
6. Тугай О. А., Власенко Т. В. Загальні основи інжинірингової діяльності та її сучасний стан в Україні. *Нові технології в будівництві*. 2018. № 34. URL: http://ntinbuilding.ndibv.org.ua/archive/2018/34_2018/5.pdf
7. Управління інноваціями (програма, курс лекцій, практичні заняття, самостійна робота, індивідуальні завдання, тести) : навч.-метод. посібник / І. І. Стойко. Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. 200 с.
8. Управління інноваційними проектами : навч. посібник / уклад.: Н. Н. Пойда-Носик, І. І. Черленяк. Ужгород : Вид-во УжНУ «Говерла», 2017. 360 с.
9. Управління проектами : навч. посібник / уклад.: Л. Є. Довгань, Г. А. Мохонько, І. П. Малик. Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2017. 420 с.
10. Hernandez-de-Menendez Marcela & Morales-Menendez Ruben. Technological innovations and practices in engineering education: a review. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*. 2019. Vol. 13. P. 713–728.
11. Sidhu Ikhlaq. Innovation Engineering: Principles and Methodology. 2019. May 22. URL: <https://scet.berkeley.edu/innovation-engineering-principles-and-methodology/>

Розділ 3

СУЧАСНІ ДОСЯГНЕННЯ ХАРЧОВОЇ НАУКИ

У наш час харчування сучасної людини спрямоване на вирішення проблем, пов'язаних із повним використанням сировини з високою біологічною цінністю та розширенням асортименту харчової продукції. Технологічні рішення спрямовані на альтернативні, природні та доступні джерела білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон тощо.

Дефіцит високоцінних харчових нутрієнтів у раціоні людини спонукає до пошуку шляхів підвищення біологічної цінності їжі. Основною метою цього розділу є оцінка перспектив використання високоцінної харчової сировини в харчових продуктах для розширення асортименту продуктів, що мають у тому числі й функціональне спрямування.

Існує широке поле для дослідження технологічних, функціональних властивостей різних видів як відомої, так і нетрадиційної сировини таким чином, щоб її більш повне використання було спрямоване на створення продуктів високої харчової цінності та як альтернативне, природне та доступне джерело незамінних нутрієнтів.

У даному розділі проаналізовано літературні та власні експериментальні дані щодо характеристик різних видів як локальної сировини, так і тієї, що широко представлена на світовому ринкові. Показано актуальність і перспективність використання такої сировини не тільки через багату харчову та біологічну цінність, а і як цінного функціонального інгредієнта.

3.1. Актуальні аспекти застосування культивованої грибною сировини в технології харчової продукції

Продукти харчування є невід'ємною та безальтернативною частиною фонду життєзабезпечення людини. Тривалий дефіцит у раціоні окремих груп харчових продуктів порушує баланс харчових компонентів і синтез речовин. Пошук і залучення до технологічного процесу сировини, що має збалансований хімічний склад і функціональну дію, є запорукою створення високоякісних харчових продуктів, які благотворно впливають на організм людини.

Одним із шляхів розвитку технології є поєднання різних видів сировини для досягнення певного типу балансу: поживних речовин, мікро- та макроелементів, вітамінів, жирних кислот тощо. Однак дефіцит білка залишається основною проблемою для людства. Гриби є дуже популярним і цінним продуктом харчування в сучасних режимах харчування через їхню поживну цінність.

Культивовані гриби мають збалансований склад поживних речовин, швидко ростуть, не потребують дорогого обладнання для вирощування, легко піддаються обробці, мають приємний смак і аромат у готовому продукті.

Серед грибної сировини, яку найчастіше культивують із промисловою метою, це *Lentinula*, *Pleurotus*, *Auricularia*, *Agaricus* і *Flammulina*, що становить 22 %, 19 %, 18 %, 15 % і 11 % світового виробництва відповідно. Приблизно 90 % компаній, задіяних у виробництві грибної сировини, зосереджено в Китаї [1].

Харчове та лікувальне використання грибів у східних країнах є результатом багатовікової традиції та більш широко задокументовано, ніж у Європі. Вирощування їстівних грибів поєднує виробництво багатобілками їжі з переробкою целюлозних органічних відходів, що відповідає проєкологічним стратегіям сучасного сільського господарства [2].

Грибне виробництво є дружнім до екології. У процесі росту гриби біосинтезують поживні речовини для власного розвитку із залишків сільськогосподарських культур, які в іншому випадку можуть бути небезпечними для здоров'я. При цьому гриби виявляють як поживні, так і лікувальні властивості. Чіткого розмежування між цими двома категоріями поки не існує.

Багато поширених їстівних видів мають терапевтичні властивості; у їжу вживають також і лікувальні гриби [3]. Вважається, що гриби, у тому числі й лікувальні, виявляють до 126 терапевтичних функцій, серед яких протипухлинна, імуномодуюча, антиоксидантна, поглинаюча радикали, сприятлива для серцево-судинної системи, противірусна, антибактеріальна, протипаразитарна, протигрибкова, детоксикаційна, гепатозахисна, протизапальна, діабетична тощо [4].

Розглянемо більш детально поживну цінність і технологічні властивості деяких видів культивованої грибної сировини.

Pleurotus ostreatus (глива звичайна устрична, плеврот черепичастий) – один з улюблених споживачами їстівних грибів [5]. Це смачний їстівний гриб, який зустрічається по всій північній помірній зоні, майже завжди на повалених листяних деревах. Його також можна (відносно) легко культивувати на різноманітних субстратах. Цей гриб як зміцнювач здоров'я та відновлювач навколишнього середовища набуває все більшого значення порівняно з іншими лікарськими грибами, що призвело до сплеску їх дослідження протягом останніх двох десятиліть [6].



Глива має переваги перед іншими грибами, оскільки вона вимагає коротший час росту, та її плоді тіла не часто атакують шкідники. Під час вирощування цього гриба можна використовувати відходи, яких із кожним днем стає все більше, головним чином це стосується сільськогосподарських відходів. Крім цього, гливу можна вирощувати також на різних інших залишках як окремо, так і комбінованим способом.

Це додатково допоможе в боротьбі з проблемою збирання величезної кількості відходів, які в іншому випадку спалюють, що спричиняє забруднення, а також

марну витрату ресурсу. Ці відходи є однією з причин зміни поживної цінності грибів шляхом збільшення вмісту білка в ньому, створюючи міцну основу для вирішення проблем недоїдання [7].

Біологічно активні сполуки, присутні в цьому грибі, містять полісахариди, ліпополісахариди, білки, пептиди, глікопротеїни, нуклеозиди, тритерпеноїди, лектини, ліпіди та їхні похідні [8].

Амінокислоти грибів не тільки діють як субстрати для синтезу білка, а також мають позитивний вплив на здоров'я людини, беручи участь у процесах клітинної комунікації, подоланні оксидативного стресу, імунних процесах і внутрішньоклітинному метаболізмі білка [9]. Крім того, вільні амінокислоти разом з іншими нелеткими сполуками, такими як нуклеотиди, розчинні цукри та поліоли, є речовинами, відповідальними за приємний смак грибів [10].

Таким чином, амінокислотний профіль у харчових продуктах має особливе значення як з органолептичної, так і фізіологічної точок зору, у той же час це має вирішальне значення для метаболічних досліджень та широкого діапазону медичного та біофармацевтичного застосування.

У таблиці 3.1 наведено амінокислотний склад білків *Pleurotus ostreatus* [11].

Таблиця 3.1 – Амінокислотний склад білків *Pleurotus ostreatus*

Назва амінокислоти	Вміст, г/100 г білка	Назва амінокислоти	Вміст, г/100 г білка
Валін	4,3	Ізолейцин	2,3
Лейцин	2,3	Лізин	0,6
Метіонін+Цистин	15,6	Треонін	3,0
Фенілаланін+Тирозин	9,7	Триптофан	1,0
Аргінін	2,4	Глутамінова кислота	6,3
Аланін	4,2	Гліцин	2,6
Аспарагінова кислота	7,3	Пролін	7,7
Серин	2,9	Гістидин	1,3
Усього			73,5

Pleurotus ostreatus має високу фармакологічну дію. Завдяки численним лікувальним властивостям ці гриби мають велике значення для здоров'я людини, що варіюється залежно від умов їх вирощування.

У таблиці 3.2 наведено особливості терапевтичних властивостей *Pleurotus ostreatus* [12].

Таблиця 3.2 – Лікувальні особливості гриба *Pleurotus ostreatus*

Лікувальний ефект	Вилучені сполуки	Лікувальний ефект	Вилучені сполуки
Протигрибковий	Гексан дихлорметан	Протигрибковий	β-D глюкан
Противірусний	Убіквітинподібні білки	Протираковий	Водорозчинні білки та вуглеводи
Протидіабетичний	α-амілаза, α-глюкозидаза	Протипухлинний	β-D глюкан, Протеоглікани
Імуномодуючий	Полісахарид-протеїновий комплекс	Антигіперліпідемічний	Етанол

Pleurotus ostreatus є гарним джерелом для розробки антиоксидантних харчових добавок. Крім того, *Pleurotus ostreatus* виявляється ефективним проти граммпозитивних бактерій і як потенційне джерело антибактеріальних засобів. Дослідженнями авторів [13] встановлено, що білок, який присутній у плодових тілах *Pleurotus ostreatus*, має анти-ВІЛ-активність, тоді як лаказа, екстрагована з цього плодового тіла даного гриба, здатна пригнічувати розвиток вірусу гепатиту С.

Завдяки високій харчовій і біологічній цінності їстівні культивовані гриби, у тому числі й *Pleurotus ostreatus*, широко використовують при виробництві харчової продукції.

Було проведено дослідження мафінів, збагачених порошком *Pleurotus ostreatus* як часткової заміни борошна, що сприяє поліпшенню харчового та дієтичного статусу мафінів. Також встановлено покращення об'ємних, структурних і сенсорних властивостей цих виробів.

Особливості технологічного процесу мафінів із грибним порошком *Pleurotus ostreatus* представлені на рисунку 3.1.

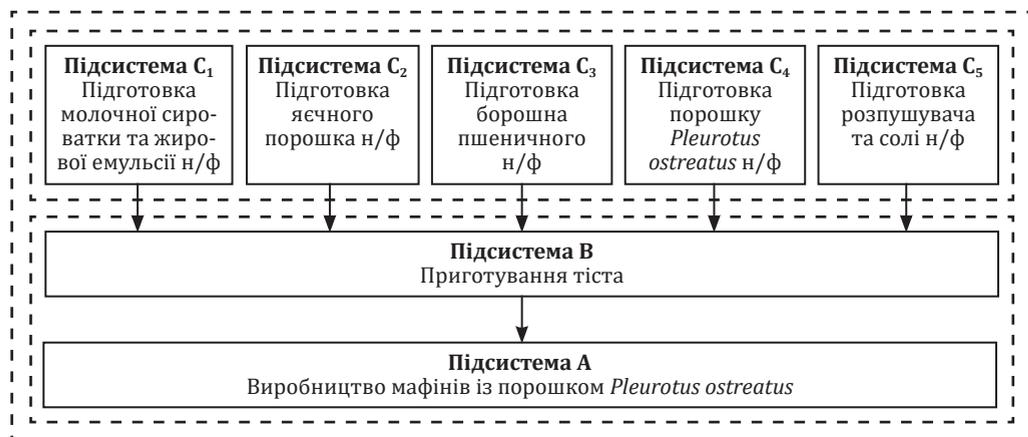


Рисунок 3.1 – Виробництво мафінів із порошком *Pleurotus ostreatus*

Перший етап – підготовчий. До його складу входять підсистеми С₁ «Підготовка молочної сироватки та жирової емульсії н/ф», С₂ «Підготовка яєчного порошку н/ф», С₃ «Підготовка борошна пшеничного н/ф», С₄ «Підготовка порошку *Pleurotus ostreatus* н/ф», С₅ «Підготовка розпушувача та солі н/ф». Другий етап – виробництво. Це головний етап. Він включає підсистему В «Виробництво тіста» та підсистему А «Виробництво мафінів із порошком *Pleurotus ostreatus*».

Виділення цих підсистем також має чітке структурно-логічне обґрунтування та пов'язане з наявністю окремих операцій і можливістю контролю якості на кожному етапі виробництва.

Реалізація системи в цілому забезпечує функціонування окремих її структурних елементів відповідно до мети, представленої в таблиці 3.3 (див. с. 87).

Підготовчий етап (підсистеми С₁, С₂, С₃, С₄, С₅) може бути реалізований як на малих, так і на великих харчових підприємствах. Підсистема В визначає як органолептичні, так і фізико-хімічні показники готової продукції. Тому вона

тісно пов'язана з підсистемою А. Забезпечення високого рівня функціонування підсистеми А гарантує якість готових мафінів, а також їх стабільні якісні показники в процесі зберігання та реалізації.

Таблиця 3.3 – Склад технологічної системи виробництва мафінів із порошком *Pleurotus ostreatus* та призначення її структурних елементів

Підсистема	Назва підсистеми	Мета функціонування підсистеми
A	Виробництво мафінів із порошком <i>Pleurotus ostreatus</i>	Отримання мафінів із заданими структурно-механічними властивостями та показниками якості
B	Виробництво тіста	Отримання однорідної системи, де всі рецептурні компоненти сполучені в заданих співвідношеннях. Отримання структури, що визначає органолептичні властивості готових виробів
C ₁	Підготовка молочної сироватки та жирової емульсії н/ф	Отримання гомогенної системи із заданими структурними властивостями, активація функціональних і технологічних властивостей білків молочної сироватки
C ₂	Підготовка яєчного порошку н/ф	Отримання гомогенної системи із заданими структурними властивостями, активація функціонально-технологічних властивостей білків яєць
C ₃	Підготовка борошна пшеничного н/ф	Видалення неїстівних часток, аерація пшеничного борошна
C ₄	Підготовка порошку <i>Pleurotus ostreatus</i> н/ф	Видалення неїстівних часток
C ₅	Підготовка розпушувача та солі н/ф	Видалення неїстівних часток

Технологічну схему мафінів із порошком *Pleurotus ostreatus* наведено на рисунку 3.2 (див. с. 88).

Завдяки високій харчовій і біологічній цінності їстівні культивовані гриби широко використовують у харчовій промисловості. Збагачення хлібобулочних, м'ясних виробів, соусів, супів швидкого приготування, локшини тощо білками, вітамінами, мінералами, поліфенолами та клітковиною можливо за допомогою культивованих їстівних грибів.

Така сировина є надзвичайно перспективною, корисною та економічно вигідною для виробництва нових продуктів харчування.

3.2. Актуальні аспекти застосування мікрозелені в технології харчової продукції

Мікрозелень або мікрогрін – це молоді паростки овочевих рослин і трав; городина, яку зібрали після пророщування насіння до стану проростків. Використання мікрогрину наразі набуває популярності та має широкий спектр застосування в дитячому, веганському та інших видах харчування. Молоді

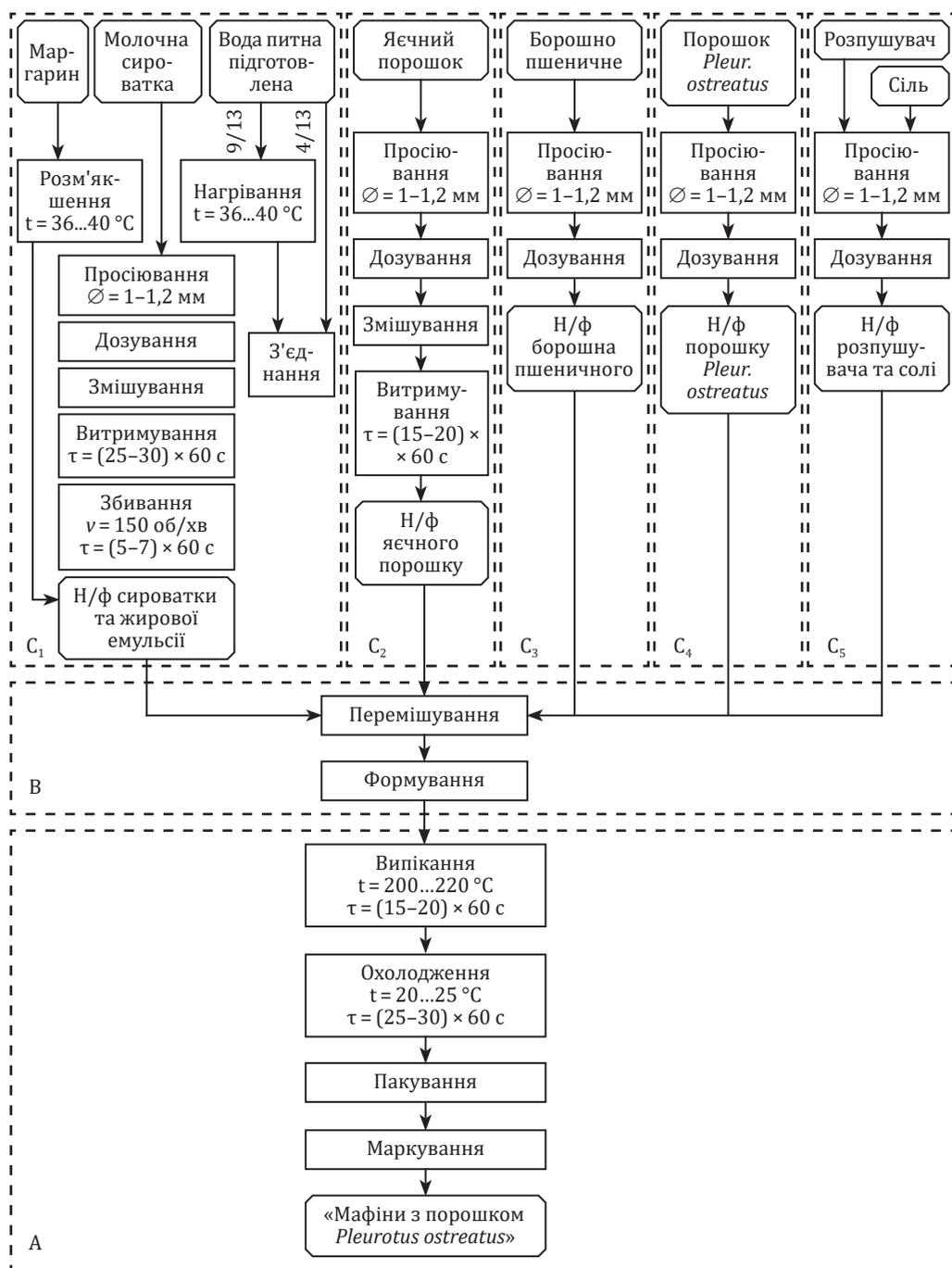


Рисунок 3.2 – Технологічна схема мафінів із порошком *Pleurotus ostreatus*

паростки застосовують у дієтології, нутриціології. Мікрозелень вживають для профілактики застудних захворювань, покращення роботи серцево-судинної системи, очищення організму.



Мікрогрін цілком природний, підвищує імунітет і має антивірусний ефект, він стає альтернативою синтетичних форм ліків у профілактиці багатьох захворювань [14].

Серед популярних видів харчової продукції, де можна використовувати мікрозелень із максимальним збереженням її корисних властивостей, є напої функціонального призначення, що мають корисні властивості для організму: енергетичні, пробіотичні, антиоксидантні, збагачені макро- та мікронутрієнтами, омега поліненасиченими незамінними жирними кислотами.

Із технологічної точки зору напої – найбільш зручна модель для створення нових продуктів, у тому числі й із використанням натуральної рослинної сировини [15]. В Україні, як і в усьому світі, зростає тенденція виробництва та споживання напоїв на натуральній основі. Головною сировиною для їх приготування є фрукти, овочі, чай, пряно-ароматична рослинна сировина, що дає можливості для створення функціональних напоїв цільового призначення: тонізуючих, заспокійливих, профілактичних, загальнозміцнювальних, підвищеної біологічної цінності, спецпризначення тощо.

Споживання зелених овочевих культур і мікрозелені, як невичерпного джерела фітонутрієнтів та антиоксидантів, має орієнтувати та впливати на свідомість громадян щодо стилю харчування [16].

Слід зауважити, що природна органічна та екологічна рослинна сировина регіонального походження, яка може бути використана в технології напоїв, є цінним і практично незамінним джерелом безпечних біологічно активних речовин, адаптованих до фізіологічних функцій організму людини. Не менш вагомими причинами для створення продуктів рослинного походження оздоровчого та функціонального призначення є непереносимість білків тваринного походження, обмеження вмісту калію в їжі для пацієнтів із порушенням функції нирок.

В умовах несприятливої екологічної ситуації, зниження рівня стресостійкості, підвищеного психоемоційного навантаження, інтоксикації організму виправдано й доцільно використання рослинної сировини, яка є джерелом природних антиоксидантних речовин у виробництві напоїв та іонізованої води з метою підвищення адаптаційно-захисних властивостей організму та покращення оксидантного статусу, детоксикації, зняття стресу [17].

Вживання мікрозелені в свіжому вигляді, додавання її до страв усе більше популяризується в Україні. Мікрогрін вмотивовано може бути джерелом збагачення

напоїв оздоровчого призначення. Використання мікрозелені для споживання в їжу та приготування страв і напоїв із нею широко розповсюджено за кордоном у оздоровчих підприємствах харчування та СПА-готелів. Вона входить до меню багатьох мереж готелів, наприклад, "The Westin", "Four Seasons", американських мережевих готелів "Kimpton" і "Affina", в азійській готельній мережі "Aman Resorts", каліфорнійському готелі "Nobu Hotel Epiphany", а також у таких іноземних готелях, як "Conrad Algarve" (Португалія), "Almar Jesolo Resort and Spa" (Італія), "Euphoria Retreat" (Греція), "The Body Camp" (Іспанія), "MesaStila Resorts & Spa" (Індонезія), "Amatara Hotel" (Таїланд) та багато інших. Проте використання мікрозелені вибіркове та не має комплексного підходу для отримання переваг від її вживання [18].

Профілактичний і лікувальний ефект мікрозелені визначається її хімічним складом, що дає можливість використовувати її в медицині, дитячому, лікувально-профілактичному, спортивному, космічному харчуванні та закладах ресторанного господарства й харчовій промисловості відповідно. Мікрозелень містить вітаміни А, С, РР, Р, D, Н, Е, К, групи В, ω -3 та ω -6 поліненасичені жирні кислоти, Са, К, Cu, Fe, Zn, Na, I, фолієву кислоту, ефірні масла, лютеїн, пектин, клітковину, харчові волокна, антиоксиданти, фітоестрогени, ензими.

Мікрозелень належить до суперфудів, оскільки дозволяє поповнити організм людини поживними органічними речовинами, вітамінами та мікроелементами. Із медичної точки зору, корисні властивості мікрозелені пов'язані з тим, що вона блокує ультрафіолетове випромінювання, захищаючи нашу шкіру, волосся та нігті від негативного впливу навколишнього середовища [19].

Учені розглядають мікрозелень як функціональну їжу, яка забезпечує організм людини необхідними поживними речовинами [20].

Мікрозелень – це саме та частина рослини, де відбуваються такі бурхливі процеси та містяться суперактивні речовини. Відтак її споживання в їжу стимулює ріст клітин і відновлення людського організму, омолодження, зміцнення імунної системи. А нещодавно французькі вчені з'ясували, що фітогормони впливають також на мікробіоту кишечника, яка багато в чому визначає стан нашого самопочуття та зовнішності.

Дослідження біохімічного складу мікрозелені довели її високу насиченість корисними фітонутрієнтами порівняно зі зрілими аналогами. Зокрема, вона містить суттєво більше речовин з антиоксидантною активністю, у т.ч. вітамінів С, Е, К, каротиноїдів, поліфенолів, глікозинолатів тощо. Серед 25 видів мікрозелені, проаналізованих американськими вченими, найбільший вміст аскорбінової кислоти, каротиноїдів, вітаміну Е та вітаміну К виявлено в паростках червоноголової капусти, гранатового амаранту та дайкону.

Дослідники та споживачі мікрозелені називають її їжею від старіння, джерелом вітамінів, мінералів і поживних речовин, які сприятливо позначаються на здоров'ї людини. Цей продукт поліпшує роботу травного тракту, печінки, серця, збільшує гостроту зору, допомагає позбутися зайвої ваги. Він ефективний у лікувальних і профілактичних дієтах.

У роботі авторів [14] здійснено аналітичний огляд хімічного складу мікрозелені деяких видів рослин (табл. 3.4, див. с. 91) та встановлено позитивний ефект її використання в технології смузі.

Таблиця 3.4 – Хімічний склад мікрозелені деяких видів рослин

№ з/п	Вид мікрозелені	Нутрієнтний склад	Органолептичні показники
1	Соняшник	Са, Fe, Mg, K, P. Вітаміни А, В, D, Е	Ніжний з ледве помітною гостринкою, горіховий, свіжий смак
2	Гречка	Fe, Zn, P, I, Co, Mg, K, Cu, Cr, Mn. Вітаміни В, К, Р, Е	Гострий, салатний, злегка кислуватий смак
3	Буряк	Fe, Са, К, Mg, I. Вітаміни А, В, С, Е, К, РР	М'який, ніжний смак
4	Гірчиця	Вітаміни А, С, Е, К. Антиоксиданти, клітковина	Смак гірчичний зі спеціями
5	Броколі	Са, Fe, P. Вітаміни А, С	Насичений аромат броколі
6	Капуста	К, Mg, Fe, фітонциди, ферменти, клітковина. Вітаміни С, Е, К, U	Свіжий яскравий смак
7	Горох	К, Fe, P, клітковина. Вітаміни А, С, фолієва кислота	Солодкий, свіжий смак
8	Льон	ω -3, ω -6 жирні кислоти, фітоестрогени, ензими, харчові волокна. Вітаміни А, С, В, фолієва кислота, Е, F	Горіхоподібний смак
9	Люцерна	К, Са, F, ефірні масла, сапоніни, тритерпеноїди, рослинні стероїди, ферменти, хлорофіл. Вітаміни А, В, К, Р, Е	Злегка горіховий, свіжий смак

Як видно з таблиці 3.4, багатий нутрієнтний склад мікрозелені зумовлює її широке використання в технологічному процесі у складі продукції, що має щадні технологічні режими.

Унікальність нутрієнтного складу мікрозелені робить цю сировину привабливою для вживання та використання в рецептурах як джерела найважливіших макро- та мікронутрієнтів, що беруть участь в обміні речовин.

3.3. Наукові основи та практичний досвід використання кальцієвмісної сировини в технології харчової продукції

Національна програма щодо створення та впровадження функціональних оздоровчих продуктів у раціон населення є ключовою в розбудові здоров'я нації. Отже, пошук нових добавок при виробництві страв і кулінарних виробів, що користуються значним попитом у споживачів, потребує системного підходу до вирішення таких завдань.

Ґрунтуючись на наукових надбаннях щодо вдосконалення технології харчової продукції, особливу увагу вчені приділяють збагаченню мінеральними складовими, зокрема кальцієм. Переважна кількість збагаченої кальцієм харчової продукції на українському ринку – це молочні продукти та продукти дитячого харчування. Асортимент такої продукції для дорослого населення обмежений [21].

Кальцій є макроелементом, що істотно впливає на нормальний розвиток і функціонування організму людини. Близько 2 % маси тіла дорослої людини припадає на цей елемент. Кальцій міститься в багатьох продуктах, проте вміст його незначний, і його недостатньо для забезпечення добової норми людини [22]. Норма прийому кальцію для людини становить 800–1200 мг на день [23].

Істотного значення набуває надходження кальцію в раціон у період військових дій, коли зростає частка уражень кісток внаслідок поранень, і виникає гостра потреба у відновленні тканин.

Кальцій відіграє важливу роль у формуванні структури кісткової тканини, роботі серця. Під його дією відбувається згасання нервового імпульсу, завдяки чому серцевий м'яз розслабляється.

Кальцій також забезпечує розслаблення скелетних м'язів, блокуючи можливість перероздратування нервових закінчень. Саме тому солі кальцію застосовують для зняття судом.

Однією з найважливіших функцій кальцію в організмі є згортання крові. Якщо кальцію в організмі занадто мало, то потрібно набагато більше часу для того, щоб ранка або подряпина закрилася тромбом. За цей час можна не тільки втратити більше крові, але й інфікувати рану, що сповільнить її загоєння [24].

Серед основних джерел кальцію в раціоні людини визначні позиції посідають молочні продукти. Проте є категорії населення, для яких існують певні обмеження щодо вживання даної групи продукції. Тому увагу фахівців привертають інші шляхи збагачення харчових продуктів кальцієм.



Науковці запропонували збагачувати хліб кальцієм за рахунок внесення лактату кальцію та препарату «Ротавіт кальціум» з одночасним збереженням традиційних фізико-хімічних характеристик і покращенням органолептичних властивостей кінцевого продукту [25].

Збагачення кальцієм під час внесення [26] до булочних виробів порошку топінамбуру та кальцієвмісної добавки цитрату кальцію надало продукції високих органолептичних показників і сприяло підвищенню харчової цінності виробів.

Авторами [27] запропоновано технологію хлібобулочних виробів на основі сухої підсирної демінералізованої сироватки з додаванням тонкодисперсного порошку з яєчної шкаралупи механохімічної обробки та рослинних порошоків з буряка, журавлини та моркви після інфрачервоної обробки. Це збагатило кальцієм і вітамінами С, Е, β-каротином, антиоксидантами, а також покращило структурно-механічні показники тіста та органолептичні властивості готових виробів.

Дослідниками [28] запропоновано спосіб збагачення цукрового печива на полідекстрозу та лактат кальцію. Ці добавки вносять з метою зменшення вмісту цукру

та борошна. Запропонований спосіб покращує консистенцію тіста, полегшує змішування та розподіл компонентів, дозволяє нівелювати присмак порошку солей кальцію та поліпшує органолептичні показники якості.

Автори запропонували також внесення до складу бісквітного напівфабрикату продуктів переробки яєць [29]. Результатом є збагачення даної групи продукції кальцієм та іншими мінеральними речовинами, підвищення їх харчової цінності та покращення споживчих властивостей.

Викликає зацікавлення впровадження в технологію вторинної, проте високоцінної в харчовому значенні сировини, серед якої – шкаралупа курячих яєць, що давно застосовується як природне джерело кальцію в різних галузях харчової, кормової та фармацевтичної промисловості. На цей час існує безліч відомостей про застосування кальцію яєчної шкаралупи при профілактиці деяких захворювань кісткової системи та шлунково-кишкового тракту, а також його використання як загальнозміцнювального засобу. Перспективним є напрям отримання розчинних форм кальцію з яєчної шкаралупи у вигляді аскорбатів, цитратів, лактатів, що застосовують у харчових технологіях у вигляді харчових добавок, які отримують хімічним шляхом [30].

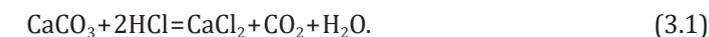
Шкаралупа курячих яєць містить до 4 % органічних речовин. Висушена яєчна шкаралупа складається на 94 % із карбонату кальцію, а також інших мікроелементів, зокрема магнію, фосфору та цинку. Зважаючи на природне походження, ці сполуки краще засвоюються організмом у порівнянні з іншими кальцієвмісними джерелами, зокрема синтетичного походження (кальцій хлористий, глюконат кальцію, лактат кальцію тощо) [30], та є перспективними для використання в технології харчової продукції.

Кальцій у яєчній шкаралупі знаходиться у формі карбонату кальцію та становить до 95 % сухої речовини шкаралупи. За статистикою, у традиційних раціонах харчування людини джерелом кальцію вважають молочні продукти, у яких кальцій знаходиться в органічній, найбільш засвоюваній формі.

Широко висвітлено авторами [31] біодоступність кальцію яєчної шкаралупи, а також вміст інших мінеральних компонентів (магнію, фосфору) у вигляді слідів, проте вони позитивно впливають на здоров'я кісток і зміцнення кісткової тканини.

Автори [32] зазначають значно нижчий рівень забрудненості важкими металами карбонату кальцію біологічного походження, зокрема яєчної шкаралупи, на відміну від карбонату кальцію (крейди), яка є більш привабливим для споживачів.

Основною складовою яєчної шкаралупи є карбонат кальцію. Він не розчинний у воді та спирті. При потраплянні в шлунок реагує з соляною кислотою, і утворюється хлорид кальцію:

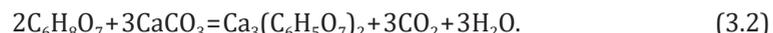


Кальцій засвоюється у вигляді хлориду кальцію, який гарно розчиняється у воді. Проте споживачам із підвищеною кислотністю шлункового соку краще споживати трохи подрібнену яєчну шкаралупу, заповнюючи нестачу кальцію та знижуючи кислотність.

Однак у багатьох, особливо в осіб старшого віку, кислотність шлунка знижена або нульова (спостерігається приблизно в 40 % людей).

У таких умовах засвоєння кальцію карбонату, для розчинення якого в шлунку необхідна соляна кислота, падає до 2 %. Цим частково пояснюється той факт, що люди похилого віку частіше страждають на хвороби, пов'язані з нестачею кальцію.

Проте таких особливостей немає в органічних солях кальцію, зокрема цитраті та аскорбаті. Під час ведення розчину лимонної кислоти до подрібненої яєчної шкаралупи карбонат кальцію (CaCO_3) реагує з кислотою лимонною ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$), і утворюється цитрат кальцію ($\text{Ca}_3(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)_2$). Реакція відбуватиметься за наступним рівнянням:



Цитрат кальцію має свої особливості та визначальну роль в організмі людини [33; 34]:

1. Із кишечника кальцій із цитрату абсорбується в розчинній іонізованій формі.
2. Розчинення цитрату кальцію краще відбувається в кислому середовищі шлунка. Близько 20 % цитрату кальцію виводиться з організму з сечею.
3. Цитрат кальцію має низьку здатність до утворення каменів у нирках, що важливо при тривалому застосуванні цієї солі. Це пов'язано з тим, що цитратна сіль зменшує кількість оксалатів у сечі.
4. Засвоєння цитрату кальцію, для розчинення якого в шлунку соляна кислота не потрібна, становить 44 %.
5. В умовах зниженої кислотності з цитрату кальцію в організм надходить у 11 разів більше кальцію, ніж із карбонату.
6. Цитрат не тільки дає набагато менше побічних ефектів, але і сприяє засвоєнню вітаміну С і різних мінералів.
7. Цитрат кальцію включається до циклу Кребса, де, згоряючи, утворює енергію.
8. Цитрати вилужують сечу, що попереджає каміння в нирках і пригнічує інфекцію при запаленнях сечового міхура [32].

9. Біодоступність цитрату кальцію у 2,5 рази вище, ніж карбонату, тому цитрат кальцію, отриманий при взаємодії кальцію карбонату яєчної шкаралупи та лимонної кислоти, більш ефективно усуває дефіцит кальцію в організмі [33].

Згідно з реакцією 3.2, 384 г кислоти лимонної взаємодіє з 300 г кальція карбоната (1:1,3).

У випадку взаємодії розчину аскорбінової кислоти з подрібненою яєчною шкаралупою карбонат кальцію (CaCO_3) реагує з кислотою аскорбіновою ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), і утворюється аскорбат кальцію ($\text{Ca}(\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6)_2$). Реакція відбуватиметься за наступним рівнянням:



Аскорбат кальцію, що утворився в результаті взаємодії з природним джерелом кальцію, є некислою буферизованою мінеральною формою вітаміну С. Фактично аскорбат кальцію – це поєднання вітаміну С та кальцію, який у присутності першого легше засвоюється організмом. Він стимулює захисні сили організму, покращує засвоєння заліза з їжі, відіграє важливу роль в утворенні та підтримці функцій сполучних тканин і кісток.

Крім цього, аскорбат кальцію має сприятливий вплив на стан судин, засвоєння багатьох мінералів, регулює вироблення важливих гормонів, допомагає швидше впоратися з пошкодженнями шкіри, запобігає захворюванням ясен і слизових оболонок рота та очей, знижує шкідливий вплив екологічних факторів.

Було розроблено технологію млинцевого напівфабрикату, де як збагачувальний кальцієм компонент використовувався порошок яєчної шкаралупи (ПШ), що вносився до рецептури млинцевого напівфабрикату в інтервалі 1–1,3 % до маси основної сировини, і здійснювалась експозиція ПШ у розчинах органічних кислот: лимонної та аскорбінової.

Технологічну схему млинцевого напівфабрикату з використанням кальцієвмісної сировини наведено на рисунку 3.3.

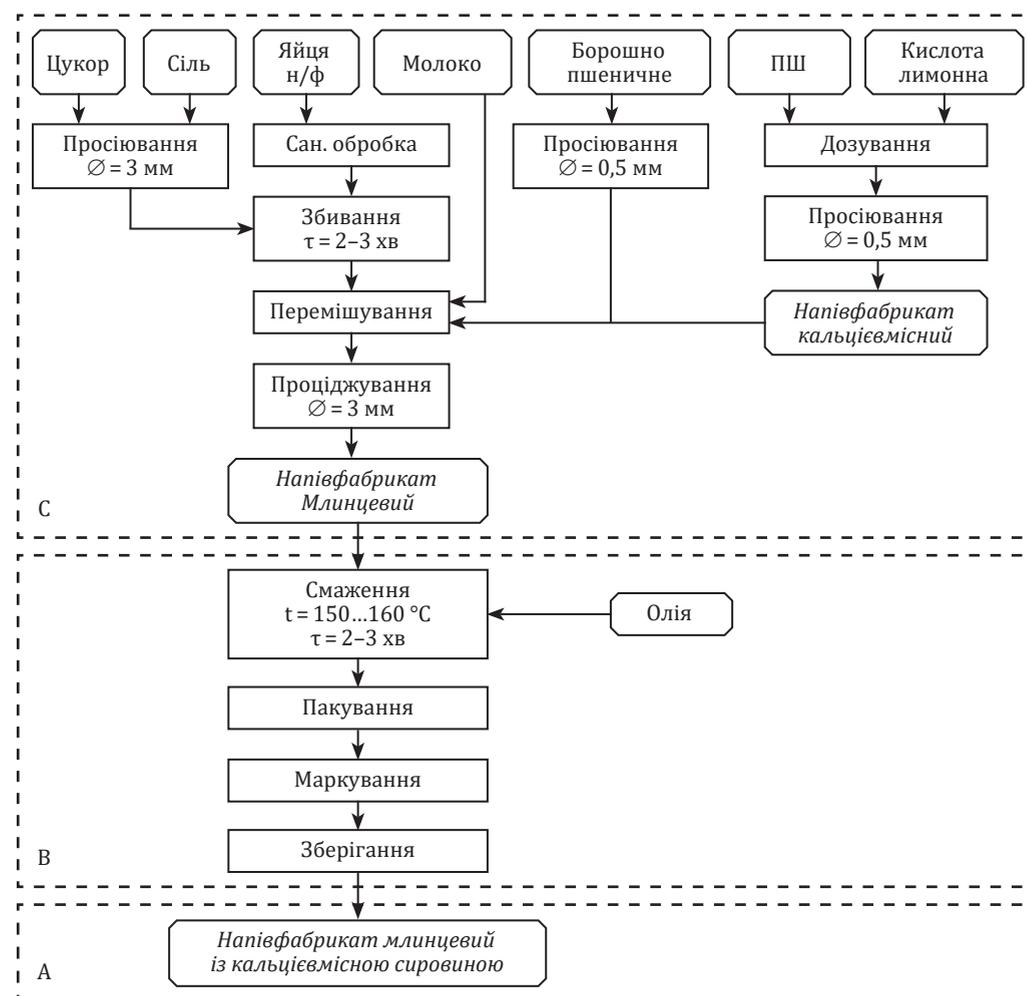


Рисунок 3.3 – Технологічна схема напівфабрикату млинцевого з використанням кальцієвмісної сировини

Функціонально-структурний аналіз розробленої технології дозволив у технологічній системі виготовлення млинцевого напівфабрикату виділити 3 підсистеми: А – «Утворення млинцевого напівфабрикату»; В – «Теплова обробка млинцевого напівфабрикату»; С – «Підготовка рецептурних компонентів».

Мету функціонування цих підсистем наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Структура технологічної системи виробництва млинцевого напівфабрикату та мета її функціонування

Підсистема	Мета, яка досягається	Фізико-хімічні зміни
А	Утворення млинцевого напівфабрикату	Отримання напівфабрикату з визначеними властивостями та складом
В	Теплова обробка млинцевого напівфабрикату	Формування структури, меланоїдиноутворення, перерозподіл вологи між компонентами сировини
С	Підготовка рецептурних компонентів	Видалення сторонніх домішок, гомогенізація суміші

3.4. Сучасні досягнення харчової науки в аспектах виробництва термостабільних начинок

Одним із шляхів розширення асортименту пряників, різних видів печива, кексів, рулетів та інших борошняних кондитерських виробів є використання різноманітних термостабільних начинок. Звичайні фруктові продукти (повидло, джем, варення) при термообробці киплять, випливають, підгорають, вбираються в тісто. У термостабільних начинок цих недоліків немає. Начинки зберігають свої властивості при звичайних умовах випічки.

Термостабільні начинки можна виготовити і безпосередньо на кондитерському виробництві, змішавши звичайну начинку з термостабілізуючою добавкою (пектином або спеціальною сумішшю гідроколоїдів).

Під час виготовлення начинок застосовують різні види загусників, гелеутворювачів або їхніх сумішей: желатини, пектини, агар, карагінани, камеді, нативні та модифіковані крохмалі тощо. При сумісному застосуванні двох або більше загусників можливе виникнення синергетичного ефекту: суміші згущуються краще, наприклад, ксантан із камеддю гуару або камеддю ріжкового дерева. В останньому випадку можливе навіть гелеутворення.

Термостабільні начинки – високоякісні продукти, створені спеціально для хлібобулочних і кондитерських виробів, це наповнення у вироби, які проходять термообробку. Вони зберігають форму після випічки, завдяки своїй структурі легко піддаються механічній обробці. Начинки являють собою складові багатокомпонентної системи, оскільки складаються з сировини різних видів. За стійкістю до впливу температури при проведенні технологічного процесу їх поділяють на термостабільні та нетермостабільні. Термостабільні мають у своєму складі спеціально підібрану стабілізаційну систему, яка забезпечує стійкість начинки до впливу високих температур [35].

Термостабільні начинки мають у своєму складі спеціально підібрану стабілізаційну систему, яка забезпечує стійкість начинки до впливу високих температур.

На сьогодні термостабільні начинки користуються великим попитом, їх застосовують по-різному і в багатьох борошняних кондитерських і кулінарних виробках.

Залежно від призначення начинок до кондитерських і хлібобулочних виробів усіх видів є певні вимоги.

Начинки повинні:

- мати гармонійний смак, привабливий колір та аромат;
- мати стабільну консистенцію;
- бути термостабільними в закритих (пряниках, печиві, пирогах, пиріжках і пончиках) та відкритих (пирогах, ватрушках і листових) виробках, тобто витримувати прогрівання при температурі 200...220 °С;
- у готовій продукції мати блискучу поверхню, без розривів зовнішньої оболонки та пошкоджень поверхні, без протікання начинки;
- мати достатню вологоутримувальну здатність при зберіганні готових виробів.

Термостабільні начинки сьогодні є найбільш затребуваними наповнювачами в хлібопекарській і кондитерській промисловостях. Тому виробники та споживачі цієї продукції висувають до них високі вимоги.

До нових видів напівфабрикатів для борошняних кондитерських виробів належать молокомісні термостабільні начинки. Їх складовою частиною є полісахариди, що характеризуються здатністю до утворення термостабільних гелів і дозволяють значною мірою змінювати їхні реологічні характеристики. Разом із тим відомі дані щодо необхідності використання комбінацій полісахаридів, які виявляють синергетичну взаємодію. Це пов'язано зі зниженням вмісту суміші полісахаридів і раціональним їх використанням [36].

Найбільш ефективне рішення завдань із розробки та вдосконалення технологічних процесів і нових видів продукції можливо здійснити на основі комплексного або системного підходу до проблеми. Під комплексним підходом мається на увазі сукупність методологічних принципів, які дозволяють розглядати окремі елементи, як єдине ціле – систему.

Метою моделювання технологічної системи є визначення взаємопов'язаних технологічних параметрів виробництва з показниками якості напівфабрикатів і готової продукції, встановлення можливості регулювання та оптимізації параметрів технологічного процесу.

На етапах дослідження складні системи, до яких відноситься більшість технологічних процесів виробництва харчової продукції, піддають у різному ступені формалізації та деталізації залежно від міри пізнання їхнього складу, структури, властивостей, взаємодій із зовнішнім середовищем. Одними з видів моделей, що використовують при їх моделюванні, є «Чорний ящик», «Склад системи», «Структура системи», «Білий ящик».

Під час характеризування системи було вивчено асортимент термостабільних начинок, їхній склад, харчову та біологічну цінність. Враховуючи потреби споживачів до кондитерських начинок, ми вибрали склад суміші, який задовольнить потреби населення та виробників у даній галузі. До підсистем молокомісної термостабільної начинки відносяться рецептурні компоненти, які групують, виходячи з того, яку роль

вони виконують у технологічному процесі виробництва розроблюваного продукту (структуруювачі, смакоароматичні добавки та стабілізатори).

На рисунку 3.4 представлена модель «Чорний ящик» технології приготування молокової термостабільної начинки (ТМН). У цій моделі при приготуванні молокової термостабільної начинки входами є вид та якість сировини, співвідношення рецептурних компонентів, вміст жирового компонента, параметри структуроутворення, якість обладнання, кваліфікація робітників. До вихідних параметрів даної моделі відносяться органолептичні показники (консистенція начинки, смак і аромат, запах, зовнішній вигляд); фізико-хімічні показники (вміст сухих речовин, цукру, жиру тощо); показники безпечності; структурно-механічні показники (пластичність, намазуваність тощо); функціонально-технологічні показники (термостабільність, вологоутримувальна здатність тощо) та собівартість молокової термостабільної начинки.

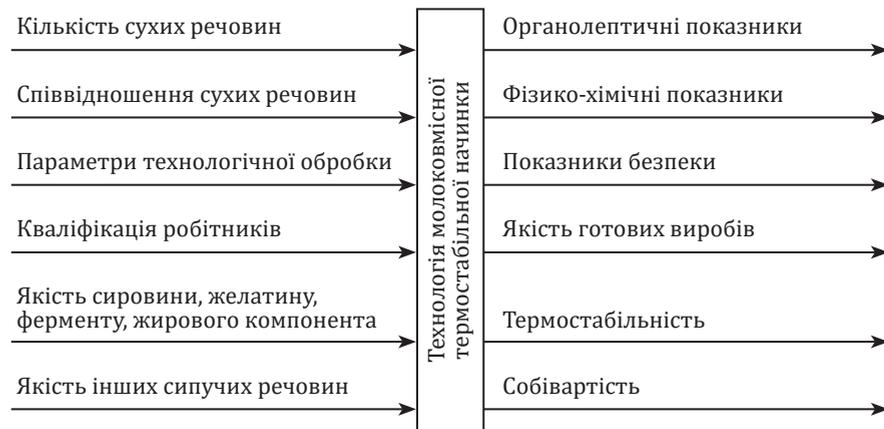


Рисунок 3.4 – Параметрична модель «Чорний ящик» технології молокової термостабільної начинки

Модель «Склад системи» молокової термостабільної начинки представляє інформацію про внутрішній зміст системи, описує, із яких підсистем та елементів вона складається. Під час вивчення «Складу системи» було проаналізовано асортимент термостабільних начинок, їхній склад, харчову та біологічну цінність.

Враховуючи вимоги споживачів до кондитерських начинок, ми вибрали склад суміші, який задовольнить населення та виробників у даній галузі.

До підсистем молокової термостабільної начинки відносяться рецептурні компоненти, які групують, виходячи з того, яку роль вони виконують у технологічному процесі виробництва розроблюваного продукту (структуруювачі, смакоароматичні добавки та стабілізатори). До елементів нашої моделі відносяться конкретні сировинні компоненти (желатин, мальтодекстрин, цукор, молоко сухе, трансглютаміназа, вода та жировий компонент), властивості яких планується реалізувати в ході технологічного процесу.

Враховуючи знання щодо властивостей сировини, глибини вивчення досліджуваної проблеми та проведення огляду літератури, ми побудували модель

«Склад системи» молокової термостабільної начинки, яка наведена на рисунку 3.5.

Модель «Структура системи» молокової термостабільної начинки наведена на рисунку 3.6.

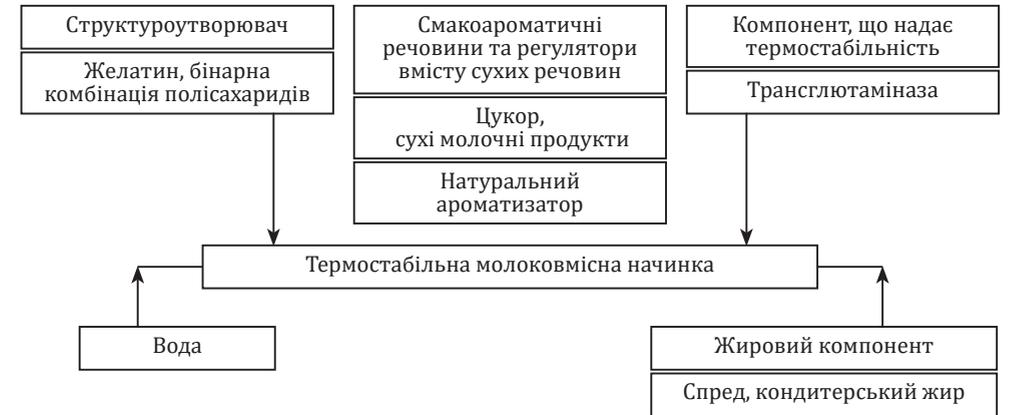


Рисунок 3.5 – Модель «Склад системи» молокової термостабільної начинки

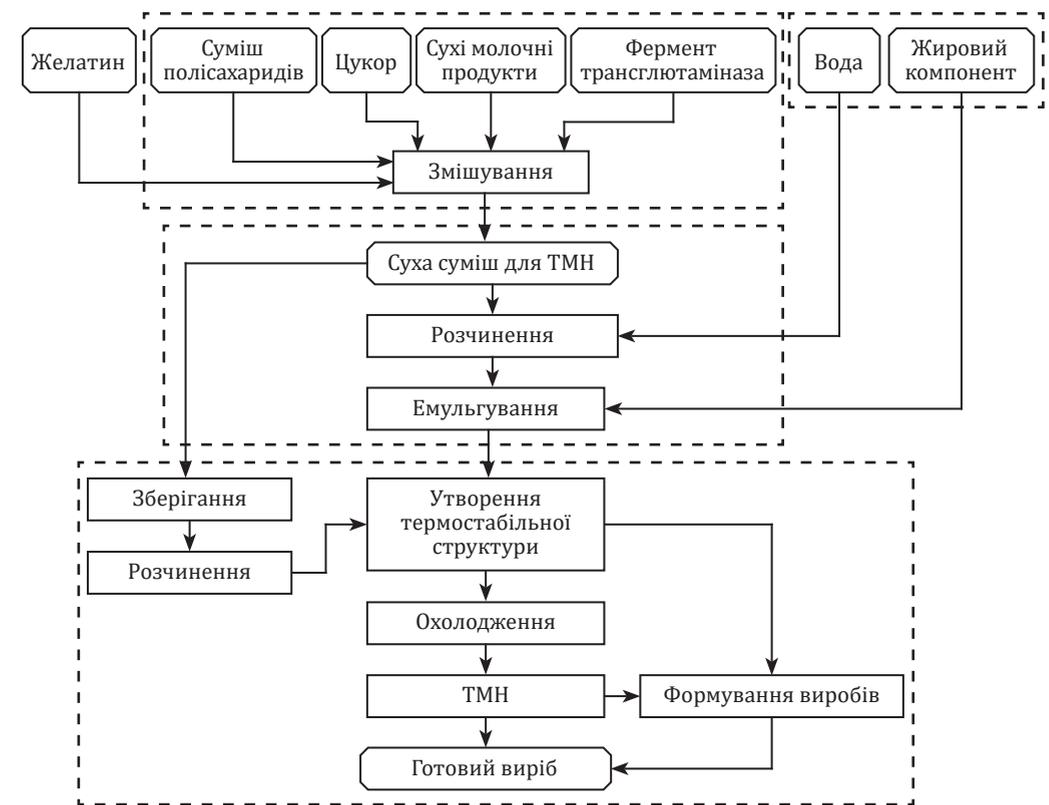


Рисунок 3.6 – Модель «Структура системи» молокової термостабільної начинки

У загальному вигляді отримання термостійкої молоковмісної начинки здійснюється наступним способом. Змішують сухі компоненти: суміш камеді ксантану та камеді тари у співвідношенні 60:40 у їх загальній концентрації, желатин, трансглютаміназу, сухе знежирене молоко, цукрову пудру, мальтодекстрин. Отриману суміш гідратують у питній воді при постійному перемішуванні за швидкості, що забезпечує рівномірне розподілення компонентів по всьому об'єму. В отриману систему додають кондитерський жир, попередньо розтопленій. Отриману суміш заливають у виробничу тару та термостатують. Після термостатування начинку охолоджують, пакують та зберігають.

Переваги термостабільних начинок наступні:

- повністю готові до застосування, не вимагають тимчасових і виробничих ресурсів на проведення підготовчих операцій;
- зберігають свої властивості в широкому температурному діапазоні – від $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- не вимагають додаткового холодильного устаткування при зберіганні;
- не висихають, не киплять, не розтікаються;
- надають виробу приємного смаку та аромату.

Рекомендовані сфери застосування – кондитерська та хлібопекарська промисловість і молочна промисловість.

◆ У кондитерській і хлібопекарській промисловості:

- для виробів із будь-якого виду тіста;
- для використання в готових кондитерських виробках;
- для дозування в тісто перед випічкою;
- для декорування кондитерських виробів.

◆ У молочній промисловості:

- як наповнювач для глазурованих сирків;
- як наповнювач для морозива.

Отже, запропонована технологія дозволяє розширити асортимент термостійких начинок, одержати продукцію з широким спектром технологічних властивостей, а також високою харчовою та біологічною цінністю, що матиме успішне застосування в різних галузях харчових виробництв.

Перелік джерел до розділу 3

1. Ferreira A. F., Heleno S. A. Chemical, Nutritional, and Bioactive Potential of Mushrooms. Edible and Medicinal Mushrooms: Technology and Applications. *Wiley*. 2017. P. 455–501.
2. Zięba P., Sękara A., Sułkowska-Ziaja K., Muszyńska B. Culinary and Medicinal Mushrooms: Insight into Growing Technologies. *Acta Mycologica*. 2020. Vol. 55 (2). P. 1–19.
3. Boa E. Wild edible fungi a global overview of their use and importance to people. FAO, Rome, 2004. URL: <http://www.fao.org/3/y5489e/y5489e.pdf>
4. Chang S.-T., Wasser S. P. The Role of Culinary-Medicinal Mushrooms on Human Welfare with a Pyramid Model for Human Health. *International Journal of Medicinal Mushrooms*. 2012. Vol. 14 (2). P. 95–134.

5. Modern achievement of food science in aspects of cultivated mushrooms application in food technology : monograph / Nan Haijuan, T. M. Stepanova, Bo Li, N. V. Kondratjuk. Odesa : Oldi+, 2021. 100 p.
6. Patel Y., Naraian R., Singh V. Medicinal properties of *Pleurotus* species (oyster mushroom): A review. *World Journal of Fungal and Plant Biology*. 2012. Vol. 3. P. 1–12.
7. Agarwal S., Kushwaha A., Verma V., Singh M. P. Nutritional attributes of *Pleurotus* mushroom In: *Incredible World of Biotechnology*. Nova Science Publishers. 2017. P. 13–24.
8. Tolera K. D., Abera S. Nutritional quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus Ostreatus*) as affected by osmotic pretreatments and drying methods. *Food Science and Nutrition*. 2017. Vol. 5 (1). P. 1–7.
9. Bao X., Feng Z., Yao J., Li T., Yin Y. Roles of dietary amino acids and their metabolites in pathogenesis of inflammatory bowel disease. *Mediators Inflamm*. 2017. P. 1–9.
10. Mau J. L., Lin Y. P., Chen P. T., Wu Y. H., Peng J. T. Flavor compounds in king oyster mushrooms *Pleurotus eryngii*. *J. Agric. Food Chem*. 2008. Vol. 46. P. 4587–4591.
11. Tagkouli D., Kaliora A., Bekiaris G., Koutrotsios G., Christea M., Zervakis G. I., Kalogeropoulos N. Free amino acids in three *Pleurotus* Species cultivated on agricultural and agro-industrial by-products. *Molecules*. 2020. Vol. 25 (17). P. 1–16.
12. Okafor D. C., Onuegbu N. C., Odimegwu N. E., Ibeabuchi J. C., Njoku N. E., Agunwa I. M., Ofoedu C. E., Njoku C. C. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Oyster Mushroom. *American Journal of Food Science and Technology*. 2017. Vol. 5 (2). P. 64–69.
13. Wang H., Ng T. B. Isolation of a novel ubiquitin-like protein from *Pleurotus ostreatus* mushroom with anti-human immune deficiency virus, translation-inhibitory and ribonuclease activities. *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 2000. Vol. 276. P. 587–593.
14. Шатських Н. С., Темченко О. В. Використання нетрадиційної сировини в кулінарії: мікрозелень : навчальний посібник. Суми, 2021. 120 с.
15. Сімахіна Г. О. Технологія оздоровчих харчових продуктів : підручник / Г. О. Сімахіна, Н. В. Науменко. Київ : НУХТ, 2015. 404 с.
16. Федорова Д. В. Оздоровчі напої з природними антиоксидантами для харчування населення мегаполісів. URL: https://www.sworld.com.ua/index.php/technical-sciences_114/technology-of-food-products-114/21300-114-157
17. Федорова Д. В., Кравченко М. Ф., Карпенко П. О., Марцин Т. О., Антонюк І. Ю., Медведєва А. О., Демічковська М. П. Фундаментальні і прикладні аспекти сучасних еколого-біологічних досліджень. URL: <https://www.sworld.com.ua/simpoz4/132.pdf>
18. Micro-scale vegetable production and the rise of microgreens. *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 57 (A). P. 103–115.
19. Арпуть О. В., Усатюк О. М., Жукова Н. В. Використання рослинної сировини для збагачення свіжовичавлених соків біологічно активними речовинами. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/21706>
20. Марчук М., Пахомська О. Мікрозелень – перспективний напрямок здорового харчування. *Актуальні проблеми ефективного соціально-економічного розвитку України: пошук молодих* : тези доповідей ІХ Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції. Вінниця : Редакційно-видавничий відділ ВТЕІ КНТЕУ, 2020. Вип. 86. С. 119–121.

21. Kryzhova Yu. P., Shevchenko I. I., Morozova M. A., Kovalenko S. V. Development of new products for the prevention of calcium deficiency. *Scientific Messenger LNUVMB*. 2017. Vol. 19 (80). P. 48–51.
22. Palacios C., Cormick G., Hofmeyr G. J., Garcia-Casal M. N., Peña-Rosas J. P., Betrán A. P. Calcium-fortified foods in public health programs: considerations for implementation. *Ann N Y Acad Sci*. 2021. Vol. 1485 (1). P. 3–21. doi: 10.1111/nyas.14495
23. Taylor E., Curhan G. Role of Nutrition in the Formation of Calcium-Containing Kidney Stones. *Nephron. Physiology*. 2004. Vol. 98. P. 55–63. doi: 10.1159/000080265
24. Hamda Nahia, Navaneetha R. An Overview of Osteoporosis in the Elderly Population: Role of Nutrition and Physical activity. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*. 2022. Vol. 10. P. 1246–1251. doi: 10.22214/ijraset.2022.46801
25. Арсеньєва Л. Ю. Збагачення пшеничного хліба мікронутрієнтами / Л. Ю. Арсеньєва, Л. О. Герасименко, М. М. Антонюк, В. Ф. Доценко. *Наукові праці НУХТ*. 2003. № 14. С. 51–53.
26. Bochkareva Z. A., Pchelinceva O. N., Sagandykova S. K., Trifonova K. A. About enrichment bakery products with recycled sunchoke and calcium. *XXI century: results of the past and problem of the present*. 2022. Vol. 1 (57). P. 69–73.
27. Matseychik I. V., Korpacheva S. M., Suvorova E. A., Tkach A. N. Improvement of technologies and development compoundings of the bakery products of the functional purpose enriched with calcium, protein and β -carotene. *News of higher educational institutions. Food technology*. 2018. Vol. 4 (364). P. 22–27.
28. Кочеткова А., Левачева М., Іпатова Л., Шубіна О. Збагачувачі цукрового печива – пребіотики та кальцій. *Хлібопродукти*. 2016. № 8. С. 31–33.
29. Popova N. K., Mashchuk E. A. Eggshell – a natural biodiminators to food products in calcium efficiency in the human body. *Theoretical and clinical medicine. Pharmacology*. 2021. Vol. 2 (68). P. 19–25.
30. Степанова Т. М. Технологія желе плодово-ягідного на основі напівфабрикатів желюючих : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.16 / Харків. держ. ун-т харчування та торгівлі. Харків, 2017. 17 с.
31. Bar A. Calcium transport in strongly calcifying laying birds: Mechanisms and regulation. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol*. 2009. Vol. 152. P. 447–469.
32. Nahla Hassan M. M. Chicken Eggshell Powder as Dietary Calcium Source in Biscuits. *World Journal of Dairy & Food Sciences*. 2015. Vol. 10. P. 199–206.
33. Пат. 20060062857 США. Method of producing eggshell powder / F. K. Suzuki, P. Y. Wang, L. C. Mead. № 08859010 ; Заяв. 28.05.04 ; Опубл. 23.03.06.
34. Pang R. L., Fang J. B., Guo L. L., Xie H. Z. Extraction Conditions Optimization of Mai n Organic Acids from Fruits. *Sci. Agric. Sin*. 2014. Vol. 47. P. 2625–2633.
35. Бондаренко Д. О., Люлька О. М., Корецька І. Л. Дослідження показників якості пектину як основної складової термостабільної начинки. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені П. Василенка*. 2016. Вип. 179 «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв». С. 188–193.
36. Юрченко С. Л. Розробка рецептурного складу плодово-ягідних начинок / С. Л. Юрченко, М. Б. Колеснікова. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2013. С. 83–88.

Розділ 4

СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Сенсорна оцінка органолептичних показників якості харчової продукції

Якість харчової продукції залежить від низки органолептичних, текстурних, фізико-хімічних характеристик, а також показників поживної цінності, безпечності. В умовах зростання конкурентоспроможності харчової продукції різних брендів від мікробізнесу до всесвітньо відомих гравців на ринку ключовими аспектами під час вибору споживачами є органолептичні показники. Це обумовлює необхідність приділення належної уваги з боку виробників харчових продуктів під час контролю цих показників, а також із боку вчених під час дослідження.

Для оцінки та контролю якості харчових продуктів у технологічному процесі її виробництва наприкінці ХХ ст. були запропоновані нові інструментальні методи та спеціалізоване обладнання для сенсорної оцінки, такі як «Електронний ніс», «Електронне око», «Електронний язик» та їх поєднання [1; 2].

4.1.1. Система «Електронний ніс» (E-nose)

«Електронний ніс» (E-nose) – це пристрій, який аналізує, розпізнає та досліджує складні гази, які виділяються з різних джерел [3]. Це «інтелектуальна» система, яка призначена для імітації органу нюху людини. Механізми ідентифікації пахучих речовин подібні до тих, що присутні в носі людини. Концепцію системи «Електронний ніс» запропонували Додд і Персуад з університету Уоріка у Великобританії в 1982 р.

В останні роки технологія «Електронний ніс» швидко розвивається за кордоном і широко використовується в багатьох галузях харчової промисловості завдяки таким її перевагам, як низька вартість, висока чутливість, простота управління, контроль у режимі реального часу порівняно з традиційними методами, які є руйнівними, трудомісткими та дорогими [4].

«Електронний ніс» відіграє важливу роль у визначенні якості харчових продуктів. Цей прилад може робити відповідні аналізи та оцінку, збираючи, виявляючи та аналізуючи леткі органічні речовини харчових продуктів. Зазвичай технологія «Електронний ніс» використовується для визначення свіжості та фальсифікації харчових продуктів, ідентифікації різних ароматичних сполук тощо [5]. Крім того, будучи новою технологією, «Електронний ніс» також може класифікувати харчові продукти відповідно до їхньої якості та прогнозувати термін зберігання, щоб гарантувати їхню безпеку [6]. На рисунку 4.1 (див. с. 104)

наведений зовнішній вигляд портативного «електронного носа» від німецької компанії AIRSENSE Analytics [7].

На даний час розроблено різні типи систем «Електронний ніс», усі вони мають характерні принципи дії та процедури експлуатації. Загалом електронний ніс складається з трьох частин: 1 – пробовідбірник, 2 – матриця газових датчиків і 3 – система обробки сигналів.



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд портативного «електронного носа» від німецької компанії AIRSENSE Analytics

це аналіз і класифікація даних після їхнього збору від окремого датчика з масиву, що в результаті призводить до визначення складу та концентрації суміші газів. Вона схожа на систему нюхового нерва людини.

Основні операційні процедури включають три етапи: підготовка зразка, збір даних та аналіз даних. На етапі підготовки зразок харчового продукту, що досліджується, поміщається в герметичний флакон на деякий час, щоб дозволити летким речовинам вивільнитися. Потім повітря з леткими речовинами оцінюється за допомогою датчиків газу «електронного носа». Для оцінки різних летких органічних речовин застосовують відповідні датчики газу, які мають вибірково чутливість. Після цього кроку кількісний і якісний аналіз складу летких речовин відбувається за допомогою спеціального комерційного програмного забезпечення [8].

За наведеним QR-кодом у доступній формі візуалізовано, як працює система «Електронний ніс».



Як працює «електронний ніс»

<https://www.youtube.com/watch?v=3-1HCkK5faM>

Застосування в різних типах харчових продуктів. Під час оброблення, зберігання, транспортування та споживання харчові продукти можуть псуватися

Пробовідбірник – це пристрій для відбору проб повітря, який подає газ через герметичний балон. Правильний відбір проб легкої фракції є ключовим аспектом для ефективного використання «електронного носа».

Матриця газових датчиків – це датчики газу, які виявляють леткі сполуки зразків. Газові датчики перетворюють різні молекули запаху на своїй поверхні в сигнали, які можна виміряти фізичними методами.

Система обробки сигналів –

під дією ферментів, мікроорганізмів або інших факторів, що може негативно вплинути на якість і зменшити термін придатності харчових продуктів. Це спричиняє зміну складу та кількості летких органічних речовин порівняно з вихідним свіжим продуктом. Ці зміни досить точно можуть бути виявлені «електронним носом».

Система E-nose широко використовується для виявлення фальсифікованих харчових продуктів. Фальсифікація харчових продуктів шкодить споживачам і впливає на розвиток усієї харчової промисловості. Розробка швидкого й точного методу виявлення фальсифікації харчових продуктів є важливим і невідкладним завданням. Найчастіше зустрічається фальсифікація молока, меду, м'ясних продуктів [9].

М'ясо та м'ясні продукти. «Електронний ніс» може зробити швидкий і точний аналіз м'яса для забезпечення його якості та безпечності. Системи «Електронний ніс» можуть бути застосовані для визначення свіжості м'яса (псування) і, отже, можуть оцінити термін його зберігання, виявлення наявності патогенних мікроорганізмів у м'ясі, фальсифікації [10].

Наприклад, міжнародна команда вчених під керівництвом науковців із Наньянського технологічного університету розробила електронний ніс на базі штучного інтелекту [11]. Ознайомитися з коротким промо-відео розробки можна за наведеним QR-кодом.

<https://m.youtube.com/watch?v=l2E1xyg482Y>



SCAN ME

Основним елементом розробки є спеціальне штрих-кодове маркування, колір якого змінюється залежно від наявності концентрації газів. Для інтерпретації показників використовують спеціальний «сканер» у вигляді мобільного додатка. За точність роботи «сканера» відповідають технології штучного інтелекту. На рисунку 4.2 наведений фрагмент відео з посилання за зазначеним QR-кодом з інтерфейсом мобільного додатка.



Рисунок 4.2 – Фрагмент відео з інтерфейсом мобільного додатка

Завдяки розширеному спектрові можливостей E-nose здатний легко виміряти свіжість м'яса та спрогнозувати термін його придатності. За результатами тестів різних видів м'яса команда вчених встановила, що використаний алгоритм оцінки штучним інтелектом і технології нейромереж визначає свіжість м'яса з точністю 98,5 %.

На думку експертів наукового видання *Advanced Materials*, «електронний ніс» може бути ефективним у вирішенні одразу декількох практичних задач:

- ❖ він здатний зменшити обсяги харчових відходів: завдяки пристрою можна буде точно визначити свіжість м'яса, а значить, швидше його продати;
- ❖ зазначена експертиза допоможе уникнути штучного завищення цін роздрібними продавцями. Тобто ця технологія може стати ефективним інструментом визначення адекватної ціни на м'ясу продукцію;
- ❖ точніший контроль із більшою вірогідністю призведе до збільшення ефективності боротьби з харчовими отруєннями.

На думку авторів, розроблена система «Електронний ніс» може поєднуватися з більшістю сучасних форматів харчового пакування, тобто контрольний маркер можна наносити одночасно з базовим пакуванням та етикеткою. Після цього він буде працювати автоматично, реагуючи на хімічний склад середовища всередині пакування. Якщо м'ясо почне псуватися і виділяти відповідні гази, маркер вловить їх і зреагує зміною кольору. Така автономність забезпечує не тільки точність, але і простоту використання, оскільки не потрібно електроенергії та складного обладнання.

За словами розробників, самі маркери, що використовують у форматі штрихкодів, також безпечні, вони повністю біорозкладні та абсолютно не токсичні. Це дозволяє без додаткових ризиків впроваджувати їх у всі сегменти харчової промисловості.

В Україні вченою А. О. Калініченко з Ужгородського національного університету під керівництвом д. т. н., професора Л. Ю. Арсенєвої з Національного

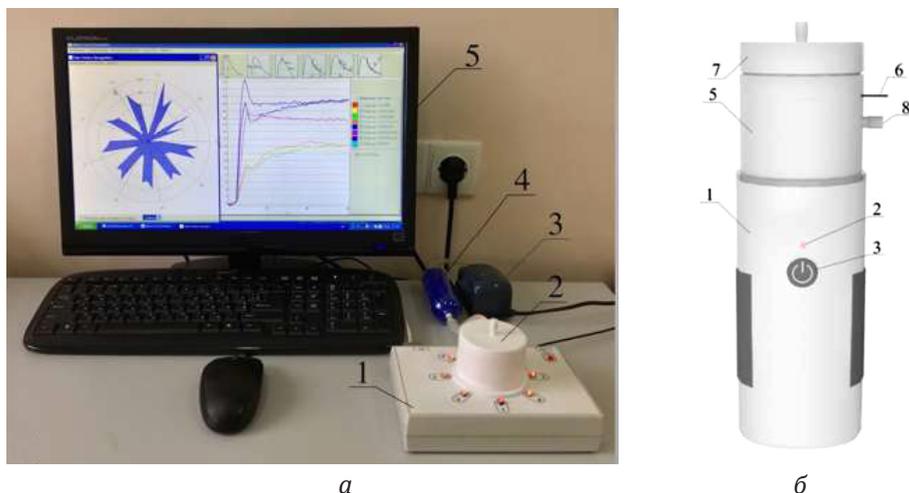


Рисунок 4.3 – Загальний вигляд лабораторної установки «Електронний ніс» (а) та головний вигляд (вигляд спереду) портативного «електронного носа» (б)

університету харчових технологій розроблено інтелектуальну мультисенсорну систему з методологією «Електронний ніс» для аналітичного контролю якості харчових продуктів [12]. Загальний вигляд лабораторної установки «Електронний ніс» та запропонованого конструктиву портативного «електронного носа» наведено на рисунку 4.3 (див. с. 106).

За результатами досліджень вченими розроблено нові масиви сенсорів, лабораторні установки та макет портативного «електронного носа» з різними системами пробовідбору (рис. 4.3), алгоритми та програми для аналізу даних мультисенсорних систем, методики аналізу харчових продуктів, зокрема для вирішення задач якісного та кількісного аналізу м'ясних і ковбасних виробів [13], детектування легких маркерів окиснення ліпідів олій і жирів, методику експрес-оцінки автентичності ковбасних виробів, методику визначення вмісту соєвого замітника в ковбасних виробках, альтернативну методику визначення показника КМАФАНМ ковбасних виробів, альтернативний метод визначення пероксидного числа олій.

Із дисертаційною роботою можна ознайомитися за наведеним QR-кодом.



Зерно. У ряді наукових робіт наведені дані щодо зручних, швидких і неруйнівних аналізів із використанням «електронного носа» щодо визначення тривалості зберігання різних партій зерна пшениці, долі запліснявілих зерен ячменю в сумішах зі свіжим зерном, якості уражених комахами зерен пшениці на різних етапах під час зберігання [14].

Чай і кава. «Електронний ніс» знайшов успішне застосування для прогнозування оптимального часу бродіння чаю, контролюючи вміст і співвідношення його смакоароматичних компонентів в екстракті, зокрема флаванолу, кофеїну, фенольних речовин, жирів, амінокислот, фітонцидів [15], визначення фальсифікації кави [16], аналіз змін ароматичного профілю кави еспресо як функції ступеня помелу та часу екстракції [17], розрізнення гатунків кави арабіки та робусти [18].

Пиво. Із використанням «електронного носа» можна досліджувати відмінності між типами солоду як основної сировини пива та на основі цього розробляти нові та вдосконалювати існуючі технології цього слабоалкогольного напою, розпізнавати типи пива [19] та класифікувати його [20].

Молоко. У літературі [21] заявлено про успішні результати з визначення псування молока за допомогою технології «Електронний ніс».

Риба та морепродукти. Застосування технології «Електронний ніс» у технології риби спрямовано в напрямках ідентифікації свіжості та псування, виявлення сторонніх присмаків, розрізнення видів риби та морепродуктів [22; 23] тощо.

Фрукти та овочі. «Електронний ніс» можна застосовувати для ідентифікації стиглості та оцінки якості фруктів і овочів [24; 25].

Рослинна олія. Технологію «Електронний ніс» можна застосовувати для класифікації, визначення географічного походження, фальсифікації та оцінки окислення рослинної олії [26].

Перспективи розвитку технології E-nose. Незважаючи на всі переваги технології «Електронний ніс», вона все ще знаходиться на початковому етапі розробки, оскільки має багато обмежень. Зокрема, існує велика різниця в порівнянні з нюховою системою людини, застосування «електронного носа» обмежене датчиками та аналітичними методами, матриці датчиків чутливі до факторів навколишнього середовища, таких як вологість і температура, методи аналізу даних у системі обробки сигналів не прості.

Із розвитком сенсорної технології, біологічного чіпа та біологічної інформації функція «електронного носа» стає ближче до людської нюхової системи, тому вона буде достатньо гарною, щоб замінити її та широко використовувати в більш широкому діапазоні застосувань. Також очевидно, що «електронний ніс» буде розроблений і виготовлений у вигляді портативних пристроїв за низькою ціною, що зробить його більш доступним [8].

4.1.2. Система «Електронний язик» (E-tongue)

Основним і кращим методом оцінки смаку є дегустація, однак використання дегустаторів є дуже складним і проблематичним у харчовій промисловості через недоліки процесу, такі як потенційна токсичність їжі, суб'єктивність результатів тощо, навіть якщо члени дегустаційної комісії добре навчені [27]. Ці фактори стали причинами винаходу технології штучного розпізнавання смаку, так званого «електронного язика», як більш надійного, відтворюваного аналітичного інструмента, щоб замінити сенсорну оцінку харчових продуктів експертами.

«Електронний язик» є аналітичною смаковою сенсорною системою, яка дозволяє отримати інформацію про смак їжі та спрямована на швидку оцінку складних рідинних систем [28]. Ця технологія була розроблена в середині 1980-х років [29] та дозволяє виявляти специфічні речовини за допомогою різних штучних мембран і електрохімічних методів [30]. «Електронний язик» має глобальну вибірковість подібно до унікальної здатності мозку, яка групує всю інформацію, отриману з «язика», у чіткі шаблони відповідей, що кодують якість смаку.

Електронне визначення смаку як альтернативу оцінці смаку харчових продуктів усе частіше використовують для класифікації та ідентифікації подібних зразків, особливо щодо рідин [31]. «Електронний язик» уже продемонстрував свій потенціал для використання як додатковий інструмент для дегустаторів у сфері сенсорних технологій завдяки швидким, високочутливим і вибіркоким методам.

На даний час на ринку представлені різні інструменти та пристрої для визначення смаку. Зокрема, французька компанія Alpha MOS, яка спеціалізується на рішеннях для сенсорного аналізу та є світовим лідером промислових аналізаторів запаху, смаку та зору, пропонує «електронний язик» ASTREE, який може виконувати глобальну оцінку смаку складної суміші розчинених органічних і неорганічних сполук [32]. На рисунку 4.4 (див. с. 109) показаний зовнішній вигляд цього приладу.

Він виявляє всі сполуки в рідких зразках, що відповідають за смак, і порівнює різні продукти на основі їхнього смакового профілю. Цей «електронний язик» може оцінювати не лише основні смаки (солодкий, гіркий, кислий, сіль і умами (смак високобілкової їжі, що виділяється в самостійний, п'ятий смак у Китаї, Японії та інших країнах Далекого Сходу)), але й інші аспекти, які визначають смак, наприклад, металевий, гострий, терпкий.



Рисунок 4.4 – Зовнішній вигляд «електронного язика» від французької компанії Alpha MOS

<https://m.youtube.com/watch?v=4qdzxuBWZoM>



SCAN ME

На відео, яке знаходиться за посиланням за запропонованим QR-кодом, показана система визначення смаку TS-5000Z від японської компанії Insent [33]. Цей «електронний язик» використовує той самий механізм, що й людський язик, перетворює смак харчової продукції на числові дані. Використовуючи унікальну технологію вимірювання післясмаку, за допомогою даного приладу можна виразити такі аспекти смаку, як «насиченість» і «гострота», які неможливо виміряти звичайними хімічними приладами. Крім того, запатентована програма аналізу спрощує отримання результатів аналізу. Як допоміжний інструмент для сенсорної оцінки, TS-5000Z є потужним інструментом для використання в різноманітних сферах харчової промисловості, таких як контроль якості, розробка продукту, маркетинг і продаж, де потрібна об'єктивна оцінка смаку.

Учені з Сеульського національного університету розробили біоелектричний «язик» [34], який може успішно ідентифікувати два смакові відчуття: солодке та пікантне.

За словами розробників, «язик» у 10 тис. разів ефективніший у сприйнятті «солодких» смаків порівняно з людським язиком, а це означає, що його потенційно можна використати для розробки нових харчових продуктів. Дослідники прогнозують, що штучний «язик» незабаром знайде комерційне застосування в напрямку розроблення штучних спецій. За наведеним QR-кодом можна ознайомитися з відеоновиною.



Учені Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Україна) спільно з інститутом INSA (м. Ліон, Франція) розробили «електронний язик» у вигляді фотоелектричного сенсора, що може використовуватися для ідентифікації різних речовин у повітрі, продуктах харчування, рідинах тощо [35]. Робота сенсора базується на використанні гетероструктур, основою яких є кремнієва пластина. Під дією світла сенсор генерує електричний сигнал, параметри якого дуже чутливі до хімічного складу речовин, що аналізуються.

Принцип роботи «електронного язика». «Електронний язик», як потужний аналітичний інструмент, містить три блоки: 1 – масив неспецифічних і низько-селективних хімічних сенсорів, які мають часткову специфічність (перехресну чутливість) до різних компонентів рідкого зразка, 2 – відповідний метод розпізнавання образів, 3 – багатовимірне калібрування для обробки даних.

«Електронний язик» є багатоканальним сенсором смаку (понад п'ять основних смаків) із глобальною вибірковістю та складається з кількох видів ліпідних / полімерних мембран для перетворення інформації про смакові речовини на електричні сигнали, які подаються в комп'ютер. Матриця датчиків реагує на зразок рідини та видає сигнал, який потім обробляється комп'ютерною системою та створює шаблон системою розпізнавання образів. Згодом отримують результат проби зі смаковими характеристиками.

У порівнянні зі звичайним методом хімічного аналізу вихідні дані датчика «електронного язика» є не результатом аналізу окремих композицій у зразку, а шаблоном сигналу, пов'язаного з певними характеристиками зразка. Шаблон сигналу можна отримати за допомогою комп'ютерного аналізу з можливістю розпізнавання образів, щоб дати загальну оцінку смакових характеристик зразка [36].

Технологія «Електронний язик» має великий потенціал у застосуванні швидкого скринінгу та вимірювання харчових продуктів. Характеристика основних переваг і недоліків технології «Електронний язик» наведена в таблиці 4.1 (див. с. 111).

Застосування технології «Електронний язик» у різних типах харчових продуктів. У таблиці 4.2 (див. с. 111) узагальнено дані із застосування «електронного язика» в харчових продуктах. Видно, що слабоалкогольні, безалкогольні напої, молоко, мед є найпоширенішими зразками в застосуванні цієї технології.

Таблиця 4.1 – Характеристика основних переваг і недоліків системи «Електронний язик»

Переваги	Недоліки
Відтворювана та надійна оцінка смаку за рахунок повної та автоматичної процедури сенсорного аналізу та контрольованих умов вимірювання	Датчики смаку електронного язика не розрізняють окремі хімічні складові або вибірково виявляють специфічні хімічні речовини
Відсутність необхідності попередньої обробки харчової системи	Іноді висока чутливість і довговічність смакових датчиків є недостатньою
Можливість вимірювання та характеристика складних рідинних матриць	Залежність від факторів навколишнього середовища, зокрема вологості, температури тощо
Чутливість для широкого діапазону смакових сполук і порогів виявлення, рівного або кращого, ніж людський смак	Нижча точність визначення, ніж у хроматографічних, спектрофотометричних методах, електрофорезу
Висока швидкість аналізу	Нижча повторюваність для складного складу рідких зразків
Низька вартість	Зниження чутливості датчиків зі збільшенням в'язкості рідини

Таблиця 4.2 – Перелік застосування технології «Електронний язик» у харчових продуктах

Вид харчового продукту	Принцип оцінки	Посилання
Вино	Потенціометрія, вольтамперометрія	[37]
Пиво	Потенціометрія, вольтамперометрія	[38]
Оливкова олія	Потенціометрія, вольтамперометрія	[39]
Мед	Потенціометрія	[40]
Харчові олії	Вольтамперометрія	[41]
Яловичина	Потенціометрія	[42]
Кава	Потенціометрія, вольтамперометрія	[43]
Соки та напої	Потенціометрія, вольтамперометрія	[44]
Чай	Флюорометрія, вольтамперометрія, потенціометрія	[45]
Вода	Потенціометрія, вольтамперометрія	[46]
Молоко	Вольтамперометрія, потенціометрія	[47]
Соєвий соус	Потенціометрія	[48]

Перспективи розвитку технології E-tongue. Технологія «Електронний язик» як цінний інструмент для оцінки та прогнозування смаку харчових систем потенційно може замінити людину в рутинному аналізі та під час виробництва, зменшити ризик використання дегустаторів. Однак технологія «Електронний язик» усе ще знаходиться на ранній стадії розвитку. На цьому етапі потрібні швидкість, відтворюваність, послідовність і надійність для комерційного застосування. У цій галузі дослідникам потрібно докладати більше зусиль, щоб створити комерційне застосування в найближчі роки, і їхній успіх буде ще більше посилений завдяки сенсорній технології та розробці штучного інтелекту. Технологія «Електронний язик» у поєднанні з різними датчиками, модифікованими електродами та реакцією зору разом із відповідними системами розпізнавання образів або комбінованими

системами на апаратному рівні покращить комплексний рівень отримання інформації. З огляду на все можна зробити висновок, що об'єднання кількох систем штучного зондування покращує ефективність класифікації або оцінки якості розглянутих продуктів. Але комбіновані системи все ще знаходяться на ранній стадії, тому необхідні додаткові дослідження в цій галузі.

4.1.3. Система «Електронне око» (E-eye)

Перспективним способом виявлення зовнішніх характеристик харчової продукції є нова технологія штучного сприйняття – система комп'ютерного зору, так зване «електронне око». Воно є надійною імітаційною технікою для оцінки якості харчової продукції, зручною, ефективною, неруйнівною, простою в експлуатації, та може аналізувати більше деталей, ніж людське око.

«Електронне око» перетворює оптичні зображення на цифрові, використовує датчик зображення замість людського ока для збирання зображень об'єктів і застосовує критерії комп'ютерного моделювання для ідентифікації зображень з метою уникнення суб'єктивного відхилення людськими очима [49]. Широке впровадження цієї технології довело, що вона є ефективною, швидкою, точною та неруйнівною для оцінки якості продукту за формою, розміром, а також моніторингу кольору та аналізу текстури. Сьогодні «електронне око» використовують для оцінки свіжості харчової продукції, моніторингу процесу виробництва, визначення терміну придатності та перевірки якості сирих продуктів на основі параметрів форми, кольору та розміру.

«Електронне око» набуває все більшої популярності в харчовій промисловості. Цю нову інженерну технологію швидко почали використовувати, але її застосування можна віднести до 1960-х років. У 1982 р. обробка інформації (зображення), включаючи теорію обчислень, представлення, алгоритми та апаратну реалізацію, була запропонована Д. Марром [50]. У наступні 10 років дослідники звернули увагу на аналіз рухомих об'єктів, так званий трекінг, який застосовувався на більшості виробничих ліній. Як правило, у сучасних системах зору камера часто використовується як датчик зображення. Після збирання зображень відбувається їхня обробка для покращення та подальшого аналізу.

Принцип роботи «електронного ока». «Електронне око» отримує цифрові зображення досліджуваних речовин за допомогою технології оптичного сприйняття, а потім використовує технологію обробки зображень, щоб отримати характерну інформацію про зображення, пов'язану з якістю харчових продуктів, і встановити модель визначення якості харчових продуктів. На основі зображення камери з високою роздільною здатністю в умовах контрольованого освітлення в зачиненій шафі «електронне око» забезпечує детальні вимірювання аспектів продукту (кольори та форми). Інструмент може оцінити весь продукт, як його сприймає споживач, або зосередитися на вибраних частинах.

У випадку людського ока робота систем зору залежить від інтенсивності освітлення, тому правильне освітлення підвищує точність і скорочує час аналізу. Найпоширенішими джерелами світла є люмінесцентні лампи та лампи

розжарювання. Іншою частиною системи аналізу зображень є фотоапарат, кінокамера або сканер для запису фотографії певного об'єкта.

Робота «електронного ока» включає отримання, обробку та аналіз зображень. Камера фіксує відбите світло вимірюваного об'єкта та перетворює його на електричні аналогові сигнали. Потім система комп'ютерної обробки «витягає» інформацію про цільові характеристики, вибирає необхідні області та розділяє їх на фонове та цільове зображення. Аналітичні параметри будують з інформації про колір, а якісна або кількісна аналітична інформація «витягається» шляхом застосування одиничного калібрування, розпізнавання образів і багатовимірного аналізу [51]. У таблиці 4.3 наведена характеристика переваг і недоліків системи «Електронне око».

Таблиця 4.3 – Характеристика переваг і недоліків системи «Електронне око»

Переваги	Недоліки
Об'єктивна та надійна візуальна оцінка. Незалежно від консистенції або текстури продукту електронне око досягає відтворюваних вимірювань кольору та форми в контрольованих умовах і забезпечує відстеження продукту через зберігання даних.	Вирішальними факторами для підвищення ефективності є вибір і калібрування системних компонентів, які залежать від окремих застосувань. Наприклад, погане або непостійне освітлення значно впливає на якість отриманого зображення, тоді як високоякісне зображення пропонує меншу складність і менше часу на обробку зображення. Це робить вимірювання більш невпевненими, а інструментальна роздільна здатність сигналу гіршою. Крім того, на нього впливають умови експлуатації або навколишнього середовища.
Поглиблений аналіз. Прилад вимірює як колір, так і параметри форми за один раз для всього продукту. Він не надає середнього значення, але визначає частку кожного видимого кольору, розподіл кольору та варіації по поверхні, а також таку інформацію, як круглість, площа або співвідношення поверхні між мінімальним і максимальним розмірами.	
Простий і швидкий метод. Цей неруйнівний аналіз не вимагає підготовки зразків і стане в пригоді для складних і неоднорідних ділянок. Завдяки великій поверхні вимірювання розмір зразка рідко є проблемою, що також дозволяє оцінювати кілька зразків за один аналіз.	

Уже згадана вище французька компанія Alpha Mos пропонує комерційне рішення «електронного ока» для бізнесу – візуальний аналізатор зображень високої роздільної здатності IRIS [52] (рис. 4.5).

Електронний візуальний аналізатор IRIS вимірює колір і форму продуктів за один аналіз, а також те, як їх сприймає споживач. Завдяки високій точності вимірювань і надійності аналізу в довгостроковій перспективі дозволяє контролювати візуальний аспект харчової продукції, що можна успішно застосовувати як під час розроблення нової продукції, так і під час контролю якості виробництва. За словами виробників, використання цього приладу дозволить зробити сенсорну оцінку



Рисунок 4.5 – Візуальний аналізатор зображень високої роздільної здатності IRIS від французької компанії Alpha Mos

надійнішою завдяки об'єктивним і відтворюваним вимірюванням, покращити сенсорну якість харчової продукції та забезпечити її постійність у часі, стандартизувати візуальні характеристики продукції на виробничих майданчиках у глобальному масштабі, а також контролювати їх завдяки глибоким знанням атрибутів кольору та форми.

Більше про візуальний аналізатор зображень можна дізнатися за QR-кодом.



Застосування в різних типах харчової продукції. Застосування технології «Електронне око» досить поширене, особливо в харчовій промисловості. На даний час воно широко використовується для класифікації та оцінки якості фруктів, овочів, зерна, м'яса, риби, молочних і рідких харчових продуктів. Розроблений метод, включаючи технологію «Електронне око» – nonfusion та fusion, продемонстрував великий потенціал для забезпечення оцінки візуальних атрибутів, що впливають на якість їжі. Приклади застосування технології комп'ютерного зору в аналізі харчових продуктів наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Приклади технології комп'ютерного зору в аналізі харчових продуктів

Напрямки застосування	Об'єкт дослідження	Мета дослідження	Посилання
Фрукти та овочі	Банани	Моніторинг змін під час зберігання	[53]
	Броколі	Оцінка ступеня стиглості броколі	[54]
Зерно та борошняні продукти	Пшениця	Ідентифікація пшеничного борошна з різними концентраціями диметилсульфіду	[55]
	Піца	Контроль якості за кольором та розмірами	[56]
М'ясо та м'ясні продукти	Свинина	Аналіз кольору та прогноз візуальної сенсорної якості	[57]
	Варена шинка	Оцінка якості	[58]
Риба та морепродукти	Філе сьомги	Класифікація за кольором	[59]
	Креветки	Оцінка кольору для визначення вмісту води в сушених креветках	[60]
Алкогольні та безалкогольні напої	Червоне вино	Аналіз впливу типу закупорки на органолептичні показники червоного вина	[61]
	Кава еспресо	Оцінка візуальних характеристик піни	[62]
Молочні продукти	Сир	Дослідження впливу розмірів скибочок сиру на властивість плавлення сиру	[63]
Інші продукти	Картопляні чипси	Оцінка кольору під час смаження	[64]

Перспективи розвитку технології E-eye. Технологію «Електронне око» широко використовують для оцінки якості харчових продуктів, і вона є перспективною альтернативою трудомістким традиційним аналітичним методам. Із розвитком методів, заснованих на пристроях формування зображень, системи комп'ютерного зору мають потенціал замінити ручні (візуальні) методи перевірки та отримати широке визнання в промисловості. Як інструмент для оцінки якості багатьох сільськогосподарських продуктів, він надає швидку та точну інформацію про зовнішні аспекти якості харчових продуктів для подальшого аналізу даних і гнучкої верифікації результатів за різними аналітичними моделями. Крім того, злиття штучних сенсорних технологій, що поєднують «Електронне око», «Електронний ніс» і «Електронний язик», сприяє створенню системи з додатковою та всебічною інформацією про їжу, що забезпечує багатообіцяючі перспективи та тенденції для моніторингу, контролю та автоматизації систем обробки харчових продуктів у недалекому майбутньому.

4.2. Оцінка текстур харчової продукції

4.2.1. Аналізатори текстур для оцінки якості харчових продуктів

Об'єктивне та швидке вимірювання та оцінка текстур харчових продуктів є важливим для встановлення стандартів якості та моніторингу погіршення, яке відбувається під час зберігання та транспортування. У порівнянні з традиційними сенсорними оцінками інструментальні методи вимірювання є кращими як для комерційного, так і для дослідницького застосування, оскільки аналізатори текстур зручніші у використанні, широко доступні, мають тенденцію надавати узгоджені значення при використанні різними людьми та менш дорогі, ніж сенсорні.

Відкушування та пережовування їжі – це те, що люди роблять природно. Незважаючи на те, що текстуру часто визначають другорядною відносно смаку в оцінці успіху та прийнятності продукту, вона буде певною мірою впливати на вибір продукту споживачем, якщо не відповідає його очікуванням. Тому в гонитві за різноманітністю смаків людям також потрібна їжа з різноманітною текстурою. Наприклад, хрускіт важливий для картопляних чипсів та іншої снекової продукції. Картопляні чипси, які не відповідають вимогам щодо мінімального хрускоту, виміряного за допомогою тесту на акустичну силу, можуть сприйматися, як зволожені, та будуть відхилені споживачем. Ніжність є важливим текстурним атрибутом, що визначає свіжість, а отже, і ціну морепродуктів. Крім того, механічні властивості харчової текстур, такі як твердість, в'язкість, хрускіт і щільність, є простими показниками свіжості та цілісності продукту [65]. Текстура харчової продукції також може впливати на силу та тривалість сенсорних, когнітивних сигналів і сигналів після прийому їжі, які визначають, коли вона закінчується (насичення), і пригнічення апетиту між прийомами їжі (насичення) [66].

Текстура – це, у першу чергу, реакція тактильних відчуттів на фізичні подразники, які є результатом контакту між деякою частиною тіла та харчовим

продуктом. Тактильне відчуття (дотик) є основним методом сприйняття текстури, але кінестетика (відчуття руху та положення), іноді зір (ступінь спаду, швидкість потоку) і звук (пов'язаний із хрусткими та тріскучими текстурами) також використовують для оцінки текстури [67].

Міжнародна організація стандартизації (ISO) визначає текстуру як «усі механічні, геометричні та поверхневі атрибути продукту, які сприймаються за допомогою механічних, тактильних і, де це необхідно, зорових і слухових рецепторів» [68]. Також вважається, що текстура повинна бути пов'язана з відчуттями, які виникають під час трансформації їжі в ротовій порожнині [69] (рис. 4.6).

Насправді текстура – це сенсорне вимірювання структури або внутрішнього складу харчової продукції та її складових. Отже, вважалось, що текстуру слід «відчувати» лише двома різними шляхами протягом тривалого часу. Тактильне відчуття шкіри, яке також називається соматезією, сприймає жир, вологу та геометричні частинки, коли вони рухаються по поверхні їжі. Відчуття сили м'язами, також зване кінестезією, вимірює механічні властивості харчової продукції та реакцію на прикладені сили під час жування та маніпуляції [65]. Нещодавно було запропоновано, щоб відчуття текстури їжі під час жування включало реологію ротової порожнини та трибологію порожнини рота [70]. Згідно з цією теорією, текстурні властивості також можуть бути класифіковані як текстура, пов'язана з об'ємною деформацією, спричиненою реологією (така, як пружність, когезія, твердість), відносним рухом поверхні, спричиненою трибологією (така, як гладкість і шорсткість), і як ті, що відчуються за допомогою комбінованих реологічних і трибологічних механізмів (таких, як слизкість і кремоподібність) [70]. Тому розумно вважати, що текстура їжі охоплює хімію, фізику, фізіологію та психологію [71].



Рисунок 4.6 – Візуалізація процесу відкушування та відповідний процес дослідження з використанням текстурометра

Отже, з урахуванням вищенаведеного можна виділити важливі аспекти характеристики текстури:

- ❖ текстура – це сукупність фізичних властивостей, створених харчовими структурами;
- ❖ текстура – це не одна властивість, а сукупність багатьох властивостей;

❖ текстура належить до механічних або реологічних властивостей харчових продуктів, але інші фізичні властивості харчових продуктів, включаючи оптичні, електричні, магнітні властивості, температуру та термічні властивості, не входять до поняття текстури харчових продуктів;

- ❖ текстурні властивості їжі не містять хімічних відчуттів, таких як смак і запах;
- ❖ текстура в основному сприймається на дотик, що зазвичай відбувається в роті, але іноді в інших частинах тіла, таких як руки, вуха, очі тощо;
- ❖ об'єктивне вимірювання текстури можна виразити через масу (m), довжину (l) і час (t). Наприклад, розмірність сили – $m \times l \times t$, розмірність роботи – $m \times l^2 \times t^{-2}$, а розмірність потоку – $l^2 \times t^{-1}$.

Концепція харчової текстури містить два аспекти: перший – це фізичні властивості, включаючи модуль Юнга, напругу зсуву, в'язкість тощо; інший – це сенсорні властивості, включаючи смак, твердість, жувальність, в'язкість, клейкість тощо. Тому методи, які використовуються для перевірки текстури харчових продуктів, можна розділити на два види: об'єктивне вимірювання приладами та суб'єктивний сенсорний аналіз, які тісно пов'язані. Із цієї причини текстурні конструкції також містять кореляцію між фізичними та сенсорними властивостями, і, нарешті, необхідно судити про достовірність фізичних властивостей за сенсорними властивостями. Це також показує, що природа текстури є чуттєвою.

Сенсорна оцінка харчових продуктів вимагає не тільки професійних дегустаторів, але й великої кількості часу та зусиль. У той же час безліч факторів впливає також на результати оцінювання, що може зменшувати їхню точність, стабільність і повторюваність, а також робить її суб'єктивною. На противагу суб'єктивному, об'єктивний метод оцінки зазвичай має велику перевагу в контексті багатограних властивостей текстури їжі. Тому об'єктивні інструментальні методи переважають і є навіть необхідними в харчовій промисловості.

Об'єктивним методом оцінки є інструментальний метод. Базове механічне вимірювання, напівемпіричне визначення та моделювання текстурних властивостей харчових продуктів можна проводити за допомогою спеціального обладнання. Прилади для основних механічних вимірювань – це ті, які можуть визначати певні механічні параметри, такі як прилад для вимірювання в'язкості, базовий реометр тощо. Значення, виміряні цими приладами, завжди мають фізичні одиниці, такі як в'язкість, еластичність і міцність. Однак, незважаючи на те, що основні механічні вимірювання мають багато переваг (таких як точне визначення, сильна взаємозамінність даних) при оцінці текстури харчових продуктів, важко виразити повні механічні властивості, такі як сенсорна оцінка. Такі характеристики харчових продуктів, наприклад, як пружність тіста чи м'якість м'яса, навряд чи можна виразити простою механічною властивістю. Отже, визначення текстури харчових продуктів є вимірюванням, на яке впливає досвід і моделювання.

За останні десятиліття інструменти, що використовують для оцінки текстури харчових продуктів, були значно вдосконалені. Ці інструменти не тільки вимірювали фізичні параметри харчової продукції, але також приділяли більше уваги відчуттям. Згідно з попередніми дослідженнями, «улюблені» текстури харчової продукції повинні відповідати поведінці в роті споживачів [72]. Таким чином, імітуючи рухи людини під час прийому їжі або контакту з нею, такі як кусання, різання,

розтягування, жування, стискання тощо, сучасні аналізатори текстури можуть точно оцінити ступінь задоволення харчовою продукцією (рис. 4.7).

У процесі оцінювання текстури харчових продуктів, порівняно з нечіткістю сенсорної оцінки, інструментальні вимірювання можуть отримати більш інтуїтивні та кількісно визначені параметри, які дуже важливі для точної оцінки та контролю якості харчових продуктів, особливо для індустріалізації та стандартизації харчового виробництва. Отже, було проведено широке дослідження використання інструментальних методів для вимірювання текстурних властивостей харчових продуктів. Існує багато інформації про інструментальні вимірювання текстури харчової продукції, і ці тести можна розділити на три типи вимірювань на основі їхніх фізико-хімічних відмінностей [67; 73].

Перший тип – це первинні фізичні властивості, такі як розмір, форма, об'єм, пористість, колір тощо. Ці характеристики можуть бути відносно простими для отримання та надати параметри, які легко порівняти між різними харчовими продуктами, та іноді можуть бути безпосередньо пов'язані з чуттєвим сприйняттям. Ці основні фізичні властивості, як правило, регулярно вимірюють під час контролю якості харчових продуктів.



Рисунок 4.7 – Взаємозв'язок між оцінкою текстури харчової продукції та рухами людини під час прийому їжі або контактом із нею

Другий тип заснований на механічній деформації або поведінці потоку і, як правило, враховує співвідношення швидкості або масштабу деформації в інструменті з такою в ротовій порожнині або в блоці обробки [73]. Ці вимірювання включають випробування на стиск або розтяг для твердих речовин і реологічні випробування для напівтвердих або рідких речовин.

Третій тип – виготовлення на замовлення для виявлення фізичних атрибутів, які є специфічними для людського сприйняття текстури. Ці атрибути містять пристрої, які відстежують рухи щелепи або вимірюють неврологічну активність щелепних м'язів і пов'язують їх із властивостями харчової продукції та реакцією

споживачів [73]. Відповідно до попереднього запису [67] для вимірювання жування використовувалися такі методи:

- 1) гнатосоніка, яка вивчає звуки, створені жувальними механізмами;
- 2) кінематографічні методи, включаючи кінофлюорографію та рентген;
- 3) синхротрансмітери та світлодіоди, що контролюють рухи нижньої щелепи;
- 4) внутрішньоротові мініатюрні тензодатчики, що реєструють силу прикусу залежно від часу;
- 5) електроміографія – реєстрація електричної активності жувальних м'язів;
- 6) кінезіологія – запис рухів щелепи.

Для вимірювання текстурних властивостей харчових продуктів існують *деструктивні* та *неруйнівні* методи. Деструктивна група включає випробування на триточковий згин, згин з одnobічним надрізом, випробування на прокол і проникнення, а також різання «методом зубів». Під час цих механічних випробувань зазвичай вимірюють такі параметри, як сила, деформація та час.

Деструктивні методи вимірювання мають серйозний недолік, оскільки зразки харчового продукту руйнуються в процесі вимірювання. Тому їх не можна використовувати для онлайн-оцінки.

Неруйнівні методи розроблені відповідно до механічних, оптичних або акустичних принципів. Завдяки своїм перевагам у швидкій і безперервній оцінці неруйнівні методи дуже корисні для онлайн-перевірки якості харчових продуктів у харчовій промисловості, моніторингу, сортування окремих харчових продуктів і допомагають нам краще керувати, наприклад, часом збору врожаю.

Базова конструкція та принципи тестування. Базова конструкція аналізатора текстури в основному включає тензодатчик, зонд і платформу для зразка. Прилад також оснащений спеціальним програмним забезпеченням і аксесуарами для налаштування параметрів і збору даних (рис. 4.8).

Було розроблено декілька емпіричних методів для встановлення зв'язків між сприйняттям текстури та фізичними вимірюваннями структури їжі (тобто механічних властивостей). Аналіз профілю текстури, найбільш часто використовуваний імітаційний метод, застосовує двоцикловий тест на одноосьове стиснення для характеристики показників текстури, включаючи твердість, когезію, крихкість, клейкість, здатність до жування та еластичність [67]. Симулюючи рух верхньої щелепи, коли зуби кусають їжу, ми можемо отримати типову криву навантаження/час з аналізатора текстури (рис. 4.9, див. с. 120).

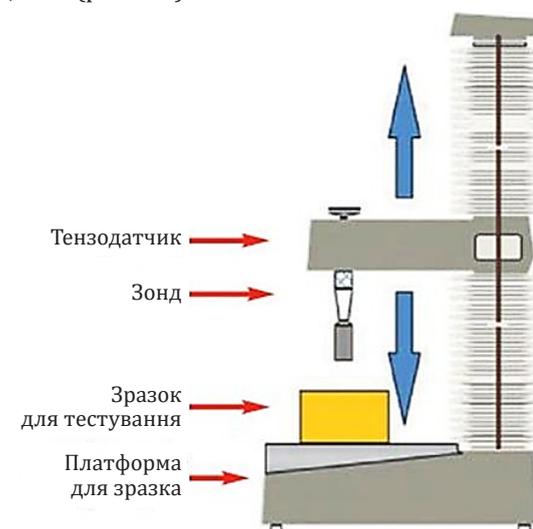


Рисунок 4.8 – Базова конструкція аналізатора текстури

Пікове значення сили в першому циклі стиснення (перший жувальний рух) являє собою *твердість*, точка А на графіку є початковою точкою першого стиснення, а точка В є початковою точкою другого стиснення (другого жувального руху). Значення сили, що відповідає очевидному руйнуванню (пунктирна лінія на графіку) на першій кривій стиснення, представляє *здатність до руйнування*. Співвідношення між площею сили другої кривої стиснення А2 і площею сили першої кривої стиснення А1 ($A2/A1$) обумовлено *когезивністю*. Площа першої негативної сили стиснення А3 представляє необхідну роботу, коли зонд відривається від зразка, і також визначається, як *адгезивність*. АВ – інтервал часу від моменту першого контакту зонда зі зразком до моменту наступного контакту зонда зі зразком; АС – інтервал часу, отриманий абсолютно нееластичним зразком (глиною) за тих самих умов; і (АС-АВ), що також називається ВС, визначається, як пружність зразка. На основі вищевказаних визначених параметрів можна отримати два інші параметри шляхом розрахунку: *клейкість*=*твердість*×*адгезивність* і *жувальна здатність*=*когезія*×*еластичність*.



Рисунок 4.9 – Крива текстурометра в координатах «навантаження – час»

Вибір і застосування зонда. На цей час комерційні аналізатори текстури можна використовувати для вимірювання всіх загальних параметрів текстури харчових продуктів. Для різних зразків потрібно та важливо обирати різні відповідні тестові зонди. Зазвичай використовувані зонди та підходи до їхнього застосування наведені в таблиці 4.5 (див. с. 121–122).

Огляд провідних світових виробників аналізаторів текстури. На цей час на ринку є багато марок аналізаторів харчової текстури. Наприклад, аналізатори харчової текстури TA-XT, вироблені англійською компанією Stable Micro Systems, зазвичай використовують для вимірювання та кількісної оцінки фундаментальних, емпіричних та імітаційних тестів як на стиск, так і на розтяг, охоплюючи ті, що стосуються аналізу текстури, властивостей матеріалів, а також впливу реології твердих, напівтвердих, в'язких рідин, порошоків і гранульованих матеріалів (рис. 4.10, див. с. 123).

Таблиця 4.5 – Характеристика різних типів зондів і підходів до їхнього застосування під час оцінки текстури харчової продукції

Типи зондів	Зовнішній вигляд	Підходи до використання
Циліндричні		Це серія циліндричних зондів із різних матеріалів і розмірів, які можна застосовувати для тестів на проколювання, твердість, еластичність, в'язкість, пружність. Ці зонди широко використовують у зернових і олійних продуктах, хлібобулочних виробках, м'ясних і молочних продуктах тощо.
Конічні		Ці типи використовують для тестування шляхом penetрації. Їх можна застосовувати для рідких і напіврідких структур із м'якою текстурою, таких як фруктовий джем, морозиво, сир, масло та фарш. Зразок зазвичай поміщають у циліндричний контейнер, а зонд діє, як поршень, щоб пройти в продукт, який тече або назад навколо зонда (метод зворотної екструзії), або витісняється через отвір в основі комірки (метод прямої екструзії). Вони можуть характеризувати такі реологічні властивості, як твердість і пластичність.
Сферичні		Ці зонди засновані на методі розтягування, і їх зазвичай використовують для вимірювання еластичності або розтяжності та кінцевої міцності виробу шляхом витягування або розтягування зразка. Існують сферичні та напівсферичні зонди з різних матеріалів і розмірів. Ці зонди можна використовувати для перевірки міцності та еластичності м'яких і твердих речовин, таких як фарш, крихкості твердих листових продуктів, таких як картопляні чипси, а також твердості поверхні та пластичної в'язкості фруктів і сирів.
Голчасті		Ці зонди використовують для тестування на проникнення, яке дуже схоже на тестування на стиск з однією ключовою відмінністю: зонд, як правило, набагато менший за зразок, що перевіряють, або кінчики зонда мають форму голки. Проникнення відбувається, коли зонд повністю проходить через зразок або елемент продукту (загалом поверхню або шкірку шматочка фрукта). Ці зонди перевіряють внутрішні текстурні властивості шляхом пробивання зразків. Наприклад, про ступінь зрілості плодів можна судити, перевіряючи твердість, межу плинності або проникнення плодової шкірки.

Закінчення таблиці 4.5

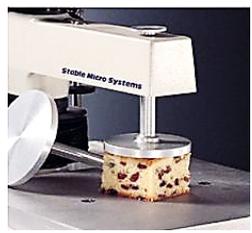
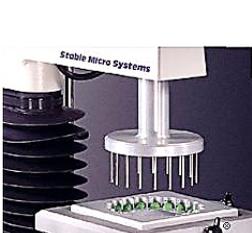
Типи зондів	Зовнішній вигляд	Підходи до використання
Гелеві		Це спеціальні зонди для дослідження колоїдів. Цей тип зонда використовують для стандартного випробування на міцність гелю згідно з міжнародними стандартними методами ISO / Інституту виробників желатину США. Наприклад, такі зонди застосовують для перевірки еластичності, поверхневої твердості та пластичності желе.
Зсувні		Ці зонди використовують для випробувань на зсув. Тестування на зсув передбачає нарізання або «розрізання» продукту, або через нього, що повторює дію передніх різців, коли їжа потрапляє в рот. Цей метод також вимірює стійкість зразка до розрізання ножем під час приготування або подачі продукту. Різучий пристрій включає фрезу. Цей зонд може зменшити деформацію сторін зразка під час тестування. Такі зонди в основному використовують для перевірки якості м'яса. Наприклад, вони можуть перевірити твердість і ніжність м'ясних продуктів, таких як свіже м'ясо, варене м'ясо, ковбаси тощо.
Компресійна пластина		Цей тип зонда використовують для випробувань на стиск і зазвичай для перевірки овочів і фруктів. Чисте стиснення поміщає зразок на плоску поверхню, а верхнє пристосування, більше за зразок у його деформованому стані, опускається в зразок. ТРА є спеціалізованою похідною випробування на стиснення. Визначити, чи фрукти та овочі придатні для зберігання та транспортування, можна за допомогою перевірки еластичності та відновлення зразків. Їх також можна використовувати для аналізу твердості, відновлення та пружності м'ясних продуктів, таких як ковбаса з шинки. Однак локальне стиснення з меншим зондом також є корисним і може призвести до проникнення зразка.
Випробувальна установка для багатьох елементів		Існують також інші спеціальні зонди для аналізу об'єму, а також тестів на розрив або вигин. Випробування масовим аналізом використовуються, коли неможливо або репрезентативно перевірити окремі зразки цілим або компонентом. Частинні продукти (наприклад, відновлене м'ясо) або харчові продукти, які містять невеликі елементи в окремій порції або ковтку (наприклад, рис або квасоля), піддають аналізу «насином». Метод випробування поєднує стиснення, зсув і екструзію зразка. Випробування на розрив або згин зазвичай використовують для твердих або крихких продуктів, які ламаються. Деякі більш м'які продукти також перевіряють за допомогою цього методу, де бажаний ступінь гнучкості планується мінімізувати.



Рисунок 4.10 – Деякі види аналізаторів харчової текстури від англійської компанії Stable Micro Systems Ltd.:
а – аналізатор текстури TA.XTplusC [74]; б – TA.HDplusC

На відео за наведеним QR-кодом показано, як працює аналізатор текстури від компанії Stable Micro Systems Ltd. для оцінки харчових продуктів.

<https://m.youtube.com/watch?v=6TX3Jvqmzqc&feature=youtu.be>



SCAN ME

Не менш відомим провідним світовим постачальником рішень для аналізу текстур є міжнародна компанія Mescmesin із Великобританії. Маючи великий досвід практичного вимірювання текстури харчових продуктів, ця компанія пропонує рішення для польових, виробничих і лабораторних умов [75].

Варто зазначити, що Mescmesin представлена глобальною мережею ексклюзивних дистриб'юторів у понад 50 країнах, які надають клієнтам місцеві технічні знання, навчання, застосування та післяпродажну підтримку. В Україні офіційним представником є компанія «Хімлаборреактив» [76].

Mescmesin розробляє та пропонує продукти, які відповідають широкому діапазону програм тестування текстур і бюджету: від складних аналізаторів текстури з програмним керуванням до портативного легкого у використанні приладу. Зокрема, на рисунку 4.11 (див. с. 124) наведені деякі з них.



Рисунок 4.11 – Деякі види аналізаторів харчової текстури від компанії Mecmesin:
а – TMS-Pilot; б – MultiTest-dV

TMS-Pilot розроблено для клієнтів, яким потрібен простий в управлінні портативний аналізатор текстури. Це універсальна та доступна система вимірювання текстури харчової продукції.

MultiTest-dV – гнучкий і простий у використанні автономний моторизований аналізатор текстури. Ідеально підходить для звичайного контролю якості на виробництві або в лабораторії.

Роботу з аналізатором текстури від компанії Mecmesin показано за посиланням за QR-кодом.



Ще одна репрезентативна машина – це аналізатор текстур EX-X корпорації Shimadzu. Цей тестер може кількісно визначати текстурні властивості харчових продуктів, такі як текстура укусу, відчуття та смакові якості, виконувати оцінку якості відповідно до змін твердості та оцінювати міцність харчового пакування.

Існують також інші типові аналізатори текстури, такі як аналізатор текстури типу TXT виробництва Telvo у Швеції, аналізатор текстури QTS-25 від American Brookfield і аналізатор текстури Stevens LFRA від Leather Food Research Association (LFRA).

4.2.2. Неруйнівні методи оцінки текстури

Для поточного контролю якості на виробництві необхідні вбудовані або онлайн-методи зондування для перевірки харчової продукції на якість, включаючи текстуру. Тому неруйнівна оцінка якості широко використовується в харчовій промисловості завдяки перевагам швидкої та безперервної оцінки. Крім того, неруйнівне зондування також дозволить краще керувати часом збору врожаю для досягнення оптимальної якості їжі. Це дуже зручно та корисно для моніторингу чи навіть сортування окремих харчових продуктів. Таким чином, як важлива міждисциплінарна галузь досліджень для інженерів-технологів, харчових науковців і практиків, неруйнівні методи швидко розвивалися протягом останніх двох десятиліть. На сьогодні неруйнівні методи оцінки текстури харчових продуктів було значно вдосконалено, і більшість із них розроблено відповідно до механічних, оптичних чи акустичних принципів.

Як неруйнівне вимірювання, механічні методи включають квазістатичну силу / деформацію, тест на реакцію на удар, стиснення «пальцем» [77]. Вимірювання сили / деформації виконують шляхом застосування невеликої сили або деформації без руйнування зразків харчових продуктів, а параметри текстури (такі як твердість, крихкість, еластичність, ніжність) можуть бути отримані лише за допомогою невеликих деформацій [78]. У процесі проектування пристроїв зазвичай доступні квазістатичні та динамічні режими навантаження. Наприклад, при оцінці твердості фруктів і овочів використовують квазістатичні методи сили / деформації для вимірювання сили, деформації або модуля пружності (або модуля Юнга). Тест на реакцію на удар може оцінити твердість харчових продуктів відповідно до отриманих параметрів, включаючи пікову силу, відношення пікової сили до часу до піку, коефіцієнт відновлення, час контакту та частотний спектр [78]. Існують режими падіння та пробного тесту для вимірювання стійкості до удару. Якщо вибрано тест на падіння, датчик удару може записати спектр сили / часу або сили / частоти; однак для перевірки датчика використовують датчик. Внаслідок раптового руйнування клітин у зоні контакту рослинні тканини показують різке падіння сили під час стискаючого навантаження. Це називають властивістю біодоходу рослинних матеріалів. Таким чином, виявлення біоврожаю може відображати твердість плодів, викликаючи невеликі синці.

Оптичні вимірювання, включаючи методи гіперспектрального зображення та ближньої інфрачервоної (ІЧ) спектроскопії, є ще одним вибором для аналізу текстурних властивостей харчових продуктів. Протягом останнього десятиліття з'явилися нові дослідження щодо оптичних методів оцінки текстури харчових продуктів, включаючи ІЧ-спектроскопію, спектроскопію раманівського розсіювання, спектроскопію ядерного магнітного резонансу (ЯМР) і спектральне зображення [79]. Спектроскопічні вимірювання не тільки мають переваги у швидкому виявленні та економічній ефективності, вони також можуть надати візуалізовану просторову інформацію про структурні та фізіологічні характеристики їжі. Серед спектроскопічних методів вимірювання ІЧ є найбільш часто використовуваним для оцінки текстури та якості харчових продуктів. Типовий спектр ближнього інфрачервоного випромінювання для харчового продукту містить широкі смуги, що виникають

внаслідок накладання поглинання, що відповідає головним чином обертонам і комбінаціям вібраційних мод, які взаємодіють із молекулярними групами та надають інформацію про порівняльні пропорції хімічних зв'язків C-H, O-H і N-H, включаючи розсіювання від мікроструктур і, отже, текстуру [80]. Наприклад, ІЧ-спектроскопія може бути використана для класифікації яблук на основі твердості шляхом встановлення кореляції між зображеннями розсіювання та твердістю МТ [81]. Онлайн-оцінка якості фруктів за допомогою ІЧ-спектроскопії для промислового застосування була використана для швидкого аналізу фруктів із тонкою шкіркою, таких як персики та яблука, а нещодавно була застосована до фруктів із товстою шкіркою, таких як цитрусові та кавуни [80]. На рисунку 4.12 наведено зовнішній вигляд ІЧ-спектрофотометра від провідного виробника з Німеччини Polytec.



Рисунок 4.12 – Зовнішній вигляд ІЧ-спектрофотометра від провідного виробника з Німеччини Polytec

Основні принципи ЯМР-спектроскопії базуються на тому факті, що більшість елементів має принаймні один ізотоп і тому є магнітними. Як ефективний неруйнівний метод, ЯМР широко використовується для оцінки якості різних фруктів. Технологія візуалізації (або комп'ютерне бачення) також використовується для оцінки якості та перевірки безпеки харчових і сільськогосподарських продуктів. Наприклад, гіперспектральне зображення в короткохвильовому інфрачервоному діапазоні було використано для аналізу свіжості райдужної форелі шляхом визначення жорсткості текстури [82]. Інші спектроскопічні методи, такі як раманівська спектроскопія та рентгенівська комп'ютерна томографія, можна знайти в огляді [80]. На відміну від механічних методів, які безпосередньо вимірюють специфічні текстурні характеристики харчових продуктів, оптичні методи для оцінки текстури та якості харчових продуктів повинні покладатися на статистичні методи для встановлення емпіричних зв'язків між спектральними вимірюваннями та конкретними текстурними характеристиками або хімічним складом. Крім того, необхідні нові калібрування для різних видів і сортів.

Випробування на акустичну вібрацію проводять шляхом застосування звукових або ультразвукових хвиль для генерування вільних коливань у досліджуваному зразкові за допомогою періодичної сили на певних частотах або імпульсної сили. Під час вимірювання акустичної вібрації можна отримати такі параметри, як власна частота, швидкість розповсюдження, акустичний імпеданс і коефіцієнт затухання [83]. Реакція харчових продуктів на вібрацію залежить від механічних і фізичних властивостей їжі (таких, як модуль пружності, маса та форма) і частоти

вібрації [78]. Техніка звукових коливань була широко вивчена для вимірювання твердості або жорсткості фруктів, і хороші коефіцієнти кореляції ($r > 0,8$) між коефіцієнтом жорсткості та показниками текстури були отримані для багатьох фруктів, таких, як яблука, груші, ківі та пітаї [83]. Зазвичай механічні та акустичні профілі представлені на одному малюнку, що може допомогти проаналізувати текстурні властивості. Однак є також деякі недоліки, коли метод акустичної вібрації використовують для аналізу текстури харчових продуктів. Найбільше непокоїть те, що для оцінки текстури використовують занадто багато показників текстури (таких, як щільність, жорсткість, хрусткість, жування, соковитість тощо).

4.2.3. Переваги та недоліки інструментального методу оцінки текстури харчових продуктів

Аналізатори текстури, розроблені відповідно до силових / деформаційних методів, широко використовують для об'єктивного вимірювання текстурних властивостей харчових продуктів шляхом імітації сенсорної оцінки людьми. Ці методи можуть перевіряти одиничні або кілька механічних властивостей харчових продуктів, які є важливими для сенсорного сприйняття текстури людиною в руці чи роті та стійкості до механічних пошкоджень під час обробки [84]. Таким чином, аналізатори текстури широко використовують для оцінки якості харчових продуктів, таких, як паста, локшина, хлібобулочні вироби, м'ясні продукти, водні продукти, молочні продукти, фрукти, овочі, закуски (наприклад, цукерки, картопляні чипси та листові продукти) і желеподібні продукти (такі, як желе, варення та соуси). Механічні вимірювання текстури харчових продуктів можна розділити на руйнівні та неруйнівні методи. Деструктивна група включає випробування на згинання в трьох точках, згинання з однією насічкою, прокол і проникнення, а також «метод різання зубів», який використовує лезо різця [77]. Цю групу методів можна пов'язувати з мікроструктурними й молекулярними механізмами та імітувати процес жування, але порівняно з неруйнівними методами деструктивні вимірювання мають серйозний недолік у тому, що зразки їжі руйнуються в процесі вимірювання.

Найбільш часто використовуваний метод імітації не може ідеально імітувати умови всередині рота під час жування. Як описано раніше, відчуття індивідів під час жування є важливими елементами, що відображають характеристики текстури їжі. Добре відомо, що вібрація як роздробленої їжі, так і зубів, які її кусають, вібрає повітря, а результуюча хвиля стиснення створює звук [85]. Тому в останні роки використання акустичних вимірювань для оцінки текстури харчових продуктів також привернуло увагу громадськості. Основний принцип акустичного вимірювання базується на припущенні, що текстуру їжі оцінюють за звуком, який створюється під час пережовування їжі в роті. На основі акустичного вимірювання текстуру їжі можна кількісно оцінити за показником текстури, який визначають, як щільність енергії [86]. У цьому методі використовують зонд, що імітує людський різець або ікло. Зонд вставляється в зразок їжі, і вібрація зонда, яка виникає під час розбивання зразка, визначається п'єзоелектричним датчиком, який безпосередньо прикріплений до зонда. Крім того, характер механічного розщеплення

твердої їжі заслужено залежить від мікроструктури та оральних рухів рота у відповідь на зміни у фізичній структурі їжі [87]. Отже, зміни поведінки руйнування та мікроструктури також розглядалися для розуміння текстурних властивостей їжі по відношенню до сенсорного сприйняття.

Електроміографія (ЕМГ) є одним із найпомітніших методів визначення характеристик текстури. ЕМГ – це техніка, яка ґрунтується на прикріпленні біполярних електродів до чотирьох основних жувальних м'язів (жувального та скроневого) та вимірюванні активності м'язів під час пережовування твердої їжі, коли в щелепі може бути створена значна активність від жування за допомогою великих рухів нижньою щелепою [87]. Отже, ЕМГ можна використовувати для збору таких даних, як середня пікова активність ЕМГ, тривалість жувального циклу, швидкість жування та відносний час скорочення, які корелюють із фізичними характеристиками їжі, такими, як її розмір і текстура [88]. ЕМГ застосовують для оцінки наступних характеристик текстури: ніжність, твердість, хрусткість і соковитість таких продуктів, як морква, печиво, варене м'ясо, варений рис і сир. Крім того, інші методи, такі, як конфокальна лазерна скануюча мікроскопія, хвильова спектроскопія еванесценції, магнітно-резонансна томографія, ехосонографія та рентгенівська візуалізація, також розглядалися при оцінці текстурних властивостей їжі, але більшість із них використовується для наукових досліджень.

Зважаючи на переваги неруйнівних методів, можемо зазначити, що при застосуванні переважної більшості з них виникають проблеми. Багато існуючих датчиків для вимірювання текстури харчових продуктів усе ще не працюють задовільно, коштують занадто дорого, є надто повільними чи незручними для застосування в Інтернеті чи на місці. Крім того, як для руйнівних, так і для неруйнівних вимірювань різноманітність харчових продуктів і атрибутів, необхідних для повного опису текстурних властивостей, сприяє складності вимірювання текстури.

Перелік джерел до розділу 4

1. Applications of Electronic Nose, Electronic Eye and Electronic Tongue in Quality, Safety and Shelf Life of Meat and Meat Products: A Review / P.E.S. Muneke et al. *MDPI*. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/2/672> (дата звернення: 02.09.2023).
2. Fusion of electronic nose, electronic tongue and computer vision for animal source food authentication and quality assessment – A review / A. R. D. Rosa et al. *Science Direct*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877417301796>
3. Application of electronic nose for industrial odors and gaseous emissions measurement and monitoring – An overview / S. Deshmukh et al. *Talanta*. 2015. Vol. 144. P. 329–340. URL: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2015.06.050> (дата звернення: 20.08.2023).
4. Early detection of contamination and defect in foodstuffs by electronic nose: A review / A. Sanaeifar et al. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2017. Vol. 97. P. 257–271. URL: <https://doi.org/10.1016/j.trac.2017.09.014> (дата звернення: 27.08.2023).
5. Shi H., Zhang M., Adhikari B. Advances of electronic nose and its application in fresh foods: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017. Vol. 58. № 16.

- P. 2700–2710. URL: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1327419> (дата звернення: 29.08.2023).
6. Evaluation of the Food Sniffer electronic nose for assessing the shelf life of fresh pork meat compared to physicochemical measurements of meat quality / H.L. Ramirez et al. *European Food Research and Technology*. 2017. Vol. 244. № 6. P. 1047–1055. URL: <https://doi.org/10.1007/s00217-017-3021-0> (дата звернення: 13.09.2023).
7. Portable Electronic Nose / AIRSENSE Analytics. *AIRSENSE Analytics – we sense the hazard*. URL: <https://airsense.com/en/products/portable-electronic-nose> (дата звернення: 10.09.2023).
8. Zhong J., Wang X. Evaluation Technologies for Food Quality 1st Edition. 2019.
9. Peris M., Escuder-Gilabert L. Electronic noses and tongues to assess food authenticity and adulteration. *Trends in Food Science & Technology*. 2016. Vol. 58. P. 40–54. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.014> (дата звернення: 03.09.2023).
10. Balasubramanian S., Amamcharla J., Shin J.-E. Possible Application of Electronic Nose Systems for Meat Safety: An Overview. *Electronic Noses and Tongues in Food Science*. 2016. P. 59–71. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800243-8.00007-x> (дата звернення: 01.09.2023).
11. Розроблена інноваційна система розпізнавання якості м'яса Е-носе. *MeatNews*. URL: <https://meatnews.com.ua/processing/tech/2170/rozrobлена-innovacijna-systema-rozpoznannu-yakosti-myasa-e-nose/> (дата звернення: 05.09.2023).
12. Інтелектуальна мультисенсорна система для ідентифікації та оцінки якості харчових продуктів / Ужгородський національний університет. URL: <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/33195> (дата звернення: 28.08.2023).
13. Використання «електронного носу» із штучними нейронними мережами в аналізі ковбасних виробів / Л. Ю. Арсенєва, В. М. Пасічний, Я. М. Пушкарьова, А. О. Калініченко. *IRBNMU – Репозитарій Національного медичного університету імені О. О. Богомольця: Головна сторінка*. URL: <http://ir.library.nmu.com/bitstream/123456789/6087/1/Використання%20електронного%20носу%20із%20штучними.pdf> (дата звернення: 30.08.2023).
14. Prediction of Sitophilus granarius infestation in stored wheat grain using multivariate chemometrics & fuzzy logic-based electronic nose analysis / G. Mishra et al. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2018. Vol. 152. P. 324–332. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.07.022> (дата звернення: 24.08.2023).
15. Monitoring the fermentation process of black tea using QCM sensor based electronic nose / P. Sharma et al. *Sensors and Actuators B: Chemical*. 2015. Vol. 219. P. 146–157. URL: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2015.05.013> (дата звернення: 20.09.2023).
16. Electronic noses for food quality: A review / A. Loutfi et al. *Journal of Food Engineering*. 2015. Vol. 144. P. 103–111. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.07.019> (дата звернення: 10.08.2023).
17. Changes in the Aromatic Profile of Espresso Coffee as a Function of the Grinding Grade and Extraction Time: A Study by the Electronic Nose System / C. Severini et al. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2015. Vol. 63. № 8. P. 2321–2327. URL: <https://doi.org/10.1021/jf505691u> (дата звернення: 20.08.2023).
18. Discrimination between Washed Arabica, Natural Arabica and Robusta coffees by using near infrared spectroscopy, electronic nose and electronic tongue analysis / S. Buratti et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2015. Vol. 95. № 11. P. 2192–2200.

19. Application of electronic nose to beer recognition using supervised artificial neural networks, in: International Conference on Control / M.Siadat et al. *Decision and Information Technologies (CoDIT)*. 2014. Vol. 2014. № 2014. P. 640–645.
20. Electronic nose sensors data feature mining: a synergetic strategy for the classification of beer / H.Men et al. *Analytical Methods*. 2018. Vol. 10. № 17. P. 2016–2025. URL: <https://doi.org/10.1039/c8ay00280k> (дата звернення: 18.09.2023).
21. Electronic Nose Analysis to Detect Milk Obtained from Pasture-Raised Goats / A. Balivo et al. *MDPI*. URL: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/2/861> (дата звернення: 18.09.2023).
22. Seafood freshness: e-nose data for classification purposes / S.Grassi et al. *Science Direct*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713522001876?via=ihub> (дата звернення: 20.09.2023).
23. Nondestructive Prediction of Tilapia Fillet Freshness During Storage at Different Temperatures by Integrating an Electronic Nose and Tongue with Radial Basis Function Neural Networks / C.Shi et al. *Food and Bioprocess Technology*. 2018. Vol. 11. № 10. P. 1840–1852. URL: <https://doi.org/10.1007/s11947-018-2148-8> (дата звернення: 20.09.2023).
24. Baietto M., Wilson A. Electronic-Nose Applications for Fruit Identification, Ripeness and Quality Grading. *Sensors*. 2015. Vol. 15. № 1. P. 899–931. URL: <https://doi.org/10.3390/s150100899> (дата звернення: 11.09.2023).
25. Brezmes J., Llobet E. Electronic Noses for Monitoring the Quality of Fruit. *Electronic Noses and Tongues in Food Science*. 2016. P. 49–58. URL: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800243-8.00006-8> (дата звернення: 22.08.2023).
26. Electronic noses in classification and quality control of edible oils: A review / T. Majchrzak et al. *Food Chemistry*. 2018. Vol. 246. P. 192–201. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.013> (дата звернення: 20.09.2023).
27. Smyth H., Cozzolino D. Instrumental Methods (Spectroscopy, Electronic Nose, and Tongue) As Tools To Predict Taste and Aroma in Beverages: Advantages and Limitations. *Chemical Reviews*. 2012. Vol. 113. № 3. P. 1429–1440. URL: <https://doi.org/10.1021/cr300076c> (дата звернення: 20.09.2023).
28. Максименко М. О., Усатюк С. І. Електронний язик – аналітичний інструмент для визначення характеристик продуктів. *CORE – Aggregating the world's open access research papers*. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/60823741.pdf> (дата звернення: 20.09.2023).
29. Otto M., Thomas J. D. R. Model studies on multiple channel analysis of free magnesium, calcium, sodium, and potassium at physiological concentration levels with ion-selective electrodes. *Analytical Chemistry*. 1985. Vol. 57. № 13. P. 2647–2651. URL: <https://doi.org/10.1021/ac00290a049> (дата звернення: 20.09.2023).
30. A Versatile Electronic Tongue Based on Surface Plasmon Resonance Imaging and Cross-Reactive Sensor Arrays-A Mini-Review / L.-A. Garçon et al. *Sensors*. 2017. Vol. 17. № 5. P. 1046. URL: <https://doi.org/10.3390/s17051046> (дата звернення: 20.09.2023).
31. Measurements of the effects of wine maceration with oak chips using an electronic tongue / A.Rudnitskaya et al. *Food Chemistry*. 2017. Vol. 229. P. 20–27. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.013> (дата звернення: 11.09.2023).
32. ASTREE, taste sensors electronic tongue. URL: <https://www.alpha-mos.com/taste-analysis-astree-electronic-tongue> (дата звернення: 01.09.2023).

33. Now More Than 600 Customers Worldwide Since World-First e-Tongue 1993 Launch. URL: <https://www.insentjp.com/> (дата звернення: 14.09.2023).
34. Duplex Bioelectronic Tongue for Sensing Umami and Sweet Tastes Based on Human Taste Receptor Nanovesicles / S.R.Ahn et al. *S-Space SNU Open Repository*. URL: [https://s-space.snu.ac.kr/bitstream/10371/116993/1/5.%20\(2016.08\)%20Duplex%20Bioelectronic%20Tongue%20for%20Sensing.pdf](https://s-space.snu.ac.kr/bitstream/10371/116993/1/5.%20(2016.08)%20Duplex%20Bioelectronic%20Tongue%20for%20Sensing.pdf) (дата звернення: 18.09.2023).
35. Українські вчені створили електронний «язик». *Управління патентно-інформаційних послуг ДП «Український інститут інтелектуальної власності»*. URL: <http://iii.ua/uk/news/ukrayinski-vcheni-stvorili-elektronniy-yazik> (дата звернення: 20.09.2023).
36. Recent advances in electronic tongues / A. Riul Jr. et al. *The Analyst*. 2010. Vol. 135. № 10. P. 2481. URL: <https://doi.org/10.1039/c0an00292e> (дата звернення: 24.08.2023).
37. Characterization of Chinese rice wine taste attributes using liquid chromatographic analysis, sensory evaluation, and an electronic tongue / H.Yu et al. *Journal of Chromatography B*. 2015. Vol. 997. P. 129–135. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2015.05.037> (дата звернення: 21.08.2023).
38. Nery E. W., Kubota L. T. Integrated, paper-based potentiometric electronic tongue for the analysis of beer and wine. *Analytica Chimica Acta*. 2016. Vol. 918. P. 60–68. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2016.03.004> (дата звернення: 20.08.2023).
39. Sensory intensity assessment of olive oils using an electronic tongue / A. C. A. Veloso et al. *Talanta*. 2016. Vol. 146. P. 585–593. URL: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2015.08.071> (дата звернення: 28.08.2023).
40. Antioxidant activity and physico-chemical parameters for the differentiation of honey using a potentiometric electronic tongue / M. Juan-Borrás et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2016. Vol. 97. № 7. P. 2215–2222. URL: <https://doi.org/10.1002/jsfa.8031> (дата звернення: 25.08.2023).
41. Development of a voltammetric electronic tongue for discrimination of edible oils / P. Oliveri et al. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2009. Vol. 395. № 4. P. 1135–1143. URL: <https://doi.org/10.1007/s00216-009-3070-8> (дата звернення: 20.09.2023).
42. Evaluation of Beef by Electronic Tongue System TS-5000Z: Flavor Assessment, Recognition and Chemical Compositions According to Its Correlation with Flavor / X. Zhang et al. *PLOS ONE*. 2015. Vol. 10. № 9. P. e0137807. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137807> (дата звернення: 20.09.2023).
43. Discrimination between washed Arabica, natural Arabica and Robusta coffees by using near infrared spectroscopy, electronic nose and electronic tongue analysis / S. Buratti et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014. Vol. 95. № 11. P. 2192–2200. URL: <https://doi.org/10.1002/jsfa.6933> (дата звернення: 20.09.2023).
44. Qiu S., Wang J., Gao L. Discrimination and Characterization of Strawberry Juice Based on Electronic Nose and Tongue: Comparison of Different Juice Processing Approaches by LDA, PLSR, RF and SVM. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014. Vol. 62. № 27. P. 6426–6434. URL: <https://doi.org/10.1021/jf501468b> (дата звернення: 18.09.2023).
45. Combining Electronic Tongue Array and Chemometrics for Discriminating the Specific Geographical Origins of Green Tea / L. Xu et al. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. 2013. Vol. 2013. P. 1–5. URL: <https://doi.org/10.1155/2013/350801> (дата звернення: 20.09.2023).

46. Drinking water monitoring with voltammetric sensors / M.Eriksson et al. *Procedia Engineering*. 2011. Vol. 25. P. 1165–1168. URL: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.12.287> (дата звернення: 14.09.2023).
47. Wei Z., Wang J. Detection of antibiotic residues in bovine milk by a voltammetric electronic tongue system. *Analytica Chimica Acta*. 2011. Vol. 694. № 1–2. P. 46–56. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2011.02.053> (дата звернення: 20.09.2023).
48. Study on Classification of Soy Sauce by Electronic Tongue Technique Combined with Artificial Neural Network / Q.Ou-Yang et al. *Journal of Food Science*. 2011. Vol. 76. № 9. P. 523–527. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02382.x> (дата звернення: 11.09.2023).
49. Rapid identification of pearl powder from *Hyriopsis cumingii* by Tri-step infrared spectroscopy combined with computer vision technology / S.Liu et al. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2018. Vol. 189. P. 265–274. URL: <https://doi.org/10.1016/j.saa.2017.08.031> (дата звернення: 20.09.2023).
50. Marr D. Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information. San Francisco, CA : W. H. Freeman, 1982.
51. Brosnan T., Sun D.-W. Improving quality inspection of food products by computer vision – a review. *Journal of Food Engineering*. 2004. Vol. 61. № 1. P. 3–16. URL: [https://doi.org/10.1016/s0260-8774\(03\)00183-3](https://doi.org/10.1016/s0260-8774(03)00183-3) (дата звернення: 20.09.2023).
52. IRIS, high resolution imaging visual analyzer. URL: <https://www.alpha-mos.com/colour-shape-analysis-iris-electronic-eye#visual-analyzer> (дата звернення: 07.09.2023).
53. Mendoza F., Aguilera J.M. Application of Image Analysis for Classification of Ripening Bananas. *Journal of Food Science*. 2006. Vol. 69. № 9. P. 471–477. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb09932.x> (дата звернення: 10.09.2023).
54. Qiu W., Shearer S.A. Maturity Assessment of Broccoli Using the Discrete Fourier Transform. *Transactions of the ASAE*. 1992. Vol. 35. № 6. P. 2057–2062. URL: <https://doi.org/10.13031/2013.28834> (дата звернення: 07.09.2023).
55. Guo X.-S., Hu W., Liu Y., Gu D.-C., Sun S.-Q., Xu C.-H., Wang X.-C. Rapid analysis and quantification of fluorescent brighteners in wheat flour by tri-step infrared spectroscopy and computer vision technology. *J. Mol. Struct.* 2015. Vol. 1099. P. 393–398.
56. Sun D.-W. Inspecting pizza topping percentage and distribution by a computer vision method. *Journal of Food Engineering*. 2000. Vol. 44. № 4. P. 245–249. URL: [https://doi.org/10.1016/s0260-8774\(00\)00024-8](https://doi.org/10.1016/s0260-8774(00)00024-8) (дата звернення: 08.09.2023).
57. O'Sullivan M. Evaluation of pork colour: prediction of visual sensory quality of meat from instrumental and computer vision methods of colour analysis. *Meat Science*. 2003. Vol. 65. № 2. P. 909–918. URL: [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(02\)00298-x](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(02)00298-x) (дата звернення: 08.09.2023).
58. Sensory and rapid instrumental methods as a combined tool for quality control of cooked ham / S.Barbieri et al. *Heliyon*. 2016. Vol. 2. № 11. P. 202. URL: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2016.e00202> (дата звернення: 09.09.2023).
59. Quevedo R. A., Aguilera J. M., Pedreschi F. Color of Salmon Fillets by Computer Vision and Sensory Panel. *Food and Bioprocess Technology*. 2010. Vol. 3. № 5. P. 637–643. URL: <https://doi.org/10.1007/s11947-008-0106-6> (дата звернення: 06.09.2023).
60. Computer vision systems (CVS) for moisture content estimation in dehydrated shrimp / M. Mohebbi et al. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2009. Vol. 69. № 2. P. 128–134. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2009.07.005> (дата звернення: 07.09.2023).

61. Analysis of the influence of the type of closure in the organoleptic characteristics of a red wine by using an electronic panel / N.Prieto et al. *Food Chemistry*. 2011. Vol. 129. № 2. P. 589–594. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.071> (дата звернення: 20.09.2023).
62. Buratti S., Benedetti S., Giovanelli G. Application of electronic senses to characterize espresso coffees brewed with different thermal profiles. *European Food Research and Technology*. 2017. Vol. 243. № 3. P. 511–520. URL: <https://doi.org/10.1007/s00217-016-2769-y> (дата звернення: 11.09.2023).
63. Wang H.-H., Sun D.-W. Evaluation of the functional properties of Cheddar Cheese using a computer vision method. *Journal of Food Engineering*. 2001. Vol. 49. № 1. P. 49–53. URL: [https://doi.org/10.1016/s0260-8774\(00\)00183-7](https://doi.org/10.1016/s0260-8774(00)00183-7) (дата звернення: 14.09.2023).
64. Computerized video image analysis to quantify color of potato chips / M. G. Scanlon et al. *American Potato Journal*. 1994. Vol. 71. № 11. P. 717–733. URL: <https://doi.org/10.1007/bf02849210> (дата звернення: 20.09.2023).
65. Civille G. V. Food Texture: Pleasure and Pain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011. Vol. 59. № 5. P. 1487–1490. URL: <https://doi.org/10.1021/jf100219h> (дата звернення: 20.09.2023).
66. Chambers L. Food texture and the satiety cascade. *Nutrition Bulletin*. 2016. Vol. 41. № 3. P. 277–282. URL: <https://doi.org/10.1111/nbu.12221> (дата звернення: 20.09.2023).
67. Bourne M. C. Food texture and Viscosity: Concept and Measurement: second ed. Academic Press, San Diego CA, 2002. P. 1–32.
68. ISO 5492:2008. Sensory Analysis. Replaces ISO 5492:1992 ; effective from 2008-10-16. Official edition. Geneva, 2008. 107 p.
69. Cakir E. Understanding Textural Properties of Protein-Based Soft-Solid Structures Using Oral Processing. Raleigh, 2011.
70. Chen J., Stokes J.R. Rheology and tribology: Two distinctive regimes of food texture sensation. *Trends in Food Science & Technology*. 2012. Vol. 25. № 1. P. 4–12. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.11.006> (дата звернення: 14.09.2023).
71. Tunick M. H. Food Texture Analysis in the 21st Century. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011. Vol. 59. № 5. P. 1477–1480. URL: <https://doi.org/10.1021/jf1021994> (дата звернення: 21.09.2023).
72. Jeltema M., Beckley J., Vahalik J. Food texture assessment and preference based on Mouth Behavior. *Food Quality and Preference*. 2016. Vol. 52. P. 160–171. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.04.010> (дата звернення: 11.09.2023).
73. Lal D. Y., Light J. M. Introduction. *Food Texture Design and Optimization*. Chichester, UK, 2014. P. 1–18. URL: <https://doi.org/10.1002/9781118765616.ch1> (дата звернення: 20.09.2023).
74. TA.XTplus Texture Analyser / Stable Micro Systems Products. *Stable Micro Systems. World Leaders in Texture Analysis*. URL: <https://www.stablemicrosystems.com/TAXTplus.html> (дата звернення: 20.09.2023).
75. Products. Mесmesin. Texture Analysis. *Texture analysis solutions. Mесmesin. Texture Analysis*. URL: <https://www.textureanalyzers.com/products> (дата звернення: 17.09.2023).
76. Вимірювання текстури. *Інновації для промисловості*. URL: <https://industry.hlr.ua/color-measurement/text/> (дата звернення: 19.09.2023).

77. Chen L., Opara U. L. Texture measurement approaches in fresh and processed foods – A review. *Food Research International*. 2013. Vol. 51. № 2. P. 823–835. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.046> (дата звернення: 20.09.2023).
78. Lu R., Cen H. Non-destructive methods for food texture assessment. *Instrumental Assessment of Food Sensory Quality*. 2013. P. 230–255. URL: <https://doi.org/10.1533/9780857098856.2.230> (дата звернення: 20.09.2023).
79. Su W.-H., He H.-J., Sun D.-W. Non-Destructive and rapid evaluation of staple foods quality by using spectroscopic techniques: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2016. Vol. 57. № 5. P. 1039–1051. URL: <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1082966> (дата звернення: 14.09.2023).
80. Non-destructive prediction of internal and external quality attributes of fruit with thick rind: A review / E. Arendse et al. *Journal of Food Engineering*. 2018. Vol. 217. P. 11–23. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.08.009> (дата звернення: 09.09.2023).
81. Mendoza F., Lu R., Cen H. Grading of apples based on firmness and soluble solids content using Vis/SWNIR spectroscopy and spectral scattering techniques. *Journal of Food Engineering*. 2014. Vol. 125. P. 59–68. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.10.022> (дата звернення: 20.08.2023).
82. Texture Quality Analysis of Rainbow Trout Using Hyperspectral Imaging Method / M. H. Khoshtaghaza et al. *International Journal of Food Properties*. 2015. Vol. 19. № 5. P. 974–983. URL: <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1042111> (дата звернення: 11.09.2023).
83. Zhang W., Lv Z., Xiong S. Nondestructive quality evaluation of agro-products using acoustic vibration methods – A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017. Vol. 58. № 14. P. 2386–2397. URL: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1324830> (дата звернення: 13.09.2023).
84. Lu R. Principles of solid food texture analysis. *Instrumental Assessment of Food Sensory Quality: A Practical Guide*. Cambridge, 2013. P. 103–128.
85. Akimoto H., Sakurai N., Shirai D. A new device for acoustic measurement of food texture using free running probe. *Journal of Food Engineering*. 2017. Vol. 215. P. 156–160. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.07.030> (дата звернення: 12.09.2023).
86. Iwatani S.-I., Akimoto H., Sakurai N. Acoustic vibration method for food texture evaluation using an accelerometer sensor. *Journal of Food Engineering*. 2013. Vol. 115. № 1. P. 26–32. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.09.015> (дата звернення: 20.09.2023).
87. Appelqvist I. A. M. In-mouth measurement of food quality. *Instrumental Assessment of Food Sensory Quality*. 2013. P. 255–283. URL: <https://doi.org/10.1533/9780857098856.2.255> (дата звернення: 20.09.2023).
88. Feasibility of the Acoustic/EMG System for the Analysis of Instrumental Food Texture / B. Jessop et al. *International Journal of Food Properties*. 2006. Vol. 9. № 2. P. 273–285. URL: <https://doi.org/10.1080/10942910600596399> (дата звернення: 23.08.2023).

Навчальне видання

Серія «На допомогу аспіранту»

Мельник Оксана Юріївна

Савченко-Перерва М. Ю.

Степанова Т. М. та ін.

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Підручник у 2 частинах

Частина 1

ІННОВАЦІЇ В ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ

За заг. ред. О. Ю. Мельник

Дизайн обкладинки *В. Савельєва*

Технічний редактор *О. Гринюк*

Верстка *О. Данильченко*



Підписано до друку **02.02.2024** р.
Формат 70x100/16. Папір офсетний.
Цифровий друк. Гарнітура Cambria.
Ум. друк. арк. 11,05. Наклад 300.
Замовлення № **0323-019**.

Видавництво та друк: Олді+
65101, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1,
тел.: +38 (095) 559-45-45, e-mail: office@oldiplus.ua
Свідоцтво ДК № 7642 від 29.07.2022 р.

Замовлення книг:
тел.: +38 (050) 915-34-54, +38 (068) 517-50-33
e-mail: book@oldiplus.ua

