

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ХІМІЇ**

**Навчальний посібник
з дисципліни**

**«Контроль якості та безпечності
харчових продуктів»**

для здобувачів освітнього ступеню «бакалавр»
спеціальності G13 «Харчові технології»

м. Кам'янець-Подільський
ЗВО «ПДУ»
2025

УДК 664: 338.43

КРАЧАН Тетяна
Михайлівна
ЯМБОРАК Раїса
Семенівна

завідувач кафедри хімії, кандидат хімічних наук,
доцент
доцент кафедри хімії, кандидат географічних наук,
доцент

*Рекомендовано до видання науково-методичною радою Закладу вищої освіти
“Подільський державний університет”
(протокол № _____ від “ _____ ” 2025 року).*

Рецензенти:

Руслана ГУМІНІЛОВИЧ доцент кафедри фізичної, аналітичної та загальної хімії Національного університету «Львівська політехніка», канд. хім. наук, доцент

Тетяна ПРИЛІШКО завідувач кафедри харчових технологій виробництва й стандартизації харчової продукції навчально-наукового інституту харчових технологій Закладу вищої освіти «Подільський державний університет», доктор с.-г. наук, професор

Крачан Т.М., Ямборак Р.С. Контроль якості та безпечності харчових продуктів для здобувачів вищої освіти спеціальності G13 «Харчові технології» / Кам'янець-Подільський : ЗВО «ПДУ», 2025. 136 с.
Навчальний посібник призначено для підготовки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Контроль якості та безпечності харчових продуктів» для здобувачів вищої освіти спеціальності G13 «Харчові технології». Розглянуто відомості про методи контролю якості харчових продуктів.

© Крачан Т.М., Ямборак Р.С., 2025
© ЗВО «ПДУ», 2025

ПЕРЕДМОВА

Контроль якості та безпечності харчових продуктів (для студентів спеціальності G13 «Харчові технології»)

У сучасному світі якість і безпечність харчових продуктів визначають не лише конкурентоспроможність підприємства, а й рівень добробуту та здоров'я населення. Складні технологічні процеси, глобалізація торгівлі та екологічні ризики зумовлюють необхідність високопрофесійної підготовки фахівців, здатних забезпечувати контроль якості та безпечності харчових продуктів відповідно до міжнародних стандартів.

Навчальний посібник «Контроль якості та безпечності харчових продуктів» розроблено для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» з урахуванням сучасних освітніх стандартів, компетентнісного підходу та вимог харчової індустрії. Основна мета посібника – сформувати у здобувачів освіти систему знань і практичних навичок, необхідних для здійснення контролю якості, оцінки безпечності харчових продуктів і впровадження систем управління ризиками.

Зміст дисципліни орієнтований на формування у студентів таких фахових компетентностей:

- здатність застосовувати хімічні, фізико-хімічні, біохімічні та молекулярні методи аналізу для оцінки складу і безпечності харчових продуктів;
- здатність ідентифікувати та оцінювати ризики хімічного, біологічного й технологічного походження у виробництві харчових продуктів;
- здатність здійснювати відбір проб, інтерпретацію результатів лабораторного контролю та прийняття управлінських рішень на основі отриманих даних;
- уміння застосовувати національні та міжнародні стандарти (ISO, Codex Alimentarius, НАССР) у практиці забезпечення якості та безпечності продукції;
- здатність організувати систему контролю якості на підприємстві харчової промисловості з дотриманням екологічних і етичних норм.

Також дисципліна сприяє розвитку загальних компетентностей, зокрема:

- аналітичного мислення, здатності працювати з інформаційними ресурсами та науковими джерелами;
- навичок командної взаємодії та професійної комунікації;
- екологічної свідомості та відповідальності за результати професійної діяльності;
- самостійності у прийнятті рішень та безперервного професійного самовдосконалення.

Структура навчального посібника

Матеріал посібника структуровано за чотирма змістовими модулями, що відображають логіку поступового оволодіння знаннями – від загальних принципів безпечності до сучасних інструментальних і молекулярних методів аналізу.

Змістовий модуль 1. Безпека харчових продуктів.

Розглянуто концепцію безпечності харчових продуктів, міжнародні та національні стандарти, хімічні ризики (пестициди, важкі метали, мікотоксини), безпечність пакувальних матеріалів і принципи системи НАССР. Модуль формує базові знання про нормативне середовище та основи управління ризиками у харчовій галузі.

Змістовий модуль 2. Тестові хімічні та інструментальні методи аналізу.

Висвітлено гравіметричні, титриметричні й інші класичні методи визначення компонентів харчових продуктів, а також сучасні біосенсорні технології. Модуль формує компетентність у виконанні лабораторного аналізу та інтерпретації результатів контролю.

Змістовий модуль 3. Інструментальні фізико-хімічні методи аналізу.

Представлено принципи та застосування спектрофотометрії, хроматографії, рефрактометрії, потенціометрії, кондуктометрії та мас-спектрометрії. Модуль формує практичні навички роботи з аналітичним обладнанням і розуміння фізико-хімічних закономірностей процесів контролю якості.

Змістовий модуль 4. Молекулярні методи аналізу харчових продуктів.

Висвітлено застосування полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР), ДНК-тестування та електрофорезу білків для виявлення фальсифікацій, ГМО та ідентифікації продуктів. Модуль розвиває біоаналітичне мислення й компетентність у застосуванні молекулярних методів контролю.

Навчально-практична цінність

Посібник поєднує теоретичний матеріал, лабораторні роботи, приклади з виробничої практики, практичні кейси, завдання для самостійної роботи та глосарій термінів. Така структура забезпечує не лише засвоєння знань, але й розвиток навичок практичного мислення, самостійності та творчого підходу до вирішення професійних завдань.

Вивчення дисципліни сприятиме підготовці фахівців, здатних комплексно оцінювати якість і безпечність харчових продуктів, розробляти й удосконалювати системи контролю, впроваджувати інноваційні методи аналізу в умовах сучасного виробництва.

Посібник адресовано студентам, викладачам, фахівцям лабораторій контролю якості, експертам харчової галузі та всім, хто прагне глибше осягнути принципи забезпечення безпечності харчових продуктів.

I. МЕТОДИЧНИЙ РОЗДІЛ: РОБОТА З НОТАТКАМИ

У цьому розділі студентів ознайомлюють із принципами ефективного ведення та використання лекційних нотаток. Нотатки є важливим інструментом навчання, який допомагає систематизувати отриману інформацію, закріпити ключові поняття та терміни, а також готуватися до лабораторних робіт, тестів і самостійної роботи.

Розділ пояснює, як структурувати матеріал, виділяти головне, поєднувати текстову та візуальну інформацію, а також інтегрувати дані з різних джерел. Особлива увага приділяється активним методам роботи з нотатками: створенню схем, таблиць, флеш-карток, майндмепів, а також цифрових та інтерактивних форматів.

Мета розділу:

Навчити студентів правильно вести та систематизувати лекційні нотатки, розвивати навички самостійної роботи з навчальним матеріалом, ефективного повторення та підготовки до практичних занять і контрольних завдань.

Завдання:

1. Ознайомити студентів із правилами ведення лекційних нотаток.
2. Пояснити методи структурування інформації для кращого запам'ятовування.
3. Навчити використовувати нотатки для підготовки до лабораторних робіт і тестів.
4. Розвинути навички критичного осмислення та узагальнення навчальної інформації.

5. Вдосконалити роботу з джерелами інформації.

1.1. Методи ефективного конспектування:

- Використання **схем, майндмепів, таблиць** для структуризації матеріалу.
- Техніка **Cornell Notes**: колонка «Ключові ідеї / Деталі / Питання».
- **Візуальні позначки**: кольори, символи, абрєвіатури для виділення ключових понять.
- Включення графіків, малюнків та алгоритмів процесів.

Організація матеріалу:

- Поєднання лекційних нотаток із лабораторними роботами та самостійними завданнями.
- Створення інтегрованих таблиць: терміни + принципи методів + приклади застосування.
- Ведення **цифрових та паперових нотаток** паралельно для зручності та швидкого пошуку.

Робота з джерелами:

- Додавати посилання на наукові статті, стандарти та нормативні документи.
- Використовувати сучасні наукові ресурси для уточнення невідомих термінів.
- Створювати власний глосарій термінів у нотатках.

Техніки самоконтролю:

- Формувати власні тестові запитання на основі лекційного матеріалу.
- Використовувати флеш-картки для повторення термінів і методів.
- Періодично перевіряти себе за допомогою інтерактивних вправ або групових дискусій.

Інтерактивні елементи нотаток:

- Місця для заміток: «Що сподобалося / Що незрозуміло».
- Простір для малювання схем процесів або алгоритмів аналізу.
- Таблиці для порівняння методів аналізу: переваги, недоліки, застосування.
- Можливість додавати QR-коди або посилання на онлайн-сервіси з додатковими матеріалами.

Поради з повторення матеріалу:

- Планувати щотижневе або місячне повторення лекційних нотаток.
- Створювати конспекти за групами лекцій (кластерний підхід) для узагальнення.
- Включати питання для самоконтролю та власні коментарі у конспекти.

Цифрові інструменти:

- Використовувати програми для нотаток: OneNote, Notion, Obsidian.
- Створювати інтерактивні схеми, таблиці та графіки.
- Використовувати хмарні сервіси для збереження і спільного доступу.

1.2. Приклади заповнення шаблону нотаток для всіх лекцій:

Лекція 1: Введення до концепції безпеки харчових продуктів

- Дата: 01.09.2025
- Мета: Ознайомити з основними поняттями безпечності харчових продуктів.

- Ключові терміни: Безпечність, харчові ризики, гігієнічні норми.
- Принципи методів: Законодавчий контроль, аналіз небезпечних компонентів.
- Приклади застосування: Контроль пестицидів, важких металів.
- Схеми та малюнки: Схема системи контролю безпечності.
- Питання для самоконтролю: Які основні аспекти безпечності?
- Власні коментарі: Особливу увагу приділяти хімічним ризикам.
- Висновки: Безпечність – ключовий аспект якості продукту.

Лекція 18: Електрофорез білків. Визначення білкових фракцій у харчових продуктах

- Дата: 01.12.2025
- Мета: Ознайомити з електрофоретичним розділенням білків.
- Ключові терміни: Електрофорез, білкові фракції, гель.
- Принципи методів: SDS-PAGE, 2D-електрофорез.
- Приклади застосування: Контроль білкових фракцій у молоці та сирі.
- Схеми та малюнки: Малюнок розділення білків на гелі.
- Питання для самоконтролю: Які методи електрофорезу застосовуються у харчовій промисловості?
- Власні спостереження: Слід контролювати рН і буфер.
- Висновки: Електрофорез дозволяє точно ідентифікувати білкові компоненти продукту.

Переваги впровадження розділу

- Підвищення ефективності навчання та засвоєння матеріалу.
- Формування самостійних навичок аналізу та узагальнення інформації.
- Можливість швидкої підготовки до лабораторних робіт, тестів та практичних занять.
- Розвиток критичного мислення та навичок роботи з інформацією.

1.3. Методика створення схем, таблиць, флеш-карток, майндмепів та цифрових форматів

1.3.1. Схеми

Мета: Візуалізувати зв'язки між поняттями, процесами та методами.

Методика:

- Виділіть ключові терміни або процеси з лекції.
- Визначте логічні зв'язки між ними (причина – наслідок, категорія – підкатегорія).
- Використовуйте стрілки, кольори та блоки для позначення взаємозв'язків.
- Складіть схему на аркуші або в цифровому форматі (Draw.io, Canva, Lucidchart).

Приклад: Схема «Методи контролю харчових продуктів» з поділом на хімічні, інструментальні та молекулярні методи.

1.3.2. Таблиці

Мета: Порівнювати характеристики методів, терміни або показники.

Методика:

- Визначте, що саме будете порівнювати (методи, терміни, обладнання, переваги/недоліки).
- Створіть колонки для кожного параметра.

- Заповніть таблицю короткими тезами або цифрами.
- При потребі додайте кольорові позначки для виділення ключового.

Приклад: Таблиця «Методи визначення білків і жирів»: назва методу, принцип, переваги, недоліки, застосування.

1.3.3. Флеш-картки

Мета: Закріпити терміни та визначення, швидко повторювати матеріал.

Методика:

- На одній стороні картки пишете термін або питання.
- На зворотній – визначення або відповідь.
- Використовуйте кольори для категорій (наприклад, хімічні ризики – червоний, методи аналізу – зелений).
- Можна створювати цифрові флеш-картки у Quizlet, Anki або Brainscape.

1.3.4. Майндмепи (інтелект-карти)

Мета: Візуально структурувати великий обсяг інформації, показати взаємозв'язки.

Методика:

- В центрі майндмепу пишете основну тему лекції.
- Від основної теми відходять гілки з підтемами.
- Додавайте ключові слова, короткі пояснення, значки, кольори.
- Використовуйте цифрові інструменти (MindMeister, XMind, Coggle) для зручності редагування.

Приклад: Майндмеп «Методи контролю якості молочних продуктів»: гілки – білки, жири, бактерії, хімічні добавки.

1.3.5. Цифрові та інтерактивні формати

Мета: Забезпечити швидкий доступ до матеріалу, інтерактивність і можливість повторення.

Методика:

- Використовуйте платформи для нотаток: OneNote, Notion, Obsidian.
- Створюйте інтерактивні таблиці, посилання на схеми, відео та статті.
- Додавайте інтерактивні запитання та тести прямо в цифровий конспект.
- Використовуйте QR-коди для швидкого переходу до зовнішніх ресурсів.
- Для групової роботи створюйте спільні онлайн-дошки (Miro, Jamboard).

Переваги використання даних методів:

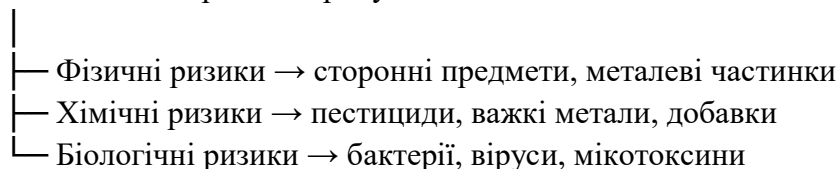
- Легше запам'ятовувати та систематизувати матеріал.
- Прискорюється підготовка до тестів та лабораторних робіт.
- Підвищується мотивація та ефективність самостійної роботи.
- Забезпечується інтеграція теоретичного та практичного матеріалу.

Приклад: Лекція 1 – «Введення до концепції безпеки харчових продуктів»

1. Схема

Тема: Основні аспекти безпечності харчових продуктів

Безпечність харчових продуктів



- Стрілки показують категорії ризиків.
- Використано кольори: червоний – хімічні, синій – біологічні, зелений – фізичні.

2. Таблиця

Категорія ризику	Приклади	Методи контролю	Важливість
Фізичні	Метал, скло, пісок	Металодетектори, сито	Середня
Хімічні	Пестициди, нітрати	Хроматографія, спектрофотометрія	Висока
Біологічні	Salmonella, E.coli	Мікробіологічний аналіз	Висока

- Таблиця дозволяє порівняти види ризиків і методи контролю.

3. Флеш-картки

Передня сторона: Що таке безпечність харчових продуктів?

Зворотна сторона: Комплекс заходів, що гарантують відсутність шкідливих впливів на здоров'я людини.

Передня сторона: Назвіть три основні категорії ризиків.

Зворотна сторона: Фізичні, хімічні, біологічні.

4. Майндмеп

Центр: Безпечність харчових продуктів

Гілки:

- Фізичні ризики → приклади, методи контролю
- Хімічні ризики → приклади, методи контролю
- Біологічні ризики → приклади, методи контролю
- Законодавство → стандарти, вимоги
- Кожна гілка містить ключові слова та символи для швидкого запам'ятовування.

5. Цифровий формат

- Створено конспект у **Notion**: вкладки для кожного ризику, інтерактивні таблиці та схеми, посилання на нормативні документи та відео.

- Додано тестові питання для самоконтролю.

1.4. Приклад заповнення нотаток для трьох лекцій

Лекція 1: Введення до концепції безпеки харчових продуктів

Дата: 01.09.2025

Мета: Ознайомити з основними поняттями безпечності харчових продуктів та їх значенням.

Ключові терміни: Безпечність, харчові ризики, стандарти, законодавство

Схема:

Безпечність харчових продуктів

- ├─ Фізичні ризики → сторонні предмети, металеві частинки
- ├─ Хімічні ризики → пестициди, важкі метали, добавки
- └─ Біологічні ризики → бактерії, віруси, мікотоксини

Таблиця порівняння ризиків:

Категорія ризику	Приклади	Методи контролю	Важливість
Фізичні	Метал, скло, пісок	Металодетектори, сито	Середня
Хімічні	Пестициди, нітрати	Хроматографія, спектрофотометрія	Висока
Біологічні	Salmonella, E.coli	Мікробіологічний аналіз	Висока

Флеш-картки:

- Передня: Що таке безпечність харчових продуктів?
- Зворотна: Комплекс заходів, що гарантують відсутність шкідливих впливів на здоров'я.
 - Передня: Назвіть три основні категорії ризиків.
- Зворотна: Фізичні, хімічні, біологічні

Майндмеп:

Центр: Безпечність харчових продуктів

Гілки: Фізичні ризики, Хімічні ризики, Біологічні ризики, Законодавство

Цифровий формат: Notion / OneNote – інтерактивні таблиці, схеми, посилання на нормативи.

Лекція 2: Система регулювання якості та безпечності харчової продукції

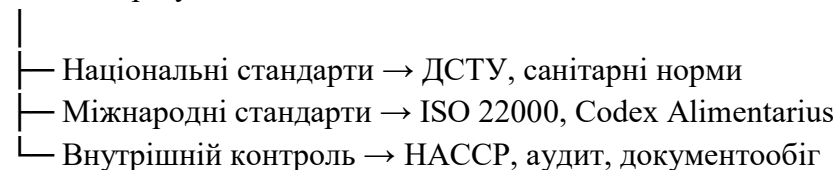
Дата: 03.09.2025

Мета: Ознайомити з національними та міжнародними стандартами, процедурами контролю якості.

Ключові терміни: HACCP, ISO 22000, стандарти якості, аудит

Схема:

Система регулювання якості



Таблиця:

Рівень	Приклади	Функції	Частота перевірок
Національний	ДСТУ, санітарні норми	Регулювання безпечності	Постійно
Міжнародний	ISO 22000, Codex	Узгодження стандартів	Періодично
Внутрішній	HACCP, аудит	Контроль виробництва	Регулярно

Флеш-картки:

- Передня: Що таке HACCP?
- Зворотна: Система аналізу ризиків і контролю критичних точок у виробництві.
- Передня: Які основні міжнародні стандарти харчової безпеки?
- Зворотна: ISO 22000, Codex Alimentarius

Майндмеп:

Центр: Контроль якості харчових продуктів

Гілки: Національні стандарти, Міжнародні стандарти, Внутрішній контроль

Цифровий формат: Інтерактивні таблиці з посиланнями на нормативи та приклади аудиту

Лекція 3: Хімічні ризики в харчових продуктах: пестициди, важкі метали, мікотоксини

Дата: 05.09.2025

Мета: Ознайомити з основними хімічними ризиками, методами їх виявлення та контролю.

Ключові терміни: Пестициди, нітрати, важкі метали, мікотоксини, аналіз

Схема:

Хімічні ризики

- |
- ├ Пестициди → методи виявлення: хроматографія
- ├ Важкі метали → методи: атомно-абсорбційний аналіз
- └ Мікотоксини → методи: ELISA, ВЕРХ

Таблиця порівняння методів:

Ризик	Методи аналізу	Переваги	Недоліки
Пестициди	ГХ, ВЕРХ	Висока точність	Дорожче
Важкі метали	ААС	Чутливість	Вимагає обладнання
Мікотоксини	ELISA	Швидко	Менш точний для деяких типів

Флеш-картки:

Передня: Які методи виявлення пестицидів використовуються?-

Зворотна: Газова та високоефективна рідинна хроматографія (ГХ, ВЕРХ).

Передня: Назвіть приклади важких металів у продуктах.

Зворотна: Свинець, кадмій, ртуть

Майндмеп:

Центр: Хімічні ризики

Гілки: Пестициди, Важкі метали, Мікотоксини, Методи аналізу

Цифровий формат: OneNote / Notion – інтерактивні таблиці з прикладами реальних лабораторних досліджень методика створення **майнднепу (mind map)** для дисципліни «Контроль якості та безпечності харчових продуктів», яку можна використовувати як навчальний інструмент для студентів. Вона включає підходи, структуру і приклади.

1. Мета використання майнднепу

- Візуалізувати зв'язки між основними поняттями дисципліни.
- Полегшити запам'ятовування складного матеріалу.
- Підготувати студентів до самостійної роботи, лабораторних занять і контрольних робіт.
- Сприяти інтеграції теоретичних знань та практичних навичок.

2. Підготовчий етап

1. Визначення центральної теми:

- Центральний вузол майнднепу – «Контроль якості та безпечності харчових продуктів».

2. Підбір основних розділів:

- Законодавче регулювання та стандарти
- Фізико-хімічні методи аналізу
- Хімічні методи аналізу
- Мікробіологічний контроль
- Біоіндикатори та сенсори
- Методи виявлення фальсифікації
- Контроль конкретних груп харчових продуктів (молочні, м'ясні, хлібобулочні, фрукти та овочі)
- Пестициди, важкі метали, токсини

3. Структура майнднепу

1. Центральний вузол:

- Наприклад: «Контроль якості харчових продуктів»

2. Перший рівень гілок: основні розділи курсу (див. підпункт 2).

3. Другий рівень гілок:

- Ключові поняття, методи, приклади.

- Наприклад, для «Фізико-хімічні методи»: спектрофотометрія, хроматографія, кондуктометрія, рефрактометрія.

4. Третій рівень гілок:

- Пояснення, формули, характеристики, типові застосування.

- Приклад: «Спектрофотометрія → визначення кольору → концентрація пігментів у соках».

4. Рекомендована методика створення

1. Вибір інструменту:

- Папір/маркер, дошка, sticky notes або онлайн-сервіси (MindMeister, XMind, Canva).

2. Покрокова інструкція:

- Написати центральну тему посередині.

- Додати основні гілки (розділи).

- Додати підгілки із конкретними поняттями, методами, характеристиками.

- Використовувати **кольори** для виділення груп: методи – синій, стандарти – зелений, хімічні ризики – червоний.

- За потреби додати **іконки або символи**, що полегшують запам'ятовування.

3. Пояснення логічних зв'язків:

- Використовувати стрілки для позначення взаємозв'язків між методами та типами харчових продуктів.

- Наприклад: «Титриметрія → молочні продукти → визначення кислотності».

5. Методичні поради студентам

- Починати з основних понять, поступово деталізувати.

- Кожну гілку супроводжувати коротким поясненням або прикладом.

- Використовувати різні кольори та шрифти для запам'ятовування.

- Перевіряти майнднеп, порівнюючи з конспектом і літературою.

- Оновлювати майнднеп після лабораторних і практичних занять.

Висновок

Розділ «Робота з лекційними нотатками» демонструє, що ефективне ведення та систематизація конспектів є ключовим елементом успішного навчання. Студенти набувають навичок критичного осмислення матеріалу, виділення головного та логічного структурування інформації. Використання схем, таблиць, майндмепів і флеш-карток дозволяє інтегрувати теоретичні знання з практичними навичками, спрощує підготовку до лабораторних робіт, тестів і самостійної роботи.

Завдяки цифровим та інтерактивним форматам нотаток студенти отримують можливість швидкого доступу до навчального матеріалу, регулярного повторення та активного самоконтролю. Впровадження навичок роботи з лекційними нотатками сприяє розвитку самостійності, аналітичного мислення та підвищує ефективність засвоєння дисципліни «Контроль якості та безпечності харчових продуктів».

II. КУРС ЛЕКЦІЙ

Контроль якості та безпеки харчових продуктів

(для студентів спеціальності G13 «Харчові технології»)

У цьому розділі студенти ознайомляться з широким спектром методів контролю харчових продуктів, що дозволяють оцінювати їхню якість, безпеку та відповідність нормативним стандартам. Розділ охоплює як класичні хімічні методи аналізу, так і сучасні інструментальні та молекулярні технології, що застосовуються у харчовій промисловості та лабораторних умовах.

Мета розділу – сформувати у студентів системне розуміння безпеки харчових продуктів, принципів оцінки ризиків, методів контролю та основ законодавчого регулювання. Студенти дізнаються, як за допомогою різних аналітичних підходів можна виявляти небезпечні компоненти, фальсифікації та відхилення від нормативних стандартів, що впливають на здоров'я споживачів.

Цей розділ закладає базу для подальшого вивчення конкретних методів аналізу, починаючи від класичних хімічних до передових молекулярних технологій, які дозволяють ефективно контролювати безпеку харчових продуктів на всіх етапах виробництва та реалізації.

Лекція 1. Введення до концепції безпеки харчових продуктів

У цій лекції студенти ознайомлюються з основними поняттями безпеки харчових продуктів, розглядають її значення для здоров'я населення та економіки. Акцент робиться на визначенні небезпечних факторів, які можуть впливати на якість продуктів, таких як хімічні, біологічні та фізичні забруднювачі. Також розглядаються принципи системного підходу до безпеки харчових продуктів і роль сучасних технологій у контролі якості.

Лекція 2. Система регулювання якості та безпеки харчових продуктів

Лекція присвячена національним та міжнародним стандартам, які регулюють виробництво харчових продуктів. Студенти вивчають системи HACCP, ISO, Codex Alimentarius та їхнє практичне застосування на виробництві. Пояснюється, як нормативні документи забезпечують безпеку продуктів та запобігають фальсифікаціям.

Лекція 3. Хімічні ризики в харчових продуктах: пестициди, важкі метали, мікотоксини

Ця лекція детально розглядає основні хімічні ризики у харчових продуктах. Студенти дізнаються, які сполуки є небезпечними, їхні джерела та шляхи потрапляння в продукти. Обговорюється вплив пестицидів, важких металів та мікотоксинів на здоров'я людини, а також методи їх виявлення у лабораторних умовах.

Лекція 4. Вплив контактних матеріалів на якість і безпеку харчових продуктів

У цій лекції аналізується, як матеріали упаковки та технологічне обладнання можуть впливати на безпеку продуктів. Студенти вивчають хімічні взаємодії, що можуть призводити до міграції шкідливих речовин у продукти, та методи оцінки безпеки матеріалів. Обговорюється практичне значення вибору пакувальних матеріалів та дотримання нормативів.

Лекція 5. Системи управління безпекою та ризиками у харчовому виробництві

У цій лекції розглядаються інтегровані системи управління безпекою харчових продуктів, такі як HACCP та ISO 22000. Студенти дізнаються, як ідентифікувати критичні точки контролю на виробництві, проводити оцінку ризиків і впроваджувати заходи для їх

мінімізації. Пояснюється, як ці системи допомагають запобігати фальсифікації та забезпечувати відповідність продукції стандартам.

Лекція 6. Гравіметричний метод для визначення вмісту вологи та сухих речовин у харчових продуктах

Лекція присвячена класичному хімічному методу гравіметрії. Студенти вивчають принцип визначення масової частки води та сухих речовин у продуктах, методику підготовки зразків, точність та обмеження методу. Пояснюється, як результати гравіметричного аналізу впливають на якість та термін придатності продуктів.

Лекція 7. Титриметричний аналіз у контролі якості та виявленні фальсифікацій

Ця лекція присвячена методам титриметрії, включаючи кислотно-основний, йодометричний та аргентометричний аналіз. Студенти дізнаються, як визначати концентрацію ключових компонентів у харчових продуктах та виявляти фальсифікації, наприклад, розбавлення молока або підробку масел. Обговорюється практичне застосування титриметрії у лабораторних та виробничих умовах.

Лекція 8. Інновації в аналізі основних компонентів: сучасні методи аналізу білків і жирів

Лекція охоплює сучасні підходи до визначення білків і жирів у продуктах, включно з біохімічними та спектроскопічними методами. Студенти дізнаються про автоматизовані системи, тест-смужки та сенсорні методи, що дозволяють швидко та точно оцінювати склад продуктів, підвищуючи ефективність контролю якості.

Лекція 9. Використання біосенсорів та портативних пристроїв для швидкого контролю харчових продуктів

У цій лекції розглядається застосування біосенсорів для оперативного контролю безпечності продуктів. Студенти вивчають принципи дії ферментних та імунобіосенсорів, методи калібрування та аналізу результатів. Обговорюється, як портативні пристрої дозволяють контролювати якість на місці виробництва або продажу.

Лекція 10. Основи спектрофотометрії: принципи, прилади, застосування

Лекція присвячена спектрофотометрії як інструментальному методу кількісного аналізу. Студенти вивчають закони поглинання світла, конструкцію спектрофотометра, підготовку зразків і аналіз результатів. Пояснюється застосування спектрофотометрії для оцінки концентрації вітамінів, пігментів та інших компонентів продуктів.

Лекція 11. Основи хроматографії: типи, методи, застосування в харчовій промисловості

Лекція знайомить студентів з хроматографічними методами (тонкошарова, газова, рідинна хроматографія). Пояснюється принцип розділення компонентів сумішей, прилади, а також застосування у виявленні забруднювачів, харчових добавок та фальсифікацій. Студенти дізнаються, як обирати оптимальний метод залежно від продукту та аналізованого компонента.

Лекція 12. Рефрактометрія та її застосування для аналізу цукровмісних продуктів

У цій лекції розглядається метод визначення концентрації розчинів на основі показника заломлення світла. Студенти вчаться використовувати рефрактометр для оцінки цукру у напоях, джемах та сиропях, а також оцінювати якість та відповідність стандартам. Обговорюються переваги та обмеження методу.

Лекція 13. Електрохімічні методи аналізу: потенціометрія та кондуктометрія

Лекція охоплює використання електрохімічних методів для визначення іонного складу продуктів. Студенти знайомляться з принципом роботи потенціометричних та кондуктометричних приладів, методами калібрування та аналізу даних. Пояснюється застосування для контролю солоності, кислотності та виявлення домішок.

Лекція 14. Використання мас-спектрометрії у харчових технологіях

Лекція присвячена мас-спектрометрії для ідентифікації та кількісного визначення компонентів продуктів. Студенти вивчають принципи роботи приладу, підготовку зразків та інтерпретацію спектрів. Метод дозволяє виявляти фальсифікації, залишки пестицидів та інші небезпечні сполуки.

Лекція 15. Вступ до молекулярних методів аналізу

Лекція вводить студентів у молекулярні методи, що дозволяють аналізувати ДНК та білкові структури у харчових продуктах. Пояснюються основні принципи молекулярного аналізу, лабораторні методи, біосенсори та їх застосування для контролю якості та безпеки.

Лекція 16. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) для виявлення ГМО

Студенти вивчають метод ПЛР для виявлення генетично модифікованих організмів. Розглядаються етапи реакції, підготовка зразків, типи праймерів та інтерпретація результатів. Лекція підкреслює важливість ПЛР у сертифікації продуктів та контролі фальсифікацій.

Лекція 17. Методи ДНК-тестування для виявлення харчових фальсифікацій

Лекція пояснює сучасні методи ДНК-тестування, включаючи секвенування та ампліфікаційні підходи. Студенти дізнаються, як ідентифікувати походження продукту та підтвердити його автентичність, що є критично важливим для виявлення підробок та змішування компонентів.

Лекція 18. Електрофорез білків. Визначення білкових фракцій у харчових продуктах

Лекція присвячена методам розділення білків за допомогою електрофорезу. Студенти вивчають принцип роботи, типи гелів, методи виявлення та інтерпретації білкових фракцій у молочних, м'ясних та рибних продуктах. Це дозволяє оцінювати харчову цінність та безпечність продуктів, а також виявляти фальсифікації. Кожна лекція розділу містить такі структурні елементи: мета, завдання, очікувані результати, студент повинен знати й уміти, методичні поради, питання для самоконтролю, 10 тестових завдань у таблиці (формат з варіантами відповідей і великою літерою для правильної відповіді) та місце для нотаток студента. У посібнику сформовано розділ Добірка джерел для ілюстрацій (із посиланнями на ілюстрації - схеми, інфографіку та фотографії), що допомагають візуалізувати матеріал кожної теми; також у кінці кожної лекції передбачено спеціальне місце для нотаток студента, що сприяє розвитку навичок самостійного мислення, аналізу та узагальнення матеріалу.

Таким чином, проходження цього розділу дозволяє студентам отримати цілісне уявлення про сучасні підходи до контролю якості та безпечності харчових продуктів, закріпити практичні навички оцінки продуктів і навчитися інтегрувати результати різних методів для прийняття обґрунтованих рішень у професійній практиці.

2.1. ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. БЕЗПЕКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Лекція №1

Тема: Введення до концепції безпеки харчових продуктів

Мета лекції: Ознайомити студентів з основними поняттями, принципами та підходами до забезпечення безпеки харчових продуктів. Пояснити сутність понять «небезпека» та «ризик», роль системи НАССР та міжнародних стандартів у забезпеченні безпечності харчових продуктів.

Завдання лекції

1. Розкрити сутність поняття «безпека харчових продуктів».
2. Охарактеризувати види небезпек у харчових продуктах.
3. Ознайомити з принципами системи НАССР.
4. Розглянути основні законодавчі та нормативні документи України й міжнародні стандарти.
5. Показати сучасні тенденції контролю безпеки та роль технологій.

Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- Основні терміни й визначення (безпека, небезпека, ризик).
- Класифікацію небезпек (біологічні, хімічні, фізичні).
- 7 принципів системи НАССР.
- Основні нормативні документи (Закон України, Codex Alimentarius, ISO 22000).

Студент повинен вміти:

- Визначати потенційні небезпеки на різних етапах виробництва.
- Аналізувати ризики для безпеки харчових продуктів.
- Застосовувати базові принципи НАССР на практиці.

Методичні поради студентам

- **Термінологія:** Уважно опрацюйте ключові терміни: *небезпека, ризик, критична точка, НАССР, Codex Alimentarius*. Розуміння різниці між "небезпекою" та "ризиком" є критичним.

- **НАССР:** Запам'ятайте всі 7 принципів по порядку та приклади їх застосування.

- **Класифікація:** Навчіться чітко розрізняти біологічні, хімічні та фізичні небезпеки – це основа більшості тестових завдань.

- **Контекст:** Зверніть увагу на приклади реальних харчових скандалів, щоб зрозуміти наслідки недбалості.

- **Джерела:** Користуйтеся сайтами ВООЗ, FAO, Держпродспоживслужби та стандартами ДСТУ ISO 22000.

Виклад навчального матеріалу

1. Вступ

Безпека харчових продуктів є фундаментом здоров'я нації. Мільйони випадків харчових отруєнь щороку свідчать про важливість суворого контролю. Неналежна безпечність несе загрозу не лише здоров'ю споживача, а й економіці (відкликання продукції, втрата репутації, судові позови).

2. Основні поняття і терміни

- **Безпечність харчових продуктів** – стан продукту, при якому він не містить небезпечних речовин або мікроорганізмів у кількостях, здатних завдати шкоди здоров'ю людини.

- **Небезпека** – будь-який біологічний, хімічний або фізичний чинник у харчовому продукті, який може зробити його небезпечним для вживання.

- **Ризик** – імовірність того, що небезпека реалізується і призведе до негативних наслідків.

Класифікація небезпек:

1. **Біологічні:** Патогенні мікроорганізми (*Salmonella*, *Listeria*, *E. coli*), віруси, паразити, пліснява.

2. **Хімічні:** Залишки пестицидів, важкі метали, мікотоксини, харчові добавки (понад норму), залишки миючих засобів.

3. **Фізичні:** Сторонні предмети – скло, метал, пластик, каміння, кістки.

3. Принципи системи НАССР

НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) – це науково обґрунтована система, що дозволяє ідентифікувати, оцінювати та контролювати небезпеки, які є визначальними для безпеки харчових продуктів.

7 принципів НАССР:

1. Аналіз небезпек: Виявлення потенційних загроз на кожному етапі.

2. Визначення КТК (Критичних точок контролю): Етапи, де можна застосувати контроль для запобігання небезпеці.

3. Встановлення критичних меж: Максимальні або мінімальні значення параметрів (температура, час, рН) у КТК.

4. Моніторинг КТК: Система спостережень за контролем у КТК.

5. Коригувальні дії: Дії, які вживаються, коли моніторинг вказує на вихід з-під контролю.

6. Ведення записів: Документування всіх процедур та даних.

7. Перевірка (верифікація): Підтвердження того, що система працює ефективно.

4. Законодавчі та нормативні вимоги

- Міжнародний рівень: *Codex Alimentarius* (Кодекс Аліментаріус) – збірник міжнародних стандартів, прийнятий ВООЗ та FAO.

- Україна: Головний документ – Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів».

Стандарти:

- *ДСТУ ISO 22000:2019* – вимоги до системи управління безпечністю харчових продуктів.

- *Регламент ЄС №178/2002* – встановлює загальні принципи харчового законодавства Європи.

5. Сучасні технології контролю

- **Біосенсори:** Швидке виявлення патогенів та токсинів.

- **Автоматизація:** Системи безперервного моніторингу температурних режимів.

- **Простежуваність (Traceability):** Цифрові платформи (в т.ч. блокчейн) для відстеження шляху продукту від "лану до столу".

6. Приклади інцидентів (Case Studies)

- Меламіновий скандал (Китай, 2008): Додавання промислового хімікату в молоко для імітації високого вмісту білка призвело до масових отруєнь немовлят.

- Фіпроніл у яйцях (ЄС, 2017): Забруднення яєць інсектицидом через неналежну дезінфекцію ферм.

7. Підсумки лекції

Сучасна безпека базується на профілактиці (попередженні), а не лише на контролі готового продукту. Впровадження НАССР та дотримання законодавства є обов'язковим для захисту споживача та бізнесу.

Питання для самоконтролю

1. Що розуміють під терміном «безпека харчових продуктів»?
2. У чому принципова різниця між поняттями «небезпека» і «ризик»?
3. Назвіть три основні види небезпек та наведіть по 2 приклади до кожного.
4. У чому полягає головна мета системи НАССР?
5. Перелічіть 7 принципів НАССР.
6. Яку роль відіграє Codex Alimentarius у міжнародній торгівлі?
7. Які нормативні документи регулюють безпеку продуктів в Україні?
8. Хто несе першочергову відповідальність за безпеку продукції: держава чи виробник?
9. Які новітні методи моніторингу ви знаєте?
10. Які наслідки для виробника може мати випуск небезпечної продукції?

Тестові завдання

1. Що означає поняття «безпека харчових продуктів»?

- A. Відсутність шкідливих речовин у продуктах
- B. Гарантія харчової цінності
- C. Можливість споживання без шкоди для здоров'я
- D. Висока калорійність

Відповідь: С

2. Які небезпеки відносять до біологічних?

- A. Пестициди і важкі метали
- B. Патогенні бактерії і віруси
- C. Скло, метал, пластик
- D. Барвники

Відповідь: В

3. Який принцип системи НАССР передбачає визначення небезпечних етапів виробництва?

- A. Коригувальні дії
- B. Аналіз небезпек
- C. Моніторинг
- D. Перевірка ефективності

Відповідь: В

4. Хто несе основну відповідальність за безпечність харчових продуктів?

- A. Держава
- B. Виробник
- C. Споживач
- D. Торговельна мережа

Відповідь: В

5. Яка міжнародна система містить стандарти безпеки продуктів?

- A. Codex Alimentarius
- B. ISO 9001
- C. GOST
- D. FDA

Відповідь: А

6. Скільки принципів має система НАССР?

- A. 5
- B. 6
- C. 7
- D. 8

Відповідь: С

7. Який із наведених прикладів є фізичною небезпекою?

- A. Залишки антибіотиків
- B. Патогенні бактерії
- C. Уламки скла
- D. Мікотоксини

Відповідь: С

8. Основний нормативний документ України у сфері безпеки харчових продуктів:

- A. Технічний регламент
- B. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпеки та якості харчових продуктів»

C. Кодекс харчових продуктів України

D. ДСТУ ISO 9001

Відповідь: В

9. Який міжнародний орган розробляє стандарти харчової безпеки разом із ВООЗ?

- A. FAO
- B. FDA
- C. ISO
- D. Єврокомісія

Відповідь: А

10. Що є головною метою системи НАССР?

- A. Виявлення дефектів упаковки
- B. Зниження ризику небезпек у продуктах
- C. Підвищення смакових властивостей
- D. Збільшення терміну зберігання

Відповідь: В

 **Місце для нотаток студента**

Використовуйте це місце для запису додаткових пояснень викладача або власних спостережень щодо теми.

Лекція №2

Тема: Система регулювання якості та безпеки харчової продукції

Мета лекції: Ознайомити студентів із системою міжнародних і національних стандартів безпеки харчових продуктів, їх структурою, основними принципами та значенням для забезпечення якості харчових продуктів і захисту здоров'я споживачів.

Завдання лекції

1. Розглянути основні принципи та структуру міжнародних систем безпеки (Codex Alimentarius, ISO 22000, HACCP, IFS, BRCGS).
2. Ознайомити з основними положеннями національного законодавства України.
3. Пояснити взаємозв'язок між стандартами якості, системами управління безпечністю та практиками виробництва (GMP, GHP).
4. Показати приклади впровадження стандартів на підприємствах.

Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- Основні міжнародні організації (FAO, WHO, ISO, Codex Alimentarius, EFSA).
- Призначення та структуру Codex Alimentarius.
- Принципи HACCP, ISO 22000, IFS, BRC.
- Законодавчу базу України (Закон України «Про основні принципи...», ДСТУ).
- Вимоги до маркування, простежуваності та відповідальності операторів ринку.
- Етапи впровадження системи управління безпечністю.
- Відмінності між обов'язковою та добровільною сертифікацією.
- Інструменти контролю: аудит, інспекція, лабораторні випробування.

Студент повинен вміти:

- Розрізняти типи стандартів (міжнародні, регіональні, національні).
- Визначати стандарти для різних груп продуктів.
- Аналізувати вимоги HACCP і ISO 22000.
- Використовувати стандарти як основу для контролю якості.

Методичні поради студентам

- **Самостійна робота:** Ознайомтесь із сайтами FAO, WHO, ISO для перегляду реальних прикладів стандартів.

- **Аналіз:** Порівняйте вимоги Codex Alimentarius і ISO 22000, щоб зрозуміти різницю між кодексом і стандартом управління.

- **Практика:** Розгляньте кейси впровадження HACCP на українських підприємствах.

- **Завдання:** Підготуйте коротку доповідь про один із стандартів, визнаних GFSI (наприклад, FSSC 22000).

Виклад навчального матеріалу

Безпека харчових продуктів – це глобальне питання. Щоб гарантувати безпеку, створено багаторівневу систему стандартів, які регламентують усі етапи «від лану до столу».

1. Міжнародні стандарти безпеки харчових продуктів

1.1. Codex Alimentarius (Кодекс Аліментаріус)

Міжнародна збірка стандартів, керівних принципів та кодексів практики, створена спільно ВООЗ (WHO) і ФАО (FAO). Є базовим документом для СОТ при вирішенні торговельних суперечок.

Цілі:

- Захист здоров'я споживачів.
- Сприяння справедливій торгівлі.
- Гармонізація стандартів.

Приклади стандартів Codex:

- Максимальні рівні залишків пестицидів.
- Вимоги до гігієни харчових продуктів.
- Єдині правила маркування.

1.2. ISO 22000 – Система управління безпечністю

Міжнародний стандарт, що об'єднує принципи HACCP та системний підхід до управління.

Основні компоненти:

1. Інтерактивна комунікація.
2. Системне управління.
3. Програми-передумови (PRP): Базові умови (гігієна, санітарія, контроль шкідників).
4. Принципи HACCP.

Значення: Забезпечує міжнародне визнання та підвищує довіру партнерів.

1.3. Global Food Safety Initiative (GFSI)

Глобальна ініціатива, що гармонізує стандарти під гаслом: "*Сертифікований одного разу – визнаний повсюди*".

Визнані стандарти GFSI:

- BRCGS (British Retail Consortium): Популярний у Великій Британії та Європі.
- IFS Food (International Featured Standards): Фокусується на якості та безпеці процесів (популярний у Німеччині, Франції).
- FSSC 22000: Базується на ISO 22000 + додаткові вимоги.

2. Національні стандарти безпеки харчових продуктів в Україні

2.1. ДСТУ (Державні стандарти України)

Нормативні документи, що встановлюють вимоги до якості, безпеки та методів контролю.

Приклади:

- ДСТУ ISO 22000:2019 (ідентичний міжнародному).
- ДСТУ 4868:2007 (органічне виробництво).
- ДСТУ 4518:2008 (маркування).

2.2. Система HACCP (НАССР)

В Україні впровадження процедур, заснованих на принципах НАССР, є обов'язковим для всіх операторів ринку харчових продуктів (від кіоску з кавою до великого заводу).

7 принципів (етапів) НАССР:

1. Аналіз небезпек.

2. Визначення ККТ (Критичних контрольних точок).
3. Встановлення критичних меж.
4. Моніторинг ККТ.
5. Коригувальні дії.
6. Верифікація (перевірка).
7. Документування.

2.3. Законодавча база України

Основний Закон: «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів».

- Регулює: виробництво, обіг, маркування, імпорт/експорт.
- Контролюючий орган: Держпродспоживслужба.

3. Гармонізація стандартів

Процес адаптації українського законодавства до вимог ЄС та міжнародних норм.

Переваги:

- Підвищення якості продукції на внутрішньому ринку.
- Спрощення експорту до ЄС та інших країн.
- Усунення технічних бар'єрів у торгівлі.

Висновки: Дотримання стандартів (як обов'язкових, так і добровільних) є ключем до конкурентоспроможності та довіри споживача.

🔍 Питання для самоконтролю

1. Яка головна мета створення Codex Alimentarius?
2. Назвіть основні елементи структури стандарту ISO 22000.
3. Які стандарти визнаються ініціативою GFSI?
4. Перелічіть етапи впровадження HACCP.
5. Який головний закон регулює безпеку харчових продуктів в Україні?
6. Що таке гармонізація стандартів і для чого вона потрібна?
7. Хто здійснює державний нагляд за безпечністю продуктів в Україні?

📝 Тестові завдання

1. Яка міжнародна організація розробляє стандарти для безпечності харчових продуктів?

- A. ISO
- B. FAO
- C. Codex Alimentarius Commission
- D. WHO

Відповідь: C

2. Що є основною метою стандартів ISO 22000?

- A. Визначення харчової цінності продуктів
- B. Забезпечення простежуваності харчових ланцюгів
- C. Гарантування безпечності харчових продуктів
- D. Встановлення термінів придатності

Відповідь: C

3. Який документ в Україні встановлює вимоги до систем управління безпечністю харчових продуктів?

- A. ДСТУ ISO 9001

- B. ДСТУ ISO 22000
- C. ДСТУ EN 45011
- D. ТУ У

Відповідь: B

4. Яка міжнародна організація спільно з ВООЗ координує роботу Комісії Codex

Alimentarius?

- A. Європейська комісія
- B. FAO
- C. ООН
- D. ISO

Відповідь: B

5. Який принцип лежить в основі системи HACCP?

- A. Визначення органолептичних властивостей
- B. Виявлення критичних контрольних точок
- C. Визначення калорійності
- D. Аналіз хімічного складу продукту

Відповідь: B

6. Який український нормативний документ гармонізовано з системою HACCP?

- A. ДСТУ 4161-2003
- B. ДСТУ ISO 22000:2019
- C. ДСТУ 7093:2009
- D. ДСТУ EN ISO 14001

Відповідь: B

7. Хто несе основну відповідальність за безпечність харчових продуктів?

- A. Органи державного контролю
- B. Виробник харчових продуктів
- C. Споживач
- D. Торговельна мережа

Відповідь: B

8. Яка установа здійснює державний контроль за безпечністю харчових продуктів в Україні?

- A. МОЗ
- B. Держпродспоживслужба
- C. Державна екологічна інспекція
- D. Міністерство аграрної політики

Відповідь: B

9. Який із нижченаведених стандартів є добровільним, а не обов'язковим?

- A. ДСТУ ISO 22000
- B. Закон України «Про основні принципи...»
- C. Технічний регламент харчових добавок
- D. Санітарні правила для підприємств

Відповідь: A

10. Який основний документ встановлює правові засади безпечності харчових продуктів в Україні?

- A. Кодекс харчових продуктів України
- B. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів»
- C. Постанова КМУ №123
- D. Державна програма з охорони здоров'я

✓ **Відповідь: В**

📄 **Місце для нотаток студента**

Використовуйте це місце для запису додаткових пояснень викладача або власних спостережень

Лекція № 3

Тема: Хімічні ризики в харчових продуктах: пестициди, важкі метали, мікотоксини

Мета лекції: Ознайомити студентів із видами та джерелами хімічних забруднювачів у харчових продуктах; сформувати розуміння механізмів їх потрапляння в їжу, впливу на організм людини, методів контролю та профілактики.

📋 **Завдання лекції**

1. Розглянути основні групи хімічних ризиків у продуктах харчування.
2. Вивчити джерела надходження пестицидів, важких металів і мікотоксинів у харчовий ланцюг.
3. З'ясувати шляхи накопичення токсичних речовин у живих організмах і наслідки їх дії.
4. Ознайомитися з методами лабораторного контролю вмісту небезпечних речовин.
5. Навчитися оцінювати ризики для здоров'я людини та дотримання нормативів безпечності.

🎓 **Очікувані результати навчання**

Студент повинен знати:

- Визначення та класифікацію хімічних ризиків.
- Основні групи пестицидів (інсектициди, гербіциди, фунгіциди) та їх токсикологічні властивості.
- Джерела потрапляння важких металів (свинець, кадмій, ртуть, миш'як).
- Найпоширеніші мікотоксини (афлатоксин, охратоксин, патулін) та продукти-носії.
- Нормативно-правову базу (ДСТУ, Codex Alimentarius, Регламенти ЄС).
- Основні методи визначення (хроматографія, спектрофотометрія, ІФА).

Студент повинен вміти:

- Ідентифікувати основні джерела забруднювачів.
- Проводити прості розрахунки концентрацій та порівнювати їх з ГДК.
- Аналізувати результати лабораторних досліджень.
- Формулювати висновки щодо рівня безпечності продукту.

💡 **Методичні поради студентам**

- **Документи:** Ознайомтеся з Законом України «Про основні принципи...» та Регламентами ЄС № 1881/2006 і № 396/2005.
- **Розрахунки:** Відпрацюйте навички переведення одиниць вимірювання (мг/кг, ppm).
- **Групи ризику:** Зверніть увагу на продукти, що найчастіше забруднюються: овочі, зернові, риба, молоко.

- **Методи:** Для лабораторних робіт повторіть принципи атомно-абсорбційної спектроскопії та хроматографії.

□ Виклад навчального матеріалу

1. Загальна характеристика хімічних ризиків

Хімічні ризики – це наявність токсичних речовин природного чи антропогенного походження.

Особливості:

- Кумулятивність: накопичення в організмі.
- Прихований характер: часто без смаку та запаху.
- Хронічний вплив: ризик онкології, ураження органів.

Група ризиків	Приклади речовин	Джерело потрапляння
Забруднювачі довкілля	Важкі метали, діоксини, ПХБ	Атмосфера, ґрунт, вода
Залишкові речовини	Пестициди, ветеринарні препарати	Агротехнічні засоби, корми
Природні токсини	Мікотоксини, соланін	Плісняві гриби, рослини
Виробничі забруднювачі	Акриламід, нітрозаміни	Термічна обробка, копчення
Надлишкові добавки	Барвники, консерванти	Технологічні помилки

2. Пестициди у продуктах харчування

Пестициди – речовини для знищення шкідників.

Класифікація:

- Інсектициди: проти комах.
- Гербіциди: проти бур'янів.
- Фунгіциди: проти грибкових хвороб.
- Родентициди: проти гризунів.

Методи контролю: Газова хроматографія (ГХ), ВЕРХ, Імуноферментний аналіз (ІФА).

3. Важкі метали у продуктах харчування

Елементи з високою густиною, токсичні навіть у мікродозах.

Метал	Джерело забруднення	Токсичний вплив
Свинець (Pb)	Вихлопні гази, фарби	Нейротоксичність, анемія
Кадмій (Cd)	Фосфатні добрива, тютюн	Ниркова недостатність
Ртуть (Hg)	Промислові стоки, риба	Порушення мозку
Миш'як (As)	Пестициди, промисловість	Канцерогенність

Методи контролю: Атомно-абсорбційна спектрометрія (ААС), ICP-MS.

4. Мікотоксини

Токсичні продукти життєдіяльності пліснявих грибів (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*).

- Афлатоксини: Зерно, арахіс (канцерогени).
- Охратоксин А: Кава, зерно (нефротоксин).
- Патулін: Яблучний сік (мутаген).
- Зеараленон: Кукурудза (гормональні порушення).

Профілактика: Контроль вологості при зберіганні, вентиляція, системи HACCP.

? Питання для самоконтролю

1. Яка мета системи ISO 22000?
2. Які основні принципи HACCP?
3. Роль Codex Alimentarius у безпеці продуктів.
4. Які етапи впровадження HACCP?
5. Як співвідносяться ДСТУ ISO 22000:2019 та ISO 22000:2018?
6. Назвіть основні мікотоксини та продукти їх накопичення.

📝 Тестові завдання

1. До хімічних ризиків у харчових продуктах належать:

- A. Бактерії
- B. Пестициди
- C. Віруси

Відповідь: B

2. Основним джерелом важких металів у харчовому ланцюзі є:

- A. Вода, ґрунт, добрива
- B. Сонячне світло
- C. Повітря

Відповідь: A

3. Який мікотоксин найчастіше виявляють у зернових культурах?

- A. Афлатоксин
- B. Патулін
- C. Охратоксин

Відповідь: A

4. Гранично допустима концентрація (ГДК) – це:

- A. Мінімальний рівень домішки
- B. Рівень, що не становить ризику
- C. Середній рівень забруднення

Відповідь: B

5. Який метод найчастіше застосовують для визначення важких металів?

- A. Титриметрія
- B. Атомно-абсорбційна спектроскопія
- C. Фотометрія

Відповідь: B

6. Мікотоксини утворюють:

- A. Бактерії
- B. Плісняві гриби
- C. Дріжджі

Відповідь: B

7. Основна причина потрапляння пестицидів у харчові продукти:

- A. Неправильне зберігання
- B. Надмірне застосування в агротехнологіях
- C. Транспортування

Відповідь: B

8. Який метал має найбільшу токсичність для нервової системи?

- A. Кадмій
- B. Свинець

С. Цинк

Відповідь: В

9. До методів виявлення мікотоксинів належить:

А. ІФА

В. Електроліз

С. Гравіметрія

Відповідь: А

10. Який документ містить міжнародні норми щодо залишків пестицидів?

А. Codex Alimentarius

В. ISO 9001

С. ДСТУ 4161

Відповідь: А

 Місце для нотаток студента

Використовуйте це місце для запису додаткових пояснень викладача або власних спостережень щодо теми.

Лекція №4

Тема: Вплив контактних матеріалів на якість і безпечність харчових продуктів

Мета лекції: Ознайомити студентів з видами пакувальних матеріалів, їхньою екологічною безпечністю та впливом на якість і термін зберігання харчових продуктів. Розкрити сучасні тенденції у виробництві екологічного пакування.

Завдання лекції

1. Розглянути класифікацію пакувальних матеріалів.
2. Охарактеризувати вимоги до безпечності пакування.
3. Визначити екологічні аспекти виробництва і утилізації.
4. Проаналізувати вплив різних типів пакування на якість продуктів.
5. Ознайомити з альтернативами (біопластики, багаторазові матеріали).

Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- Класифікацію матеріалів (скло, метал, полімери, папір).
- Вимоги до матеріалів згідно з ЄС та ДСТУ.
- Склад і властивості полімерів (PE, PP, PET).
- Показники екологічності та безпечності.

Студент повинен вміти:

- Аналізувати відповідність пакування вимогам безпеки.
- Вибирати оптимальний тип пакування.
- Оцінювати екологічні наслідки.

Методичні поради студентам

- **Порівняння:** Зіставте фізико-хімічні властивості скла, пластику та металу.
- **Маркування:** Вивчіть позначення переробки на упаковках (трикутник Мебіуса).
- **Біоматеріали:** Дослідіть матеріали на основі крохмалю, целюлози, PLA.
- **Нормативи:** Ознайомтеся з Регламентом ЄС № 1935/2004 та ДСТУ EN 1186.

Виклад навчального матеріалу

1. Вступ

Пакування забезпечує захист, інформативність, логістичну зручність та маркетинг.

Вимоги до сучасної упаковки:

- **Функціональність:** Герметичність, міцність.
- **Безпечність:** Відсутність міграції токсинів.
- **Екологічність:** Можливість переробки або біорозкладу.

2. Види пакувальних матеріалів

- **Пластик (PE, PP, PET):** Легкий, дешевий. *Ризики:* міграція фталатів, мікропластик.
- **Скло:** Хімічно інертне, багаторазове, 100% переробка. *Мінуси:* крихкість, вага.
- **Метал (Алюміній, жерсть):** Герметичний, світлонепроникний. *Мінуси:* корозія

(потребує лакування).

- **Папір/Картон:** Екологічний, дешевий. *Мінуси:* пропускає вологу та жир.
- **Біорозкладні (PLA, крохмаль):** Екологічна альтернатива. *Мінуси:* вища вартість,

менша міцність.

3. Екологічність та безпека

Проблеми пластику: 300+ млн тонн відходів щороку, мікропластик.

Міграція речовин:

- **Бісфенол А (BPA):** Може міститися в полікарбонаті, діє як ендокринний руйнівник.
- **Законодавство:** Регламент (ЄС) № 1935/2004 регулює всі матеріали, що

контактують з їжею.

4. Вплив на якість та інновації

- **MAP (Modified Atmosphere Packaging):** Заміна повітря на суміш газів (CO₂, N₂) для подовження терміну.

- **Активна упаковка:** Поглинає кисень або виділяє антимікробні речовини.
- **Розумні упаковки:** Індикатори свіжості та температури.

Питання для самоконтролю

1. Які основні функції пакування?
2. У чому переваги скла над пластиком?
3. Що таке міграція шкідливих речовин і які речовини є небезпечними?
4. Які перспективи біорозкладних матеріалів?
5. Як працює технологія MAP?
6. Що таке «розумна» упаковка?

Тестові завдання

1. Яка основна функція пакувальних матеріалів?

- A. Збереження свіжості продуктів
- B. Надання смаку
- C. Зміна кольору
- D. Підвищення вартості

Відповідь: А

2. Який із матеріалів є хімічно інертним і безпечним для харчових продуктів?

- A. Поліетилен
- B. Скло

C. ПВХ

D. Поліпропілен

Відповідь: B

3. До яких матеріалів належить поліетилентерефталат (PET)?

A. Металеві

B. Пластикові

C. Паперові

D. Біорозкладні

Відповідь: B

4. Який матеріал найкраще піддається вторинній переробці без втрати якості?

A. Скло

B. Поліетилен

C. Папір

D. ПВХ

Відповідь: A

5. Що є головним недоліком пластикових упаковок?

A. Висока вартість

B. Виділення фталатів і мікропластику

C. Низька герметичність

D. Непрозорість

Відповідь: B

6. Яка упаковка вважається біорозкладною?

A. PLA

B. PET

C. PVC

D. PP

Відповідь: A

7. Який із перелічених матеріалів може бути джерелом бісфенолу А (BPA)?

A. Полікарбонат

B. Скло

C. Папір

D. Алюміній

Відповідь: A

8. Яка технологія пакування подовжує термін придатності продуктів за рахунок заміни повітря?

A. Вакуумне пакування

B. MAP (Модифіковане газове середовище)

C. Термоусадка

D. Кришки Easy Open

Відповідь: B

9. Який матеріал є найбільш енергоємним у виробництві, але повністю інертним?

A. Пластик

B. Папір

C. Скло

D. Біополімер

Відповідь: C

10. Що є перевагою “розумної” упаковки?

A. Змінює колір продукту

B. Контролює свіжість і стан продукту

- C. Надає аромат
- D. Збільшує масу
- Відповідь: B

Місце для нотаток студента

Використовуйте це місце для запису додаткових пояснень викладача або власних спостережень щодо теми.

Лекція № 5.

Тема: Системи управління безпечністю та ризиками у харчовому виробництві

Мета лекції: Ознайомити студентів із принципами системи управління безпечністю харчових продуктів НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points), історією її виникнення, основними етапами впровадження та механізмами контролю на підприємствах харчової галузі.

Завдання лекції

1. Розкрити сутність і мету системи НАССР.
2. Ознайомити з видами небезпек (біологічними, хімічними, фізичними).
3. Пояснити поняття аналізу ризиків і критичних точок контролю.
4. Розглянути етапи впровадження системи НАССР на харчових підприємствах.
5. Ознайомити з прикладами практичного застосування принципів НАССР.

Очікувані результати навчання

Після вивчення теми студент повинен:

- **знати:** суть системи НАССР, її 7 принципів, історію виникнення, види небезпек, структуру плану НАССР.
- **вміти:** ідентифікувати небезпеки, визначати критичні точки контролю (ККТ), складати план моніторингу та коригувальних дій.

Виклад навчального матеріалу

План лекції

1. Вступ до НАССР: історія та основи.
2. Види небезпек та аналіз ризиків.
3. Архітектура системи: Фундамент та 7 принципів НАССР.
4. Практичні аспекти впровадження (етапи та документація).
5. Висновки та самоперевірка.

1. Вступ до НАССР: історія та основи

1.1. Історія виникнення: Від космосу до вашої кухні

Система НАССР – це класичний приклад трансферу космічних технологій у повсякденне життя.

- **1960-ті роки:** Розроблена в США спільними зусиллями компанії **Pillsbury, NASA** та **Лабораторій армії США**.

- **Проблема:** Головним завданням було створити гарантовано безпечну їжу для астронавтів програми «Аполлон». Традиційний метод перевірки якості (тестування готового

продукту) був неефективним, адже для 100% гарантії довелося б знищити всю партію їжі в лабораторії.

- **Рішення:** Замість перевірки *результату*, розробники вирішили контролювати *процес*. Вони визначили критичні точки, де може виникнути помилка, і встановили суворий контроль саме там.

- **Світове визнання:** У 1993 році Комісія Codex Alimentarius (спільний орган ВООЗ та ФАО) схвалила НАССР як найефективніший засіб гарантування безпеки харчових продуктів у світі.

1.2. Мета та цілі

НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) – це система, що ідентифікує, оцінює та контролює небезпеки, які є важливими для безпечності харчових продуктів.

Мета: Запобігання небезпечним ситуаціям через превентивний контроль, а не через тестування готового продукту.

Цілі:

- Забезпечення безпеки споживачів.
- Підвищення довіри та конкурентоспроможності.
- Відповідність стандартам (ISO 22000, GFSI).

2. Види небезпек та аналіз ризиків

2.1. Поняття ризику та небезпеки

Варто розрізняти ці поняття:

- **Небезпечний фактор (Hazard):** Біологічний, хімічний або фізичний агент у харчовому продукті, здатний викликати негативний вплив на здоров'я.

- **Ризик (Risk):** Поєднання ймовірності виникнення небезпечного фактора та тяжкості його наслідків.

2.2. Класифікація небезпек

Вид небезпеки	Приклади	Джерела забруднення
Біологічні	Патогенні бактерії (<i>Salmonella</i> , <i>Listeria</i>), віруси, паразити, пліснява	Сировина, персонал, шкідники, брудне обладнання
Хімічні	Токсини, пестициди, мийні засоби, антибіотики, алергени	Залишки на овочах, неправильне миття обладнання, добавки
Фізичні	Скло, метал, пластик, каміння, кістки, особисті речі персоналу	Пошкоджене обладнання, тара, відсутність спецодягу

3. Архітектура системи: Фундамент та 7 принципів НАССР

Систему НАССР часто зображують у вигляді «будинку». Він не може стояти без міцного фундаменту.

3.1. Фундамент: Програми-передумови (GHP/GMP)

Перш ніж впроваджувати НАССР, підприємство повинно забезпечити базові гігієнічні умови:

- Чистота приміщень та обладнання.
- Особиста гігієна персоналу.
- Боротьба зі шкідниками (Pest Control).
- Якісна вода, вентиляція та освітлення.

3.2. Схема основних стовпів системи (7 Принципів НАССР)

Основна конструкція системи тримається на 7 принципах:

Принцип 1: Аналіз небезпечних факторів (Hazard Analysis)

- *Суть*: "Сканування" всього процесу від сировини до тарілки.
- *Дія*: Складаємо перелік усіх можливих загроз на кожному етапі.

Принцип 2: Визначення критичних контрольних точок (ККТ / ССР)

- *Суть*: Визначення етапів, де контроль є життєво необхідним для усунення небезпеки.

- *Інструмент*: Використання «Дерева рішень».

- *Приклад*: Пастеризація молока (якщо температура впаде, бактерії виживуть – це ККТ).

Принцип 3: Встановлення критичних меж (Critical Limits)

- *Суть*: Чіткий критерій "безпечно/небезпечно" для кожної ККТ.

- *Приклад*: Температура котлети $\geq 72^{\circ}\text{C}$ протягом 15 сек. Якщо 71°C – це вже небезпечно.

Принцип 4: Встановлення процедур моніторингу

- *Суть*: Система спостереження, що підтверджує контроль над ККТ.

- *Приклад*: Кухар вимірює температуру кожної партії щупом і записує результат у журнал.

Принцип 5: Встановлення коригувальних дій

- *Суть*: План "Б": що робити, якщо моніторинг показав відхилення.

- *Приклад*: Температура недостатня → продовжити час варіння або утилізувати партію.

Принцип 6: Процедури верифікації (перевірки)

- *Суть*: Докази того, що система працює ефективно (а не тільки на папері).

- *Приклад*: Лабораторний аналіз готової продукції, аудит документації, калібрування термометрів.

Принцип 7: Ведення документації та записів

- *Суть*: "Що не записано – того не було". Юридичний захист виробника.

- *Приклад*: Журнали температур, графіки прибирання, протоколи навчання.

4. Практичні аспекти впровадження

4.1. Етапи розробки плану НАССР

Процес впровадження складається з логічних кроків:

1. Створення групи НАССР (команда фахівців).
2. Опис продукту та сировини.
3. Визначення цільового споживача.
4. Побудова блок-схеми виробничого процесу.
5. Верифікація блок-схеми на виробництві (пройти шляхом продукту).
6. Застосування 7 принципів (див. розділ 3).

4.2. Шпаргалка: Приклади ККТ та методів контролю

Етап / Процес	Ризик	ККТ?	Метод моніторингу	Коригувальна дія
Приймання сировини	Біологічне забруднення	Так/Ні	Перевірка сертифікатів, огляд, t°	Відмова у прийманні, повернення

Етап / Процес	Ризик	ККТ?	Метод моніторингу	Коригувальна дія
Зберігання (холодильник)	Розмноження бактерій через t°	Так	Автоматичний логер t° або запис у журнал	Переміщення в іншу камеру, утилізація
Термічна обробка	Вживання патогенів	Так	Замір температури в товщі продукту, таймер	Доварювання, повторна обробка
Металодетекція	Фізичне (метал)	Так	Пропуск через металодетектор	Зупинка лінії, видалення продукту

5. Термінологія та висновки

Термінологія

- **НАССР:** Система аналізу ризиків і критичних контрольних точок.

- **ККТ (ССР):** Етап, на якому можна застосувати контроль, який є важливим для запобігання небезпеці.

- **Критична межа:** Максимальне або мінімальне значення, яке відділяє прийнятне від неприйняттого (наприклад, 72°C).

- **Верифікація:** Підтвердження через надання об'єктивних доказів того, що вимоги виконано.

- **Валідація:** Отримання доказів того, що заходи контролю здатні бути ефективними (робиться ДО впровадження).

Висновки

НАССР є не просто набором документів, а філософією виробництва. Вона переносить акцент з виявлення браку на його запобігання. Успіх системи залежить від трьох факторів: **міцного фундаменту (гігієна), навченого персоналу та чесного ведення записів.**

Питання для самоконтролю та Тести

1. Що означає аббревіатура НАССР?
2. Які основні принципи лежать в основі системи НАССР?
3. Поясніть роль NASA у створенні системи.
4. Що таке критична контрольна точка (КТК)?
5. Чим верифікація відрізняється від моніторингу?

Тестові завдання

1. Що означає аббревіатура НАССР?
 - A. Analysis of Food Composition
 - B. Hazard Analysis and Critical Control Points
 - C. Hygiene Action Control Plan
 - D. Health and Chemical Control Program

Відповідь: B

2. Скільки основних принципів містить система НАССР?
 - A. П'ять
 - B. Сім
 - C. Дев'ять
 - D. Три

Відповідь: B

3. До біологічних небезпек належать:
 - A. Пестициди

- V. Сальмонела
- C. Скло
- D. Металеві частинки

Відповідь: B

4. До хімічних небезпек належить:

- A. Свинець
- B. Пил
- C. Вода г
- D. Шкідники

Відповідь: A

5. До фізичних небезпек належать:

- A. Мікотоксини
- B. Уламки скла
- C. Віруси
- D. Пестициди

Відповідь: B

6. Що є критичною контрольною точкою?

- A. Етап, де можна контролювати небезпеку
- B. Місце зберігання продукту
- C. Технологічний процес
- D. Документація

Відповідь: A

7. Хто відповідає за впровадження системи HACCP на підприємстві?

- A. Технолог
- B. Керівник підприємства
- C. Лаборант
- D. Інспектор

Відповідь: B

8. Основною метою системи HACCP є:

- A. Зниження собівартості
- B. Забезпечення безпечності харчових продуктів
- C. Збільшення терміну зберігання
- D. Поліпшення смаку

Відповідь: B

9. Що є кінцевим етапом системи HACCP?

- A. Моніторинг
- B. Коригувальні дії
- C. Перевірка ефективності
- D. Визначення ризиків

Відповідь: C

10. Який документ описує міжнародні принципи HACCP?

- A. ISO 9001
- B. Codex Alimentarius
- C. FDA Standard
- D. ISO 17025

Відповідь: B

Місце для нотаток студента

Використовуйте це місце для запису додаткових пояснень викладача або власних спостережень щодо теми.

Висновок до змістового модулю 1

За результатами вивчення першого змістового модулю 1 «Безпека харчових продуктів» можна зробити наступні узагальнюючі висновки:

1. Зміна парадигми контролю: Сучасна система безпечності базується на превентивному підході («від лану до столу»), а не на кінцевому тестуванні продукції.
2. Фундаментальна роль гігієни: Ефективність будь-якої системи управління (зокрема НАССР) неможлива без дотримання базових гігієнічних програм-передумов (GHP).
3. Системність НАССР: 7 принципів НАССР дозволяють ідентифікувати специфічні загрози та встановити жорсткий контроль у критичних точках, що мінімізує ризики для споживача.
4. Комплексний захист: Безпечність гарантується поєднанням технологічних факторів, належного пакування, правильного маркування та компетентності персоналу.
5. Юридична відповідальність: Оператор ринку несе повну юридичну відповідальність за безпечність продукту, що вимагає впровадження постійно діючих процедур контролю.

Таким чином, модуль формує у студентів комплексне розуміння того, що безпечність – це керований процес, який вимагає системних знань з мікробіології, технології, права та менеджменту.

Список рекомендованої літератури

Нормативно-правові акти та стандарти:

1. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» № 771/97-ВР.
2. Наказ Мінагрополітики № 590 «Вимоги щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах НАССР».
3. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів.
4. Codex Alimentarius. General Principles of Food Hygiene (CXC 1-1969, Rev. 2020).

Навчальна література:

5. Богомолів А. В. *Управління безпечністю харчових продуктів*: підручник. – Харків: ХДУХТ, 2020.
6. Зубар Н. М. *Основи фізіології, санітарії та гігієни харчування*: підручник. – К.: ЦУЛ, 2018.
7. *Системи управління безпечністю харчових продуктів: теорія і практика* / за ред. В. В. Новікова. – Київ: Ліра-К, 2019.

Інтернет-ресурси:

8. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів: dpss.gov.ua

2.2. ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ТЕСТОВІ ХІМІЧНІ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ

Лекція №6

Тема: Гравіметричний метод для визначення вмісту вологи та сухих речовин у харчових продуктах

Мета лекції: Ознайомити студентів із принципами та практичним застосуванням гравіметричного методу для визначення вмісту вологи та сухих речовин у харчових продуктах; пояснити роль вологості у забезпеченні якості, безпечності та терміну зберігання харчових продуктів; ознайомити з етапами проведення гравіметричного аналізу, необхідним обладнанням і правилами розрахунків; визначити переваги й обмеження методу в порівнянні з сучасними альтернативами.

Завдання лекції

1. Розкрити поняття та сутність гравіметричного методу аналізу.
2. Пояснити значення вологості та сухих речовин для якості харчових продуктів.
3. Розглянути методику визначення вологості та сухих речовин.
4. Ознайомити студентів з основним обладнанням (сушильна шафа, аналітичні ваги, десикатор).
5. Визначити практичне застосування, переваги й недоліки гравіметричного методу.

Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- основні принципи гравіметричного аналізу;
- різницю між прямою та непрямою гравіметриєю;
- значення вмісту вологи та сухих речовин для якості харчових продуктів;
- методику проведення аналізу та вимоги до точності вимірювань;
- типи харчових продуктів, де гравіметрія застосовується найчастіше.

Студент повинен вміти:

- правильно підготувати зразок до аналізу;
- користуватися сушильною шафою, вагами та десикатором;
- проводити обчислення вмісту вологи та сухих речовин;
- оцінювати якість і стабільність харчового продукту за вмістом вологи;
- аналізувати переваги й обмеження гравіметричного методу.

Методичні поради студентам

- **Теорія:** Перед вивченням теми повторіть матеріал про фізико-хімічні властивості води та її роль у харчових системах.

- **Ключове поняття:** Зверніть увагу на термін «постійна маса» – це головний критерій правильності аналізу.

- **Порівняння:** Зіставте гравіметричний метод із інфрачервоним аналізом вологості (експрес-метод).

- **Відеоматеріали:** Рекомендовано переглянути відео про роботу з лабораторними вагами та сушильною шафою.

□ Виклад навчального матеріалу

1. Вступ до гравіметричного методу

1.1. Поняття та основи.

Гравіметричний метод – один із найстаріших і найнадійніших методів кількісного аналізу, що базується на точному вимірюванні маси речовини.

- **Пряма гравіметрія:** Речовину виділяють у чистому вигляді та зважують.

- **Непряма гравіметрія:** Вимірюють втрату маси зразка (наприклад, випаровування води). Саме цей підхід використовується для визначення вологості.

Принцип «постійної маси»: Це стан, коли після повторних циклів висушування і зважування маса зразка перестає змінюватися. Це гарантує, що вся волога видалена.

1.2. Роль у промисловості.

Метод дозволяє:

- Контролювати умови зберігання (зерно, борошно).

- Запобігати псуванню (розвиток плісняви).

- Розраховувати економічну вартість (вода не повинна продаватися за ціною продукту).

2. Значення вмісту вологи та сухих речовин

2.1. Вплив на якість:

- **Мікробіологічна стабільність:** Висока вологість = ризик бактерій та плісняви.

- **Текстура:** Впливає на хрусткість (печиво) або м'якість (хліб).

- **Смак:** Вода розчиняє смакові речовини, але її надлишок "розмиває" смак.

2.2. Сухі речовини:

Це залишок після видалення води (білки, жири, вуглеводи, мінерали).

- У **молоці** це показник поживності.

- У **соках** це показник натуральності (відсутність розведення водою).

3. Методика визначення

3.1. Етапи аналізу:

1. **Підготовка:** Подрібнення та перемішування зразка.

2. **Висушування:** У сушильній шафі при **100–105 °C** до постійної маси (2–4 години).

3. **Охолодження:** У десикаторі (герметична посудина з вологопоглиначем), щоб зразок не ввібрав вологу з повітря.

4. **Зважування:** На аналітичних вагах (точність 0,0001 г).

3.2. Розрахунок:

$$W = (m_1 - m_2)/m_1 \cdot 100\%$$

де m_1 – маса наважки до висушування, m_2 – маса після висушування.

4. Переваги та недоліки

Переваги	Недоліки
Висока точність	Тривалість (кілька годин)
Простота і доступність	Вимагає стабільної температури
Не потребує калібрування за	Не підходить для продуктів з леткими ефірними

Переваги	Недоліки
стандартами	оліями

5. Цікаві факти

- Чіпси втрачають хрусткість, якщо вологість перевищує 2%.
- Мед не псується століттями, бо води в ньому <18%.
- Шоколад з вологістю >1% стає зернистим і неприємним.

🔍 Питання для самоконтролю

1. У чому полягає суть гравіметричного методу?
2. Що таке «постійна маса» і як її досягти?
3. Чому зразок охолоджують у десикаторі, а не на повітрі?
4. Як надлишок вологи впливає на термін зберігання зерна?
5. Яка формула використовується для розрахунку відсотка вологи?

📝 Тестові завдання

1. Що є основним принципом гравіметричного аналізу?

- A. Вимірювання об'єму речовини
- B. Точне вимірювання маси речовини
- C. Вимірювання оптичної густини
- D. Вимірювання електропровідності

✓ **Відповідь: B**

2. Яка основна мета висушування зразка в сушильній шафі?

- A. Знищення мікроорганізмів
- B. Підвищення температури продукту
- C. Видалення вологи до досягнення постійної маси
- D. Розчинення сухих речовин

✓ **Відповідь: C**

3. Яке обладнання є критично необхідним для гравіметричного визначення вологи?

- A. Спектрофотометр
- B. Аналітичні ваги
- C. Рефрактометр
- D. рН-метр

✓ **Відповідь: B**

4. При якій температурі зазвичай проводиться висушування для визначення вологи?

- A. 20–25 °C
- B. 60–80 °C
- C. 100–105 °C
- D. 200–250 °C

✓ **Відповідь: C**

5. Що означає термін «постійна маса» в гравіметрії?

- A. Маса зразка, що дорівнює масі еталону
- B. Маса, яка не змінюється після повторних циклів висушування та зважування
- C. Початкова маса зразка до обробки
- D. Маса води, що міститься в продукті

✓ **Відповідь: B**

6. Який показник розраховують за різницею мас бюкса зі зразком до і після висушування?

- A. Вміст золи
- B. Вміст жиру
- C. Масову частку вологи
- D. Кислотність продукту

Відповідь: C

7. Яку функцію виконує десикатор у ході аналізу?

- A. Використовується для нагрівання зразка
- B. Забезпечує охолодження зразка без поглинання вологи з повітря
- C. Використовується для подрібнення продукту
- D. Слугує для зважування гарячих бюксів

Відповідь: B

8. Який головний недолік класичного гравіметричного методу?

- A. Низька точність результатів
- B. Висока вартість реактивів
- C. Тривалість проведення аналізу (кілька годин)
- D. Неможливість автоматизації

Відповідь: C

9. Для яких харчових продуктів гравіметричний метод є стандартним і найбільш ефективним?

- A. Спиртні напої та ефірні олії
- B. Зерно, борошно, молочні продукти
- C. Газовані напої
- D. Тільки для рідких продуктів

Відповідь: B

10. Як визначають вміст сухих речовин, якщо відома масова частка вологи у продукті?

- A. Вміст сухих речовин дорівнює вмісту вологи
- B. Від 100% віднімають відсотковий вміст вологи
- C. Додають 100% до вмісту вологи
- D. Це неможливо визначити без спалювання зразка (озолення)

Відповідь: B

 **Місце для нотаток студента**

Використовуйте це місце для запису додаткових пояснень викладача або власних спостережень щодо теми.

Лекція №7

Тема: Титриметричний аналіз у контролі якості та виявленні фальсифікації харчових продуктів

Мета лекції: Ознайомити студентів із принципами титриметричного аналізу, його видами, методами проведення та практичним застосуванням для контролю якості харчових продуктів і виявлення їх фальсифікації.

 **Завдання лекції**

1. Розкрити сутність титриметрії як методу кількісного аналізу.
2. Охарактеризувати основні типи титрування (кисотно-основне, окисно-відновне, осаджувальне, комплексонометричне).

3. Розглянути приклади аналізу молока, масла, вина та соків.
4. Пояснити роль титриметрії у виявленні фальсифікації.
5. Ознайомити з методикою проведення та розрахунками.

Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- принцип титриметричного аналізу та поняття «еквівалент»;
- показники (кислотність, жорсткість, вміст солей) та їх значення;
- типові реактиви (NaOH, HCl, KMnO₄, Na₂S₂O₃, EDTA) та індикатори.

Студент повинен вміти:

- проводити розрахунок молярності та нормальності;
- виконувати титрування;
- визначати масову частку цукру, кислотність, вміст солі;
- інтерпретувати результати для виявлення фальсифікату.

Методичні поради

- **Техніка безпеки:** Повторіть правила користування бюреткою та піпеткою.
- **Візуальний контроль:** Уважно спостерігайте за зміною кольору індикатора – це сигнал про завершення реакції.
- **Точність:** Завжди дублюйте титрування (мінімум 2–3 рази) для отримання середнього значення.

Виклад навчального матеріалу

1. Значення титриметричного аналізу

Титриметричний аналіз (об'ємний аналіз) – це класичний метод кількісного аналізу. Його головні переваги в харчовій промисловості: швидкість, висока точність та низька вартість.

Він дозволяє визначати такі критичні показники, як кислотність (свіжість), вміст солі (смак/консервація), концентрацію цукрів та вітаміну С.

2. Сутність і принцип методу

Суть методу полягає у вимірюванні об'єму розчину відомої концентрації (**титранту**), який витрачається на реакцію з речовиною, що аналізується (**аналітом**).

Процес триває до досягнення точки еквівалентності (коли речовини прореагували повністю).

Основне рівняння титриметрії:

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

де:

- N₁, V₁ – нормальність і об'єм титранту;
- N₂, V₂ – нормальність і об'єм аналіту.

3. Види титрування та їх значення

3.1. Кисотно-основне титрування (Ацидиметрія та алкаліметрія)

- **Суть:** Реакція нейтралізації (H⁺ + OH⁻ = H₂O).
- **Індикатори:** Фенолфталеїн (безбарвний /малиновий), метиловий оранжевий.
- **Застосування:** Визначення кислотності молока, соків, вина. Підвищена кислотність часто свідчить про псування продукту.

3.2. Окисно-відновне титрування (Редоксиметрія)

- **Суть:** Реакції з перенесенням електронів.

- **Види:** Перманганатометрія (KMnO_4), Йодометрія (I_2 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

- **Застосування:** Визначення вітаміну С (аскорбінової кислоти), цукрів, залишків консервантів (SO_2 у вині).

3.3. Осаджувальне титрування (Аргентометрія)

- **Суть:** Утворення осаду. Титрант – аргентум (I) нітрат (AgNO_3).

- **Застосування:** Точне визначення кухонної солі (NaCl) у сирах, ковбасах, консервах.

3.4. Комплексонометричне титрування

- **Суть:** Утворення стійких комплексів металів з комплексонами (Титрант – ЕДТА/Трилон Б).

- **Застосування:** Визначення загальної жорсткості води, вмісту кальцію в молоці.

4. Прилади та реактиви

Для аналізу використовують спеціальний мірний посуд високої точності:

- **Бюретка:** Скляна трубка з поділками та краном для дозування титранту.

- **Піпетка:** Для точного відбору проби продукту.

- **Конічна колба:** Посудина, де відбувається реакція.

5. Проведення титрування (Алгоритм)

1. Підготовка зразка (фільтрування, розведення).

2. Відбір аліквоти (точної порції) піпеткою в колбу.

3. Додавання індикатора (1–3 краплі).

4. Титрування з бюретки до зміни кольору.

5. Розрахунок концентрації (C_x):

$$C_x = (C_{\text{titrant}} \cdot V_{\text{titrant}}) / V_{\text{analyte}}$$

6. Застосування у контролі якості (Таблиця)

Харчовий продукт	Показник	Вид титрування	Значення
Молоко	Кислотність (°Т)	Ацидиметрія	Свіжість, сортність
Масло	Число омилення	Алкалиметрія	Свіжість, фальсифікація жирів
Вино, соки	Вітамін С, кислоти	Йодометрія	Натуральність, корисність
Консерви	Хлориди (сіль)	Аргентометрія	Смак, дотримання рецептури
Вода	Жорсткість	Комплексонометрія	Придатність до вживання

7. Виявлення фальсифікації

Титриметрія дозволяє виявити невідповідність хімічного складу:

- **Молоко:** Якщо кислотність занижена – можливе розведення водою або додавання соди (для маскування скисання).

- **Соки:** Порушення балансу «цукор/кислота» свідчить про неприродне походження (додавання лимонної кислоти).

- **Вино:** Низький вміст титрованих кислот може вказувати на використання дешевого виноматеріалу або розведення.

8. Практичний приклад: Кислотність молока

Молоко титрують розчином 0,1 N NaOH з фенолфталеїном.

Результат – у градусах Тернера (°T).

Норма для свіжого молока: 16–18 °T.

Формула: $T = V_{\text{NaOH}} \cdot 10$ (де V – об'єм лугу, пішовшого на титрування 10 мл молока).

9. Висновки

Титриметричний аналіз залишається базовим інструментом харчових лабораторій. Він дозволяє оперативно оцінити безпечність (свіжість), відповідність рецептурі (сіль, кислота) та виявити грубі фальсифікації.

Тестові завдання

1. Що є основою титриметричного аналізу?

- а) Вимірювання маси осаду
- б) Вимірювання об'єму розчину відомої концентрації, витраченого на реакцію
- в) Вимірювання оптичної густини розчину
- г) Вимірювання електропровідності

Відповідь: б

2. Який показник визначають кислотно-основним титруванням у молоці?

- а) Загальну жорсткість
- б) Титровану кислотність
- в) Вміст білка
- г) Вміст жиру

Відповідь: б

3. Який індикатор найчастіше застосовують при визначенні кислотності молока (ацидиметрія)?

- а) Фенолфталеїн
- б) Крохмаль
- в) Еріохром чорний Т
- г) Метилловий оранжевий

Відповідь: а

4. Який тип реакції лежить в основі перманганатометрії?

- а) Окисно-відновна
- б) Комплексоутворення
- в) Осадження
- г) Нейтралізація

Відповідь: а

5. Що називають кінцевою точкою титрування?

- а) Момент початку кипіння розчину
- б) Момент, коли реакція завершена і спостерігається зміна кольору індикатора
- в) Момент повного розчинення зразка
- г) Момент додавання першої краплі титранту

Відповідь: б

6. Для визначення якого показника використовують ЕДТА (Трилон Б)?

- а) Кислотність соку
- б) Вміст вітаміну С
- в) Жорсткість води
- г) Вміст кухонної солі

Відповідь: в

7. Яка одиниця вимірювання нормальності розчину (NNS)?

- а) моль/кг
- б) г/л
- в) моль-еквівалент/л
- г) %

Відповідь: в

8. Як можна виявити фальсифікацію соків титриметричним методом?

- а) Шляхом визначення неприродного співвідношення кислотності
- б) Шляхом зважування сухого залишку
- в) Визначенням температури замерзання
- г) Візуальним оглядом

Відповідь: а

9. Який титрант використовують у йодометрії (наприклад, для вітаміну С)?

- а) KMnO_4 (перманганат калію)
- б) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (тіосульфат натрію) або I_2 (йод)
- в) AgNO_3 (аргентум нітрат)
- г) NaOH (гідроксид натрію)

Відповідь: б

10. Яка основна вимога до проведення титриметричного аналізу для забезпечення точності?

- а) Проведення аналізу лише один раз
- б) Використання немитого посуду
- в) Повторення титрування кілька разів до збігу результатів
- г) Використання гарячих розчинів

Відповідь: в

 **Місце для нотаток студента**

Використовуйте це місце для запису додаткових пояснень викладача або власних спостережень щодо теми.

Лекція №8

Тема: Інновації в аналізі основних компонентів: сучасні методи аналізу білків і жирів

Мета лекції. Ознайомити студентів із класичними та сучасними методами визначення білків і жирів у харчових продуктах, розкрити їхнє значення для контролю якості, харчової цінності та виявлення фальсифікації продуктів.

 **Завдання лекції**

1. Розглянути основні хімічні та біохімічні принципи визначення білків і жирів.
2. Порівняти традиційні методи (К'ельдаля, Сокслета) із сучасними експрес- та біосенсорними підходами.
3. Ознайомити з можливостями автоматизованих аналізаторів і хроматографічних методів.
4. Навчити інтерпретувати результати аналізів для виявлення фальсифікації.

 **Очікувані результати навчання**

Студент повинен знати:

- відмінності між арбітражними (класичними) та експрес-методами;
- принцип роботи апарату Сокслета та установки К'ельдаля;
- основи роботи ІЧ-аналізаторів та хроматографів.

Студент повинен вміти:

- обрати метод аналізу залежно від типу продукту (сировина чи готова продукція);
- інтерпретувати хроматограми жирних кислот;
- аргументовано робити висновки щодо наявності фальсифікату (наприклад, пальмової олії у молоці).

💡 Методичні поради

- **Візуалізація:** Зверніть увагу на схеми приладів – розуміння конструкції апарату Сокслета допоможе зрозуміти суть циркуляції розчинника.

- **Порівняння:** Складіть порівняльну таблицю «Час виконання аналізу»: Метод К'ельдаля (2-4 години); ІЧ-аналіз (1 хвилина).

📄 Виклад навчального матеріалу

1. Вступ

Білки та жири визначають поживну цінність продукту. Точний контроль їх вмісту необхідний не лише для маркування, а й для розрахунків економічної ефективності виробництва.

2. Класичні методи визначення білків

2.1. Метод К'ельдаля (Арбітражний метод)

Це "золотий стандарт" визначення білка.

- **Суть:** Повна мінералізація органіки кислотою, переведення азоту в амоній, його відгонка та титрування.

- Етапи:

- 1. Мінералізація (Спалювання):** Зразок кип'ятять з концентрованою H_2SO_4 та каталізатором ($CuSO_4$ або Se). Органіка руйнується, азот перетворюється на сульфат амонію $(NH_4)_2SO_4$.
- 2. Дистиляція:** Додають луг ($NaOH$), виділяється аміак (NH_3), який відганяють з водяною парою в приймач з борною кислотою.
- 3. Титрування:** Отриманий розчин титрують хлоридною кислотою (HCl).

- **Переваги:** Висока точність, визнає весь світ.

- **Недоліки:** Робота з агресивними кислотами, тривалість.

2.2. Біуретовий метод (Колориметричний)

- **Принцип:** У лужному середовищі іони купруму Cu^{2+} утворюють з пептидними зв'язками білків комплекс фіолетового кольору.

- **Застосування:** Швидкий аналіз молока, м'яса.

- **Особливість:** Інтенсивність кольору пропорційна концентрації білка.

2.3. УФ-спектрофотометрія

- **Принцип:** Білки поглинають ультрафіолет при довжині хвилі 280 нм (через наявність ароматичних амінокислот – триптофану, тирозину).

3. Методи визначення жирів

3.1. Метод Сокслета (Гравіметричний)

Класичний метод екстракції.

- **Суть:** Багаторазова циркуляція органічного розчинника (ефір, гексан) через зразок. Розчинник вимиває жир, стікає в колбу, випаровується і знову йде на зразок.

- **Результат:** Жир залишається в колбі, його зважують.

- **Недоліки:** Пожежонебезпечність (ефір), тривалість (6–8 годин).

3.2. Кислотний гідроліз (Метод Гербера/Вейбулла-Бернтропа)

Використовується, коли жир міцно зв'язаний з білками (ковбаси, сири). Спочатку кислота руйнує білкову оболонку, вивільняючи жир, а потім його вимірюють (у бутирометрах для молока або зважуванням).

3.3. Інфрачервона (ІЧ) спектроскопія

- **Суть:** Жири поглинають світло в ІЧ-діапазоні.

- **Застосування:** Експрес-аналізатори на молокозаводах (MilkoScan). Час аналізу – 30–60 секунд.

4. Сучасні біохімічні та інструментальні підходи

4.1. Хроматографічні методи (ГХ та ВЕРХ)

Дозволяють не просто сказати "скільки жиру", а "який це жир".

- **Газова хроматографія (ГХ):** Розділяє суміш жирних кислот. Це головний метод виявлення **фальсифікації вершкового масла пальмовою олією** (за профілем кислот).

4.2. Мас-спектрометрія

Використовується в протеоміці для ідентифікації конкретних білків (наприклад, виявлення білків сої у "м'ясній" ковбасі).

4.3. Біосенсори

Прилади з ферментами, що реагують на конкретну речовину. Генерують електричний сигнал, пропорційний концентрації.

5. Визначення фальсифікації

- **Заміна білка:** Додавання сої, колагену (шкурки) у м'ясо. Виявляють за допомогою ПЛР (ДНК-аналіз) або гістології.

- **Заміна жиру:** Використання гідрогенізованих рослинних жирів (транс-жирів) замість молочного жиру. Виявляють методом ГХ (наявність фітостеринів).

🔍 Питання для самоконтролю

1. Який елемент хімічно визначають у методі К'єльдаля для розрахунку білка?
2. Чому метод Сокслета вважається найточнішим для жирів?
3. Як працює біуретова реакція і який колір свідчить про наявність білка?
4. Який метод дозволяє відрізнити вершкове масло від маргарину?
5. Чому ІЧ-спектроскопія витісняє класичні методи на виробництві?

📖 Тестові завдання

1. Який хімічний елемент визначають у методі К'єльдаля для розрахунку вмісту білка? А. Карбон (С)

В. Нітроген (N)

С. Сульфур (S)

Д. Оксиген (O)

✅ **Відповідь: В**

2. Який метод базується на утворенні фіолетового комплексу білка з іонами купруму (Cu^{2+})?

- A. Біуретовий метод
- B. Метод К'ельдаля
- C. Метод Сокслета
- D. Гравіметричний метод

Відповідь: А

3. Що визначають методом Сокслета?

- A. Сирий протеїн
- B. Сирий жир
- C. Вуглеводи
- D. Мінеральні речовини (золу)

Відповідь: В

4. Який метод аналізу є найбільш швидким (експрес-метод) і часто використовується на молочних заводах?

- A. Метод К'ельдаля
- B. Метод Сокслета
- C. ІЧ-спектроскопія
- D. Кислотний гідроліз

Відповідь: С

5. Який метод дозволяє розділити суміш жирних кислот і виявити фальсифікацію масла рослинними жирами?

- A. Газова хроматографія (ГХ)
- B. Титрування
- C. Біосенсорний аналіз
- D. Рефрактометрія

Відповідь: А

6. Для чого використовується мас-спектрометрія в аналізі харчових продуктів?

- A. Для вимірювання кольору
- B. Для ідентифікації молекул (білків, амінокислот) за їх масою
- C. Для визначення вологості
- D. Для вимірювання температури

Відповідь: В

7. Чому метод К'ельдаля називають арбітражним?

- A. Він найшвидший
- B. Він найдешевший
- C. Він має найвищу точність і визнаний міжнародними стандартами
- D. Він не вимагає реактивів

Відповідь: С

8. Який розчинник зазвичай використовують у апараті Сокслета для вилучення жиру?

- A. Вода
- B. Сірчана кислота
- C. Органічний розчинник (ефір, гексан)
- D. Луг

Відповідь: С

9. Який недолік має біуретовий метод визначення білка?

- A. Дуже дорогий
- B. Чутливий до домішок (наприклад, амонію) і барвників
- C. Вимагає складного обладнання
- D. Триває кілька годин

Відповідь: В

10. Що виявляють при аналізі жирнокислотного складу молочного жиру, якщо є підозра на фальсифікацію?

- A. Наявність фітостеринів та специфічних кислот рослинних олій
- B. Наявність білка
- C. Наявність води
- D. Наявність цукру

Відповідь: А

 **Місце для нотаток студента**

Лекція №9

Тема: Використання біосенсорів та портативних пристроїв

Мета лекції. Ознайомити студентів із принципами роботи, типами та застосуванням біосенсорів і портативних аналітичних пристроїв у системі контролю якості та безпеки харчових продуктів.

Завдання лекції

1. Розкрити поняття та принцип дії біосенсорів.
2. Розглянути класифікацію та конструктивні особливості біосенсорних систем.
3. Пояснити роль біосенсорів у швидкому виявленні токсинів, алергенів, пестицидів, антибіотиків.
4. Ознайомити з видами портативних аналітичних пристроїв (лабораторний та польовий контроль).
5. Проаналізувати сучасні приклади біосенсорних технологій.

Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- принцип роботи біосенсорів і типи біологічних елементів (ензими, антитіла, ДНК-зонди);
- види портативних аналітичних пристроїв;
- можливості застосування біосенсорів у контролі якості продуктів;
- сучасні тенденції (нанобіосенсори, смарт-пристрої).

Студент повинен вміти:

- пояснювати механізм роботи біосенсора;
- визначати сферу застосування різних типів сенсорів;
- аналізувати результати швидкого контролю продуктів;
- оцінювати переваги та обмеження портативних систем.

Методичні поради

- **База знань:** Повторіть принципи роботи електрохімічних та оптичних сенсорів.
- **Практика:** Розгляньте конкретні кейси – експрес-тести на антибіотики в молоці або нітрат-тестери для овочів.

- **Візуалізація:** Зверніть увагу на схему перетворення біологічного сигналу в електричний.

□ Виклад навчального матеріалу

1. Вступ. Актуальність теми

У сучасній харчовій промисловості час – це гроші та безпека. Традиційні лабораторні методи (ВЕРХ, мікробіологія) точні, але тривалі. Біосенсори вирішують проблему експрес-контролю, дозволяючи отримати результат за хвилини безпосередньо в цеху, на складі або в супермаркеті.

2. Принцип роботи біосенсора

Біосенсор – це аналітичний пристрій, який перетворює біохімічну реакцію у вимірюваний сигнал. Він складається з трьох ключових елементів:

1. **Біорецептор (розпізнавальний елемент):** Біологічний матеріал (ензим, антитіло, ДНК, клітина), який реагує *тільки* на конкретну речовину (аналіт).
2. **Перетворювач (транд'юсер):** Фізичний елемент, що перетворює біохімічну реакцію (зміну маси, тепла, кольору, рН) в електричний сигнал.
3. **Електронна система:** Підсилює сигнал, обробляє його та виводить результат на дисплей.

3. Класифікація біосенсорів

За типом біорецептора розрізняють:

Ензимні біосенсори: Використовують ферменти.

- *Приклад:* Визначення глюкози, спирту, лактози.

Імунні біосенсори (Імуносенсори): Базуються на високоспецифічній реакції «антиген – антитіло».

- *Приклад:* Виявлення токсинів, алергенів, залишків ліків.

ДНК-біосенсори (Геносенсори): Використовують одноланцюгові фрагменти ДНК.

- *Приклад:* Ідентифікація ГМО, сальмонели, лістерії.

Мікробні біосенсори: Використовують живі клітини мікроорганізмів.

- *Приклад:* Оцінка загальної токсичності води (якщо бактерії гинуть – сигнал змінюється).

4. Портативні аналітичні пристрої

Це компактні прилади для "польового" використання.

- **Електронний ніс / Електронний язик:** Масиви сенсорів, що імітують органи чуття людини. Використовуються для визначення свіжості риби/м'яса або сорту кави/вина.

- **Імуннохроматографічні тест-смужки (Lateral Flow Tests):** Працюють як тест на вагітність. Найпопулярніший метод для перевірки молока на антибіотики.

- **Портативні спектрометри (FoodScanner):** Сканують продукт і визначають його склад (білки, жири, калорійність) за спектром відбиття.

5. Сфери застосування

1. **Безпека:** Експрес-контроль пестицидів у овочах, антибіотиків у молоці, мікотоксинів у зерні.

2. **Якість:** Контроль вмісту цукру (глюкометри), спирту у бродінні.

3. **Автентифікація:** Виявлення фальсифікації (наприклад, додавання води в молоко або заміна сорту риби).

4. **Алергени:** Швидке виявлення слідів глютену, арахісу чи сої на виробничих лініях.

6. Переваги та недоліки

Переваги	Недоліки
Швидкість (результат за хвилини)	Стабільність (біоматеріал "старіє")
Висока селективність (реагують лише на ціль)	Потреба у частому калібруванні
Компактність і простота використання	Вузький діапазон вимірювань
Економічність (мало реактивів)	Ціна деяких приладів

7. Інновації та перспективи

Майбутнє за **нанобіосенсорами** (використання наночастинок золота, вуглецевих трубок для підвищення чутливості) та інтеграцією зі **смартфонами** (тестування продукту вдома за допомогою додатку та змінного сенсора).

🔍 Питання для самоконтролю

1. Що таке біосенсор і які його три основні компоненти?
2. Який принцип лежить в основі імунних біосенсорів?
3. Чим ензимний біосенсор відрізняється від ДНК-сенсора?
4. Які переваги мають портативні тест-смужки для перевірки молока?
5. Що таке "електронний ніс" і де він застосовується?

📝 Тестові завдання

1. **Основний елемент біосенсора, що забезпечує специфічність реакції:**

- A. Перетворювач
- B. Біорецептор
- C. Дисплей

✓ **Відповідь: B**

2. **До ензимних біосенсорів належить прилад для визначення:**

- A. Пестицидів
- B. Глюкози
- C. Металів

✓ **Відповідь: B**

3. **Який тип сенсорів базується на реакції «антиген – антитіло»?**

- A. Імунні
- B. Ензимні
- C. Оптичні

✓ **Відповідь: A**

4. **Перевага портативних пристроїв полягає у:**

- A. Масовому виробництві
- B. Мобільності
- C. Великій вартості

✓ **Відповідь: B**

5. **Який компонент біосенсора перетворює сигнал у вимірювану форму (електричний струм, світло)?**

- A. Біорецептор
- B. Перетворювач
- C. Аналіт

Відповідь: В

6. Біосенсор, що виявляє ДНК певного мікроорганізму, називається:

- А. Імунним
- В. ДНК-сенсором
- С. Оптичним

Відповідь: В

7. Прилад «FoodScanner», що визначає склад продукту за спектром, відноситься до: А. Лабораторних стаціонарних систем В. Портативних пристроїв С. Титриметричних методів

Відповідь: В

8. Біосенсор може використовуватися для виявлення:

- А. Барвників (візуально)
- В. Алергенів С. Пакувальних матеріалів

Відповідь: В

9. Суттєвий недолік біосенсорів – це:

- А. Висока селективність
- В. Обмежений строк роботи (стабільність біоелемента)
- С. Простота використання

Відповідь: В

10. Який напрям розвитку є найперспективнішим у біосенсорних технологіях?

- А. Збільшення розміру приладів
- В. Нанобіосенсиори
- С. Класичні хімічні тести

Відповідь: В

 **Місце для нотаток студента**

Висновок до змістового модулю 2

За результатами вивчення другого змістового модулю, який охоплював гравіметричні, титриметричні, біохімічні та сенсорні методи аналізу (Лекції 6–9), можна зробити наступні узагальнюючі висновки:

1. Базові методи (Гравіметрія та Титриметрія): Класичні методи аналізу залишаються фундаментом лабораторного контролю. Гравіметричний метод є арбітражним для визначення вологи та сухих речовин, забезпечуючи найвищу точність. Титриметрія дозволяє оперативно визначати критичні показники безпеки та смаку (кислотність, вміст солі) без використання дороговартісного обладнання.

2. Складність аналізу макронутрієнтів: Визначення білків та жирів вимагає специфічних підходів. Класичні методи (К'ельдаля та Сокслета) є еталонними, проте тривалими та ресурсомісткими. Сучасна лабораторія все частіше переходить на інструментальні методи (ІЧ-спектроскопія, хроматографія), які дозволяють не лише визначити загальну кількість речовини, а й ідентифікувати її склад (наприклад, профіль жирних кислот для виявлення фальсифікату).

3. Еволюція швидкості контролю: Спостерігається чітка тенденція до переходу від тривалих лабораторних досліджень до експрес-методів. Біосенсиори та портативні пристрої

дозволяють здійснювати моніторинг безпеки (антибіотики, алергени, токсини) у режимі реального часу безпосередньо на виробничій лінії.

4. Комплексність підходу: Жоден метод не є універсальним. Ефективна система контролю якості на підприємстві будується на поєднанні арбітражних методів (для сертифікації та вирішення спорів) та експрес-методів (для оперативного управління технологічним процесом).

Студенти здобули практичні навички роботи з основним лабораторним посудом, опанували методики розрахунку похибок та навчилися інтерпретувати результати аналізів для виявлення неякісної або фальсифікованої продукції.

Список рекомендованої літератури

Нормативно-правові акти та стандарти:

1. ДСТУ ISO 1442:2005. М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод).
2. ДСТУ ISO 937:2005. М'ясо та м'ясні продукти. Визначення вмісту азоту (метод К'єльдаля).
3. ДСТУ ISO 1443:2005. М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення загального вмісту жиру (метод Сокслета).
4. ДСТУ 3662:2018. Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови (методи визначення кислотності, густини, жиру).
5. ДСТУ ISO 762:2006. Продукти переробки фруктів та овочів. Визначення вмісту мінеральних домішок.

Навчальна література:

6. *Власенко В. В.* Лабораторний практикум з методів дослідження якості харчових продуктів / В. В. Власенко, М. Б. Панасюк. – Київ: ЦУЛ, 2018. – 240 с.
7. *Дубовецька О. І.* Фізико-хімічні методи контролю якості харчових продуктів: навчальний посібник. – Львів: Новий Світ-2000, 2020.
8. *Аналітична хімія.* Підручник для ВНЗ / Д. Д. Луцевич, А. С. Мороз, О. В. Грибальська. – К.: Медицина, 2019. – 432 с. (Розділи: Гравіметрія, Титриметрія).
9. *Топольник В. Г.* Методи контролю якості та безпеки продукції: підручник / В. Г. Топольник. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2016.
10. AOAC International. Official Methods of Analysis of AOAC International. 21st Edition, 2019. (Міжнародна "біблія" аналітичних методів).
11. *Nielsen S. S.* Food Analysis. 5th Edition. – Springer, 2017. (Фундаментальний підручник з аналізу харчових продуктів).
12. *Turner A. P. F.* Biosensors: Sense and Sensibility // Chemical Society Reviews. – 2013. – Vol. 42. (Огляд сучасних біосенсорів).

Інформаційні ресурси

13. Офіційний сайт AOAC International (Association of Official Analytical Collaboration): www.aoac.org
14. База даних стандартів України: uazakon.com

2.3. ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ Лекція №10

Тема. Основи спектрофотометрії: принципи, прилади, застосування

Мета лекції: Познакомити студентів із теоретичними засадами спектрофотометрії, будовою та функціонуванням спектрофотометричних приладів, а також продемонструвати їх практичне застосування в аналізі харчових продуктів для контролю їхньої якості та безпеки.

Завдання лекції

1. Розкрити фізичні та хімічні основи спектрофотометрії як аналітичного методу.
2. Ознайомити студентів із конструкцією спектрофотометрів і принципами їхньої роботи.
3. Висвітлити ключові аспекти методики спектрофотометричного аналізу (калібрування, підготовка проб).
4. Навчити знаходити зв'язок між теорією і практикою при вирішенні технологічних завдань.

Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- фізичну суть поглинання світла речовиною;
- закон Бугера–Ламберта–Бера;
- будову та відмінності однопроменевих і двопробних приладів.

Студент повинен вміти:

- пояснювати принцип дії спектрофотометра;
- будувати калібрувальний графік;
- ідентифікувати можливості застосування методу для аналізу білків, нітратів,

барвників.

Виклад навчального матеріалу

1. Принципи спектрофотометрії: основи теорії

Світлове випромінювання Світло – це електромагнітна хвиля. У спектрофотометрії нас цікавлять конкретні діапазони:

- **Ультрафіолетовий (УФ / UV):** 200–400 нм.
- **Видимий (Vis):** 400–700 нм (те, що бачить око).
- **Ближній інфрачервоний (NIR):** 700–2500 нм.

Взаємодія світла з речовиною Коли промінь світла проходить через розчин, частина енергії поглинається молекулами речовини (електрони переходять на вищі енергетичні рівні). Чим більше молекул зустрине промінь, тим менше світла пройде наскрізь.

Закон Бугера–Ламберта–Бера Це фундамент кількісного аналізу. Він пов'язує поглинання світла з концентрацією:

$$A = \epsilon \cdot c \cdot l$$

де:

- A – оптична густина (Absorbance, безрозмірна величина);

- ϵ – молярний коефіцієнт поглинання (специфічний для кожної речовини, л·моль⁻¹·см⁻¹);

- c – концентрація розчину (моль/л);

- l – довжина оптичного шляху (товщина кювети, зазвичай 1 см).

2. Конструкція та види приладів

Основні компоненти спектрофотометра:

1. Джерело світла:

- Лампа розжарювання (вольфрамова) – для видимого спектра.

- Дейтерієва або ксенонова лампа – для УФ-спектра.

2. Монохроматор: "Серце" приладу (призма або дифракційна решітка).

Розкладає біле світло в спектр і виділяє промінь суворо визначеної довжини хвилі.

3. Кювета: Прозора посудина для зразка.

- Скло/пластик – для видимого світла.

- **Кварц** – обов'язково для УФ (скло не пропускає УФ).

4. Детектор: Фотодіод або матриця, що перетворює світло в електричний сигнал.

Типи приладів:

- **Однопроменеві:** Вимірюють спочатку "бланк" (розчинник), потім зразок. Дешевші, але повільніші.

- **Двопроменеві:** Світло розщеплюється на два потоки: один проходить через зразок, інший – через еталон одночасно. Це компенсує коливання лампи і дає вищу точність.

3. Методика проведення аналізу

Етап 1. Вибір довжини хвилі (λ_{max}) Спочатку знімають спектр поглинання речовини і знаходять пік. Вимірювання проводять саме на піку, де чутливість методу максимальна.

Етап 2. Побудова калібрувального графіка Спектрофотометр не показує концентрацію прямо.

1. Готують серію стандартних розчинів (наприклад, 1, 2, 5, 10 мг/л).

2. Вимірюють їх оптичну густину (A).

3. Будуєть графік: вісь X – концентрація, вісь Y – оптична густина. Це має бути пряма лінія.

4. Вимірюють невідомий зразок і за графіком знаходять його концентрацію.

4. Застосування у харчових технологіях

Контроль хімічного складу:

- Білки (метод Лоурі, Бредфорда) – утворюють кольорові комплекси.

- Окислення жирів – поглинання в УФ-області.

Контроль якості та кольору:

- Об'єктивна оцінка кольору соків, вина, олій (щоб кожна партія була однаковою).

- Мутність напоїв.

Безпека (забруднення):

- Нітрати та нітроти (реакція з реактивом Грісса дає рожевий колір).

- Важкі метали (через утворення комплексів).

- Синтетичні барвники.

🔍 Питання для самоконтролю

1. Який фізичний принцип лежить в основі спектрофотометрії?
2. Поясніть фізичний зміст закону Бугера–Ламберта–Бера.
3. Чому для роботи в УФ-діапазоні не можна використовувати скляні кювети?
4. У чому перевага двопроменевого спектрофотометра?
5. Для чого будують калібрувальний графік?
6. Які показники якості соку можна визначити спектрофотометрично?

📝 Тестові завдання

1. На чому ґрунтується метод спектрофотометрії?

- А) Вимірюванні маси речовини
- Б) Поглинанні електромагнітного випромінювання молекулами речовини
- В) Виділенні осаду
- Г) Електропровідності розчину

✓ **Відповідь: Б**

2. Який закон є основним для кількісного спектрофотометричного аналізу?

- А) Закон Гесса
- Б) Закон Фарадея
- В) Закон Бугера–Ламберта–Бера
- Г) Закон Рауля

✓ **Відповідь: В**

3. Яка величина у формулі закону Бугера–Ламберта–Бера прямо пропорційна концентрації розчину?

- А) Пропускання (Т)
- Б) Довжина хвилі (λ)
- В) Оптична густина (А)
- Г) Частота світла (ν)

✓ **Відповідь: В**

4. Що характеризує оптична густина (А)?

- А) Колір розчину
- Б) Ступінь поглинання світла речовиною
- В) Температуру зразка
- Г) Маса речовини

✓ **Відповідь: Б**

5. Ультрафіолетова (УФ) область спектра, що використовується в аналізі, охоплює довжини хвиль:

- А) 10–100 нм
- Б) 200–400 нм
- В) 400–700 нм
- Г) Понад 700 нм

✓ **Відповідь: Б**

6. Яке джерело випромінювання використовують для роботи в УФ-діапазоні? А)

Лампа розжарювання Б) Дейтерієва лампа В) Світлодіод видимого світла Г) Спиртівка ✓

Відповідь: Б

7. Яке основне призначення монохроматора у приладі?

- А) Посилення електричного сигналу
- Б) Виділення світла певної (однієї) довжини хвилі
- В) Реєстрація результатів на екрані
- Г) Підготовка зразка до аналізу

✓ **Відповідь: Б**

8. З якого матеріалу виготовляють кювети для аналізу в УФ-області спектра?

- А) Звичайний пластик
- Б) Оконне скло
- В) Кварц
- Г) Метал

✓ **Відповідь: В**

9. Який параметр НЕ входить до рівняння закону Бугера–Ламберта–Бера і не впливає на розрахунок за формулою?

- А) Концентрація розчину
- Б) Товщина шару (кювети)
- В) Молярний коефіцієнт поглинання
- Г) Атмосферний тиск

✓ **Відповідь: Г**

10. Яке основне застосування спектрофотометрії в харчовій галузі?

- А) Визначення маси продукту
- Б) Контроль вмісту барвників, нітратів, білків, вітамінів
- В) Вимірювання вологості гравіметричним методом
- Г) Визначення щільності ареометром

✓ **Відповідь: Б**

📄 Місце для нотаток студента

Лекція №11

Тема: Основи хроматографії: типи, методи, застосування в харчовій індустрії

Мета лекції: Ознайомити студентів з теоретичними основами хроматографії, її фізико-хімічними принципами, основними типами та методами. Сформулювати розуміння ролі хроматографії у контролі якості та безпечності харчових продуктів, виявленні токсичних домішок і фальсифікації продукції.

📋 Завдання лекції

- Засвоїти базові поняття та принципи хроматографічного аналізу.
- Розглянути класифікацію основних типів хроматографії.
- Ознайомитися з будовою та принципом роботи газових і рідинних хроматографів.
- Навчитися обґрунтовувати вибір методу залежно від властивостей речовини.
- Зрозуміти практичне значення хроматографії у харчовій індустрії.

🎓 Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- визначення хроматографії, поняття рухомої та нерухомої фаз, селективності, ретенції;
- основні типи хроматографії (ГХ, ВЕРХ, ТШХ, іонна);
- сфери застосування методів у харчовій індустрії.

Студент повинен вміти:

- пояснювати механізм розділення компонентів;
- обґрунтовувати вибір методу (газова чи рідинна);

- інтерпретувати загальний вигляд хроматограми.

□ Виклад навчального матеріалу

1. Загальні основи хроматографії

Хроматографія – це метод розділення складних сумішей на окремі компоненти, заснований на різній швидкості їх руху через систему. Ця швидкість залежить від розподілу речовин між двома фазами: **рухомою** та **нерухомою**.

Фізико-хімічна основа:

1. **Нерухома фаза (Stationary Phase):** Матеріал, який "утримує" компоненти (твердий сорбент або рідина на носії).
2. **Рухома фаза (Mobile Phase):** Потік (газ або рідина), що "штовхає" компоненти вперед.
3. **Механізм:** Компоненти, що сильніше взаємодіють з нерухомою фазою, рухаються повільніше. Ті, що мають спорідненість до рухомої фази – швидше.

Основні поняття:

- **Селективність:** Здатність системи розділяти конкретні речовини.
- **Ретенція (Час утримування):** Час від введення проби до виходу компонента з колонки (до детектора). Кожна речовина має свій унікальний час утримування у заданих умовах.
- **Хроматограма:** Графік залежності сигналу детектора від часу. Кожен пік на графіку відповідає окремому компоненту суміші.

Етапи аналізу:

1. Підготовка проби (екстракція, очищення).
2. Введення проби (інжекція).
3. Розділення у колонці/на пластині.
4. Детекція (реєстрація сигналу).

2. Типи хроматографії

Класифікація базується на агрегатному стані фаз та механізмі розділення.

1. Розподільна хроматографія:

- **Газова хроматографія (ГХ / GC):** Рухома фаза – газ (гелій, азот). Для летких речовин.
- **Рідинна хроматографія (ВЕРХ / HPLC):** Рухома фаза – рідина під тиском. Для нелетких, полярних, термонестабільних речовин.

2. Адсорбційна хроматографія:

- **Тонкошарова (ТШХ / TLC):** Розділення на плоскій пластині з шаром сорбенту. Простий метод для швидкого скринінгу.
- **Колонкова:** Класичне розділення у скляній трубці під дією гравітації (препаративна мета).

3. Спеціальні види:

- **Іонна:** Розділення аніонів та катіонів (нітрати, метали) на іонообмінних смолах.
- **Гель-фільтраційна:** Розділення молекул за розміром (білки, полімери). Великі молекули виходять першими, малі "застрягають" у порах гелю.
- **Афінна:** Базується на біологічній специфічності (антиген-антитіло).

3. Методи хроматографічного аналізу: Обладнання

А. Газові хроматографи (ГХ)

Призначені для летких сполук (ефірні олії, спирти, залишкові пестициди).

- Принцип: Проба випаровується в інжекторі, підхоплюється газом-носієм і проходить через довгу тонку колонку (капіляр) у термостаті.

- Детектори: Полум'яно-іонізаційний (FID), мас-спектрометричний (MS).

Б. Рідинні хроматографи (ВЕРХ)

Призначені для речовин, що розкладаються при нагріванні (вітаміни, антибіотики, цукри).

- Принцип: Насос високого тиску подає розчинник (елюент) через колонку з дуже дрібним сорбентом.

- Детектори: УФ-детектор, рефрактометр, флуориметр.

Порівняльна таблиця:

Характеристика	Газова хроматографія (ГХ)	Рідинна хроматографія (ВЕРХ)	Тонкошарова (ТШХ)
Рухома фаза	Газ	Рідина	Рідина
Тип речовин	Леткі, термостійкі	Нелеткі, полярні, термолабільні	Різні (скринінг)
Точність	Дуже висока	Дуже висока	Середня/Низька
Вартість	Висока	Дуже висока	Низька

4. Застосування у харчовій індустрії

1. Контроль якості:

- **Добавки:** Визначення точної концентрації консервантів (бензоат натрію) та підсолоджувачів.

- **Аромати:** Перевірка профілю ефірних олій (натуральність спецій).

- **Вітаміни:** Кількісний аналіз вітамінів груп В, С, D (метод ВЕРХ).

2. Безпека (Токсикологія):

- **Пестициди:** ГХ-МС дозволяє знайти сліди сотень пестицидів у одній пробі яблука чи зерна.

- **Мікотоксини:** Виявлення афлатоксинів у горіхах та молоці (ВЕРХ).

3. Виявлення фальсифікації:

- **Олії:** ГХ жирних кислот виявляє домішки дешевих олій в оливковій.

- **Алкоголь:** Визначення сивушних масел та метанолу у спиртних напоях.

- **Мед:** Виявлення доданого цукрового сиропу.

🔍 Питання для самоконтролю

1. У чому різниця між стаціонарною та рухомою фазами?

2. Який метод ви оберете для аналізу летких ароматизаторів, а який – для вітамінів? Чому?

3. Що показує пік на хроматограмі?

4. Які переваги ТШХ перед інструментальними методами?

5. Як хроматографія допомагає виявити фальсифікацію оливкової олії?

Тестові запитання

1. Основний принцип хроматографії:

- А) Вимірювання густини
- Б) Розділення компонентів суміші між двома фазами
- В) Визначення температури
- Г) Змішування речовин

Відповідь: Б

2. Що є стаціонарною фазою в хроматографії?

- А) Фаза, яка рухається
- Б) Фаза, яка фіксована і затримує компоненти
- В) Світловий сигнал
- Г) Детектор

Відповідь: Б

3. Газова хроматографія використовується для аналізу:

- А) Твердих металів
- Б) Летких органічних сполук
- В) Водних розчинів солей
- Г) Вуглецю в атмосфері

Відповідь: Б

4. Рідинна хроматографія (ВЕРХ) найбільш ефективна для:

- А) Летких газів
- Б) Високомолекулярних, полярних та термонестабільних сполук
- В) Газів
- Г) Твердих сплавів

Відповідь: Б

5. Основне застосування хроматографії у харчовій промисловості:

- А) Визначення маси бругто
- Б) Контроль барвників, консервантів, пестицидів, фальсифікату
- В) Вимірювання вологи
- Г) Калібрування ваг

Відповідь: Б

6. Тонкошарова хроматографія (ТШХ) використовується для:

- А) Розділення компонентів на пластині з сорбентом (швидкий скринінг)
- Б) Розчинення газів
- В) Вимірювання температури
- Г) Визначення густини

Відповідь: А

7. Колонкова хроматографія відрізняється тим, що:

- А) Використовується лише для газів
- Б) Розділення здійснюється у вертикальній трубці (колонці)
- В) Має тільки один детектор
- Г) Не потребує рухомої фази

Відповідь: Б

8. Детектор у хроматографії потрібен для:

- А) Розділення компонентів
- Б) Реєстрації, виявлення та кількісного визначення компонентів на виході
- В) Фільтрації зразка
- Г) Підготовки колонки

Відповідь: Б

9. Який тип хроматографії застосовується для аналізу синтетичних харчових барвників у напоях?

- А) Газова
- Б) Рідинна (ВЕРХ) або тонкошарова (ТШХ)
- В) Газова (для металів)
- Г) Мас-спектрометрія без розділення

Відповідь: Б

10. Головна перевага хроматографії в контролі харчових продуктів:

- А) Низька точність
- Б) Висока селективність, чутливість та здатність розділяти складні суміші
- В) Не потребує обладнання
- Г) Не застосовується для рідких проб

Відповідь: Б

 Місце для нотаток студента

Лекція №12

Тема. Рефрактометрія та її застосування для аналізу цукровмісних продуктів

Мета лекції: Сформувати у студентів системне уявлення про фізико-хімічні основи рефрактометрії, принцип дії рефрактометра та можливості методу для визначення вмісту цукрів у харчових продуктах.

Завдання лекції

1. Розкрити фізичну сутність показника заломлення (n).
2. Ознайомити з будовою та типами рефрактометрів (аналогові, цифрові).
3. Пояснити суть шкали $^{\circ}\text{Brix}$.
4. Охарактеризувати методику аналізу соків, меду, сиропів.
5. Розглянути вплив температури та похибки вимірювань.

Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- фізико-хімічні основи рефрактометрії;
- поняття шкали Brix ;
- принцип дії рефрактометрів.

Студент повинен вміти:

- проводити вимірювання за допомогою рефрактометра;
- інтерпретувати результати (переводити показник заломлення у концентрацію);
- оцінювати якість продуктів (солодкість, натуральність).

Виклад навчального матеріалу

1. Основи рефрактометрії

Рефрактометрія – це оптичний метод аналізу, що базується на вимірюванні показника заломлення світла (n). Коли промінь світла переходить з одного середовища (повітря) в інше (рідина), він змінює свій напрямок (заломлюється). Кут заломлення залежить від густини та концентрації розчину.

Показник заломлення (n): Це відношення швидкості світла у вакуумі до швидкості світла у досліджуваному середовищі.

- Для чистої води при 20°C: $n=1,3330$.

- Зі збільшенням концентрації сухих речовин (цукру, солі) показник n зростає.

Види рефрактометрів:

1. **Аналогові (Ручні/Оптичні):** Працюють без електрики. Ви дивитесь в окуляр і бачите межу між світлою і темною зонами на шкалі.

2. **Цифрові:** Автоматично вимірюють кут і виводять числове значення на дисплей. Мають функцію автоматичної температурної компенсації.

3. **Лабораторні (Стаціонарні):** Високоточні прилади (наприклад, рефрактометр Аббе) для наукових досліджень.

2. Шкала Brix та принципи аналізу

Шкала °Brix (Брікс) – це основна одиниця вимірювання в харчовій рефрактометрії.

- **1 °Brix = 1 г сахарози в 100 г розчину (1%).** Ця шкала фактично показує відсотковий вміст сухих розчинених речовин. Хоча рефрактометр реагує на всі розчинені речовини (солі, кислоти, білки), у солодких продуктах основну частку складають саме цукри, тому °Brix умовно прирівнюють до цукристості.

3. Аналіз цукровмісних продуктів

Сфери застосування:

- **Соки та напої:** Контроль солодкості, відповідність сорту.

- **Мед:** Визначення вологості. Зрілий мед має низьку вологість (високий Brix). Якщо води забагато – мед незрілий або фальсифікований.

- **Джеми, сиропи:** Контроль процесу уварювання.

- **Агрономія:** Визначення стиглості фруктів (винограду, яблук) прямо в полі.

Методика вимірювання:

1. Очистити призму м'якою серветкою.

2. Нанести 1–2 краплі зразка на призму.

3. Закрити кришку (для аналогових) або натиснути "Start" (для цифрових).

4. Зчитати результат.

4. Практичні аспекти та обмеження

Фактори, що впливають на точність:

1. **Температура:** Це критичний фактор. Показник заломлення сильно залежить від температури. Більшість приладів калібровані на 20°C. Сучасні прилади мають функцію АТС (Automatic Temperature Compensation).

2. **Мутність:** Частинки м'якоті у соку можуть розсіювати світло, роблячи межу на шкалі розмитою. У таких випадках сік фільтрують.

3. **Складні суміші:** Якщо в продукті багато жиру або спирту, покази можуть бути викривленими (потрібні спеціальні таблиці корекції).

🔍 Питання для самоконтролю

1. У чому полягає фізична суть заломлення світла?

2. Що таке показник заломлення і як він пов'язаний з концентрацією?

3. Що означає запис "20 °Brix" на упаковці соку?

4. Чому важливо враховувати температуру при вимірюванні?

5. Як за допомогою рефрактометра відрізнити зрілий мед від незрілого?

 **Тестові запитання**

1. Фізичною основою рефрактометрії є явище:

- A. Поглинання світла
- B. Дифракції світла
- C. Заломлення світла
- D. Поляризації світла

Відповідь: C

2. Показник заломлення – це:

- A. Відношення густин середовищ
- B. Відношення швидкостей поширення світла у вакуумі та середовищі
- C. Масова частка цукрів
- D. Кислотність розчину

Відповідь: B

3. Шкала °Brix характеризує:

- A. Масову частку сухих речовин (переважно сахарози) у відсотках
- B. Щільність розчину в кг/м³
- C. Вміст води в мл
- D. Титровану кислотність

Відповідь: A

4. Основне призначення рефрактометрії в харчовому аналізі:

- A. Визначення рН
- B. Експрес-визначення вмісту цукрів (сухих речовин)
- C. Визначення жирів
- D. Визначення білків

Відповідь: B

5. Який продукт найчастіше аналізують методом рефрактометрії?

- A. М'ясні вироби
- B. Фруктові соки, напої, мед
- C. Хлібобулочні вироби
- D. Сухі сніданки

Відповідь: B

6. Основний фактор зовнішнього середовища, що впливає на точність рефрактометричних вимірювань:

- A. Атмосферний тиск
- B. Температура зразка
- C. Освітлення в кімнаті
- D. Вологість повітря

Відповідь: B

7. Головною перевагою рефрактометричного методу є:

- A. Висока селективність до окремого виду цукру
- B. Швидкість, простота та малий об'єм проб
- C. Складна підготовка зразка
- D. Необхідність використання дорогих реактивів

Відповідь: B

8. Прилад, що використовується для вимірювання показника заломлення:

- A. Спектрофотометр
- B. Колориметр

C. Рефрактометр

D. Поляриметр

Відповідь: C

9. Зі збільшенням концентрації цукрів у розчині показник заломлення:

A. Зменшується

B. Збільшується

C. Не змінюється

D. Стає рівним одиниці

Відповідь: B

10. Обмеженням рефрактометричного методу є:

A. Тривалість аналізу

B. Неможливість розрізнити типи розчинених речовин (наприклад, сіль і цукор дають однаковий ефект)

C. Неможливість використання в промисловості

D. Висока вартість обладнання

Відповідь: B

 **Місце для нотаток студента**

Лекція 13

Тема. Електрохімічні методи аналізу: потенціометрія та кондуктометрія

Мета лекції: Сформувати у студентів цілісне уявлення про електрохімічні методи аналізу, їх теоретичні основи, принцип дії вимірювальних приладів (рН-метрів, кондуктометрів) і практичне застосування для контролю якості харчових продуктів.

Завдання лекції

1. Розкрити сутність потенціометрії та кондуктометрії.
2. Пояснити будову та принцип дії електродів (скляний електрод, іон-селективні електроди).
3. Ознайомити з поняттям рН та електропровідності розчинів.
4. Показати застосування методів для аналізу молока, м'яса, води.
5. Проаналізувати переваги та обмеження методів.

Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- рівняння Нернста (концептуально);
- принцип роботи рН-метра та кондуктометра;
- залежність електропровідності від концентрації іонів.

Студент повинен вміти:

- вимірювати активну кислотність (рН);
- оцінювати мінералізацію води за електропровідністю;
- калібрувати прилади за буферними розчинами.

□ Виклад навчального матеріалу

1. Загальна характеристика електрохімічних методів

Електрохімічні методи базуються на вимірюванні електричних параметрів (потенціалу, опору, струму) у розчинах, що аналізуються. Вони є одними з найточніших та найзручніших для автоматизації.

2. Потенціометрія (Вимірювання потенціалу)

2.1. Сутність методу Метод базується на вимірюванні електрорушійної сили (ЕРС) гальванічного елемента, що складається з двох електродів, занурених у розчин. Потенціал індикаторного електрода залежить від концентрації (активності) певних іонів у розчині. Ця залежність описується **рівнянням Нернста**:

$$E = E_0 + (nF/RT) \ln a$$

де a – активність іонів (наприклад, H^+).

2.2. Типи електродів

- **Індикаторний електрод**: Реагує на зміну складу розчину. Найпоширеніший – **скляний електрод** (для вимірювання рН).

- **Електрод порівняння**: Має постійний потенціал (наприклад, хлорсрібний). Він потрібен як точка відліку.

2.3. Застосування (Визначення рН):

- **Молочна промисловість**: Контроль свіжості молока (свіже рН ~6.6-6.8, кисле <6.5). Виробництво кефіру, йогуртів.

- **М'ясна промисловість**: рН м'яса визначає його придатність до переробки (PSE/DFD м'ясо).

- **Напої**: Контроль кислотності соків, вина, води.

Іон-селективні електроди (ІСЕ): Дозволяють визначати не тільки рН, а й конкретні іони: нітрати (NO_3^-) в овочах, натрій (Na^+), кальцій (Ca^{2+}).

3. Кондуктометрія (Вимірювання провідності)

3.1. Фізична природа Метод базується на вимірюванні **електропровідності** розчинів електролітів. Електричний струм у розчині переноситься іонами.

- Більше іонів → краща провідність.

- Вища температура → краща провідність (іони рухаються швидше).

3.2. Основні поняття

- **Питома електропровідність (κ)**: Провідність 1 см³ розчину, що знаходиться між електродами площею 1 см². Одиниця вимірювання – Сіменс на метр (См/м) або мікросіменс на см (мкСм/см).

3.3. Застосування кондуктометрії:

- **Аналіз води**: Визначення загальної мінералізації (TDS – Total Dissolved Solids). Контроль якості дистильованої води.

- **Виявлення фальсифікації молока**: Додавання води зменшує провідність, а додавання соди чи солі – різко збільшує її.

- **Мийні розчини**: Контроль концентрації лугів/кислот у СІР-мийках на заводах.

4. Переваги та недоліки

Метод	Переваги	Недоліки
Потенціометрія	Висока селективність (рН, нітрати),	Електроди крихкі, потребують

Метод	Переваги	Недоліки
	широкий діапазон, не руйнує зразок.	частого калібрування (буфери), "старіють".
Кондуктометрія	Висока чутливість, простота, надійність, ідеально для моніторингу води.	Низька селективність (вимірює всі іони разом, не розрізняє їх).

🔍 Питання для самоконтролю

1. У чому різниця між потенціометрією та кондуктометрією?
2. Який електрод використовується для вимірювання рН?
3. Чому рН є критичним показником для м'яса та молока?
4. Як електропровідність залежить від концентрації солі у воді?
5. Чи можна кондуктометром визначити, скільки саме нітратів у воді? (Ні, він покаже загальну суму всіх солей).

📝 Тестові запитання

1. На чому базується метод потенціометрії?

- A. Вимірюванні електропровідності розчину
- B. Вимірюванні різниці потенціалів (ЕРС) між електродами
- C. Вимірюванні кількості електрики (Кулони)
- D. Виділенні речовини на електродах

✓ Відповідь: B

2. Який прилад використовується для вимірювання активної кислотності (рН)?

- A. Кондуктометр
- B. Рефрактометр
- C. рН-метр (потенціометр)
- D. Полярограф

✓ Відповідь: C

3. Який електрод є основним індикаторним електродом для вимірювання рН?

- A. Платиновий
- B. Скляний
- C. Мідний
- D. Вугільний

✓ Відповідь: B

4. Кондуктометрія – це метод аналізу, заснований на вимірюванні:

- A. Потенціалу електрода
- B. Електричної провідності розчинів електролітів
- C. Показника заломлення
- D. Оптичної густини

✓ Відповідь: B

5. Що можна визначити за допомогою прямої кондуктометрії?

- A. Вміст конкретного вітаміну
- B. Загальну мінералізацію води (вміст солей)
- C. Кількість бактерій
- D. Вміст крохмалю

✓ Відповідь: B

6. Як впливає температура на електропровідність розчинів?

- A. З підвищенням температури провідність зростає

- B. З підвищенням температури провідність падає
- C. Температура не впливає
- D. Провідність зникає

Відповідь: A

7. Рівняння Нернста описує залежність:

- A. Електропровідності від температури
- B. Електродного потенціалу від активності (концентрації) іонів
- C. Швидкості реакції від часу
- D. Оптичної густини від концентрації

Відповідь: B

8. Який показник якості м'яса визначають потенціометрично для виявлення дефектів (PSE/DFD)?

- A. Вміст жиру
- B. pH (кислотність)
- C. Вміст води
- D. Електропровідність

Відповідь: B

9. Головний недолік кондуктометрії:

- A. Низька чутливість
- B. Низька селективність (неможливість розрізнити типи іонів)
- C. Висока вартість
- D. Складність вимірювання

Відповідь: B

10. Для чого використовують іон-селективні електроди (ISE)?

- A. Для вимірювання загальної мінералізації
- B. Для вимірювання температури
- C. Для визначення концентрації конкретних іонів (нітратів, натрію, калію)
- D. Для вимірювання густини розчину

Відповідь: C

 **Місце для нотаток студента**

Лекція №14

Тема. Використання мас-спектрометрії у харчових технологіях

Мета лекції. Сформувати у студентів уявлення про фізико-хімічні основи мас-спектрометрії (MS), принцип роботи приладів та можливості застосування методу для ідентифікації, кількісного визначення та контролю безпечності харчових продуктів.

Завдання лекції

1. Пояснити фізичну сутність та етапи MS-аналізу.
2. Ознайомити з методами іонізації (EI, ESI, MALDI) та типами мас-аналізаторів.
3. Охарактеризувати тандемні методи (GC-MS, LC-MS).
4. Показати роль методу в контролі безпечності (пестициди, токсини) та автентичності.

Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- принцип дії мас-спектрометра;
- відмінність між методами іонізації;
- типи мас-аналізаторів (квадруполь, TOF, пастка).

Студент повинен вміти:

- пояснювати послідовність аналізу;
- інтерпретувати мас-спектр на базовому рівні;
- обґрунтовувати вибір методу для конкретних завдань.

💡 Методичні поради

- **База знань:** Повторіть поняття ізотопів та молекулярної маси.
- **Фокус:** Зосередьтеся на принципі дії, а не на інженерних деталях приладу.
- **Практика:** Розгляньте приклади хроматограм пестицидів.

📄 Виклад навчального матеріалу

1. Загальна характеристика

Мас-спектрометрія – це потужний аналітичний метод, що базується на іонізації молекул і їх розділенні за відношенням **маси до заряду (m/z)**. Це дозволяє "зважувати" молекули з надзвичайною точністю.

2. Принцип дії мас-спектрометра

Процес можна порівняти з сортуванням монет, але на молекулярному рівні.

Етапи:

1. **Введення зразка:** Переведення в газову фазу (часто через хроматограф).
2. **Іонізація:** Перетворення нейтральних молекул на заряджені іони.
3. **Розділення:** Мас-аналізатор сортує іони за m/z у вакуумі.
4. **Детектування:** Підрахунок іонів і побудова **мас-спектра** (графік, де піки відповідають масам фрагментів).

3. Основні методи іонізації

- **Електронна іонізація (EI):** "Жорсткий" метод. Електрони бомбардують молекулу, розбиваючи її на фрагменти. Використовується в газовій хроматографії (**GC-MS**).
- **Електроспрей (ESI):** "М'який" метод. Іони утворюються з рідини під дією високої напруги. Ідеально для рідинної хроматографії (**LC-MS**) та великих молекул (білків).
- **MALDI (Матрично-активована лазерна десорбція):** Лазер вибиває іони з твердої матриці. Використовується для біополімерів.

4. Типи мас-аналізаторів

- **Квадрупольний:** Фільтрує іони, пропускаючи тільки ті, що мають певну масу (найпоширеніший).
- **Часпролітний (TOF):** Вимірює час польоту іона (важкі летять повільніше).
- **Іонна пастка:** Утримує іони в електромагнітному полі.

5. Поєднання з хроматографією

- **GC-MS:** Леткі сполуки (ароматизатори, пестициди).
- **LC-MS:** Нелеткі сполуки (мікотоксини, антибіотики, вітаміни).

6. Застосування у харчових технологіях

- **Безпека:** Виявлення слідів пестицидів, антибіотиків у меді/молоці, діоксинів.
- **Якість:** Аналіз ароматичного профілю кави або вина.

- **Автентичність:** Виявлення фальсифікації (наприклад, додавання цукрового сиропу в сік за ізотопним складом).

Тестові завдання

1. Мас-спектрометрія ґрунтується на:

- A. Поглинанні світла
- B. Розділенні іонів за відношенням маси до заряду (m/z)
- C. Теплових ефектах
- D. Електропровідності

Відповідь: B

2. Основним результатом мас-спектрометричного аналізу є:

- A. Калібрувальна крива
- B. Мас-спектр (графік інтенсивності від маси)
- C. Хроматограма
- D. Спектр поглинання

Відповідь: B

3. Процес іонізації у мас-спектрометрії необхідний для:

- A. Випаровування зразка
- B. Утворення заряджених частинок (іонів), якими можна керувати в полі
- C. Охолодження молекул
- D. Зміни кольору розчину

Відповідь: B

4. Який метод іонізації найчастіше використовують у газовій хроматографії (GC–MS)?

- A. ESI
- B. MALDI
- C. Електронна іонізація (EI)
- D. APCI

Відповідь: C

5. Електроспрей-іонізація (ESI) характерна для:

- A. УФ-спектроскопії
- B. GC–MS
- C. Рідинної хроматографії з мас-детектором (LC–MS)
- D. ІЧ-спектроскопії

Відповідь: C

6. Який з наведених пристроїв є мас-аналізатором (сортує іони)?

- A. Детектор полум'я
- B. Квадруполь
- C. Колориметр
- D. Рефрактометр

Відповідь: B

7. Поєднання мас-спектрометрії з хроматографією дозволяє:

- A. Зменшити час аналізу
- B. Розділяти та ідентифікувати компоненти складних сумішей
- C. Визначати густину
- D. Вимірювати рН

Відповідь: B

8. Мас-спектрометрію у харчових технологіях використовують для:

- A. Визначення вологості
- B. Визначення залишків пестицидів, токсинів та антибіотиків

C. Визначення кислотності

D. Визначення щільності

Відповідь: B

9. Основною перевагою мас-спектрометрії є:

A. Низька вартість

B. Надвисока чутливість та селективність (ідентифікація "за відбитком пальця")

C. Простота обладнання

D. Відсутність підготовки проби

Відповідь: B

10. Обмеженням мас-спектрометричного методу є:

A. Низька точність

B. Висока вартість обладнання та експлуатації

C. Тривалий час аналізу

D. Неможливість кількісного аналізу

Відповідь: B

 Місце для нотаток студента

Висновок до змістового модулю 3

Вивчення третього змістового модулю дозволило студентам перейти від класичних хімічних методів до сучасних інструментальних технологій, які є основою роботи передових харчових лабораторій.

За результатами опанування матеріалу можна зробити наступні узагальнюючі висновки:

1. Швидкість та автоматизація: Інструментальні методи (рефрактометрія, потенціометрія) дозволяють проводити експрес-аналіз якості сировини та готової продукції в режимі реального часу (in-line контроль), що є критичним для безперервного виробництва (вимірювання °Brix у соках, pH у молоці).

2. Висока селективність та чутливість: Хроматографічні методи (ГХ, ВЕРХ) у поєднанні з мас-спектрометрією (MS) відкрили можливість аналізувати надскладні багатокомпонентні суміші. Це дозволяє виявляти слідові кількості небезпечних речовин (пестициди, мікотоксини, антибіотики) на рівні частин на мільярд (ppb), що недосяжно для класичної хімії.

3. Універсальність застосування:

- Оптичні методи (спектрофотометрія) ефективні для визначення концентрації барвників, нітритів та загального білка.

- Електрохімічні методи є стандартом для контролю активної кислотності та мінералізації води.

- Розподільчі методи (хроматографія) є незамінними для визначення жирнокислотного складу, вітамінів та ароматичного профілю продуктів.

4. Боротьба з фальсифікацією: Інструментальні методи дають змогу створювати "хімічні відбитки пальців" продуктів. Це дозволяє ефективно виявляти фальсифікацію (наприклад, додавання рослинних олій у вершкове масло за допомогою газової хроматографії або розведення соків за допомогою аналізу ізотопів мас-спектрометрією).

Таким чином, інструментальні методи є ключовим елементом системи забезпечення харчової безпеки, гарантуючи відповідність продукції жорстким міжнародним стандартам та вимогам законодавства.

Список рекомендованої літератури

Нормативно-правові акти та стандарти:

1. ДСТУ ISO 2173:2007. Продукти переробки фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначення розчинних сухих речовин (шкала Brix).
2. ДСТУ ISO 2917:2001. М'ясо та м'ясні продукти. Визначення рН (контрольний метод).
3. ДСТУ 8366:2015. Молоко та молочні продукти. Визначення жирнокислотного складу методом газової хроматографії (виявлення рослинних жирів).
4. ДСТУ EN 12393-1:2003. Продукти харчові жиромісні. Визначення залишків пестицидів (методи GC та LC).
5. ДСТУ ISO 5492:2006. Дослідження сенсорне. Словник термінів.
6. ДСТУ ISO 787-9:2018. Методи загальних випробувань пігментів і наповнювачів. Визначення рН водної суспензії.

Навчальна література:

7. *Черевко О. І.* Інструментальні методи аналізу харчових продуктів: навч. посібник / О. І. Черевко, Л. М. Кіпенко. – Харків: ХДУХТ, 2019.
 8. *Аналітична хімія. Інструментальні методи аналізу: підручник / за ред. проф. В. В. Болотова.* – Харків: НФаУ, 2020. – (Розділи: Хроматографія, Спектрофотометрія, Електрохімія).
 9. *Власенко В. В.* Лабораторний практикум з методів дослідження якості харчових продуктів. – Київ: ЦУЛ, 2018.
 10. *Пономарьов П. Х.* Експертиза товарів (фізико-хімічні та інструментальні методи). – Київ: Центр учбової літератури, 2017.
 11. *Skoog D. A., Holler F. J., Crouch S. R.* Principles of Instrumental Analysis. 7th Edition. – Cengage Learning, Food Analysis. 2017. – (Світова класика з інструментального аналізу).
 12. *Nielsen S. S.* 5th Edition. – Springer, 2017. – (Розділи про HPLC, GC, MS, Spectroscopy).
 13. *Herbert C. G., Johnstone R. A.* Mass Spectrometry Basics. – CRC Press, 2002.
4. Інформаційні ресурси
14. База даних методів аналізу AOAC International: www.aoac.org
 15. Європейська комісія (методи контролю залишків пестицидів): ec.europa.eu/food/plants/pesticides
 16. Офіційний сайт виробника аналітичного обладнання (навчальні матеріали про принципи роботи приладів, напр., Agilent, Thermo Fisher): www.thermofisher.com

2.4. ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. МОЛЕКУЛЯРНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Лекція №15

Тема. Вступ до молекулярних методів аналізу

Мета лекції: Формування системного уявлення про молекулярні методи (ДНК/білковий аналіз) як сучасний інструмент контролю якості, безпечності та простежуваності харчових продуктів.

📄 Завдання лекції

1. Ознайомити з передумовами впровадження молекулярних методів.
2. Вивчити базові поняття (ДНК, РНК, білки як маркери).
3. Розглянути сфери застосування: мікробіологія, фальсифікація, ГМО.

🎓 Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- сутність молекулярних методів;
- основні об'єкти аналізу (ДНК, білки);
- переваги перед класичною хімією.

Студент повинен вміти:

- обґрунтовувати вибір методу для ідентифікації виду (м'ясо, риба) або патогену.

📖 Виклад навчального матеріалу

1. Ключові терміни

- **ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота):** "Інструкція" організму. Унікальна для кожного біологічного виду (свиня, соя, сальмонела).
- **Біомаркери:** Специфічні молекули (ген або білок), наявність яких свідчить про певний компонент у продукті.
- **Ідентифікація видового складу:** Визначення, з кого зроблена ковбаса (яловичина чи дешевша курятина/соя).
- **Фальсифікація:** Підміна дорогих інгредієнтів дешевими, яку не бачить хімічний аналіз, але бачить молекулярний.

2. Передумови впровадження

Класична хімія визначає *скільки* білка чи жиру в продукті, але не каже *чий* це білок. Молекулярні методи дають відповідь на питання "Хто це?" (видова належність) і "Чи безпечно це?" (наявність патогенів, ГМО).

3. Об'єкти аналізу

1. **Нуклеїнові кислоти (ДНК):** Найбільш стабільні маркери. ДНК зберігається навіть після термічної обробки (варіння ковбаси, пастеризація).
2. **Білки:** Маркери алергенів або технологічних властивостей. Менш стабільні при нагріванні.

4. Напрями застосування

- **Мікробіологічна безпека:** Швидке виявлення *Salmonella*, *Listeria* (ДНК-тест точніший і швидший за класичний посів).
- **Боротьба з фальсифікацією:** Виявлення конини в яловичині, рослинних жирів, дешевих сортів риби.

- **ГМО:** Виявлення генетично змінених сої чи кукурудзи.

5. Переваги та обмеження

- **Переваги:** Висока специфічність (точність до виду/штаму), чутливість.

- **Обмеження:** Дороге обладнання, ризик забруднення проб (контамінація) в лабораторії.

Тестові завдання

1. Основним об'єктом молекулярного аналізу для ідентифікації видів є:

- A. ДНК
- B. Вуглеводи
- C. Вода
- D. Мінеральні солі

Відповідь: А

2. Головна перевага молекулярних методів перед класичними:

- A. Висока чутливість та специфічність
- B. Простота виконання
- C. Низька вартість
- D. Відсутність обладнання

Відповідь: А

3. Для чого застосовують молекулярні методи у харчових технологіях?

- A. Виявлення фальсифікації та патогенів
- B. Пакування
- C. Зберігання
- D. Транспортування

Відповідь: А

4. Які молекули дозволяють найбільш точно встановити видову належність сировини (наприклад, свинина це чи яловичина)?

- A. ДНК
- B. Ліпіди
- C. Вітаміни
- D. Вода

Відповідь: А

5. Основним обмеженням впровадження молекулярних методів є:

- A. Потреба в спеціальному обладнанні та кваліфікації
- B. Низька точність
- C. Неможливість стандартизації
- D. Відсутність застосування

Відповідь: А

6. Який напрям використання молекулярних методів стосується мікробіологічної безпеки?

- A. Ідентифікація патогенів (сальмонела, лістерія)
- B. Контроль кольору
- C. Визначення вологості
- D. Упаковка

Відповідь: А

7. Що дозволяє молекулярний аналіз у визначенні походження продукту?

- A. Виявити видову належність сировини
- B. Порахувати калорії
- C. Визначити рН

D. Оцінити кислотність

Відповідь: А

8. Яка характеристика молекулярних методів визначає їх здатність розрізняти близькі види?

A. Виявлення конкретних молекул-маркерів (специфічність)

B. Висока температура

C. Великий об'єм проби

D. Низька вартість

Відповідь: А

9. Яка група молекул найчастіше використовується для оцінки алергенності продукту?

A. Білки

B. Ліпіди

C. Мінерали

D. Вода

Відповідь: А

10. Чому молекулярні методи важливі для боротьби з фальсифікацією?

A. Дозволяють ідентифікувати генетичну складову, яку неможливо підробити

B. Зменшують об'єм упаковки

C. Покращують смак

D. Знижують вартість виробництва

Відповідь: А

 Місце для нотаток студента

Лекція №16

Тема. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) для виявлення ГМО

Мета лекції. Сформувати розуміння методології ПЛР (PCR) як основного методу виявлення ГМО та патогенів у харчових продуктах.

Завдання лекції

1. Пояснити принцип ампліфікації (копіювання) ДНК.
2. Ознайомити з компонентами реакції (праймери, полімераза).
3. Розглянути етапи циклу ПЛР.
4. Порівняти класичну ПЛР та qPCR (реального часу).
5. Показати практичне застосування для ГМО.

Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- принцип ПЛР;
- поняття праймерів, ГМО-маркерів (промотор 35S);
- різницю між якісним та кількісним аналізом.

Студент повинен вміти:

- пояснювати етапи температурного циклу;
- інтерпретувати результати (є сигнал / немає сигналу).

▣ Виклад навчального матеріалу

1. Основні терміни

- **ПЛР (Полімеразна ланцюгова реакція):** Метод "ксероксу" для ДНК. Дозволяє з однієї молекули зробити мільйони копій, щоб їх можна було побачити приладом.

- **Праймери:** Короткі шматочки ДНК, які вказують ферменту, *де саме* починати копіювання (специфічні для ГМО або виду).

- **Тақ-полімераза:** Фермент-будівельник, який синтезує нову ДНК. Не боїться високої температури.

- **qPCR (ПЛР у реальному часі):** Дозволяє не просто сказати "є/немає", а порахувати *скільки* ГМО у відсотках.

2. Принцип та етапи ПЛР

Реакція проходить у термоциклері шляхом багаторазової зміни температури (30–40 циклів).

Один цикл складається з 3-х стадій:

1. **Денатурація (95°C):** ДНК розплітається на два окремі ланцюги.
2. **Відпал / Annealing (50–60°C):** Праймери сідають на свої місця на ДНК.
3. **Елонгація / Extension (72°C):** Полімераза добудовує нові ланцюги.

Кількість ДНК подвоюється в кожному циклі (\$2 \rightarrow 4 \rightarrow 8 \rightarrow 16...\$).

3. Виявлення ГМО

ГМО містять штучні вставки в ДНК. Найчастіші мішені для пошуку:

- **Промотор 35S** (вірус цвітної капусти) – "вмикач" генів.
- Термінатор NOS – "вимикач".

Якщо ПЛР знаходить ці ділянки у сої чи кукурудзі – продукт є генетично модифікованим.

4. Переваги ПЛР

- Найвища чутливість (можна знайти 1 молекулу ГМО).
- Працює навіть з переробленими продуктами (чіпси, печиво), де ДНК частково зруйнована.

▣ Тестові завдання

1. Основний принцип ПЛР:

- A. Денатурація та багаторазова ампліфікація (копіювання) специфічної ділянки ДНК
- B. Гідроліз білків
- C. Фільтрація розчинів
- D. Випарювання води

Відповідь: А

2. Який компонент ПЛР визначає специфічність реакції (що саме будемо шукати)?

- A. Праймери
- B. Буфер
- C. Нуклеотиди
- D. Вода

Відповідь: А

3. Для чого використовують qPCR (ПЛР у реальному часі)?

- A. Для кількісного визначення ДНК (скільки % ГМО)
- B. Визначення рН

C. Мікробіологічне тестування без ДНК

D. Вимір вологості

Відповідь: А

4. Які етапи повторюються циклічно у ПЛР?

A. Денатурація, відпал праймерів, елонгація (синтез)

B. Випарювання, конденсація, центрифугування

C. Екстракція, фільтрація, ампліфікація

D. Дистиляція, декантація, відгонка

Відповідь: А

5. Основна мета застосування ПЛР у маркуванні продуктів:

A. Виявлення та кількісна оцінка ГМО

B. Зниження вологості

C. Підвищення вмісту білка

D. Контроль кольору

Відповідь: А

6. Який з компонентів ПЛР є "будівельним матеріалом" для синтезу нових ланцюгів ДНК?

A. dNTPs (нуклеотиди)

B. Буфер

C. Праймери

D. Mg²⁺

Відповідь: А

7. Приклад найпоширенішого маркера для скринінгу ГМО:

A. Промотор CaMV 35S

B. Вітамін С

C. Глюкоза

D. Лактоза

Відповідь: А

8. Яка властивість ПЛР дозволяє ідентифікувати навіть слідові кількості ДНК?

A. Висока чутливість (експоненціальне розмноження)

B. Низька температура

C. Швидке змішування

D. Низька специфічність

Відповідь: А

9. Який метод дозволяє одночасно виявляти декілька цільових фрагментів (наприклад, ГМО і вид сої) в одній пробірці?

A. Multiplex PCR

B. Класична ПЛР

C. Реакція Льюїса

D. Електрофорез

Відповідь: А

10. Яка основна вимога до зразків для ПЛР?

A. Висока чистота виділеної ДНК (відсутність інгібіторів)

B. Висока вартість води

C. Велика кількість солей

D. Нестача температури

Відповідь: А

Лекція №17

Тема. Методи ДНК-тестування для виявлення харчових фальсифікацій

Мета лекції. Ознайомити студентів із застосуванням ДНК-аналізу для боротьби з харчовим шахрайством (Food Fraud).

📋 Завдання лекції

1. Пояснити роль ДНК-тестування в автентифікації.
2. Розглянути методи: ДНК-баркодинг, секвенування, LAMP.
3. Навчити інтерпретувати результати тестів на видову належність.

🎓 Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- що таке ДНК-баркодинг;
- як виявляють підміну видів риби/м'яса;
- переваги ізотермічної ампліфікації (LAMP).

Студент повинен вміти:

- розрізняти сфери застосування PCR та секвенування.

📄 Виклад навчального матеріалу

1. Проблема фальсифікації

Фальсифікація – це заміна дорогих компонентів дешевими.

- Приклад: Продаж філе дешевого пангасіуса під виглядом дорогої тріски або додавання курятини в "яловичу" ковбасу.

Хімічний аналіз тут безсилий (білок є білок), тому використовують ДНК-тести.

2. Методи ДНК-аналізу

1. **Специфічна ПЛР:** Шукаємо конкретний вид (наприклад, "Чи є тут ДНК коня?").
2. **ДНК-баркодинг (Barcoding):** Зчитування короткої стандартної ділянки геному, яка працює як штрих-код у супермаркеті. Дозволяє точно назвати вид риби, гриба чи м'яса.
3. **Секвенування (NGS):** Прочитання *всієї* ДНК у продукті. Дозволяє побачити повний склад (наприклад, у фарші: 60% яловичини, 30% свинини, 10% курки).
4. **LAMP (Ізотермічна ампліфікація):** Спрощений аналог ПЛР. Не потребує дорогого приладу (термоциклера), проходить при постійній температурі. Результат видно за зміною кольору в пробірці. Ідеально для експрес-тестів на складах.

3. Підготовка зразків

Критичний етап. З ковбаси чи консерви треба виділити чисту ДНК, відмивши її від жирів та спецій, які можуть заблокувати реакцію (інгібітори).

4. Практичне значення

Забезпечення **простежуваності** (Traceability): впевненість у тому, що вказано на етикетці, відповідає вмісту упаковки.

Тестові завдання

1. Основна мета ДНК-тестування у боротьбі з шахрайством:

- A. Виявлення фальсифікацій (підміни видів)
- B. Визначення калорійності
- C. Підвищення смаку
- D. Збільшення вологості

Відповідь: А

2. Який метод дозволяє не тільки знайти, а й кількісно визначити частку чужорідної ДНК?

- A. qPCR (кількісна ПЛР)
- B. Класична ПЛР
- C. LAMP
- D. Електрофорез

Відповідь: А

3. Що таке LAMP (петльова ізотермічна ампліфікація)?

- A. Метод розмноження ДНК при постійній температурі (без термоциклера)
- B. Визначення білків
- C. Виявлення жирів
- D. Колориметричний тест на рН

Відповідь: А

4. ДНК-баркодинг застосовується для:

- A. Точної видової ідентифікації організму за "генетичним штрих-кодом"
- B. Визначення кольору
- C. Вимірювання вологості
- D. Визначення смаку

Відповідь: А

5. Основний етап пробопідготовки, від якого залежить успіх реакції:

- A. Якісне виділення та очищення ДНК від інгібіторів
- B. Варіння продукту
- C. Зберігання при кімнатній температурі
- D. Пакування

Відповідь: А

6. Який контроль забезпечує перевірку, що реакція взагалі працює?

- A. Позитивний контроль (зразок, де точно є ДНК)
- B. Температурний
- C. Вологісний
- D. Вага зразка

Відповідь: А

7. Для чого застосовують секвенування (Sequencing) у складних випадках?

А. Для отримання точної послідовності нуклеотидів і визначення всіх компонентів суміші

- B. Вимірювання жирності
- C. Визначення калорійності
- D. Перевірка упаковки

Відповідь: А

8. Перевага методів ДНК-тестування:

- A. Висока чутливість і специфічність
- B. Швидкість приготування їжі
- C. Низька температура
- D. Великий об'єм зразків

Відповідь: А

9. Обмеження методів ДНК-тестування:

- A. Потреба у чистому приміщенні (щоб уникнути забруднення) та обладнанні
- B. Невелика точність
- C. Відсутність маркерів
- D. Невеликий об'єм реагентів

Відповідь: А

10. Як ДНК-тестування допомагає споживачу?

- A. Гарантує автентичність продукту (ви платите за те, що написано на етикетці)
- B. Знижує кислотність
- C. Підвищує вміст білка
- D. Вимірює температуру зберігання

Відповідь: А

 Місце для нотаток студента

Лекція №18

Тема. Електрофорез білків. Визначення білкових фракцій у харчових продуктах

Мета лекції: Ознайомлення з методом електрофорезу білків як інструментом для оцінки складу, якості та технологічних властивостей харчових продуктів (молока, м'яса, риби).

Завдання лекції

1. Пояснити принцип розділення білків у електричному полі.
2. Охарактеризувати типи електрофорезу (нативний, SDS-PAGE).
3. Описати підготовку зразків.
4. Навчити "читати" електрофореграми (смуги на гелі).

Очікувані результати навчання

Студент повинен знати:

- що таке SDS-PAGE;
- які білки характерні для молока (казеїни) та м'яса (актин, міозин);
- як виявити фальсифікацію за білковим профілем.

Виклад навчального матеріалу

1. Ключові терміни

- Електрофорез: Рух заряджених молекул у гелі під дією електричного струму.
- SDS-PAGE: Найпопулярніший метод. Використовує детергент SDS, який розгортає білки і надає їм негативного заряду. Білки розділяються тільки за розміром (масою).

- Маркер (Ladder): "Лінійка" з білків відомої маси, яку запускають поруч зі зразком для порівняння.

2. Принцип методу

Суміш білків наносять у лунки гелю (схожого на желе). Під дією струму білки рухаються до плюса.

- Малі молекули пролазять через пори гелю швидко \rightarrow внизу гелю.
- Великі молекули застрягають і рухаються повільно \rightarrow вгорі гелю.

Після фарбування ми бачимо окремі смуги (фракції).

3. Підготовка зразків

1. Гомогенізація продукту.
2. Екстракція білків буфером.
3. Денатурація (кип'ятіння з SDS), щоб розкрутити складні клубки білків у нитки.

4. Застосування та інтерпретація

- **Молочні продукти:** Розділення казеїнів (α , β , κ) та сироваткових білків. Дозволяє оцінити якість молока для сироваріння або виявити додавання сухого молока.

- **М'ясо та риба:** Ідентифікація видів. Білковий профіль (розташування смуг) у свинини, яловичини та курки різний.

- **Фальсифікація:** Поява "зайвих" смуг (наприклад, соєвого білка у ковбасі) або відсутність характерних смуг.

5. Переваги та обмеження

- **Переваги:** Візуалізація складу, можливість побачити деградацію білка.
- **Обмеження:** Напівкількісний метод, трудомісткий.

Тестові завдання

1. Що таке електрофорез білків?

- A. Метод розділення білкових молекул у гелі під дією електричного поля
- B. Метод визначення жиру
- C. Метод стерилізації продуктів
- D. Метод заморожування

Відповідь: А

2. Яка основна різниця між нативним електрофорезом і SDS-PAGE?

- A. Нативний зберігає структуру та активність білка, SDS-PAGE денатурує і розділяє виключно за масою
- B. Нативний розділяє за масою, SDS-PAGE зберігає структуру
- C. Обидва методи однакові
- D. SDS-PAGE визначає вологість продукту

Відповідь: А

3. Для чого використовують молекулярні маркери (Ladder) на гелі?

- A. Для визначення молекулярної маси невідомих білків шляхом порівняння
- B. Для фарбування білків
- C. Для нагрівання зразків
- D. Для зберігання зразків

Відповідь: А

4. Що показує інтенсивність (товщина і яскравість) смуги на гелі?

- A. Кількість білка в цій фракції
- B. Молекулярну масу
- C. Колір продукту
- D. Концентрацію жирів

Відповідь: A

5. Який барвник часто використовується для візуалізації білкових смуг після електрофорезу?

- A. Coomassie Brilliant Blue
- B. Метиленовий синій
- C. Йод
- D. Сульфат магнію

Відповідь: A

6. Які основні білкові фракції визначають у молоці методом електрофорезу?

- A. Казеїни та сироваткові білки (альбуміни, глобуліни)
- B. Міозин та актин
- C. Тропоміозин
- D. Ліпіди

Відповідь: A

7. Для чого застосовують 2D електрофорез?

- A. Для надточного розділення складних сумішей спочатку за зарядом, потім за масою
- B. Для визначення вмісту води
- C. Для зміни кольору продукту
- D. Для стерилізації

Відповідь: A

8. Яку функцію виконує SDS (додецилсульфат натрію) у методі SDS-PAGE?

- A. Денатурує білки і надає їм однакового негативного заряду
- B. Зберігає природну конформацію
- C. Окислює білки
- D. Зменшує розмір молекул

Відповідь: A

9. Який тип електрофорезу використовують, якщо треба зберегти ферментативну активність білка?

- A. Нативний електрофорез
- B. SDS-PAGE
- C. 2D електрофорез
- D. Денатуруючий

Відповідь: A

10. Як електрофорез допомагає виявити фальсифікацію (наприклад, сою в ковбасі)?

- A. За появою специфічних білкових смуг, характерних для сої, яких немає у м'ясі
- B. Вимірюванням вмісту вологи
- C. Оцінкою кольору продукту
- D. Визначенням температури

Відповідь: A

 Місце для нотаток студента

Висновок до змістового модулю 1

У цьому розділі лекцій (Лекції 14–18) студенти ознайомилися з передовими інструментальними та молекулярними методами аналізу, які є вершиною сучасного контролю харчової безпеки.

Ми пройшли шлях від фізико-хімічних методів до генетичного аналізу:

1. Мас-спектрометрія відкрила можливості надточного "зважування" молекул, дозволяючи знаходити сліди пестицидів та токсинів, недосяжні для інших методів.
2. Молекулярні методи (ПЛР, ДНК-тестування) стали ключем до вирішення проблем біологічної безпеки (патогени, ГМО) та боротьби з фальсифікацією (видова ідентифікація), забезпечуючи принцип простежуваності "від лану до столу".
3. Електрофорез дозволив зазирнути у білкову структуру продуктів, оцінюючи їхню технологічну придатність та автентичність.

У результаті вивчення цього блоку студенти отримали комплексне розуміння того, як сучасна наука захищає споживача, поєднуючи хімію, фізику та біологію для гарантування якості харчових продуктів.

Список рекомендованої літератури

Нормативно-правові акти та стандарти

Ці документи регламентують методики, які вивчалися в лекціях (ПЛР, виділення ДНК, аналіз білків).

1. ДСТУ ISO 21571:2008. Продукти харчові. Методи виявлення генетично модифікованих організмів і продуктів з їхнім вмістом. Екстрагування нуклеїнової кислоти.
2. ДСТУ ISO 24276:2008. Продукти харчові. Методи виявлення генетично модифікованих організмів. Основні вимоги та визначення.
3. ДСТУ ISO 21572:2006. Продукти харчові. Методи аналізу для визначення ГМО та похідних продуктів. Методи, які ґрунтуються на аналізі білків.
4. ДСТУ ISO 21569:2008. Продукти харчові. Методи виявлення ГМО. Якісні методи на основі аналізування нуклеїнової кислоти.
5. ДСТУ ISO 21570:2008. Продукти харчові. Методи виявлення ГМО. Кількісні методи на основі аналізування нуклеїнової кислоти (qPCR).

Навчальна література

1. Дубініна А. А. Методи визначення фальсифікації товарів: підручник / А. А. Дубініна, І. І. Овчинникова та ін. – Київ: ЦУЛ, 2017. – (Розділи про ідентифікацію м'яса, риби та виявлення ГМО).
2. Власенко В. В. Лабораторний практикум з методів дослідження якості харчових продуктів / В. В. Власенко, М. Б. Панасюк. – Київ: ЦУЛ, 2018.
3. Виявлення фальсифікатів у харчових продуктах: методичні рекомендації / уклад. Н. В. Нужина, В. М. Костик. – Київ: ННЦ «Інститут біології та медицини» КНУ ім. Т. Шевченка, 2022. – (Містить сучасні підходи до виявлення підробок).
4. Топольник В. Г. Методи контролю якості та безпеки продукції: підручник. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2016. – (Розділ про фізико-хімічні та біологічні методи).
5. Гудзенко Т. В. Основи молекулярної біології та генетики. Методичні вказівки до лабораторних робіт (ПЛР, електрофорез ДНК). – Одеса: ОНУ, 2019.

6. Сидоров В. І. Трансгенні рослини і біобезпека: монографія / В. І. Сидоров, С. В. Чекалін. – Київ: Наукова думка, 2018. – (Детально про методи детекції ГМО).

7. *Nielsen S. S. Food Analysis. 5th Edition. – Springer, 2017. – (Розділи: "Protein Separation and Characterization Procedures", "DNA-Based Methods"). Класичний міжнародний підручник.*

8. *Rodriguez-Lazaro D. Real-Time PCR in Food Science: Current Technology and Applications. – Caister Academic Press, 2013.*

Електронні ресурси

9. European Union Reference Laboratory for GM Food and Feed (EURL-GMFF): gmocrl.jrc.ec.europa.eu – База даних методів виявлення ГМО.

10. Food Fraud Database (USP): www.foodfraud.org – База даних харчових фальсифікацій та методів їх виявлення.

11. Офіційний сайт Держпродспоживслужби України (розділ «Вимоги до ГМО»): dpss.gov.ua

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК ДО КУРСУ ЛЕКЦІЙ

«Методи контролю якості та безпечності харчових продуктів»

Прослуханий курс лекцій сформував цілісне уявлення про систему забезпечення якості та безпечності в харчовій індустрії. Ми пройшли шлях від законодавчих основ та санітарних норм до високоточних інструментальних і молекулярних методів аналізу.

За результатами вивчення дисципліни можна виділити 5 ключових аспектів, які становлять фундамент компетенції сучасного фахівця харчової галузі:

1. Зміна парадигми: Від контролю до попередження Вивчення системи НАССР (Лекція 5) та санітарних програм-передумов показало, що сучасна безпека базується не на пошуку браку в готовій продукції, а на превентивному управлінні ризиками. Безпека створюється на етапі проектування процесу, а лабораторний контроль лише підтверджує ефективність системи.

2. Багаторівневість аналітичного контролю Курс продемонстрував еволюцію методів аналізу:

- Класичні методи (гравіметрія, титриметрія) залишаються незамінними для визначення базових показників (волога, кислотність, сіль) завдяки своїй доступності та надійності.

- Інструментальні методи (спектрофотометрія, рефрактометрія, електрохімія) забезпечують швидкість і точність рутинного контролю технологічних процесів.

- Високоточні методи (хроматографія, мас-спектрометрія) дозволяють виявляти слідові кількості небезпечних речовин (пестициди, мікотоксини) на рівні частин на мільярд, що критично важливо для харчової безпеки.

3. Молекулярна революція та боротьба з фальсифікацією Останній блок лекцій (ПЛР, ДНК-тестування, електрофорез) відкрив нову еру в харчовому аналізі. Ми з'ясували, що хімічний склад не завжди дає повну картину. Молекулярні методи стали єдиним надійним інструментом для:

- Ідентифікації ГМО;

- Визначення видової належності сировини (боротьба з підміною видів м'яса та риби);

- Виявлення мікробіологічних загроз (патогенів) із високою специфічністю.

4. Інтегрований підхід до якості Студенти навчилися розрізняти поняття «якість» (споживні властивості, смак, текстура, склад білків/жирів) та «безпечність» (відсутність токсинів, патогенів). Курс довів, що продукт може бути якісним (смачним), але небезпечним, або безпечним, але неякісним (фальсифікат). Сучасний технолог має контролювати обидва аспекти.

5. Професійна відповідальність Усвідомлення того, що оператор ринку несе повну юридичну відповідальність за безпечність продукту, вимагає від фахівця глибоких знань методів контролю. Вміння обрати правильний метод аналізу (наприклад, ВЕРХ для вітамінів або ПЛР для ГМО), коректно відібрати пробу та інтерпретувати результат є запорукою захисту здоров'я споживача та репутації виробника.

Підсумок: Опановані знання та методики дозволяють майбутнім фахівцям не лише ефективно працювати в сучасних акредитованих лабораторіях, а й впроваджувати нові стандарти якості на виробництві, забезпечуючи реалізацію принципу «Від лану до столу».

III. ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

Контроль якості та безпеки харчових продуктів

(для здобувачів освіти спеціальності G13 «Харчові технології»)

Лабораторний практикум є складовою частиною дисципліни «Контроль якості та безпеки харчових продуктів» і спрямований на формування у здобувачів вищої освіти практичних умінь і навичок проведення лабораторних досліджень у сфері контролю якості та безпеки харчової продукції.

У межах даного розділу передбачено виконання лабораторних робіт, що базуються на застосуванні класичних хімічних, фізико-хімічних та експрес-методів аналізу, які використовуються в практиці виробничого та лабораторного контролю харчових продуктів. Лабораторні дослідження охоплюють визначення показників складу, якості та безпеки харчової сировини і готової продукції відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Виконання лабораторних робіт передбачає ознайомлення з методикою аналізу, підготовку та відбір проб, проведення вимірювань, обробку експериментальних даних, виконання розрахунків і формулювання обґрунтованих висновків щодо відповідності досліджуваних зразків встановленим нормам. Особлива увага приділяється дотриманню правил техніки безпеки, лабораторної культури та коректності оформлення результатів у лабораторному журналі.

Матеріали лабораторного практикуму сприяють закріпленню теоретичних знань, розвитку аналітичного мислення та підготовці здобувачів вищої освіти до професійної діяльності у сфері контролю якості та безпеки харчових продуктів.

3.1. Структура лабораторного журналу

Структура лабораторного журналу для дисципліни «Контроль якості та безпеки харчових продуктів» включає необхідні розділи для документування експериментальних даних, спостережень та результатів аналізу.

Лабораторний журнал з дисципліни

«Контроль якості та безпеки харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Група: _____

Прізвище, ім'я студента: _____

Лабораторна робота № _____

Тема: _____

Дата виконання: _____

Мета роботи:

(Коротко описати мету, наприклад: визначення вмісту жиру в молочних продуктах методом кислотного гідролізу).

1. Теоретична частина

(Стисле теоретичне обґрунтування методу аналізу, опис принципу дії обладнання, необхідність контролю зазначеного параметра).

2. Матеріали та обладнання:

- Перелік реагентів (із зазначенням концентрацій, якщо потрібно).

- Список обладнання (наприклад, титриметр, спектрофотометр, ваги, піпетки тощо).

3. Методика виконання:

(Покроковий опис процедури: підготовка проб, виконання аналізу, розрахунки).

4. Результати роботи:

Таблиця з отриманими даними (наприклад, маса зразка, об'єм титранту, концентрація речовини).

Розрахунки (формули, підстановки, обчислення).

5. Аналіз результатів:

(Порівняння з нормативними значеннями, аналіз можливих похибок, виявлення причин невідповідностей).

6. Висновок:

(Чіткий та лаконічний висновок, наприклад: метод ефективний для визначення жирності молока, отримані результати відповідають нормативам).

7. Запитання для самоконтролю:

(Кілька питань для перевірки засвоєння матеріалу, наприклад:

- Які методи контролю використовують для аналізу молочних продуктів?
- Які похибки можуть виникнути під час титриметрії?).

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

3.2. Загальні методичні вказівки до ведення лабораторного журналу

Лабораторний журнал є офіційним документом, у якому фіксуються всі етапи виконання лабораторної роботи, результати експериментів та аналіз отриманих даних. Дотримання наведених вказівок сприяє якісному виконанню роботи, правильному документуванню результатів та їх аналізу.

1. Загальні вимоги

1.1. Лабораторний журнал ведеться акуратно, чітким почерком або друкується, якщо це дозволено викладачем.

1.2. Всі записи виконуються державною мовою.

1.3. Забороняється використовувати виправлення (замальовування, закреслення) без відповідних пояснень. У разі помилки над текстом пишеться «виправлено» із зазначенням дати.

1.4. Кожна лабораторна робота починається з нового аркуша.

1.5. Студенти зобов'язані підготувати журнал до виконання роботи: вписати назву роботи, мету, матеріали, обладнання, методику та інші підготовчі розділи.

2. Структура записів

Лабораторна робота повинна містити такі розділи:

2.1. Тема роботи

Записується назва лабораторної роботи відповідно до навчальної програми.

2.2. Мета роботи

Коротко формулюється основна мета лабораторної роботи (наприклад, визначення якісного складу зразків або кількісного вмісту певної речовини).

2.3. Матеріали та обладнання

Перелічуються всі реактиви, матеріали, обладнання та прилади, які будуть використані в роботі.

2.4. Методика виконання роботи

Цей розділ містить детальний опис методів аналізу, які будуть застосовані, та етапів виконання роботи. Якщо студент використовує методику з літературного джерела, слід посилатися на нього згідно з вимогами оформлення літератури.

2.5. Результати роботи

Усі дані фіксуються в таблицях, а розрахунки подаються з використанням формул. Результати обчислень перевіряються на відповідність нормативним значенням.

2.6. Аналіз отриманих даних

Виконується аналіз результатів, виявляються похибки, обговорюються їх можливі причини, дається порівняння з нормативними значеннями.

2.7. Висновки

Формулюються висновки за результатами лабораторної роботи, з урахуванням поставленої мети.

2.8. Запитання для самоконтролю

Наприкінці роботи необхідно відповісти на запропоновані запитання, щоб закріпити отримані знання.

3. Оформлення розрахунків

3.1. Усі розрахунки виконуються з використанням коректних одиниць вимірювання.

3.2. Формули для розрахунків записуються в загальному вигляді перед підстановкою числових значень.

3.3. При розрахунках потрібно враховувати похибку вимірювань.

4. Аналіз похибок

4.1. Студенти зобов'язані обговорити причини можливих похибок (наприклад, технічні недоліки обладнання, похибки у вимірюваннях, людський фактор).

4.2. Похибки записуються у вигляді \pm значення з використанням статистичних методів, якщо це передбачено.

5. Оцінка роботи

5.1. Лабораторна робота вважається виконаною, якщо:

- журнал заповнений у повному обсязі;
- результати відповідають поставленій меті;
- розрахунки виконані коректно;
- студент надав відповіді на запитання для самоконтролю.

5.2. Журнал перевіряється викладачем, після чого виставляється оцінка.

6. Зберігання журналу

6.1. Лабораторний журнал зберігається у студента до завершення курсу.

6.2. У разі втрати журналу студент повинен відновити всі попередні записи, консультуючись із викладачем.

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпеки харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Група: ____

Прізвище, ім'я студента: ____

Лабораторна робота №1

Тема: Аналіз небезпек за принципами НАССР

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

Ознайомитися з основними принципами НАССР для аналізу небезпек у харчових продуктах, навчитися визначати критичні контрольні точки (ККТ) для запобігання біологічним, хімічним і фізичним небезпекам.

2. Матеріали та обладнання:

- Зразки харчових продуктів: сире м'ясо, овочі, кондитерські вироби.
- Таблиця небезпек НАССР.
- Мікроскоп для аналізу мікроорганізмів.
- Тест-смужки для визначення пестицидів.
- Інфрачервоний термометр.
- Лупа для візуального аналізу фізичних домішок.

3. Методика виконання:

3.1. Аналіз біологічних небезпек:

- Взяти зразок сирого м'яса.
- Провести мікроскопічне дослідження на наявність мікроорганізмів.
- Занести дані до таблиці (див. результати).

3.2. Аналіз хімічних небезпек:

- Взяти зразок овочів.
- Використати тест-смужки для визначення залишків пестицидів.
- Зробити висновки на основі отриманих результатів.

3.3. Аналіз фізичних небезпек:

- Взяти зразок кондитерського виробу.
- Провести візуальний аналіз за допомогою лупи для виявлення сторонніх часток (шматки пластику, металу тощо).

3.4. Визначення критичних контрольних точок (ККТ):

- За принципами НАССР скласти таблицю для кожного зразка, де визначити:
 - Можливі небезпеки.
 - Джерела небезпек.
 - Методи контролю.

4. Результати роботи:

Таблиця 1. Аналіз небезпек у харчових продуктах

Зразок	Тип небезпеки	Виявлені проблеми	Джерело	Метод контролю
Сире м'ясо	Біологічна	Наявність мікроорганізмів	Погана гігієна	Термічна обробка
Овочі	Хімічна	Залишки пестицидів	Обприскування	Ретельне миття/контроль
Кондитерський виріб	Фізична	Шматок пластику	Несправне обладнання	Візуальний огляд

Таблиця 2. Критичні контрольні точки (ККТ)

Зразок	ККТ	Моніторинг	Коригувальні дії
Сире м'ясо	Температурний контроль	Щоденний запис Т°	Термічна обробка
Овочі	Рівень пестицидів	Тест-смужки	Ретельне миття
Кондитерський виріб	Огляд обладнання перед роботою	Візуальний огляд	Ремонт обладнання

5. Аналіз отриманих даних:

- У зразку м'яса виявлено мікроорганізми, що свідчить про порушення температурного режиму під час зберігання.

- У зразку овочів за допомогою тест-смужок було виявлено залишки пестицидів, що потребує контролю обробки перед споживанням.

- У зразку кондитерського виробу знайдено сторонній об'єкт, що є наслідком несправного обладнання.

6. Висновки:

- Біологічні, хімічні та фізичні небезпеки можуть значно впливати на безпечність харчових продуктів.

- Використання принципів НАССР дозволяє виявляти критичні контрольні точки для запобігання небезпекам.

- Дотримання правильних методів контролю мінімізує ризики для споживачів.

7. Запитання для самоконтролю:

1. Що таке критична контрольна точка?
2. Як проводиться моніторинг ККТ у системі НАССР?
3. Наведіть приклади біологічних, хімічних та фізичних небезпек у харчових продуктах.

Підпис викладача: ____ **Оцінка:** ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпечності харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Група: ____

Прізвище, ім'я студента: ____

Лабораторна робота №2

Тема: Оцінка відповідності маркування та якості

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

Навчитися оцінювати відповідність харчових продуктів вимогам міжнародних (ISO, Codex Alimentarius) та національних (ДСТУ, ГОСТ) стандартів на основі перевірки маркування, складу та основних показників якості.

2. Матеріали та обладнання:

- Зразки харчових продуктів (молочні продукти, консерви, соки).
- Копії стандартів (ДСТУ, ISO).

- Технічні регламенти на продукти.
- Лабораторний посуд (мірний стакан, піпетка).
- рН-метр.
- Аналізатор вологості.

3. Методика виконання:

3.1. Аналіз маркування продукту:

- Перевірити наявність обов'язкової інформації: назва, склад, дата виготовлення, термін придатності, умови зберігання, виробник, енергетична цінність.

- Зіставити інформацію з вимогами стандартів.

3.2. Визначення фізико-хімічних показників:

- Для молочного продукту: визначити масову частку жиру за методом Гербера.

- Для консервів: перевірити рН за допомогою рН-метра.

- Для соків: оцінити вміст сухих речовин за допомогою рефрактометра.

3.3. Оцінка відповідності стандартам:

- Порівняти отримані результати з гранично допустимими показниками, зазначеними у відповідних стандартах.

3.4. Складання таблиці відповідності:

- Заповнити таблицю відповідності харчових продуктів стандартам.

4. Результати роботи:

Таблиця 1. Оцінка відповідності харчових продуктів стандартам

Продукт	Показник	Результат аналізу	Вимоги стандарту	Відповідність (Так/Ні)
Молоко	Масова частка жиру (%)	3,5	$\geq 3,2$	Так
Консерви	рН	4,2	$\leq 4,5$	Так
Сік	Вміст сухих речовин (%)	10,5	$\geq 10,0$	Так

5. Аналіз отриманих даних:

- Маркування усіх зразків відповідає стандартам: зазначено виробника, склад, термін придатності та умови зберігання.

- Фізико-хімічні показники всіх зразків знаходяться у межах допустимих норм.

- Продукти відповідають вимогам якості згідно з міжнародними та національними стандартами.

6. Висновки:

- Перевірка відповідності продуктів стандартам є важливим етапом забезпечення їх якості та безпечності.

- Застосування стандартів дозволяє встановити чіткі критерії для оцінки якості харчових продуктів.

- Усі аналізовані продукти відповідають вимогам міжнародних і національних стандартів.

7. Запитання для самоконтролю:

- Які обов'язкові елементи повинні бути зазначені на маркуванні продуктів?

- Які фізико-хімічні показники найчастіше перевіряють для харчових продуктів?

- Назвіть основні міжнародні та національні стандарти, що регулюють якість харчових продуктів.

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпеки харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Група: ____

Прізвище, ім'я студента: ____

Лабораторна робота №3

Тема: Хімічні ризики (пестициди, важкі метали)

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

Ознайомитися з методами виявлення хімічних ризиків у харчових продуктах, такими як пестициди, важкі метали та мікотоксини, і навчитися проводити кількісний аналіз цих речовин.

2. Матеріали та обладнання:

- Харчові зразки (фрукти, овочі, зернові, молочні продукти).
- Реагенти для визначення пестицидів (наприклад, реактиви для ферментативного тесту).
- Набір тест-смужок для експрес-аналізу важких металів.
- Розчинник для екстракції мікотоксинів.
- Хроматографічна колонка (рідинна хроматографія).
- Спектрофотометр.
- Ваги аналітичні, пробірки, піпетки.

3. Методика виконання:

3.1. Виявлення пестицидів:

- Підготувати екстракт із зразків фруктів або овочів.
- Використати ферментативний тест або тест-смужки для виявлення залишків пестицидів.
- Визначити концентрацію пестицидів за допомогою спектрофотометра на певній довжині хвилі.

3.2. Аналіз важких металів:

- Підготувати водний екстракт із зразків зернових або молочних продуктів.
- Використати тест-смужки для виявлення іонів важких металів (наприклад, Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+}).
- У разі виявлення перевищення допустимих рівнів провести кількісний аналіз за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра.

3.3. Аналіз мікотоксинів:

- Провести екстракцію мікотоксинів із зернових або молочних зразків за допомогою розчинника.

- Виконати хроматографічний аналіз на рідинному хроматографі.
- Зіставити результати із гранично допустимими концентраціями, наведеними у нормативних документах.

3.4. Складання таблиці результатів:

- Заповнити таблицю з результатами виявлення ризиків.

4. Результати роботи:

Таблиця 1. Виявлення хімічних ризиків у харчових продуктах

Тип ризику	Продукт	Метод аналізу	Результат	Допустима концентрація	Відповідність (Так/Ні)
Пестициди	Яблука	Ферментативний тест	0,05 мг/кг	≤ 0,1 мг/кг	Так
Важкі метали	Молоко	Тест-смужки, спектрофотометр	0,02 мг/л (Pb ²⁺)	≤ 0,03 мг/л	Так
Мікотоксини	Зернові	Рідинна хроматографія	1,5 мкг/кг	≤ 2,0 мкг/кг	Так

5. Аналіз отриманих даних:

- Виявлені ризики не перевищують гранично допустимі концентрації, що відповідає вимогам стандартів.

- Найбільший ризик серед проаналізованих продуктів становлять мікотоксини, які часто зустрічаються у зернових.

- Використання тест-смужок та сучасного обладнання дозволяє швидко і точно оцінити рівень забруднення харчових продуктів.

6. Висновки:

- Виявлення хімічних ризиків є обов'язковим етапом у системі забезпечення безпеки харчових продуктів.

- Проведені дослідження показали відповідність аналізованих продуктів вимогам міжнародних і національних стандартів.

- Для подальшого контролю доцільно використовувати більш чутливі методи аналізу.

7. Запитання для самоконтролю:

- Які хімічні ризики найчастіше зустрічаються у харчових продуктах?
- Які методи використовуються для виявлення пестицидів у харчових продуктах?
- Чому важливо визначати мікотоксини у зернових продуктах?

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпечності харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Група: ____

Прізвище, ім'я студента: ____

Лабораторна робота №4

Тема: Експертиза пакувальних матеріалів

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

Дослідити властивості різних пакувальних матеріалів, оцінити їх взаємодію з харчовими продуктами та вплив на збереження якості та безпечності продукції.

2. Матеріали та обладнання:

- Зразки пакувальних матеріалів (поліетилен, полівінілхлорид, папір, картон, метал, скло).
- Харчові продукти для пакування (хліб, молочні продукти, овочі, м'ясо).
- Вологоміри для визначення вологості всередині упаковки.
- УФ-лампа для перевірки ступеня захисту від світла.
- рН-метр для аналізу змін у складі харчового продукту.
- Аналітичні ваги.
- Пробірки, термометри, ножиці, стрічка для герметизації.

3. Методика виконання:

3.1. Вивчення фізичних властивостей пакувальних матеріалів:

- Провести тест на прозорість (використовуючи УФ-лампу).
- Перевірити герметичність пакувальних матеріалів, наприклад, шляхом занурення у воду та спостереження за проникненням повітря.
- Оцінити міцність матеріалів шляхом розтягування чи проколу.

3.2. Оцінка впливу пакувальних матеріалів на якість харчових продуктів:

- Упакувати однакові зразки продуктів (наприклад, хліб чи сир) у різні матеріали.
- Зберігати зразки в умовах стандартної температури протягом 7 днів.
- Визначити зміни вологості, ваги та рН продуктів після зберігання.

3.3. Виявлення вторинної взаємодії:

- Перевірити, чи виділяють пакувальні матеріали запахи або домішки, що можуть впливати на органолептичні властивості продукту.
- Виконати хімічні тести на наявність міграції речовин із матеріалу в харчовий продукт (за потреби).

3.4. Заповнення таблиці результатів:

Порівняти результати аналізу різних матеріалів.

4. Результати роботи:

Таблиця 1. Характеристики пакувальних матеріалів

Матеріал	Прозорість	Герметичність	Міцність	Захист від світла	Міграція речовин
Поліетилен	Висока	Висока	Середня	Низький	Немає
Полівінілхлорид	Середня	Висока	Висока	Середній	Може бути
Папір	Низька	Низька	Низька	Низький	Немає
Скло	Низька	Висока	Висока	Високий	Немає

Таблиця 2. Вплив матеріалів на харчові продукти

Матеріал	Продукт	Зміна вологості	Зміна ваги	Зміна рН	Органолептичні зміни
Поліетилен	Хліб	+1%	+0,2%	5,5 → 5,4	Не виявлено
Полівінілхлорид	Сир	+2%	+0,5%	6,0 → 5,8	Легкий запах пластику
Папір	Овочі	-5%	-1%	5,0 → 4,9	Втрата аромату

5. Аналіз отриманих даних:

- Пакувальні матеріали впливають на збереження вологи, аромату та якості продуктів.
- Скло забезпечує найкращий захист від зовнішнього середовища, проте є менш зручним для транспортування.
- Поліетилен і полівінілхлорид зручні, але можуть викликати міграцію хімічних речовин у продукт.
- Папір має низьку герметичність, що може призводити до втрати якості продукту.

6. Висновки:

- Різні пакувальні матеріали мають свої переваги та недоліки, які слід враховувати залежно від типу продукту.
- Використання скляних контейнерів доцільне для тривалого зберігання, тоді як полімери – для короткострокового.
- Застосування біорозкладних матеріалів перспективне для мінімізації впливу на довкілля.

7. Запитання для самоконтролю:

- Які властивості пакувальних матеріалів найважливіші для зберігання молочних продуктів?
- Чому скло є кращим вибором для пакування рідких продуктів?
- Як впливає герметичність упаковки на термін придатності продукту?

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпеки харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Група: ____

Прізвище, ім'я студента: __

Лабораторна робота №5

Тема: Титрування в системі контролю якості

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

Ознайомитися з методами визначення кислотності харчових продуктів, оцінити вплив рівня рН на їх якість та безпеку, а також вивчити застосування принципів системи НАССР для контролю цього параметра.

2. Матеріали та обладнання:

- Зразки харчових продуктів (молоко, соки, йогурти, оцет, вода).
- рН-метр або рН-тест-смужки.
- Бюретка, титрувальний розчин NaOH (0,1 М).

- Піпетки, мірний посуд, магнітна мішалка.
- Дистильована вода.
- Інструкції до НАССР щодо кислотності продуктів.

3. Методика виконання:

3.1. Підготовка зразків:

- Взяти 50 мл кожного продукту.
- Якщо продукт густий (йогурт), розбавити його дистильованою водою в співвідношенні 1:1.

3.2. Вимірювання рівня рН:

- Виміряти кислотність кожного зразка за допомогою рН-метра.
- У разі відсутності рН-метра використати тест-смужки.

3.3. Титрування для визначення титрованої кислотності:

- Підготувати титрувальний розчин NaOH (0,1 М).
- У пробірку відміряти 10 мл продукту.
- Додати 2-3 краплі індикатора (наприклад, фенолфталеїну).
- Повільно титрувати розчином NaOH до появи стійкого рожевого забарвлення.
- Зафіксувати об'єм витраченого NaOH.

3.4. Розрахунок титрованої кислотності:

- Обчислити кислотність у градусах: $K = V \times N \times 100 / m$; де: V – об'єм NaOH, мл; N – нормальність NaOH; m – маса продукту, г.

3.5. Оцінка результатів відповідно до стандартів НАССР:

- Порівняти отримані результати з допустимими межами рН і кислотності для кожного продукту.

4. Результати роботи:

Таблиця 1. Вимірювання рівня рН

Продукт	рН (фактичний)	Допустимий рН (НАССР)	Висновок
Молоко	6,8	6,6–6,9	Відповідає нормі
Апельсиновий сік	3,5	3,2–4,0	Відповідає нормі
Йогурт	4,5	4,4–4,8	Відповідає нормі

Таблиця 2. Результати титрування

Продукт	Об'єм NaOH, мл	Титрована кислотність	Граничне значення	Висновок
Молоко	1,2	1,2°	<1,3°	Відповідає нормі
Апельсиновий сік	3,8	4,0°	<4,5°	Відповідає нормі
Йогурт	4,5	4,8°	<5,0°	Відповідає нормі

5. Аналіз отриманих даних:

- Визначені значення рН та кислотності всіх зразків відповідають нормам НАССР.

- Молоко та йогурт мають низький ризик кислотних відхилень, які могли б вплинути на якість і безпечність продуктів.

- Кислотність соків знаходиться в межах допустимого діапазону, що свідчить про їхню належну якість.

6. Висновки:

- рН і титрована кислотність є критичними параметрами для забезпечення безпеки та якості харчових продуктів.

- Система НАССР допомагає забезпечити контроль цих показників, мінімізуючи ризики для споживачів.

- Рівень кислотності впливає на органолептичні властивості, термін придатності та мікробіологічну безпеку продуктів.

7. Запитання для самоконтролю:

- Чому важливо контролювати кислотність харчових продуктів?

- Які критичні точки контролю стосуються кислотності в системі НАССР?

- Як рН впливає на мікробіологічну стабільність продукту?

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпечності харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Група: ____

Прізвище, ім'я студента: ____

Лабораторна робота №6

Тема: Гравіметричне визначення вологості

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

Ознайомитися з методом гравіметричного аналізу для визначення вмісту води та сухих речовин у харчових продуктах, оцінити їх вплив на якість та безпеку продуктів.

2. Матеріали та обладнання:

- Зразки харчових продуктів (хліб, борошно, овочі, м'ясо).

- Лабораторні ваги з точністю до 0,001 г.

- Сушильна шафа.

- Тиглі або чашки Петрі (попередньо висушені та зважені).

- Щипці для тиглів.

- Ексикатор з осушувачем (силікагель, хлористий кальцій).

- Дистильована вода.

3. Методика виконання:

3.1. Підготовка зразків:

- Відібрати 5–10 г кожного зразка.

- за потреби подрібнити зразок до однорідного стану.

3.2. Підготовка тиглів:

- Висушити тиглі в сушильній шафі при температурі 105°C протягом 30 хвилин.

- Перенести їх в ексікатор для охолодження.
- Зважити охолоджені тиглі.

3.3. Проведення аналізу:

- Внести зразки в тиглі та зважити зразок разом із тиглем (m_1).
- Розмістити тиглі з зразками в сушильну шафу, висушувати при температурі 105°C протягом 2 годин.
 - Вийняти тиглі, охолодити в ексікаторі та повторно зважити (m_2).

3.4. Розрахунок вмісту вологи та сухих речовин:

- Вміст вологи (W) у відсотках:

$$W = (m_1 - m_0) / (m_1 - m) \times 100$$

- де:

m_0 – маса порожнього тигля, г;

m_1 – маса тигля із зразком до висушування, г;

m_2 – маса тигля із зразком після висушування, г.

- Вміст сухих речовин (S) у відсотках:

$$S = 100 - W$$

4. Результати роботи:

Таблиця 1. Результати визначення вологи та сухих речовин

Продукт	m_0 , г	m_1 , г	m_2 , г	Вміст вологи, %	Вміст сухих речовин, %
Хліб	10,000	15,000	13,000	40,00	60,00
Борошно	10,000	12,000	11,500	25,00	75,00
Морква	10,000	16,000	12,500	70,00	30,00
М'ясо	10,000	17,000	13,500	65,00	35,00

5. Аналіз отриманих даних:

- Продукти із високим вмістом вологи (морква, м'ясо) мають коротший термін зберігання, що потребує особливих умов зберігання (низька температура, пакування).
- Сухі продукти (борошно) мають значно менший ризик мікробіологічного псування, але потребують захисту від вологи.
- Отримані значення відповідають стандартним вимогам для аналізованих продуктів.

6. Висновки:

- Метод гравіметрії дозволяє точно визначити вміст вологи та сухих речовин у харчових продуктах.
- Вміст вологи є важливим показником для оцінки якості, безпеки та терміну придатності продуктів.
- Застосування даних гравіметрії в системі НАССР дозволяє контролювати критичні точки під час виробництва.

7. Запитання для самоконтролю:

- Які фактори можуть вплинути на точність визначення вологи методом гравіметрії?
- Чому важливо охолоджувати тиглі в ексікаторі перед зважуванням?
- Як вміст вологи впливає на безпечність харчових продуктів?

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпеки харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Група: ____

Прізвище, ім'я студента: ____

Лабораторна робота №7

Тема: Кислотне число як показник автентичності олій

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

- Ознайомитися з методом кислотно-основного титрування для визначення кислотного числа.

- Провести аналіз зразків оливкової олії для виявлення можливих фальсифікацій.
- Навчитися інтерпретувати отримані результати відповідно до вимог стандартів.

2. Матеріали та обладнання:

- Зразки оливкової олії (натуральна та підозрювана у фальсифікації).
- Етиловий спирт (96%) або суміш спирт-ефір (1:1).
- Розчин гідроксиду натрію (NaOH) 0,1 моль/л.
- Фенолфталеїн (1% розчин у спирті).
- Піпетка 10 мл.
- Бюретка 25 мл.
- Конічні колби (100 мл).
- Мірний циліндр.
- Ваги аналітичні.
- Водяна баня.

3. Теоретичні відомості:

Кислотне число (КЧ) оливкової олії – це кількість міліграмів KOH, необхідна для нейтралізації вільних жирних кислот у 1 г продукту. Підвищене кислотне число може свідчити про порушення умов зберігання або додавання низькоякісних компонентів.

Формула для розрахунку кислотного числа:

$$КЧ = mV \times C \times 56,1$$

де: - V – об'єм розчину NaOH, витрачений на титрування, мл;

- C – концентрація розчину NaOH, моль/л; - m – маса зразка, г;

- 56,1 – молярна маса KOH.

4. Методика виконання:

4.1. Підготовка зразків:

- Зважити 5,00 г зразка оливкової олії та перенести у конічну колбу.

4.2. Розчинення зразка:

- Додати до зразка 50 мл спирту або суміші спирт-ефір.

- Підігріти суміш на водяній бані до 40°C, періодично струшуючи.

4.3. Титрування:

- Додати 2–3 краплі фенолфталеїну як індикатор.
- Титрувати розчин 0,1 М розчином NaOH, постійно перемішуючи, до появи стійкого рожевого забарвлення (що не зникає протягом 30 секунд).

4.4. Повторення процедури:

- Для кожного зразка провести титрування тричі.

5. Результати роботи:

Таблиця 1. Результати визначення кислотного числа оливкової олії

Зразок	Маса зразка (m), г	Об'єм NaOH (V), мл	Кислотне число (КЧ), мг КОН/г	Висновки щодо якості
Натуральна олія	5,00	1,50	1,68	Відповідає нормі
Підозрювана у фальсифікації	5,00	5,00	5,60	Можливе фальсифікування

Примітка: Згідно з міжнародними стандартами, кислотне число натуральної оливкової олії не повинно перевищувати 2 мг КОН/г.

6. Аналіз отриманих даних:

- У натуральній олії кислотне число відповідає нормам, що підтверджує її якість.
- Підвищене кислотне число у підозрюваній олії може свідчити про додавання неякісної олії або продуктів її окислення.
- Отримані результати підкреслюють важливість контролю якості та відповідності міжнародним стандартам.

7. Висновки:

- Метод кислотно-основного титрування є надійним способом визначення кислотного числа в оливковій олії.
- Підвищене кислотне число свідчить про можливе фальсифікування або порушення умов зберігання продукту.
- Проведений аналіз може використовуватися в системах контролю якості та у рамках програми НАССР.

8. Запитання для самоконтролю:

- Що таке кислотне число і яке його значення для оцінки якості оливкової олії?
- Як концентрація лугу впливає на точність визначення кислотного числа?
- Які основні джерела фальсифікації оливкової олії?

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпеки харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Група: ____

Прізвище, ім'я студента: ____

Лабораторна робота №8

Тема: Визначення білків за методом Бредфорда

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

- Ознайомитися з біохімічними методами визначення білків (наприклад, методом Бредфорда) та жирів у харчових продуктах.
- Навчитися застосовувати біохімічні методи аналізу для оцінки складу харчових продуктів.
- Інтерпретувати отримані результати відповідно до встановлених стандартів якості.

2. Матеріали та обладнання:

- Харчові продукти для аналізу (молоко, м'ясо, сир, рослинна олія тощо).
- Реактиви для визначення білків: розчин Бредфорда або інший барвник.
- Реактиви для визначення жирів (наприклад, суміш хлороформ-метанол).
- Спектрофотометр.
- Центрифуга.
- Піпетки, мікропіпетки.
- Конічні колби, пробірки.
- Ваги аналітичні.
- Водяна баня.

3. Теоретичні відомості:

Для визначення білків:

- Метод Бредфорда заснований на зв'язуванні білків із барвником (Кумасі блакитний G-250), що призводить до зміни кольору розчину. Інтенсивність забарвлення вимірюється спектрофотометрично при довжині хвилі 595 нм.

Для визначення жирів: Використовується екстракція жиру органічними розчинниками, наприклад, хлороформ-метанолом у співвідношенні 2:1. Отримані жири висушуються, і їх маса визначається зважуванням.

4. Методика виконання:

4.1. Визначення білків (метод Бредфорда):

- Підготовка розчинів:

- Приготувати стандартний розчин білка (наприклад, альбумін) з відомою концентрацією.

- Підготувати реактив Бредфорда.

- Підготовка зразків:

- Взяти зразок харчового продукту (1 мл для рідких або 1 г для твердих продуктів).

- Розчинити у відповідному буферному розчині та центрифугувати для видалення осаду.

- Вимірювання:

- До кожної пробірки додати 0,1 мл зразка або стандартного розчину білка.

- Додати 1 мл реактиву Бредфорда, перемішати.

- Через 10 хвилин виміряти поглинання розчину при 595 нм на спектрофотометрі.

- Розрахунок:

- Побудувати калібрувальну криву для стандартів.

- Визначити концентрацію білка у зразках за калібрувальною кривою.

4.2. Визначення жирів:

Екстракція жирів:

- Зважити 2 г харчового продукту.
- Додати 10 мл суміші хлороформ-метанол (2:1).
- Струшувати 10 хвилин, центрифугувати для розділення фаз.

Виділення жирів:

- Відібрати нижній шар (жирова фаза) та перенести в чисту пробірку.
- Випарувати органічні розчинники на водяній бані до отримання сухого залишку.

Зважування:

- Зважити залишок жирів.

Розрахунок:

- Визначити масову частку жиру за формулою:

$$\text{Масова частка жиру(\%)} = \frac{\text{Маса жирів (г)} \times 100}{\text{Маса зразка}}$$

5. Результати роботи:

Таблиця 1. Результати визначення білків і жирів у харчових продуктах

Зразок	Концентрація білка, мг/мл	Масова частка жиру, %	Висновки
Молоко	3,5	3,2	Низький вміст жиру, високий вміст білка (казеїн, альбумін). Типовий склад молока.
Сир	25,0	10,5	Високий вміст білка (казеїн), середній вміст жиру. Стандартний склад сиру.
Рослинна олія	0	99,5	Високий вміст жиру, без білків. Типова характеристика рослинної олії.
Інші продукти	Залежить від зразка	Залежить від зразка	Результати варіативні в залежності від типу продукту. Потрібне додаткове уточнення для кожного конкретного зразка.

Примітка:

- Концентрація білка в молоці і сиру вказує на важливість виявлення основних білкових компонентів (казеїн, альбумін) для визначення якості цих продуктів.
- Рослинні олії зазвичай не містять білка, але мають високий вміст жиру, що визначається для оцінки їх якості.
- Для інших продуктів результат залежить від їх складу (наприклад, м'ясо, риба, яйця).

6. Аналіз отриманих даних:

- Порівняти результати аналізу білків та жирів із нормативними значеннями для відповідних харчових продуктів.
- Визначити можливі відхилення та їх причини (наприклад, фальсифікація, порушення умов зберігання).

7. Висновки:

- Біохімічні методи є точними та ефективними для визначення вмісту білків і жирів у харчових продуктах.
- Отримані результати дозволяють оцінити якість харчових продуктів та виявити можливі відхилення від стандартів.

8. Запитання для самоконтролю:

- Які особливості методу Бредфорда дозволяють визначати вміст білка?
- Чому для визначення жирів використовують органічні розчинники?

- Як зміна кольору розчину у методі Бредфорда пов'язана з концентрацією білка?

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпеки харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Лабораторна робота №9

Тема: Спектрофотометрія антиоксидантів

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

- Ознайомитися з принципом спектрометричного методу для визначення вмісту антиоксидантів у харчових продуктах.

- Провести аналіз вмісту антиоксидантів у різних сортах чаю за допомогою спектрофотометрії.

- Оцінити рівень антиоксидантної активності різних сортів чаю та їх відповідність вимогам щодо корисних властивостей.

2. Матеріали та обладнання:

- Різні сорти чаю (зелені, чорні, трав'яні).

- Етанол (розчинник для екстракції антиоксидантів).

- Спектрофотометр.

- Пластикові або скляні пробірки.

- Мікропіпетки.

- Ваги аналітичні.

- Водяна баня (для екстракції).

- Стандартний розчин для калібрування (наприклад, стандартна розчинна кислотна форма аскорбінової кислоти або галлової кислоти).

- Лабораторне посудне приладдя.

3. Теоретичні відомості:

Антиоксиданти в їжі, зокрема в чаї, виконують важливу роль у нейтралізації вільних радикалів і запобіганні окислювальних процесів. Вони здатні знижувати ризик розвитку різних хвороб, зокрема серцево-судинних, онкологічних та захворювань, пов'язаних з окислювальним стресом. Спектрофотометрія є ефективним методом для визначення рівня антиоксидантної активності, оскільки вона дозволяє оцінити зміни в інтенсивності поглинання світла на певних довжинах хвиль, що характерні для антиоксидантів. Методи визначення антиоксидантів включають вимірювання зменшення поглинання світла внаслідок дії антиоксидантів на окислювальні реакції в зразках. Для аналізу можуть використовуватися стандартні калібрувальні криві для порівняння результатів.

4. Методика виконання:

4.1. Підготовка зразків чаю:

- Вибрати три-чотири різних сорти чаю для аналізу (наприклад, зелений, чорний, білий та трав'яний).

- Взяти з кожного сорту чаю по 2 г сухого листя і подрібнити їх.
- Для екстракції антиоксидантів з чаю використовувати етанол.
- Залити подрібнений чай 50 мл етанолу (70%) і витримувати при кімнатній температурі протягом 30 хвилин для екстракції.
- Після екстракції фільтрувати розчин через фільтрувальний папір для отримання чистого екстракту.

4.2. Підготовка калібрувальної кривої:

- Приготувати серію стандартних розчинів антиоксидантів (наприклад, аскорбінової кислоти) у концентраціях 0,1, 0,5, 1,0, 2,0, 5,0 мкг/мл.
- Для кожного стандарту виміряти поглинання світла при 520 нм на спектрофотометрі.
- Побудувати калібрувальну криву, де концентрація антиоксидантів буде на осі X, а поглинання на осі Y.

4.3. Спектрометричний аналіз зразків чаю:

- Взяти екстракт з чаю і виміряти його поглинання при 520 нм на спектрофотометрі.
- Для кожного сорту чаю провести три вимірювання і розрахувати середнє значення поглинання.
- Порівняти результат з калібрувальною кривою для визначення концентрації антиоксидантів у зразку.

4.4. Оцінка результатів:

- Розрахувати концентрацію антиоксидантів у кожному зразку чаю, використовуючи калібрувальну криву.
- Порівняти рівень антиоксидантної активності в різних сортах чаю та оцінити, який з них містить найбільшу кількість корисних для здоров'я антиоксидантів.

5. Результати роботи:

Таблиця 1. Результати спектрофотометричного аналізу антиоксидантів у різних сортах чаю

Сорт чаю	Поглинання при 520 нм (A)	Концентрація антиоксидантів (мкг/мл)	Висновки
Зелений	0,45	35,0	Зелений чай має високий рівень антиоксидантів, що робить його корисним для здоров'я.
Чорний	0,32	28,0	Чорний чай має середній вміст антиоксидантів. Підходить для регулярного споживання.
Білий	0,55	42,5	Білий чай має найвищий рівень антиоксидантів серед цих сортів, що робить його дуже корисним для організму.
Трав'яний	0,25	18,5	Трав'яний чай має найнижчий рівень антиоксидантів серед досліджених зразків. Проте його корисні властивості зберігаються завдяки вмісту інших біологічно активних сполук.

Примітка:

1. Вимірювання поглинання на довжині хвилі 520 нм дозволяє оцінити концентрацію антиоксидантів у чаї, оскільки ця довжина хвилі є типовою для виявлення багатьох видів антиоксидантів, таких як поліфеноли.

2. Концентрація антиоксидантів вказана в мікрограмах на мілілітр і може варіювати залежно від конкретного сорту чаю та способу його обробки.

3. Висновки можна коригувати в залежності від результатів аналізу конкретних зразків, а також вимог до якості продукту.

6. Аналіз отриманих даних:

1. Порівняйте отримані результати з літературними даними про вміст антиоксидантів у чайних зразках.

2. Оцінити, який сорт чаю має найвищу антиоксидантну активність, а який – найменшу.

3. Обговорити можливі фактори, які можуть впливати на вміст антиоксидантів (наприклад, спосіб обробки, вік чаю, умови зберігання).

7. Висновки:

1. Визначено вміст антиоксидантів у різних сортах чаю за допомогою спектрофотометрії.

2. Антиоксидантна активність варіює в залежності від сорту чаю, і ці результати можуть бути корисними для оцінки корисних властивостей продукту.

3. Порівняння результатів з калібрувальною кривою дозволяє точно визначити рівень антиоксидантів в досліджуваних зразках.

8. Запитання для самоконтролю:

- Як змінюється поглинання світла залежно від концентрації антиоксидантів у зразку?
- Чому спектрофотометричний метод є ефективним для аналізу антиоксидантів у чаї?
- Які фактори можуть вплинути на рівень антиоксидантів у різних сортах чаю?

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпеки харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Лабораторна робота №10

Тема: Тонкошарова хроматографія барвників

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

1. Ознайомитися з принципом і технікою проведення тонкошарової хроматографії для розділення складових сумішей.
2. На практиці виконати аналіз сумішей за допомогою ТШХ.
3. Визначити компоненти суміші шляхом порівняння результатів хроматографічного аналізу з відомими стандартами.

2. Матеріали та обладнання:

- Тонкошарова хроматографічна пластина (наприклад, зі силікагелю або алюмінієва пластина).

- Розчинники для розвитку хроматограми (наприклад, етиловий спирт, ацетон, гексан тощо).
- Стандартні зразки (наприклад, барвники, ароматизатори, пестициди).
- Мікропіпетки.
- Камера для хроматографії (закрита ємність для проведення розвитку хроматограми).
- Ватні тампони або фільтрувальний папір.
- UV-лампа або реактиви для виявлення компонентів на хроматограмі.
- Лінійка або мірна шкала для вимірювання розділення плям.
- Клей або маркер для нанесення зразків.

3. Теоретичні відомості:

Тонкошарова хроматографія (ТШХ) є методом розділення компонентів суміші за допомогою різниці їхньої рухливості по поверхні тонкого шару адсорбенту (наприклад, силікагелю) при застосуванні розчинника. Компоненти суміші переміщуються з різною швидкістю через адсорбент в залежності від їхніх фізико-хімічних властивостей (полярності, розчинності). Цей метод широко використовується для аналізу органічних сполук, таких як барвники, пестициди, ароматизатори та інші хімічні речовини.

Результати ТШХ аналізу зазвичай відображаються у вигляді хроматограми, де кожен компонент суміші утворює окрему пляму на пластині, і за допомогою розрахунку R_f (коефіцієнта хроматографічного розділення) можна ідентифікувати компоненти.

R_f (коефіцієнт розділення) визначається за формулою:

$R_f = \frac{\text{відстань, пройдена компонентом}}{\text{відстань, пройдена фронтом розчинника}}$

4. Методика виконання:

4.1. Підготовка хроматографічної пластини:

- Візьміть ТШХ пластину і нанесіть на її нижній край тонку лінію (за допомогою олівця чи маркера) на висоті приблизно 1 см від нижнього краю пластини для нанесення зразків.

- Позначте місця, де будуть наноситись зразки, рівномірно по горизонталі, не більше трьох зразків на одну пластину.

- Якщо необхідно, пластину можна обробити легким нагріванням для видалення вологи та для поліпшення її адсорбційних властивостей.

4.2. Нанесення зразків:

- За допомогою мікропіпетки акуратно нанесіть на позначені місця зразки суміші, яку необхідно проаналізувати, і стандартні зразки (якщо потрібно).

- Для нанесення зразків використовуйте мінімальний об'єм, щоб не перевантажити пластину. Після нанесення залиште зразки на кілька хвилин для висихання.

4.3. Розробка хроматограми:

- Підготуйте камеру для хроматографії, наливши в неї розчинник (розчинники підбираються в залежності від властивостей суміші).

- Установіть хроматографічну пластину в камеру так, щоб лінія нанесення зразків була вище рівня розчинника. Камера повинна бути закрита, щоб забезпечити стабільну атмосферу для розвитку хроматограми.

- Дочекайтесь, поки фронт розчинника досягне верхнього краю пластини, після чого обережно вийміть пластину з камери.

4.4. Фіксація та аналіз результатів:

- Пластину висушіть при кімнатній температурі.
- Для виявлення компонентів суміші використовуйте ультрафіолетову лампу (UV) або застосуйте хімічні реактиви для виявлення плям (залежно від типу компонентів).
- Оцініть кількість плям на пластині, порівняйте їх із стандартами, використовуючи значення Rf.

4.5. Розрахунок Rf:

1. Для кожної плями виміряйте відстань від лінії нанесення зразка до центру плями.
2. Виміряйте відстань від лінії нанесення зразка до фронту розчинника.
3. Для кожної плями обчисліть значення Rf за наведену формулу.
4. Порівняйте отримані Rf з бібліотечними даними або стандартними значеннями.

5. Результати роботи:

Таблиця 1. Результати хроматографічного аналізу суміші

Зразок	Відстань плями (см)	Відстань фронту розчинника (см)	Rf (коефіцієнт)	Компонент
Суміш	4,2	6,0	0,70	Компонент 1
Стандарт 1	3,0	6,0	0,50	Стандартний компонент 1
Стандарт 2	5,1	6,0	0,85	Стандартний компонент 2

Примітка:

1. Відстань плями вимірюється від початкової точки до центру плями після завершення хроматографії.
2. Відстань фронту розчинника – це відстань, на яку рухався розчинник по пластині чи колонці.
3. Коефіцієнт Rf (відносна відстань) обчислюється за формулою: $Rf = \frac{\text{відстань, пройдена компонентом}}{\text{відстань, пройдена фронтом розчинника}}$
4. Компоненти, що присутні у суміші, порівнюються з відомими стандартами, щоб ідентифікувати їх на основі значення Rf.
5. Якщо Rf компонентів суміші співпадає з Rf стандарту, то це підтверджує наявність даного компонента у суміші.

6. Аналіз отриманих даних:

- За допомогою отриманих значень Rf порівняти компоненти суміші з відомими стандартами.
- Визначити склад суміші на основі кількості і властивостей плям.
- Проаналізувати можливі помилки та їх вплив на результат.

7. Висновки:

- За допомогою методу ТШХ вдалося визначити склад суміші.
- Метод тонкошарової хроматографії є ефективним для розділення та ідентифікації складових сумішей на основі їх фізико-хімічних властивостей.
- Визначені компоненти суміші співпали з відповідними стандартами, що підтверджує точність методу.

8. Запитання для самоконтролю:

- Які фактори можуть вплинути на точність результатів ТШХ?
- Як обрати оптимальний розчинник для ТШХ?
- Що таке коефіцієнт R_f і чому він є важливим для ідентифікації компонентів суміші?

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпечності харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Група: ____

Прізвище, ім'я студента: ____

Лабораторна робота №11

Тема: Рефрактометричний аналіз цукрів

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

- Ознайомитись з принципом роботи рефрактометра та його застосуванням для визначення вмісту цукрів у безалкогольних напоях.
- Виконати аналіз вмісту цукрів у безалкогольних напоях за допомогою рефрактометрії.
- Визначити концентрацію цукрів у зразках напоїв, порівнюючи їх з відомими стандартами.

2. Матеріали та обладнання:

- Рефрактометр (ручний або цифровий).
- Безалкогольні напої (наприклад, соки, лимонади, газовані води).
- Вода (для калібрування рефрактометра).
- Капілярні піпетки для нанесення зразків.
- Лабораторні ємності для приготування зразків.
- Стандарти для калібрування рефрактометра (якщо необхідно).
- Мірні стакани або посуд для приготування зразків.
- Листок для запису результатів.

3. Теоретичні відомості:

Рефрактометрія – це метод визначення концентрації розчинених компонентів (в даному випадку цукрів) у рідких зразках шляхом вимірювання показника заломлення світла. Кожна речовина має свій специфічний показник заломлення, і для розчинів він змінюється залежно від концентрації розчинених речовин.

Вимірювання показника заломлення дозволяє визначити концентрацію цукрів у розчині без необхідності використання хімічних реактивів. Цей метод є швидким, простим і дозволяє отримати точні результати.

4. Методика виконання:

4.1. Підготовка рефрактометра:

1. Перевірте, чи рефрактометр правильно відкалібрований. Для цього використовуйте чисту воду, яка повинна мати показник заломлення рівний 1,333. Калібрування

рефрактометра здійснюється за допомогою регулювання шкали, поки показник не стане рівним 1,333.

2. Якщо використовуються стандартні зразки, перевірте їх на відповідність значенням рефракції для конкретних цукрів (наприклад, для глюкози чи фруктози).

4.2. Визначення показника заломлення безалкогольних напоїв:

- Для кожного зразка напою за допомогою капілярної піпетки нанесіть кілька крапель рідини на призму рефрактометра.

- Закрийте рефрактометр і уважно подивіться на шкалу при достатньому освітленні.

- Зніміть показник заломлення з шкали рефрактометра. Якщо використовуєте цифровий рефрактометр, просто зчитайте значення з екрану.

- Запишіть отримані значення для кожного зразка.

4.3. Аналіз результатів:

- Для отриманих значень показників заломлення визначте концентрацію цукрів у зразках, використовуючи відповідну таблицю або калібрувальну криву для конкретного типу цукрів (наприклад, глюкоза або фруктоза). Калібрувальні таблиці можуть бути надані в інструкції до рефрактометра.

- Перевірте отримані значення із стандартами для кожного типу безалкогольного напою. Наприклад, для газованих напоїв вміст цукрів зазвичай становить від 8% до 12%, залежно від виду.

5. Результати роботи:

Таблиця 1. Результати аналізу цукрів у безалкогольних напоях методом рефрактометрії

№ зразка	Напій	Показник заломлення (nD)	Концентрація цукрів (%)
1	Сік апельсиновий	1,345	10,2
2	Лимонад	1,350	11,5
3	Газована вода	1,332	0,8
4	Чорничний сік	1,347	10,8

6. Аналіз отриманих даних:

- Порівняйте значення показника заломлення з очікуваними результатами для кожного типу напою.

- Проаналізуйте можливі відхилення результатів від стандартних значень і обговоріть їх причини.

- Оцініть точність вимірювань та можливі помилки в процесі проведення експерименту (наприклад, забруднення зразка чи неправильне калібрування приладу).

7. Висновки:

- За допомогою методу рефрактометрії було визначено концентрацію цукрів у безалкогольних напоях.

- Рефрактометрія є ефективним та швидким методом для визначення вмісту цукрів у рідких зразках.

- Визначення концентрації цукрів у безалкогольних напоях дозволяє оцінити їх відповідність стандартам якості та забезпечити контроль за безпекою харчових продуктів.

8. Запитання для самоконтролю:

- Як рефрактометр вимірює концентрацію цукрів у безалкогольних напоях?

- Які фактори можуть впливати на точність вимірювань рефрактометром?
- Чому важливо калібрувати рефрактометр перед початком роботи?
- Як обчислюється концентрація цукрів за результатами вимірювання показника заломлення?

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпеки харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Група: ____

Прізвище, ім'я студента: ____

Лабораторна робота №12

Тема: Потенціометрія хлоридів у сирі

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

- Ознайомитись з потенціометричним методом визначення вмісту солі (NaCl) у харчових продуктах.

- Визначити концентрацію натрію хлориду (NaCl) у зразках сиру за допомогою потенціометрії.

- Порівняти отримані результати з нормативними вимогами до вмісту солі в різних сортах сиру.

2. Матеріали та обладнання:

- Потенціометр (наприклад, цифровий або ручний потенціометр).

- Іон-селективний електрод для натрію (Na⁺).

- Сир (вибір зразків залежить від виду сиру, що досліджується).

- Розчин хлориду натрію (NaCl) стандартної концентрації для калібрування.

- Дистильована вода.

- Лабораторні ємності (посуд для приготування зразків).

- Ваги точні для важення зразків.

- Стандартні розчини для калібрування електрода.

- Фільтри для очищення зразків, якщо необхідно.

3. Теоретичні відомості:

Потенціометрія – це метод вимірювання електричної напруги (потенціалу), що виникає в результаті електродних реакцій на розчинену речовину. Іон-селективні електроди дозволяють визначати концентрацію конкретних іонів, наприклад, натрію (Na⁺) в зразках харчових продуктів, таких як сир. Вимірювання потенціалу між іон-селективним електродом і референс-електродом дозволяє встановити концентрацію натрію хлориду (NaCl) у зразку сиру.

4. Методика виконання:

4.1. Підготовка приладів і зразків:

- Перевірте та калібруйте потенціометр згідно з інструкцією виробника. Для цього використовуйте стандартні розчини хлориду натрію, підготовлені на відомих концентраціях.

- Якщо необхідно, зразки сиру попередньо підготувати: подрібнити і відокремити зайву вологу шляхом осушення або фільтрації.

- Підготуйте розчини для калібрування іон-селективного електрода. Це можуть бути стандартні розчини NaCl з відомою концентрацією.

4.2. Визначення вмісту солі:

- Візьміть невелику кількість сиру (наприклад, 5–10 г), помістіть у лабораторну ємність і додайте дистильованої води (загальний об'єм розчину має бути 50–100 мл).

- Добре перемішайте зразок, щоб розчинити натрій хлорид. Якщо це необхідно, фільтруйте розчин для очищення.

- Вставте іон-селективний електрод (для натрію Na⁺) в розчин і виміряйте потенціал за допомогою потенціометра. Запишіть значення потенціалу.

- Зробіть вимірювання для декількох зразків сиру, щоб забезпечити точність результатів.

4.3. Калібрування іон-селективного електрода:

- Перед вимірюванням зразків сирів, калібруйте іон-селективний електрод на стандартних розчинах NaCl з відомою концентрацією (наприклад, 0.1 М, 0.01 М, 0.001 М).

- Запишіть отримані значення потенціалу для кожного стандарту.

4.4. Розрахунок вмісту NaCl:

- Використовуйте калібрувальну криву, побудовану на основі калібрувальних стандартів, для визначення концентрації NaCl у зразках сиру.

- Визначте вміст солі в кожному зразку, порівнюючи вимірний потенціал з калібрувальними даними.

5. Результати роботи:

Таблиця 1. Результати визначення вмісту NaCl у сирах методом потенціометрії

№ зразка	Тип сиру	Потенціал (мВ)	Концентрація NaCl (%)
1	Сир твердої консистенції (наприклад, пармезан)	150	1.9
2	Сир м'якої консистенції (наприклад, брі)	120	1.2
3	Сир плавлений	180	2.1

6. Аналіз отриманих даних:

- Проаналізуйте результати вимірювань, порівнюючи вміст солі у зразках сиру з нормативами, які вказані для різних типів сирів.

- Визначте, чи відповідають результати вимірювань стандартним вимогам для конкретного типу сиру.

- Обговоріть можливі джерела похибок (наприклад, неточність калібрування, змішування з іншими компонентами сиру тощо).

7. Висновки:

- За допомогою потенціометричного методу було визначено вміст NaCl у зразках сиру.

- Метод є зручним і точним для визначення концентрації солі в різних типах сирів, що може бути важливим для контролю якості харчових продуктів.

- Одержані результати дозволяють оцінити відповідність сирів стандартам щодо вмісту солі.

8. Запитання для самоконтролю:

- Як потенціометрія дозволяє визначити концентрацію натрію хлориду в зразку?
- Які фактори можуть вплинути на точність вимірювань потенціометричним методом?
- Чому важливо використовувати калібрувальні стандарти для потенціометричних вимірювань?
- Які є альтернативні методи визначення вмісту солі в харчових продуктах?

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпеки харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Лабораторна робота №13

Тема: Аналіз мас-спектрів контамінантів

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

- Ознайомитись із фізико-хімічними основами мас-спектрометрії (МС) як методу ідентифікації хімічних небезпек.
- Оволодіти навичками розшифровки (інтерпретації) мас-спектрів для ідентифікації контамінантів (пестицидів, мікотоксинів, антибіотиків) у харчових продуктах.
- Навчитися користуватися базами даних мас-спектральних бібліотек для підтвердження наявності токсичних речовин.

2. Матеріали та обладнання:

- Персональний комп'ютер зі встановленим програмним забезпеченням для обробки хромато-мас-спектральних даних (наприклад, ChemStation, Xcalibur).
- Бібліотека мас-спектрів (NIST, Wiley).
- Роздруківки або цифрові файли хроматограм та мас-спектрів дослідних зразків (наприклад, екстракти з овочів, молока, зерна).
- Атлас мас-спектрів основних пестицидів та мікотоксинів.
- Калькулятор.

3. Теоретичні відомості:

Мас-спектрометрія (МС) – це аналітичний метод, який вимірює відношення маси до заряду (m/z) іонів. У харчовому аналізі вона найчастіше поєднується з газовою (ГХ-МС) або рідинною (РХ-МС) хроматографією.

Принцип ідентифікації базується на тому, що кожна молекула при іонізації (наприклад, електронним ударом) розпадається на унікальний набір фрагментів. Графічне відображення цих фрагментів називається мас-спектром.

Ключові поняття для аналізу:

- **Молекулярний іон** : відповідає цілій молекулі, показує її молярну масу.
- **Базовий пік**: найвищий пік у спектрі (приймається за 100% інтенсивності).

- **Фрагментарні іони:** уламки молекули, що дозволяють відновити її структуру («хімічний відбиток пальця»).

4. Методика виконання:

4.1. Первинна обробка хроматограми:

- Отримати хроматограму досліджуваного зразка (наприклад, екстракт яблука на наявність пестицидів).

- Виділити хроматографічні піки, які не є компонентами матриці продукту (шукаємо піки контамінантів).

- Зафіксувати час утримування підозрілого піку.

4.2. Аналіз мас-спектру:

- Для обраного піку відкрити відповідний мас-спектр.

- Визначити пік молекулярного іона (зазвичай це пік з найбільшим значенням m/z у правій частині спектра).

- Виділити основні характерні іони (з найбільшою інтенсивністю).

4.3. Ідентифікація речовини (бібліотечний пошук):

- Порівняти отриманий спектр із еталонними спектрами в базі даних (NIST/Wiley).

- Оцінити параметр «Match Factor» (Коефіцієнт збігу). Значення >800 (або 80%) зазвичай свідчить про надійну ідентифікацію.

- Записати назву ідентифікованої речовини та її клас небезпеки.

4.4. Кількісна оцінка (за площею піку):

6. Використовуючи площу піку та калібрувальний графік, розрахувати концентрацію виявленого контамінанту (умовно, або за наданими даними).

5. Результати роботи:

Таблиця 1. Результати ідентифікації контамінантів за мас-спектрами

№ зразка	Продукт / Матриця	Час утримування (tR), хв	Основні іони (m/z)	Ідентифікована речовина (Match %)	Висновок (ГДК)
1	Яблучний сік	12.45	314, 125, 173	Хлорпірифос (Пестицид), 98%	Перевищує норму
2	Арахіс	8.30	312, 284, 241	Афлатоксин В1 (Мікотоксин), 95%	Небезпечно
3	Молоко пастеризоване	5.15	444, 426, 408	Тетрациклін (Антибіотик), 92%	Слідові кількості

6. Аналіз отриманих даних:

- У зразку №1 (сік) за мас-спектром виявлено характерні іони m/z 97, 197, 314, що з вірогідністю 98% відповідає інсектициду Хлорпірифос. Наявність цього піку свідчить про хімічне забруднення сировини.

- У зразку №2 (арахіс) ідентифіковано Афлатоксин В1 – високотоксичний канцероген. Ідентифікація підтверджена наявністю молекулярного іону 312.

- У зразку №3 виявлено залишки антибіотику. Спектр порівняно з бібліотечним стандартом, збіг високий.

7. Висновки:

- Ознайомились із принципом розшифровки мас-спектрів. Метод дозволяє точно визначити хімічну структуру забруднювача навіть у складних харчових продуктах.

- Встановлено, що мас-спектрометрія забезпечує високу селективність: кожна речовина має унікальний набір іонів, що унеможливорює помилкову ідентифікацію (на відміну від звичайних детекторів).

- За результатами аналізу зразків виявлено перевищення норм безпеки по пестицидах та мікотоксинах, що робить продукти непридатними до споживання.

8. Запитання для самоконтролю:

- Що таке молекулярний іон і яку інформацію він дає про речовину?

- Чим відрізняється мас-спектр "жорсткої" іонізації (електронний удар) від "м'якої" (електроспрей)?

- Яке значення має бібліотека мас-спектрів (NIST) при проведенні рутинного аналізу?

- Які основні групи контамінантів визначають методами ГХ-МС та РХ-МС?

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпечності харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Лабораторна робота №14

Тема: ПЛР-діагностика ГМО

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

- Ознайомитись із методом полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) для виявлення генетично модифікованих організмів (ГМО) у харчових продуктах.

- Оволодіти технікою проведення ПЛР для визначення наявності генетично модифікованих компонентів у зразках.

- Оцінити ефективність застосування ПЛР для виявлення ГМО та порівняти отримані результати з нормативними вимогами щодо вмісту ГМО в харчових продуктах.

2. Матеріали та обладнання:

- ПЛР-термоконтролер (праймери, термоциклер).

- ПЛР-набір для виявлення ГМО.

- Зразки харчових продуктів (наприклад, соєвий борошно, кукурудзяні продукти).

- Дистильована вода.

- Піпетки та наконечники для піпеток.

- Центрифуга для виділення ДНК.

- Лабораторні посудини (пробірки, пробірки для відбору зразків).

- Електрофоретична камера та гель для електрофорезу.

- Стандарти для ПЛР (позитивний і негативний контроль).

- Комп'ютер для аналізу результатів.

3. Теоретичні відомості:

Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) є методом молекулярної біології, що дозволяє експоненціально ампліфікувати певні фрагменти ДНК, роблячи їх доступними для подальшого аналізу. ПЛР застосовується для виявлення генетично модифікованих організмів (ГМО) шляхом ампліфікації специфічних генетичних маркерів, що є характерними для ГМО-

компонентів у харчових продуктах, таких як соя або кукурудза. Це дає можливість визначити наявність генетично модифікованих компонентів у складних сумішах, навіть якщо їх частка в загальному зразку дуже мала.

4. Методика виконання:

4.1. Підготовка зразків та матеріалів:

- Вибір зразків харчових продуктів (наприклад, соєвий борошно, кукурудзяні продукти, харчові добавки, які можуть містити ГМО).

- Важити зразок (приблизно 0.5–1 г) і поміщати його в стерильну пробірку.

- Виділення ДНК з зразка:

- Для цього використовують набір для екстракції ДНК або інший метод, що відповідає вимогам лабораторії.

- Після виділення ДНК її концентрація перевіряється за допомогою спектрофотометра, що дозволяє визначити кількість ДНК у розчині.

4.2. Підготовка ПЛР-реакції:

Готувати ПЛР-реакцію, додаючи до пробірки:

- 10–50 нг ДНК.

- Специфічні праймери для виявлення генетичних маркерів ГМО (наприклад, для сої або кукурудзи).

- ПЛР-реакційний буфер, дезоксирибонуклеотиди, Таq-лігазу.

Після додавання всіх компонентів, суміш ретельно перемішується і готова до ампліфікації.

4.3. ПЛР-ампліфікація:

Реакція ПЛР проводиться на термоконтролері, де забезпечуються наступні температурні цикли:

- Початковий етап денатурації (94–95°C, 5–10 хвилин).

- Цикл денатурації (94–95°C, 30 секунд).

- Цикл відновлення (праймери при температурі 50–60°C, 30 секунд).

- Цикл подовження (72°C, 1 хвилина).

- Кілька повторів циклів (25–40 циклів залежно від застосування).

- Заключний етап подовження (72°C, 10 хвилин).

4.4. Аналіз результатів:

- Після завершення ПЛР, результат перевіряється за допомогою електрофорезу в агарозному гелі.

- Після забігу на гелі, образи фрагментів ДНК зчитуються під ультрафіолетовим світлом.

- Якщо в зразку присутня ДНК ГМО, на гелі з'являється специфічна смужка відповідної довжини.

- Порівнюємо результати з контрольною смужкою (позитивний та негативний контроль).

5. Результати роботи:

Таблиця 1. Результати ПЛР для виявлення ГМО

№ зразка	Продукт	Результат ПЛР (смушка на гелі)	Примітки
1	Соєве борошно	Смушка 200 п.о.	Позитивний результат

№ зразка	Продукт	Результат ПЛР (смужка на гелі)	Примітки
2	Кукурудзяні чіпси	Смужка 500 п.о.	Позитивний результат
3	Зразок хліба	Без смужки	Негативний результат

6. Аналіз отриманих даних:

- Проаналізуйте результат на основі присутності або відсутності смужок на агарозному гелі.

- Визначте наявність ГМО у зразках відповідно до норм і стандартів для харчових продуктів.

- Якщо смужка з певною довжиною фрагмента ДНК присутня, то можна стверджувати про наявність генетично модифікованих організмів в продукті.

7. Висновки:

- Застосування методу ПЛР для виявлення ГМО у харчових продуктах є ефективним та надійним методом.

- Встановлено, що в зразках соєвого борошна та кукурудзяних чіпсів були присутні ГМО, що підтвердилося наявністю відповідних смужок на електрофорезі.

- Результати роботи показують важливість застосування ПЛР для контролю за присутністю ГМО у харчових продуктах і забезпечення їх безпеки для споживачів.

8. Запитання для самоконтролю:

- Як працює метод полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) для виявлення ГМО?

- Які переваги і обмеження має ПЛР для визначення ГМО в харчових продуктах?

- Як можна інтерпретувати результати ПЛР на електрофорезі?

- Які інші методи можна використовувати для виявлення ГМО у харчових продуктах?

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпечності харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Група: ____

Прізвище, ім'я студента: ____

Лабораторна робота № 15

Тема: ДНК-ідентифікація видового складу

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

- Ознайомитись з методами ДНК-аналізу для ідентифікації видового складу харчових продуктів.

- Ознайомитись з принципами використання ДНК-тестування для виявлення фальсифікацій у харчових продуктах.

- Оволодіти навичками застосування молекулярних методів для виявлення фальшивих або підроблених харчових продуктів.

2. Матеріали та обладнання:

- ДНК-екстракційний набір для харчових зразків.

- ПЛР-реакційний набір з праймерами для визначення видового складу.

- ПЛР-термоконтролер.
- Центрифуга для виділення ДНК.
- Електрофоретична камера та агарозний гель для електрофорезу.
- Дистильована вода.
- Піпетки, наконечники для піпеток.
- Стерильні пробірки для зразків.
- Позитивний і негативний контроль.
- Комп'ютер для аналізу результатів.

3. Теоретичні відомості:

ДНК-тестування є одним із найефективніших методів для виявлення фальсифікацій у харчових продуктах, оскільки цей метод дозволяє з точністю ідентифікувати види організмів, що входять до складу продукту. Техніка заснована на використанні полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) для ампліфікації специфічних генетичних маркерів, які є характерними для різних видів тварин або рослин. За допомогою цього методу можна виявити, чи був продукт фальсифікований, наприклад, заміною одного виду на інший.

4. Методика виконання:

4.1. Підготовка зразків:

- Вибір зразків харчових продуктів для аналізу (наприклад, м'ясо, риба, молочні продукти, олія, спеції).
- Зважити зразок (приблизно 0.5–1 г) і подрібнити його в стерильному середовищі.
- Проводити екстракцію ДНК з використанням відповідного набору для виділення ДНК.

4.2. Підготовка ПЛР-реакції:

Приготувати ПЛР-реакцію, додаючи до пробірки:

- 10–50 нг виділеної ДНК.
 - Специфічні праймери, які використовуються для ідентифікації видового складу (наприклад, для ідентифікації м'яса, риби або молочних продуктів).
 - ПЛР-реакційний буфер, дезоксирибонуклеотиди, Таq-лігазу.
- Перемішати суміш і розподілити її по пробірках для ПЛР.

4.3. ПЛР-ампліфікація:

Проводити ПЛР-ампліфікацію в термоконтролері за допомогою наступних циклів:

- Початковий етап денатурації (94–95°C, 5 хвилин).
- Цикл денатурації (94–95°C, 30 секунд).
- Цикл відновлення праймерів (50–60°C, 30 секунд).
- Цикл подовження (72°C, 1 хвилина).
- Завершальний цикл подовження (72°C, 10 хвилин).
- Повторити 25–40 циклів.

4.4. Електрофорез ДНК:

- Після проведення ПЛР, перевірити ампліфікацію ДНК за допомогою електрофорезу в агарозному гелі.
- Додати проби до ліній електрофоретичної камери, забезпечити запуск електричного струму.
- Визначити наявність ампліфікованих фрагментів ДНК за допомогою ультрафіолетової лампи або системи зображення.

4.5. Аналіз результатів:

- Проаналізувати отриману картину на електрофоретичному гелі.
- Якщо в зразку присутня ДНК конкретного виду, то на гелі з'явиться смужка відповідної довжини.
- Порівняти отримані результати з контрольними зразками та визначити, чи є фальсифікація.

5. Результати роботи:

Таблиця 1. Результати ДНК-тестування для виявлення фальсифікацій

№ зразка	Продукт	Виявлені фрагменти ДНК	Примітки
1	М'ясо курки	Смужка 200 п.о. (курка)	Оригінальний продукт
2	М'ясо свині (фальсифікація)	Смужка 500 п.о. (свиня)	Фальсифікація (виявлено свиня)
3	Молоко (підробка)	Смужка 300 п.о. (коров'яча)	Оригінальний продукт
4	Сир (підробка)	Смужка 150 п.о. (коров'яча)	Оригінальний продукт

6. Аналіз отриманих даних:

- Порівняйте отриману картину на електрофорезі з контролем та визначте наявність фальсифікацій.
- Встановіть, чи відповідає видове походження продуктів вимогам стандартів щодо ідентифікації в харчовій промисловості.
- Якщо у зразках виявлено неспівпадіння з еталонними фрагментами ДНК, це свідчить про наявність фальсифікації в харчовому продукті.

7. Висновки:

- Метод ДНК-тестування є надійним для виявлення фальсифікацій у харчових продуктах, оскільки він дозволяє точно ідентифікувати види компонентів продуктів.
- У даній роботі було виявлено фальсифікацію м'яса свині, яке було представлено як м'ясо курки, що підтвердилося на електрофорезі.
- Результати підтверджують важливість використання молекулярних методів для контролю якості та безпеки харчових продуктів.

8. Запитання для самоконтролю:

- Як працює метод ДНК-тестування для виявлення фальсифікацій у харчових продуктах?
- Які переваги та обмеження має використання цього методу в порівнянні з іншими методами виявлення фальсифікацій?
- Як можна інтерпретувати результати ДНК-аналізу для ідентифікації видів у харчових продуктах?

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

Лабораторний журнал з дисципліни «Контроль якості та безпечності харчових продуктів»

Спеціальність: G13 «Харчові технології»

Лабораторна робота 16:

Електрофоретична детекція та захист

Дата виконання: ____

1. Мета роботи:

- Ознайомитись з методикою електрофорезу білків як одного з інструментів для аналізу складу харчових продуктів.
- Навчитись використовувати електрофорез для виявлення специфічних білкових маркерів у харчових зразках.
- Оцінити білковий склад різних харчових продуктів за допомогою цього методу.

2. Матеріали та обладнання:

- Електрофоретична камера.
- Агарозний або поліакриламідний гель для електрофорезу.
- Білковий стандарт для порівняння (наприклад, альбумін, глобулін).
- Зразки харчових продуктів (наприклад, молоко, м'ясо, риба, яйця).
- Буферні розчини для електрофорезу.
- Розчини для фарбування гелю (наприклад, Козарова або Комасі Бріліант Сюрет).
- Піпетки і наконечники для піпеток.
- Центрифуга для обробки зразків.
- Лампа для візуалізації результатів.

3. Теоретичні відомості:

Електрофорез є методом розділення молекул (зокрема білків) на основі їхніх електричних властивостей. Це метод, при якому зразки білків миготять через агарозний чи поліакриламідний гель під впливом електричного поля. Розмір і заряд молекул визначають, як швидко вони переміщуються через гель. Завдяки цьому методу можна отримати чітке розділення білкових компонентів, що є корисним для аналізу складу харчових продуктів, визначення їхнього білкового профілю і виявлення фальсифікацій або змін.

4. Методика виконання:

4.1. Підготовка зразків:

- Виберіть харчовий продукт для аналізу (наприклад, молоко, яйця, риба, м'ясо).
- Візьміть 1-2 г зразка та подрібніть його в стерильних умовах.
- Для екстракції білків з зразка готуйте розчин із використанням відповідного буферу, щоб стабілізувати білки.
- Центрифугуйте зразок для виділення білкових компонентів і відокремлення клітинних решток.

4.2. Підготовка гелю:

- Приготуйте поліакриламідний гель для електрофорезу, змішуючи поліакриламідний порошок з буферним розчином.
- Залийте гель у спеціальну форму для електрофорезу.
- Дайте гелю застигнути протягом 30-40 хвилин.

4.3. Завантаження зразків:

- Після підготовки гелю завантажте зразки білків у лінії гелю.
- Використовуйте стандартні білкові маркери (наприклад, альбумін або глобулін), щоб порівняти міграцію білків у зразках з відомими стандартами.

- Внесіть зразки білка за допомогою піпетки в кожен лінійний гелю.

4.4. Проведення електрофорезу:

- Підключіть електрофоретичну камеру до джерела живлення і встановіть бажану напругу (звичайно від 80 до 150 В в залежності від типу гелю).
- Протягом 1-2 годин білки будуть мігрувати через гелю, в залежності від їхнього розміру і заряду.
- Після завершення електрофорезу відключіть електрофоретичну камеру.

4.5. Фарбування гелю:

- Після завершення електрофорезу гелю слід пофарбувати спеціальним барвником (наприклад, Coomassie Brilliant Blue або Silver Stain), щоб візуалізувати білкові смужки.
- Після фарбування гелю промийте в розчині для фіксації та збереження результатів.

4.6. Візуалізація результатів:

- Візуалізуйте результати під ультрафіолетовим світлом або за допомогою цифрової камери.
- Спостерігайте за чіткими смужками, які відповідають різним білковим компонентам у зразку.
- Порівняйте зразок з білковими стандартами, щоб визначити види білків у харчовому продукті.

5. Результати роботи:

Таблиця 1. Результати електрофорезу білків у харчових продуктах

№ зразка	Продукт	Виділені білкові смужки	Спостереження
1	Молоко	Смужки на рівні 66 кД, 35 кД (казеїн, альбумін)	Нормальний склад білків
2	М'ясо яловичини	Смужки на рівні 150 кД, 45 кД (м'язові білки)	Типовий склад білків
3	Риба	Смужки на рівні 90 кД, 55 кД (тропомиозин, актин)	Присутність основних білків
4	Яйце	Смужки на рівні 40 кД, 25 кД (овальбумін, овомукоїд)	Присутність основних білків

6. Аналіз результатів:

- Спостерігайте за білковими смужками в залежності від їх молекулярної маси.
- Порівняйте види білків у різних продуктах із стандартними зразками для оцінки їх відповідності.
- Якщо в зразку виявлено інші білки або їхня відсутність, це може вказувати на можливу фальсифікацію або зміну складу продукту.

7. Висновки:

- Метод електрофорезу є ефективним для аналізу білкових компонентів у харчових продуктах.
- Використання цього методу дозволяє визначити склад білків та виявити можливі зміни чи фальсифікації продуктів.
- У даній роботі було підтверджено наявність характерних білкових маркерів для молока, м'яса, риби та яєць.

8. Запитання для самоконтролю:

- Як електрофорез дозволяє розділяти білки?

- Як можна визначити білковий склад продукту за допомогою електрофорезу?
- Як інтерпретувати результати електрофорезу для виявлення фальсифікацій у харчових продуктах?

Підпис викладача: ____

Оцінка: ____

У процесі проведення лабораторних робіт ми мали можливість ознайомитися з різноманітними методами аналізу харчових продуктів, що дозволяють оцінити їх якість та безпеку. Завдяки застосуванню хімічних, фізичних та біохімічних методів, таких як хроматографія, спектрофотометрія, титрування, рефрактометрія, електрофорез та інші, ми змогли здійснити детальний аналіз різних компонентів харчових продуктів, виявити пестициди, важкі метали, мікотоксини, антиоксиданти, а також визначити рівень білків, жирів, вологи та інших складових.

Проведені дослідження підтвердили важливість ретельного контролю якості на всіх етапах виробництва харчових продуктів. Виявлення потенційно небезпечних для здоров'я речовин, таких як пестициди та важкі метали, має критичне значення для забезпечення безпеки споживачів. Крім того, аналіз властивостей пакувальних матеріалів показав, як вони можуть впливати на збереження якості продуктів, що ще раз підкреслює необхідність урахування всіх аспектів виробничого процесу для досягнення високих стандартів якості.

Завдяки методам на основі принципів НАССР (аналітичне визначення небезпек на кожному етапі виробництва) вдалося оцінити ймовірні ризики для здоров'я, пов'язані з конкретними харчовими продуктами, а також визначити можливості для зниження цих ризиків через коригування технологічних процесів.

Практичне застосування сучасних аналітичних методів дозволяє не тільки виявляти наявність шкідливих компонентів, але й проводити точний і кількісно визначений аналіз складу продуктів. Виявлення фальсифікацій, таких як заміна натуральних інгредієнтів на синтетичні або використання неякісної сировини, є одним із пріоритетних завдань для забезпечення довіри споживачів до харчової промисловості.

Використання таких методів також дозволяє виробникам удосконалювати технології, дотримуватися міжнародних і національних стандартів та рекомендацій, що сприяє підвищенню якості продукції. Проведення аналізу на відповідність різним стандартам забезпечує захист не лише здоров'я споживачів, але й імідж підприємства.

Отже, виконані лабораторні роботи демонструють важливість високотехнологічного підходу до контролю якості харчових продуктів. Вони є важливим етапом у підготовці спеціалістів у сфері харчових технологій, допомагаючи формувати навички, необхідні для забезпечення безпеки та якості продукції на всіх етапах її виробництва. Продовження досліджень у цій сфері дозволить вдосконалювати існуючі методи, а також відкривати нові, більш точні і доступні технології для гарантування безпеки харчових продуктів у майбутньому.

Зібрані дані та отримані результати можуть стати основою для подальших наукових досліджень у галузі контролю якості харчових продуктів і їх сертифікації, що допоможе підвищити рівень продовольчої безпеки та сприяти розвитку харчової промисловості в Україні та за її межами.

Рекомендовані джерела інформації

Основна література

I. Підручники та навчальні посібники:

1. Контроль якості та безпека харчових продуктів (автори: Куценко Т. М., Борисова О. В.)
2. Технологія харчових продуктів: теорія і практика (автори: Мельник В. П., Пархоменко М. В.)
3. Основи стандартизації та управління якістю (автори: Зайцев П. М., Гнатюк М. П.)

II. Монографії:

1. Безпека і якість харчових продуктів в Україні (автори: Пищик В. М., Скляр А. О.)
2. Хімічний склад і властивості харчових продуктів (автори: Яковлев Ю. Л., Рудь В. О.)

III. Наукові статті та журнали:

1. "Харчова наука і технологія" – український науковий журнал, присвячений дослідженням у галузі харчових технологій, якості та безпеки продуктів.
2. "Товари та ринки" – журнал, який публікує статті про контроль якості та сертифікацію харчових продуктів на українському ринку.
3. "Вісник аграрної науки" – публікує статті, що охоплюють питання аграрних технологій, харчової промисловості та контролю якості продуктів.

IV. Законодавчі акти та стандарти:

1. ДСТУ ISO 22000 – українські стандарти, що базуються на міжнародних вимогах до систем управління безпекою харчових продуктів.
2. Закон України "Про основні принципи та вимоги до безпеки і якості харчових продуктів" – ключовий законодавчий акт у сфері контролю харчових продуктів в Україні.

Допоміжна література

1. Міністерство аграрної політики та продовольства України
Офіційний сайт містить інформацію про законодавчі акти, стандарти і програми щодо контролю якості та безпеки харчових продуктів в Україні.
<https://minagro.gov.ua>
2. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів
Тут можна знайти актуальні норми, законодавчі акти та інформацію про проведені перевірки якості продуктів харчування на українському ринку.
<https://dpss.gov.ua>
3. Українська асоціація постачальників торговельних мереж Публікує новини та аналітику щодо якості продуктів, стандартів, безпеки харчування та ринкових тенденцій.
<https://www.suppliers.com.ua>
4. Інститут продовольчих ресурсів НААН України
Сайт містить дослідження і публікації про технології харчових продуктів, включаючи питання якості та безпеки продуктів.
<http://iprkyiv.com>
5. Всеукраїнська мережа ОПОРА
Інформаційно-аналітичний ресурс, який надає звіти про контроль якості товарів, зокрема харчових продуктів, на українському ринку.
<https://opora.org.ua>
6. Наукова електронна бібліотека НАУКОВА ПЕРІОДИКА УКРАЇНИ

Веб-ресурс, що надає доступ до українських наукових журналів, включаючи ті, що стосуються харчових технологій і контролю якості.

<http://journals.uran.ua>

7. Український центр сертифікації та експертизи продукції

Офіційний сайт організації, що надає інформацію про стандарти та процедури сертифікації харчових продуктів в Україні.

<http://ukrsepro.com.ua>.

IV. САМОСТІЙНА РОБОТА

Контроль якості та безпечності харчових продуктів (для студентів спеціальності G13 «Харчові технології»)

4.1. Пояснення до виконання самостійних завдань:

Самостійна робота є важливою складовою навчального процесу та спрямована на поглиблення, узагальнення і практичне застосування знань, отриманих на лекціях і лабораторних заняттях.

Виконуючи завдання, студент має навчитися самостійно шукати, аналізувати та систематизувати інформацію, критично її оцінювати й робити власні висновки.

Загальні рекомендації:

Ознайомтесь з темою у конспекті лекції, підручниках або рекомендованій літературі. Звертайте увагу на основні терміни, визначення, формули, принципи методів.

Виконуйте завдання письмово або у друкованій формі, з чітким структуруванням матеріалу (вступ, основна частина, висновки).

Посилайтеся на джерела інформації, якщо використовуєте наукові статті, стандарти або інтернет-ресурси.

Для розрахункових завдань обов'язково подавайте хід обчислень і одиниці вимірювання.

Для аналітичних чи творчих завдань (підготовка повідомлення, таблиці, схеми, міні-презентації) важливо вказати джерела та обґрунтувати власну позицію.

Оформлення результатів:

- Текст набирається шрифтом 12–14 кегля, інтервал 1,0–1,5;
- Таблиці та рисунки нумеруються і мають назву;
- Висновки подаються коротко (3–5 речень).

Як підготуватися до перевірки:

Перед здачею або обговоренням результатів викладач може провести коротке опитування чи тест для перевірки рівня засвоєння матеріалу. Рекомендується повторити:

- ключові поняття теми;
- приклади методів контролю;
- основні нормативні документи;
- типові показники якості та безпеки продукції.

Очікувані результати:

Після виконання самостійних завдань студент повинен уміти:

- орієнтуватися в системі контролю якості та безпечності харчових продуктів;
- пояснювати принципи методів хімічного, фізико-хімічного й інструментального аналізу;

- аналізувати отримані результати та робити обґрунтовані висновки;
- застосовувати теоретичні знання для вирішення практичних ситуацій у сфері харчових технологій.

Таблиця 4.1. Завдання для самостійної роботи студентів

№	Розділ / тема	Приблизні завдання для самостійного опрацювання	Очікуваний результат
Вступ	Значення контролю якості та безпечності харчових продуктів	1. Опрацювати структуру системи контролю якості в Україні. 2. Підготувати короткий реферат про роль державних і міжнародних стандартів (ISO, НАССР). 3. Скласти схему «Етапи контролю якості на виробництві».	Розуміння ролі системи контролю, знання основних організацій і стандартів.
Модуль 1. Безпека харчових продуктів	1. Класи небезпечних факторів (біологічні, хімічні, фізичні). 2. Огляд нормативів безпечності (ГДК, МДУ, МДР). 3. Підготувати порівняльну таблицю «Джерела забруднення – наслідки для здоров'я».	Здатність ідентифікувати типи ризиків і розуміти їх вплив на споживача.	
Модуль 2. Тестові хімічні та інструментальні методи аналізу	1. Описати принцип роботи тест-смужок для визначення нітратів, глюкози, антибіотиків. 2. Провести порівняння класичних і експрес-методів. 3. Скласти таблицю «Переваги та обмеження швидких тестів».	Розуміння можливостей і практичного значення швидких методів аналізу.	
Модуль 3. Інструментальні фізико-хімічні методи аналізу	1. Підготувати коротке повідомлення про застосування спектрофотометрії у контролі харчових продуктів. 2. Навести приклади використання хроматографії в аналізі харчових добавок. 3. Розрахувати концентрацію розчину за даними спектрофотометричного вимірювання (за формулою Бугера–Ламберта–Бера).	Уміння аналізувати результати інструментального контролю, проводити базові розрахунки.	
Модуль 4. Молекулярні методи аналізу	1. Знайти приклади сучасних технологій моніторингу якості (біосенсори, наноматеріали, IoT). 2. Проаналізувати конкретний	Уміння застосовувати сучасні знання та аналітичні навички для оцінки тенденцій	

№	Розділ / тема	Приблизні завдання для самостійного опрацювання	Очікуваний результат
харчових продуктів	випадок фальсифікації продуктів (на основі публікації чи новини). 3. Підготувати презентацію «Екологічна безпека упаковки харчових продуктів».	розвитку контролю якості.	

4.2. Приклад 1 виконання самостійного завдання

Дисципліна: Контроль якості та безпечності харчових продуктів

Змістовий модуль 1. Безпека харчових продуктів

Тема 1.3. Хімічні ризики в харчових продуктах: пестициди, важкі метали, мікотоксини

Завдання:

Підготувати порівняльну таблицю «Джерела хімічних забруднень у харчових продуктах – наслідки для здоров'я людини» та зробити короткий висновок щодо найпоширеніших ризиків в Україні.

1. Короткий теоретичний огляд

Хімічні ризики в харчових продуктах – це наявність у них токсичних речовин природного або антропогенного походження, які можуть становити загрозу для здоров'я людини навіть у низьких концентраціях. До основних груп хімічних забруднювачів належать:

- Пестициди – залишкові кількості засобів захисту рослин у сільськогосподарській продукції;
- Важкі метали – свинець, кадмій, ртуть, мідь, що надходять із ґрунту, води або під час технологічної обробки;
- Мікотоксини – вторинні метаболіти пліснявих грибів, що уражають зерно, горіхи, корми;
- Нітрати й нітроти – наслідок надмірного застосування азотних добрив;
- Компоненти пакувальних матеріалів – міграція бісфенолу А, фталатів, полімерних залишків у продукти.

2. Таблиця 4.2. Джерела хімічних забруднень і можливі наслідки для здоров'я людини

№	Тип забруднювача	Основне джерело потрапляння	Потенційні наслідки для організму
1	Пестициди (органофосфати, хлорорганічні сполуки)	Обробка полів, залишки у фруктах та овочах	Порушення роботи нервової системи, ризик онкозахворювань
2	Важкі метали (Pb, Cd, Hg)	Забруднені ґрунти, вода, технологічне обладнання	Токсичний вплив на печінку, нирки, нервову систему
3	Мікотоксини (афлатоксини, охратоксини)	Пліснявіння зерна, горіхів, кави, кормів	Пошкодження печінки, канцерогенний ефект
4	Нітрати та нітроти	Надлишкове використання добрив, неякісна вода	Метгемоглобінемія, розлади кровообігу
5	Бісфенол А, фталати	Полімерна упаковка	Порушення гормонального

№	Тип забруднювача	Основне джерело потрапляння	Потенційні наслідки для організму
		пластикові пляшки	балансу, ризики репродуктивних розладів

3. Висновок

Найактуальнішими хімічними ризиками для України залишаються залишки пестицидів, важких металів та мікотоксини, особливо у зернових, овочах, фруктах і молочній продукції.

Для зменшення впливу цих забруднювачів необхідно впроваджувати системи НАССР, здійснювати регулярний лабораторний контроль та використовувати екологічно безпечні агротехнології.

Вирішальну роль у профілактиці відіграють міжнародні стандарти Codex Alimentarius, ISO 22000:2018, а також національні норми ДСанПіН 2021.

4. Список використаних джерел

1. Продовольча та сільськогосподарська організація Об'єднаних Націй (ФАО) . *Безпека та якість харчових продуктів: залишки пестицидів та забруднювачі в продуктах харчування*. Рим, 2022.

2. Європейське агентство з безпеки харчових продуктів (EFSA) . *Звіт Європейського Союзу за 2023 рік про залишки пестицидів у харчових продуктах*. EFSA Journal, 2024, 22(5): e08576.

3. Гнатюк, Т.І., Мельник, І.В. *Безпечність харчових продуктів: сучасні ризики та методи контролю*. К.: НУХТ, 2023.

4. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів. *Щорічна доповідь про стан безпечності харчових продуктів в Україні 2023 року*. Київ, 2024.

5. ДСТУ ISO 22000:2019. *Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга*. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020.

Очікуваний результат

Після виконання завдання студент повинен уміти:

- визначати основні групи хімічних ризиків у харчових продуктах;
- описувати джерела їх походження;
- аргументувати необхідність контролю за нормативами безпечності;

правильно оформлювати науково-інформаційні роботи із посиланнями на сучасні джерела.

4.3. Приклад 2 виконання самостійного завдання

Дисципліна: Контроль якості та безпечності харчових продуктів

Змістовий модуль 2. Тестові хімічні методи аналізу

Тема: Використання експрес-методів для контролю вмісту нітратів у свіжих овочах

Завдання:

Проаналізувати ефективність використання портативного нітратоміра для контролю свіжих овочів (огірки, капуста, буряк). Порівняти отримані результати з гранично допустимими рівнями (ГДР) нітратів і зробити висновок про придатність продукту до споживання.

1. Короткий теоретичний огляд

Нітрати – це солі азотної кислоти, що надходять у рослини переважно з мінеральних добрив. У надмірних кількостях вони можуть накопичуватися в овочах і перетворюватися в токсичні нітрити, які спричиняють метгемоглобінемію та порушення транспорту кисню в крові.

Для швидкої оцінки вмісту нітратів застосовують тест-смужки або портативні нітратоміри, які працюють на принципі іоноселективного електроду.

2. Проведення аналізу (умовний приклад)

Для дослідження обрано три зразки свіжих овочів місцевого ринку. Вимірювання виконано за допомогою нітратоміра GreenTest 5 (Білорусь, 2023).

Результати подано в таблиці.

Таблиця 3. Вміст нітратів у досліджуваних зразках

№	Продукт	Отримане значення, мг/кг	Гранично допустимий рівень (ГДР), мг/кг*	Висновок
1	Огірки	280	400	В межах норми
2	Капуста білоголова	620	500	Перевищення норми
3	Буряк столовий	1450	1400	Незначне перевищення

*Дані за ДСанПіН України 2021 р. «Гігієнічні нормативи вмісту нітратів у харчових продуктах».

3. Аналіз результатів

Отримані результати свідчать, що два з трьох зразків мають підвищений рівень нітратів, що може бути зумовлено:

- надмірним застосуванням азотних добрив;
- збиранням урожаю до повного дозрівання;
- недостатнім вимиванням нітратів із ґрунту через нестачу вологи.

Підвищення вмісту нітратів понад ГДР може становити ризик для споживачів, особливо для дітей. У таких випадках рекомендується термічна обробка або вимочування овочів, що знижує концентрацію нітратів на 30–50 %.

4. Висновок

Портативні нітратоміри дають змогу швидко, безпечно та доступно контролювати якість свіжих овочів без складного лабораторного обладнання. Отримані результати підтверджують, що експрес-методи можуть ефективно використовуватися у системі оперативного контролю НАССР на етапі приймання сировини. Водночас їх слід застосовувати як орієнтовний метод, результати якого потребують підтвердження лабораторним аналізом.

V. ГЛОСАРІЙ ДО ДИСЦИПЛІНИ

Контроль якості та безпечності харчових продуктів (для студентів спеціальності G13 «Харчові технології»)

Глосарій допоможе вам краще розуміти основні поняття, що використовуються у дисципліні **«Контроль якості та безпечності харчових продуктів»**. У ньому подано визначення ключових термінів, які зустрічаються в лекціях, лабораторних роботах і нормативних документах.

Користуйтеся глосарієм як довідником під час навчання: звертайтеся до нього при підготовці звітів, виконанні самостійних завдань і повторенні матеріалу перед модульним контролем.

Рекомендується також доповнювати глосарій власними термінами, які ви зустрічаєте у сучасній літературі або практичній роботі.

Пояснення до глосарію:

Глосарій до дисципліни укладено з метою допомоги студентам у засвоєнні основних понять, термінів і скорочень, що використовуються під час вивчення курсу. Він охоплює ключові категорії, які формують базу знань для розуміння сучасних підходів до оцінки якості, безпечності та автентичності харчових продуктів.

Глосарій виконує кілька функцій:

- **Навчальну** – забезпечує правильне розуміння змісту термінів.
- **Практичну** – допомагає користуватися професійною термінологією при оформленні звітів, доповідей і тестів.
- **Комунікативну** – уніфікує вживання понять у навчанні, науці та виробництві.
- **Професійну** – формує мовну компетентність майбутніх технологів і фахівців із контролю якості.

Глосарій структуровано за чотирма змістовими модулями курсу, що відповідають етапам вивчення дисципліни:

ЗМ 1 - Безпека харчових продуктів;

ЗМ 2 - Тестові хімічні методи аналізу;

ЗМ 3 - Інструментальні фізико-хімічні методи;

ЗМ 4 - Молекулярні методи аналізу харчових продуктів.

Під час роботи з глосарієм студент може:

- користуватися ним як довідником при виконанні лабораторних робіт;
- складати власний словник нових термінів;
- використовувати визначення у курсових та реферативних роботах;
- готуватися до модульного або підсумкового контролю.

ЗМ 1. Безпека харчових продуктів

Безпечність харчових продуктів – відсутність у продуктах харчування шкідливих речовин або факторів, що можуть негативно вплинути на здоров'я споживачів.

Якість харчових продуктів – сукупність властивостей харчових продуктів, що визначають їхню придатність для споживання.

Харчова безпека – здатність держави забезпечити населення безпечними, якісними та доступними продуктами харчування.

НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) – система аналізу небезпечних факторів і контролю критичних точок, що гарантує безпеку харчових продуктів.

Критична контрольна точка (ККТ) – етап виробництва, де можливе запобігання або усунення небезпеки для безпеки продукту.

Пестициди – хімічні сполуки, що застосовуються для захисту рослин, але можуть бути небезпечними при перевищенні допустимого рівня.

Важкі метали – токсичні елементи (свинець, кадмій, ртуть, миш'як тощо), що накопичуються у тканинах організму.

Мікотоксини – отруйні речовини, утворені пліснявими грибами у продуктах рослинного походження.

Codex Alimentarius – міжнародний звід стандартів і рекомендацій щодо безпеки харчових продуктів.

ISO 22000 – міжнародний стандарт системи управління безпечністю харчових продуктів.

ЗМ 2. Тестові хімічні методи аналізу

Гравіметричний метод аналізу – визначення кількості речовини за масою осаду або залишку після висушування.

Вологовміст – кількість води у харчовому продукті, що впливає на термін його зберігання.

Сухі речовини – частина продукту, що залишається після видалення вологи.

Титриметрія – метод аналізу, заснований на вимірюванні об'єму стандартного розчину, який реагує з досліджуваною речовиною.

Індикатор – речовина, що змінює колір у точці еквівалентності під час титрування.

Фальсифікація харчових продуктів – навмисна зміна складу або властивостей продуктів з метою обману споживача.

Біосенсор – прилад, який використовує біологічні компоненти (ферменти, антитіла, ДНК) для визначення речовин у продукті.

Портативний аналізатор – компактний пристрій для експресконтролю якості харчових продуктів у виробничих умовах.

ЗМ 3. Інструментальні фізико-хімічні методи аналізу

Абсорбція – процес поглинання речовини з однієї фази іншою (наприклад, газу рідиною).

Аналізатор спектру – прилад для вимірювання інтенсивності світла на різних довжинах хвиль.

Атомно-абсорбційна спектроскопія (ААС) – метод визначення вмісту елементів за поглинанням світла атомами.

Бланковий зразок – контрольний зразок без досліджуваного компонента для калібрування приладу.

Валідація методу – перевірка аналітичного методу на точність, правильність, відтворюваність і лінійність.

Випромінювання – енергія, що випромінюється у вигляді електромагнітних хвиль або частинок.

Газова хроматографія (ГХ) – метод розділення сумішей летких сполук за допомогою інертного газу-носія.

Детектор – пристрій, який реєструє аналітичний сигнал (світловий, електричний, тепловий тощо).

Калібрувальна крива – графік залежності сигналу приладу від концентрації аналіту.

Капілярна електрофорез – метод розділення речовин у електричному полі за швидкістю їх руху.

Квантова ефективність – здатність атомів або молекул поглинати або випромінювати фотони певної енергії.

Мас-спектрометрія (МС) – метод визначення складу речовини за масами іонів.

Оптична густина – величина, пропорційна концентрації речовини, що поглинає світло.

Пікове значення – максимум сигналу на хроматограмі або спектрі, що відповідає певному компоненту.

Рефрактометрія – метод визначення концентрації речовин за показником заломлення світла.

Спектрофотометрія – метод вимірювання інтенсивності світла, що пройшло через зразок.

Термогравіметрія – метод визначення масових змін речовини при нагріванні.

Хроматографія – метод розділення сумішей речовин між рухомою та нерухомою фазами.

Якісний аналіз – визначення наявності певних компонентів у зразку.

Кількісний аналіз – визначення кількості або концентрації певних речовин у зразку.

ЗМ 4. Молекулярні методи аналізу харчових продуктів

Біосенсор – аналітичний пристрій, що поєднує біологічний елемент (ензим, антитіло, клітину) з фізичним сенсором.

Велика харчова даність (Food Data Science) – використання аналітики та штучного інтелекту для оцінки якості продуктів.

Випробування in situ – аналіз безпосередньо на виробництві або у польових умовах.

Діджиталізація контролю якості – впровадження цифрових технологій у процес моніторингу безпечності продуктів.

Інтернет речей (IoT) – система підключених пристроїв, які обмінюються даними у реальному часі (наприклад, сенсори у харчовому виробництві).

Керування ризиками (Risk Management) – системний процес виявлення, оцінки та зниження ризиків у харчовому ланцюгу.

Нанотехнології в харчовій промисловості – застосування наноматеріалів для пакування, збереження чи сенсорного контролю продуктів.

Портативний аналізатор – переносний прилад для швидкої оцінки складу продуктів без лабораторії.

QR-кодування продуктів – технологія відстеження походження та якості через цифровий код.

Розумне пакування (smart packaging) – пакування, яке реагує на зміни стану продукту (температура, рН, газу).

Система НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points) – система аналізу небезпек і контролю критичних точок виробництва.

Система простежуваності (Traceability) – можливість відстежити шлях продукту від виробництва до споживача.

Штучний інтелект у харчовому аналізі – використання алгоритмів машинного навчання для передбачення якості продуктів.

Фальсифікація продуктів – навмисна заміна, змішування або неправильне маркування продуктів.

Фотометричні сенсори – пристрої, що вимірюють інтенсивність світла для визначення складу зразка.

Цифровий контроль якості – система автоматичного збору й аналізу даних про параметри безпеки продуктів у реальному часі.

Швидкі методи тестування – експрес-методи аналізу, які дозволяють отримати результат за декілька хвилин.

Примітка. Студент може доповнювати глосарій новими поняттями під час виконання лабораторних та самостійних робіт, використовуючи сучасну наукову літературу (не раніше 2020 р.).

VI. ПРАКТИЧНІ КЕЙСИ ДО ДИСЦИПЛІНИ

Мета розділу:

- Ознайомити студентів із реальними ситуаціями у сфері контролю харчових продуктів.

- Розвинути навички оцінки безпечності та якості продуктів.

- Навчити приймати рішення на основі нормативних документів і результатів аналізу.

Завдання розділу:

- Порівняння фактичного складу продуктів із нормативними показниками.

- Виявлення фальсифікації та порушень стандартів.

- Оцінка харчової цінності продуктів.

- Прийняття практичних рішень щодо безпечності та використання продуктів.

Інструкція для студента:

- Ознайомитися з даними по кожному кейсу.

- Порівняти фактичні дані з нормативами.

- Дати висновок щодо безпечності та якості продукту.

Джерела нормативів:

- ДСанПіН 8.8.1.2.4.001-98

- Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів»

- Рекомендації ВООЗ

- Технічні регламенти та стандарти України

Кейс 1–20: Безпека харчових продуктів та токсичні речовини

№	Продукт	Маса зразка	Вміст речовини	Норма	Розрахунок	Висновок
1	Яблука	100 г	0,02 г пестициду	0,5 мг/кг	$0,02 \text{ г} = 20 \text{ мг} \rightarrow 20/0,1 = 200 \text{ мг/кг}$	Перевищення
2	Мед	250 г	0,3 мг миш'яку	0,1 мг/кг	$0,3 / 0,25 = 1,2 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 12 разів
3	Яблучний сік	200 г	0,05 г нітратів	50 мг/кг	$0,05 \text{ г} = 50 \text{ мг} \rightarrow 50/0,2 = 250 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 5 разів
4	Риба	500 г	0,25 г ртуті	0,5 мг/кг	$0,25 \text{ г} = 250 \text{ мг} \rightarrow 250/0,5 = 500 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 1000 разів
5	Сир	150 г	0,015 г солей важких металів	0,1 мг/кг	$0,015 \text{ г} = 15 \text{ мг} \rightarrow 15/0,15 = 100 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 1000 разів
6	Огірки	300 г	0,06 г пестицидів	0,5 мг/кг	$0,06 \text{ г} = 60 \text{ мг} \rightarrow 60/0,3 = 200 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 400 разів
7	Картопля	500 г	0,1 г нітратів	50 мг/кг	$0,1 \text{ г} = 100 \text{ мг} \rightarrow 100/0,5 = 200 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 4 рази
8	Морква	250 г	0,02 г нітратів	60 мг/кг	$0,02 \text{ г} = 20 \text{ мг} \rightarrow 20/0,25 = 80 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 1,33 рази
9	Молоко	1 л (~1 кг)	0,0005 г свинцю	0,02 мг/кг	$0,0005 \text{ г} = 0,5 \text{ мг} \rightarrow 0,5/1 = 0,5 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 25 разів
10	Ківі	200 г	0,002 г пестицидів	0,5 мг/кг	$0,002 \text{ г} = 2 \text{ мг} \rightarrow 2/0,2 = 10 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 20 разів
11	Шоколад	100 г	0,001 г кадмію	0,1 мг/кг	$0,001 \text{ г} = 1 \text{ мг} \rightarrow 1/0,1 = 10 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 100 разів
12	Лимон	150 г	0,0015 г пестицидів	0,5 мг/кг	$0,0015 \text{ г} = 1,5 \text{ мг} \rightarrow 1,5/0,15 = 10 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 20 разів
13	Помідори	200 г	0,004 г пестицидів	0,5 мг/кг	$0,004 \text{ г} = 4 \text{ мг} \rightarrow 4/0,2 = 20 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 40 разів
14	Банан	150 г	0,0015 г пестицидів	0,5 мг/кг	$0,0015 \text{ г} = 1,5 \text{ мг} \rightarrow 1,5/0,15 = 10 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 20 разів
15	Куряче філе	300 г	0,0009 г антибіотика	0,1 мг/кг	$0,0009 \text{ г} = 0,9 \text{ мг} \rightarrow 0,9/0,3 = 3 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 30 разів
16	Горіхи	100 г	0,0002 г свинцю	0,1 мг/кг	$0,0002 \text{ г} = 0,2 \text{ мг} \rightarrow 0,2/0,1 = 2 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 20 разів
17	Виноград	250 г	0,005 г пестицидів	0,5 мг/кг	$0,005 \text{ г} = 5 \text{ мг} \rightarrow 5/0,25 = 20 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 40 разів
18	Яйця	60 г	0,00006 г миш'яку	0,1 мг/кг	$0,00006 \text{ г} = 0,06 \text{ мг} \rightarrow 0,06/0,06 = 1 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 10 разів
19	Пшениця	500 г	0,05 г нітратів	50 мг/кг	$0,05 \text{ г} = 50 \text{ мг} \rightarrow 50/0,5 = 100 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 2 рази
20	Апельсин	200 г	0,001 г пестицидів	0,5 мг/кг	$0,001 \text{ г} = 1 \text{ мг} \rightarrow 1/0,2 = 5 \text{ мг/кг}$	Перевищення у 10 разів

Додаткові завдання:

- Визначити продукти з найвищим ризиком для здоров'я.
- Розробити план контролю якості для обраних продуктів.
- Пояснити різницю норм для різних продуктів.

Кейс 21–30: Контроль якості та фальсифікація продуктів

№	Продукт	Завдання	Метод контролю	Висновок / Рекомендації
21	Олія	Рафінована чи нерафінована	Органолептичний	
22	Мед	Натуральний чи підроблений	Фізико-хімічний	
23	Сік	Натуральний чи розведений	Органолептичний	
24	Молоко	Натуральне чи розведене	Фізико-хімічний	
25	Сир	Натуральний чи підроблений	Органолептичний	
26	Ковбаса	Натуральна чи підроблена	Фізико-хімічний	
27	Вино	Натуральне чи підроблене	Органолептичний	
28	Пиво	Натуральне чи підроблене	Фізико-хімічний	
29	Шоколад	Натуральний чи підроблений	Органолептичний	
30	Кава	Натуральна чи підроблена	Фізико-хімічний	

Кейс 31–40: Практичні оцінки без розрахунків

№	Об'єкт оцінки	Завдання	Метод контролю	Висновок / Рекомендації
31	Вода	Відповідає стандартам питної води?	Органолептичний	
32	Повітря	Відповідає нормам якості повітря?	Фізико-хімічний	
33	Ґрунт	Відповідає стандартам ґрунту?	Органолептичний	
34	С/г продукція	Відповідає нормам безпеки?	Фізико-хімічний	
35	Харчові добавки	Відповідає стандартам?	Органолептичний	
36	Корма	Відповідає стандартам?	Фізико-хімічний	
37	Ветеринарні препарати	Відповідає стандартам?	Органолептичний	
38	Пакувальні матеріали	Відповідає стандартам?	Фізико-хімічний	
39	Етикетки	Відповідає стандартам?	Органолептичний	
40	Реклама харчових продуктів	Відповідає стандартам?	Фізико-хімічний	

Приклади виконання кейсів

Приклад 1: Яблука

- Маса зразка: 100 г
- Вміст пестициду: 0,02 г
- Норма: 0,5 мг/кг

Розрахунок: $0,02 \text{ г} = 20 \text{ мг}; 20/0,1 \text{ кг} = 200 \text{ мг/кг}$

Кратність перевищення: $200 / 0,5 = 400$

Висновок: продукт небезпечний для споживання.

Методи контролю: сертифіковані джерела, аналіз пестицидів (титриметрія, ХЛ/ГХ), контроль на етапі постачання та зберігання.

Приклад 2: Морква

- Маса зразка: 250 г
- Вміст нітратів: 0,02 г
- Норма: 60 мг/кг

Розрахунок: $0,02 \text{ г} = 20 \text{ мг}; 20/0,25 \text{ кг} = 80 \text{ мг/кг}$

Кратність перевищення: $80 / 60 \approx 1,33$

Висновок: продукт потенційно небезпечний при частому споживанні.

Методи контролю: контроль добрив, спектрофотометрія для нітратів, періодичний моніторинг продукції.

Приклад 3: Куряче філе

- Маса зразка: 300 г
- Вміст антибіотика: 0,0009 г
- Норма: 0,1 мг/кг

Розрахунок: $0,0009 \text{ г} = 0,9 \text{ мг}; 0,9/0,3 \text{ кг} = 3 \text{ мг/кг}$

Кратність перевищення: $3 / 0,1 = 30$

Висновок: продукт небезпечний для здоров'я.

Методи контролю: контроль використання антибіотиків у тваринництві, хроматографія для регулярного аналізу.

Узагальнені поради для студентів

- Перевіряйте одиниці вимірювання і конверсії ($\text{г} \rightarrow \text{мг}$, $\text{г} \rightarrow \text{кг}$).
- Уважно записуйте всі розрахунки для обґрунтованих висновків.
- Використовуйте таблиці нормативів для швидкого порівняння.
- Визначайте продукти з найвищим ризиком для здоров'я.
- Складіть план контролю: методи аналізу, частота перевірок, профілактика забруднення.
- Розумійте різницю в нормах для різних продуктів та її зв'язок з харчовою цінністю.

Розділ поєднує розрахункові кейси та практичні оцінки, формуючи у студентів цілісне розуміння контролю безпечності, харчової цінності та фальсифікації продуктів.

VII. ПІСЛЯМОВА

Завершуючи опрацювання навчального посібника «Контроль якості та безпечності харчових продуктів», студент отримує не лише знання про теоретичні основи аналізу харчових продуктів, але й практичні вміння, необхідні для роботи у сучасній харчовій промисловості. Представлені у посібнику змістові модулі дають цілісне уявлення про комплексний підхід до оцінювання якості, виявлення фальсифікацій, дослідження пакувальних матеріалів, аналіз хімічних ризиків і впровадження систем управління безпечністю продукції.

Здобуті знання формують професійні компетентності, що є ключовими для фахівця з харчових технологій:

- здатність застосовувати аналітичні методи для контролю складу та безпечності продуктів;
- вміння оцінювати ризики на різних етапах виробництва та запроваджувати принципи системи HACCP;
- розуміння нормативно-правових вимог і міжнародних стандартів (ISO 22000, Codex Alimentarius тощо);
- готовність використовувати сучасні інструментальні й молекулярні методи аналізу, що відповідають вимогам інноваційної харчової індустрії;
- розвиток екологічного мислення та відповідального ставлення до споживача, довкілля і безпеки харчового ланцюга.

Матеріал посібника спрямований на те, щоб майбутні фахівці могли самостійно аналізувати ситуації, приймати науково обґрунтовані рішення, ефективно діяти у лабораторних і виробничих умовах, дотримуючись етичних та професійних норм.

Посібник завершує системний цикл вивчення дисциплін хімічного спрямування, створюючи основу для подальших досліджень і вдосконалення професійної майстерності у сфері харчових технологій, контролю якості та безпечності продукції.

Автори сподіваються, що викладений матеріал сприятиме не лише формуванню професійних навичок, а й розвитку критичного мислення, відповідальності та прагнення до постійного вдосконалення у галузі сучасної харчової науки.

VIII. ДОБІРКА ДЖЕРЕЛ ДЛЯ ІЛЮСТРАЦІЙ

Для ефективного навчання та кращого засвоєння матеріалу курсу «Контроль якості та безпечності харчових продуктів» важливо поєднувати теоретичні знання з наочними прикладами. У цьому розділі наведено добірку надійних україномовних джерел, що можуть слугувати основою для ілюстрацій у посібнику.

Пояснення до розділу

У цьому розділі подано добірку надійних україномовних джерел, які можна використовувати для ілюстрацій у навчальному посібнику. Інформацію розділено на дві частини для зручності користування:

1. **Таблиця 8.1** містить опис джерела, прив'язку до теми курсу та тип візуального матеріалу.

2. **Таблиця 8.2** містить активні посилання для доступу до відповідних джерел за їх порядковим номером.

8.1. Характеристика джерел та ілюстративного матеріалу

№	Джерело	Модуль / Тема	Тип ілюстрації
1	ДСТУ ISO 22000:2019 «Системи керування безпечністю харчових продуктів»	Модуль 1 / Тема 1.2 «Система регулювання якості та безпечності харчової продукції»	Схема сертифікації, інфографіка
2	Євлаш В.В., «Експрес-методи дослідження безпечності та якості харчових продуктів», 2016	Модуль 2 / Тема 2.1 «Гравіметричний метод визначення вмісту вологи та сухих речовин»	Фото лабораторної установки, графік титрувальної кривої
3	Основи стандартизації та контролю якості харчової продукції (2025)	Модуль 3 / Тема 3.1 «Основи спектрофотометрії: принципи, приклади, застосування»	Таблиці, схеми стандартів та сертифікації
4	Димань Т.М., Мазур Т.Г., «Якість і безпека харчових продуктів», 2011	Модуль 1 / Тема 1.5 «Система управління безпечністю та ризиками у харчовому виробництві»	Фото зразків, таблиці показників якості
5	Держпродспоживслужба, «Посібник з питань безпечності харчових продуктів», 2020	Модуль 1 / Тема 1.3 «Хімічні ризики: пестициди, важкі метали, мікотоксини»	Інфографіка, фото факторів ризику
6	Контроль якості та безпеки продукції галузі (Конспект лекцій, 2024)	Модуль 3 / Тема 3.3 «Рефрактометрія та її застосування для аналізу цукровмісних продуктів»	Фото приладів, графіки результатів
7	Сирохман І.В. та ін., «Якість та безпечність харчової продукції», 2020	Модуль 4 / Тема 4.3 «Методи ДНК-тестування для виявлення харчових фальсифікацій»	Фото виробів, графіки показників

№	Джерело	Модуль / Тема	Тип ілюстрації
8	«Безпека харчових продуктів: навчальний посібник», 2011	Модуль 1 / Тема 1.1 «Введення до концепції безпеки харчових продуктів»	Схема процесів, таблиці нормативів
9	Основи харчової безпеки продуктів	Модуль 1 / Тема 1.3 «Хімічні ризики: пестициди, важкі метали, мікотоксини»	Фото, інфографіка небезпек
10	Державне регулювання якості та безпеки харчових продуктів	Модуль 4 / Тема 4.4 «Електрофорез білків. Визначення білкових фракцій»	Таблиці, схеми контролю
11	Павлоцька Л.Ф. та ін., «Контроль якості продуктів харчування та харчових добавок», 2017	Модуль 2 / Тема 2.2 «Титриметричний аналіз у контролі якості та виявленні фальсифікацій»	Таблиця результатів, фото проб
12	Навчальний посібник «Контроль якості продуктів харчування та харчових добавок»	Модуль 4 / Тема 4.2 «Полімеразна ланцюгова реакція для виявлення ГМО»	Фото продуктів, інфографіка
13	Ткаченко А.С., «НАССР: практичний посібник», 2020	Модуль 3 / Тема 3.2 «Основи хроматографії: типи, методи, застосування»	Схеми, графіки систем НАССР
14	Якість та безпечність харчових продуктів: тези доповідей	Модуль 2 / Тема 2.3 «Інновації в аналізі основних компонентів»	Фото тест-смужок, інфографіка алгоритмів
15	Посібник «Безпека харчових продуктів та система НАССР»	Модуль 1 / Тема 1.2 «Система регулювання якості та безпечності харчової продукції»	Схеми, фото впровадження
16	Якість і безпечність харчових продуктів: навчальний посібник	Модуль 3 / Тема 3.1 «Основи спектрофотометрії: принципи, прилади, застосування»	Графіки, фото спектрометрів
17	Стандартизація та якість продукції – навчальний посібник	Модуль 3 / Тема 3.3 «Рефрактометрія та її застосування для аналізу цукровмісних продуктів»	Таблиці, схеми контролю вимірів
18	Якість і безпека харчових продуктів: навчальний посібник	Модуль 4 / Тема 4.1 «Вступ до молекулярних методів аналізу»	Таблиці результатів, графіки аналізу
19	Якість та безпечність харчової продукції: навчальний посібник	Модуль 2 / Тема 2.2 «Титриметричний аналіз у	Графіки, фото лабораторних проб

№	Джерело	Модуль / Тема	Тип ілюстрації
		контролі якості та виявленні фальсифікації»	
20	Контроль якості харчових продуктів – навчальний посібник	Модуль 4 / Тема 4.4 «Електрофорез білків. Визначення білкових фракцій»	Фото продуктів, інфографіка ризиків

9.2. Доступ до джерел (URL-адреси)

№ з/п*	Пряме посилання на ресурс
1	https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_22000_2019.pdf
2	https://www.scribd.com/document/442536293/Євлаш-Експрес-методи
3	https://mptek-vnau.org.ua/wp-content/uploads/2025/04/Osnovy-standartyzatsii.pdf
4	https://dspace.nuft.edu.ua/bitstreams/e1a53cad-6842-43ec-8964-39e46f634542/download
5	https://dpss.gov.ua/storage/app/sites/12/uploaded-files/Посібник%20з%20питань.pdf
6	https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/56886/1/KL_Kontrol_yakosti_2024.pdf
7	https://dspace.nuft.edu.ua/bitstreams/6ffcdb2e-a067-4e94-9dbd-c15ef92aed33/download
8	https://library.kr.ua/wp-content/uploads/2021/01/2011-04.pdf
9	https://cpto.dp.ua/public_html/posibnyky/food%20safety%20of%20products.pdf
10	https://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/hiop/metod/107_DRABHP_Lek_1.pdf
11	https://dspace.zsmu.edu.ua/bitstream/123456789/7566/1/Контроль%20якості.pdf
12	https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/32369/yakist&bezpeka.pdf
13	https://www.scribd.com/document/682533668/haccp-posibnik
14	https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/32369/yakist&bezpeka_2018.pdf
15	https://binpo.com.ua/wp-content/uploads/2024/05/Шенаур-О.В.-посібник.pdf
16	https://dspace.nuft.edu.ua/bitstreams/6ffcdb2e-a067-4e94-9dbd-c15ef92aed33/download
17	https://dspace.nuft.edu.ua/bitstreams/10f894b9-6215-4e65-bc2f-1de570b7b6a4/download
18	https://dspace.nuft.edu.ua/bitstreams/e1a53cad-6842-43ec-8964-39e46f634542/download
19	https://dspace.nuft.edu.ua/bitstreams/e1a53cad-6842-43ec-8964-39e46f634542/download
20	https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/32369/yakist&bezpeka_2018.pdf

* Номер у цій таблиці відповідає номеру джерела в Таблиці 9.1.

ІХ.ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	3
I. МЕТОДИЧНИЙ РОЗДІЛ: РОБОТА З НОТАТКАМИ	4
1.1. Методи ефективного конспектування	5
1.2. Приклади заповнення шаблону для всіх лекцій	5
1.3. Методика створення схем, таблиць, флеш-карток, майндмепів та цифрових карт	6
1.4. Приклад заповнення нотаток для трьох лекцій	8
II. КУРС ЛЕКЦІЙ	12
2.1. Змістовий модуль 1. Безпека харчових продуктів	15
<u>Лекція 1.</u> Введення до концепції безпеки харчових продуктів	15
<u>Лекція 2.</u> Система регулювання якості та безпечності харчових продуктів	19
<u>Лекція 3.</u> Хімічні ризики в харчових продуктах: пестициди, важкі метали, мікотоксини	23
<u>Лекція 4.</u> Вплив контактних матеріалів на якість і безпечність харчових продуктів	26
<u>Лекція 5.</u> Системи управління безпечністю та ризиками у харчовому виробництві	29
2.2. Змістовий модуль 2. Тестові хімічні та інструментальні методи аналізу	35
<u>Лекція 6.</u> Гравіметричний метод для визначення вмісту вологи та сухих речовин у35 харчових продуктах	
<u>Лекція 7.</u> Титриметричний аналіз у контролі якості та виявленні фальсифікацій	38
<u>Лекція 8.</u> Інновації в аналізі основних компонентів: сучасні методи аналізу білків і42 жирів	
<u>Лекція 9.</u> Використання біосенсорів та портативних пристроїв для швидкого контролю46 харчових продуктів	
2.3. Інструментальні фізико-хімічні методи аналізу	51
<u>Лекція 10.</u> Основи спектрофотометрії: принципи, прилади, застосування	51
<u>Лекція 11.</u> Основи хроматографії: типи, методи, застосування в харчовій промисловості	54
<u>Лекція 12.</u> Рефрактометрія та її застосування для аналізу цукровмісних продуктів	58
<u>Лекція 13.</u> Електрохімічні методи аналізу: потенціометрія та кондуктометрія	61
<u>Лекція 14.</u> Використання мас-спектрометрії у харчових технологіях	64
2.4. Молекулярні методи аналізу харчових продуктів	69
<u>Лекція 15.</u> Вступ до молекулярних методів аналізу	69
<u>Лекція 16.</u> Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР) для виявлення ГМО	71
<u>Лекція 17.</u> Методи ДНК-тестування для виявлення харчових фальсифікацій	74
<u>Лекція 18.</u> Електрофорез білків. Визначення білкових фракцій у харчових продуктах	76
III. ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ (16 лабораторних робіт)	82
Л.Р. №1. Аналіз небезпек за принципами НАССР	85
Л.Р. №2. Оцінка відповідності маркування та якості	86
Л.Р. №3. Хімічні ризики (пестициди та важкі метали)	88
Л.Р. №4. Експертиза пакувальних матеріалів	90
Л.Р. №5. Титрування в системі контролю якості	91
Л.Р. №6. Гравіметричне визначення вологості	93
Л.Р. №7. Кислотне число як показник автентичності олій	95
Л.Р. №8. Визначення білків за методом Бредфорда	96
Л.Р. №9. Спектрофотометрія антиоксидантів	99

Л.Р. №10.Тонкошарова хроматографія барвників	101
Л.Р. №11. Рефрактометричний аналіз цукрів	104
Л.Р. №12. Потенціометрія хлоридів у сирі	106
Л.Р. №13. Аналіз мас-спектрів контамінатів	108
Л.Р. №14. ПЛР-діагностика ГМО	110
Л.Р. №15. ДНК ідентифікація видового складу	112
Л.Р. №16. Електрофоретична детекція та захист	115
IV. САМОСТІЙНА РОБОТА	119
4.1. Пояснення до виконання самостійних завдань	119
4.2. Приклад 1 виконання самостійного завдання	121
4.3. Приклад 2 виконання самостійного завдання	122
V. ГЛОСАРІЙ ДО ДИСЦИПЛІНИ	124
VI. ПРАКТИЧНІ КЕЙСИ ДО ДИСЦИПЛІНИ	127
VII. ПІСЛЯМОВА	131
VIII.ДОБІРКА ДЖЕРЕЛ ДЛЯ ІЛЮСТРАЦІЙ	132
IX. ЗМІСТ	135