МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Решнова С.Ф.
Пилипчук Л.Л.

АНАЛІЗ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

(Частина 1. Основи харчової хімії)

Лабораторний практикум

для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальності Е3 Хімія денної форми навчання

Івано-Франківськ – Херсон
2026

ХДУ Кафедра хімії та фармації

УДК 54-029:664(076.5)
Р46

Рекомендовано вченою радою
Херсонського державного університету
в якості лабораторного практикуму з аналізу харчових продуктів для здобувачів
другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальності Е3 Хімія денної форми навчання
(від 27.04.2026 р., протокол №14)

Укладачі:

Решнова
Світлана Федорівна – кандидатка педагогічних наук, доцентка кафедри хімії та фармації Херсонського державного університету

Пилипчук
Людмила Львівна – кандидатка біологічних наук, доцентка кафедри хімії та фармації Херсонського державного університету

Рецензенти:

Безпальченко
Віолета Михайлівна – кандидатка хімічних наук, доцентка кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету

Складанюк
Марія Богданівна – кандидатка фізико-математичних наук, методист хімії лабораторії природничо-математичних дисциплін Івано-Франківського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти

С.Ф. Решнова, Л.Л. Пилипчук
Аналіз харчових продуктів (Частина 1. Основи харчової хімії): лабораторний практикум для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності Е3 Хімія денної форми навчання. Івано-Франківськ – Херсон, 2026. 157 с.

Лабораторний практикум призначений для підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності Е3 Хімія, як доповнення до підручників з дисципліни «Аналіз харчових продуктів». Практикум містить 10 тем курсу, до кожної з яких запропоновані теоретична частина, експериментальна частина (лабораторні роботи), самостійна робота (ситуаційні завдання, розрахункові задачі, контролюючий тест).

Лабораторний практикум призначено для здобувачів закладів вищої освіти хімічних спеціальностей, а також може бути використаний здобувачами інших спеціальностей при вивченні вибіркових освітніх компонент загального циклу для аудиторної та позааудиторної (самостійної) роботи здобувачів вищої освіти.

ISBN 978-617-8670-51-1

УДК 54-029:664(076.5)
Р46

© Решнова С.Ф., 2026

© Пилипчук Л.Л., 2026

ХДУ Кафедра хімії та фармації

ЗМІСТ

Вступ 8
Програма вибіркової компоненти “Аналіз харчових продуктів. Ч. 1. Основи харчової хімії” 9
Організація роботи та охорона праці при роботі в хімічній лабораторії 13
Тема 1. **Білки у харчових продуктах** 16
*Теоретична частина “*Білки у харчових продуктах” 16
Експериментальна частина. Лабораторна робота “Ідентифікація білків та амінокислот харчових продуктах” 21
Самостійна робота:
1) ситуаційні завдання “Білки у харчових продуктах” 26
2) розрахункові задачі “Білки у харчових продуктах” 26
3) тест “Білки у харчових продуктах” 27
Тема 2. Вуглеводи у харчових продуктах 31
Теоретична частина “Вуглеводи у харчових продуктах” 31
Експериментальна частина. Лабораторна робота “Виявлення вуглеводів у харчових продуктах” 34
Самостійна робота:
1) ситуаційні завдання “Вуглеводи у харчових продуктах” 39
2) розрахункові задачі “Вуглеводи у харчових продуктах” 39
3) тест “Вуглеводи у харчових продуктах” 40
Тема 3. Ліпіди у харчових продуктах 44
3.1. Теоретична частина “Ліпіди у харчових продуктах” 44
Експериментальна частина. Лабораторна робота “Дослідження властивостей жирів” 50
Самостійна робота:
1) ситуаційні завдання “Ліпіди у харчових продуктах” 53
2) розрахункові задачі “Ліпіди у харчових продуктах” 53
3) тест “Ліпіди у харчових продуктах” 54
3.2.Теоретична частина “Визначення якості жирів” 58
Експериментальна частина. Лабораторна робота “Визначення кислотного числа твердих жирів та олій” 60
Самостійна робота:
1) ситуаційні завдання “Зміни хімічного складу м'яса та риби при зберіганні і технологічній переробці” 61
2) розрахункові задачі “Зміни хімічного складу м'яса та риби при зберіганні і технологічній переробці” 62
3) тест “Зміни хімічного складу м'яса та риби при зберіганні і технологічній переробці” 63
Тема 4. Ферменти у харчових продуктах 68
Теоретична частина “Ферменти у харчових продуктах” 68
Експериментальна частина. Лабораторна робота “Дослідження

ХДУ Кафедра хімії та фармації

властивостей ферментів”..... 71
Самостійна робота:
1) ситуаційні завдання “Ферменти у харчових продуктах” 75
2) розрахункові задачі “Ферменти у харчових продуктах”..... 76
3) тест “Ферменти у харчових продуктах”..... 76
Тема 5. Вітаміни у харчових продуктах..... 81
*Теоретична частина “*Вітаміни у харчових продуктах”..... 81
Експериментальна частина. Лабораторна робота “Визначення вмісту вітаміну С в овочах і фруктах” 84
Самостійна робота:
1) ситуаційні завдання *“*Вітаміни у харчових продуктах” 87
2) розрахункові задачі *“*Вітаміни у харчових продуктах”..... 88
3) тест “ Вітаміни у харчових продуктах”..... 88
Тема 6. Харчові кислоти 92
Теоретична частина “Харчові кислоти”..... 92
Експериментальна частина. Лабораторна робота“ Визначення кислотності харчових продуктів”..... 94
Самостійна робота:
1) ситуаційні завдання “Зміни хімічного складу молочних продуктів при зберіганні і технологічній переробці” 99
2) розрахункові задачі “Зміни хімічного складу молочних продуктів при зберіганні і технологічній переробці” 99
3) тест “Зміни хімічного складу молочних продуктів при зберіганні і технологічній переробці”..... 100
Тема 7. Мінеральні речовини у харчових продуктах 104
*Теоретична частина “*Мінеральні речовини у харчових продуктах” 104
Експериментальна частина. Лабораторна робота “Виявлення мінеральних речовин у складі м'яса” 108
Самостійна робота:
1) ситуаційні завдання *“*Мінеральні речовини у харчових продуктах” 111
2) розрахункові задачі *“*Мінеральні речовини у харчових продуктах” 111
Тема 8. Харчові добавки 113
*8.1.Теоретична частина “*Харчові добавки”..... 113
Експериментальна частина. Лабораторна робота “Якісні реакції харчових добавок”..... 114
8.2.Теоретична частина ”Щавлева кислота у меді”..... 117
Експериментальна частина. Лабораторна робота “Кількісне визначення щавлевої кислоти у меді”..... *117*
Самостійна робота:
1) ситуаційні завдання “Харчові добавки”..... 119
2) розрахункові задачі “Харчові добавки” 120

ХДУ Кафедра хімії та фармації

3) тест “ Мінеральні речовини. Харчові добавки” 121
Тема 9. Токсиканти у харчових продуктах..... 125
9.1. Теоретична частина “Природні токсиканти у харчових продуктах”..... 125
Експериментальна частина. Лабораторна робота “Визначення соланіну у картоплі” 126
9.2. Теоретична частина “Забруднювачі харчових продуктів” 129
Експериментальна частина. Лабораторна робота “Визначення нітратів в овочах та фруктах” 130
Самостійна робота:
1) ситуаційні завдання “Зміни хімічного складу фруктів, ягід напоїв при зберіганні і технологічній переробці” 134
2) розрахункові задачі “Токсиканти у харчових продуктах” 135
3) тест “Зміни хімічного складу фруктів, ягід, напоїв при зберіганні і технологічній переробці”..... 137
Тема 10. **Основні способи фальсифікації харчових продуктів** 140
Теоретична частина “Основні способи фальсифікації харчових продуктів” 140
Експериментальна частина. Лабораторна робота “Викриття фальсифікації харчових продуктів” 141
Самостійна робота:
1) ситуаційні завдання “Фальсифікації харчових продуктів” 144
2) розрахункові задачі “Фальсифікації харчових продуктів”..... 149
3) тест “Зміни хімічного складу зернових продуктів, цукру, жирів, кондитерських виробів при зберіганні і технологічній переробці” 149
Список використаних джерел..... 154

ХДУ Кафедра хімії та фармації

ПЕРЕДМОВА

Аналіз харчових продуктів є сучасною наукою, яка входить як вибіркова дисципліна у робочі плани підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності Е3 Хімія. У підсумку опанування освітньої компоненти здобувачі вищої освіти отримують уявлення про склад мікро- та макронутрієнтів продовольчої сировини й харчових продуктів, а також про їхні властивості та зміни під час виробництва й зберігання харчів. Вивчення цієї дисципліни базується на знаннях біоорганічної хімії.

Даний практикум розроблений у відповідності до робочої програми курсу „Аналіз харчових продуктів" і призначений для організації роботи здобувачів при підготовці до лабораторних занять та самостійної роботи.

Вступ містить авторську програму вивчення вибіркової навчальної дисципліни „Аналіз харчових продуктів", яка складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності Е3 Хімія. Також у вступі розкрита організація роботи та наведені загальні правила охорона праці при роботі в хімічній лабораторії.

Практикум містить 10 тем курсу. До кожної теми запропоновані теоретична частина, експериментальна частина (лабораторні роботи), самостійна робота (ситуаційні завдання, розрахункові задачі, контролюючий тест).

Теоретична частина містить короткий конспект інформаційного матеріалу по певній темі.

Експериментальна частина практикуму містить методичні вказівки до лабораторних робіт, які є важливим складовим елементом навчання природничим предметам. Ефективність лабораторних занять в більшості випадків залежить від чіткої організації. Тому зміст кожної лабораторної роботи включає мету, завдання, експериментальну частину (назва досліду, принцип метода, обладнання, реактиви та матеріали, хід роботи).

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Виконання лабораторних робіт сприяє розумінню здобувачами теоретичних та практичних проблем сучасної харчової хімії, полегшує опанування програмою теоретичного курсу цієї дисципліни, формує навички, які потрібні в майбутній професійній діяльності для виконання лабораторних досліджень.

У частині “Самостійна робота” пропонуються ситуаційні завдання, розрахункові задачі, контролюючий тест. Ситуаційні завдання формують нестандартне мислення. Розрахункові задачі є засобом засвоєння теоретичного матеріалу. Запропоновані тестові завдання можна використовувати як з метою самоконтролю, так і контролю знань з освітньої компоненти (10 тестів по 20 тестових завдань).

Лабораторний практикум також може бути використаний здобувачами вищої освіти для підготовки до заліків, екзаменів у режимі самоконтролю та при дистанційному навчанні.

Список літератури містить підручники МОН України, навчально-методичні посібники, інтернет-ресурси.

При роботі над другим віданням використовувався штучний інтелект ChatGPT, Gemini.

Автори практикуму вдячні рецензентам Безпальченко В.М. та Складанюк М.Б. за поради та зауваження, що були висловлені при підготовці до друку цього практикуму.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

ВСТУП

Програма вивчення вибіркової освітньої компоненти „Аналіз харчових продуктів” складена відповідно до освітньо-професійних програм підготовки здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності Е3 Хімія [15].

Предметом вивчення вибіркової освітньої компоненти „Аналіз харчових продуктів” є хімічний склад харчових продуктів та його зміни в процесі зберігання та технологічної переробки.

Міждисциплінарні зв’язки:

- фізика (закон збереження, енергетичний спектр атомів і молекул, природа хімічного зв’язку);
- загальна хімія (види хімічного зв’язку, поведінка речовин у розчинах);
- органічна хімія (класифікація, склад, будова і властивості органічних речовин, властивості основних класів сполук, склад, будову та властивості груп речовин);
- фізична і колоїдна хімія (каталіз, адсорбція, ПАР, стан речовин, суспензії, емульсії, пасти, піни, структуроутворення у колоїдних системах);
- біоорганічна хімія (склад, бідова та властивості груп речовин).

Мета та завдання навчальної дисципліни

Основна мета навчальної дисципліни полягає у дослідженні складу мікро- та макронутрієнтів продовольчої сировини й харчових продуктів, а також у вивченні їхніх властивостей і змін під час виробництва та зберігання харчів.

Основними завданнями вивчення вибіркової компоненти „Аналіз харчових продуктів” є:

Теоретичні завдання:

1. Здобуття та удосконалення знань з хімічного складу рослинної і тваринної харчової сировини та продуктів її переробки.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

2. Надання необхідних знань з точки зору хімічної логіки щодо факторів, які визначають якість готової харчової продукції.

3. Виховання усвідомленої відповідальності за виготовлення безпечних і якісних харчових продуктів, від яких залежить здоров'я людини.

4. Формування відповідальності за виробництво якісних харчових продуктів від яких залежить здоров'я людини.

Практичні завдання:

1. Формування вмінь визначення хімічного складу сировини та продуктів харчування.

2. Освоєння сучасних методів дослідження якості харчів.

3. Розвиток умінь цілеспрямовано керувати процесами, що визначають якісні параметри харчових систем.

4. Засвоєння необхідних знань та практичних навичок для подальшої науково-дослідної, педагогічної та виробничої діяльності.

Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Вступ.

Мета та завдання вивчення харчової хімії. Зв'язок з іншими науками та дисциплінами. Історія становлення. Основні поняття. Хімічний склад живих організмів.

Білки у харчових продуктах.

Якість харчових продуктів з урахуванням білкового складу. Роль білків у харчуванні людини, рекомендовані норми амінокислот.

Поняття про ферменти як біологічно активні білкові молекули.

Біологічна цінність білків як важливого харчового компонента.

Основні білки харчової сировини, підвищення їх харчової і кормової цінності, особливо в зернових продуктах.

Зміни структури і властивостей білків при технологічній переробці і зберіганні сировини.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Основні фізико-хімічні властивості білків і амінокислот: гідратація, денатурація, піноутворення, процеси меланоїдиноутворення.

Харчова алергія, пов'язана з білками.

Вуглеводи в харчових продуктах.

Класифікація вуглеводів на засвоювані (моно-, олігосахариди) та незасвоювані (полісахариди). Харчова цінність вуглеводів, рекомендовані норми їх споживання в раціоні.

Біологічні функції моно- та олігосахаридів у продуктах харчування.

Структурно-функціональна роль полісахаридів: крохмаль, глікоген, целюлоза, геміцелюлози, пектинові речовини.

Вміст вуглеводів у різних видах рослинної сировини та харчових продуктах

Зміни вуглеводів під час зберігання сировини та технологічної переробки: процеси бродіння, карамелізації, утворення меланоїдинів.

Ліпіди в харчових продуктах.

Вміст ліпідів в рослинній та тваринній сировині. Ліпіди як основні компоненти харчової сировини та готових харчових продуктів.

Супутні речовини жирів: стероїди, каротиноїди та інші пігменти. Функціональна роль стероїдів і пігментів у процесах харчових технологій.

Основні складові сирого жиру: тригліцериди, фосфоліпіди, вільні жирні кислоти.

Харчова цінність рослинних і тваринних олій та жирів.

Поліненасичені жирні кислоти як важливі біологічно активні компоненти. Коефіцієнт ефективності метаболізації есенціальних жирних кислот, вплив на здоров'я.

Вітаміни і ферменти.

Біохімічна природа та класифікація вітамінів і ферментів. Вітаміни як коферменти у ферментативних реакціях. Вплив температури на стабільність вітамінів і активність ферментів.

Роль ферментів і вітамінів в харчуванні та технології.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Харчові кислоти.

Класифікація харчових кислот за хімічною структурою та номенклатурою. Основні хімічні властивості кислот у харчових продуктах. Загальна характеристика харчових кислот у різних об’єктах харчування.

Вплив харчових кислот на кислотність продуктів і їх смакові властивості.

Роль регуляторів кислотності у формуванні харчових систем.

Значення харчових кислот у харчуванні, їх користь і вплив на здоров’я.

Методи визначення концентрації кислот у харчових продуктах, аналітичні підходи.

Мінеральні елементи та вода в харчових системах.

Роль мінеральних речовин у організмі людини, їх значення для підтримки життєвих функцій. Мінеральний склад основних харчових продуктів, розподіл макро- (Натрій, Фосфор, Сульфур, Хлор, Кальцій) та мікроелементів (Ферум, Купрум, Йод, Флуор, Хром, Манган, Нікель, Цинк, Селен, Молібден, Кобальт) у тканинах організму. Основні функції, засвоєння, добова потреба, біологічна активність та харчові джерела мінералів. Основні причини порушення обміну речовин, пов’язані з дефіцитом або надлишком мінеральних елементів.

Вода як ключовий компонент харчових систем: вільна та зв’язана вода, фізичні й термодинамічні властивості. Критична вологість сировини і харчових продуктів як фактор стабільності при зберіганні. Вплив вільної води на активність ферментів, взаємодія води з вуглеводами і ліпідами. Роль води у розвитку мікроорганізмів та підтримці стабільності харчових продуктів. Властивості води в вологих харчових матеріалах і їх значення для якості та безпеки продуктів.

Харчові добавки.

Визначення та класифікація харчових добавок.

Загальні принципи підбору технологічних добавок. Безпека харчових добавок.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Добавки, що покращують зовнішній вигляд продуктів: харчові барвники, кольорокорегуючі матеріали.

Добавки, що змінюють структуру і фізико-хімічні властивості: загусники, емульгатори.

Добавки, що впливають на смак та аромат: підсолоджувачі, ароматизатори.

Добавки, що уповільнюють мікробіологічне псування: консерванти, антибіотики.

Біологічно активні добавки (БАД).

Роль БАД у сучасній нутріціології. Класифікація БАД.

Передумови розробки і застосування БАД. Основні цілі використання БАД.

Регуляторні вимоги та ставлення до БАД у різних країнах.

Побічні ефекти БАД.

Відмінності між БАД, лікарськими засобами та харчовими продуктами.

Безпека харчових продуктів.

Класифікація чужорідних речовин у продуктах. Основні шляхи потрапляння забруднень: навколишнє середовище, технологічні процеси.

Міра токсичності забруднювачів. Токсичні елементи в харчових продуктах.

Радіоактивне забруднення.

Діоксини та діоксиноподібні сполуки.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні.

Забруднення речовинами рослинництва: пестициди, гербіциди.

Забруднення речовинами тваринництва: гормони, антибіотики.

Природні токсиканти.

Бактеріальні токсини.

Мікотоксини: методи визначення, контроль забруднень.

Фальсифікація харчових продуктів з позиції безпеки.

Генетично модифіковані продукти харчування: ризики та контроль.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Фальсифікація харчових продуктів.

Класифікації видів фальсифікацій харчових продуктів. Класифікація за способом фальсифікації: домішкова (складова) фальсифікація; імітаційна фальсифікація; інформаційна (маркувальна) фальсифікація; технологічна фальсифікація; мікробіологічна та токсикологічна фальсифікація. Класифікація за ступенем небезпеки для здоров’я. Класифікація за метою фальсифікації. Класифікація за об'єктом фальсифікації.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

Мета: Набути знання про вимоги до організації роботи та охорони праці при роботі в лабораторії біохімії.

Завдання:

1. Набути знання про вимоги до організації роботи.
2. Набути знання про вимоги з охорони праці.

Організація роботи розділена на 2 етапи: підготовка і виконання лабораторної роботи.

1. Підготовка до проведення лабораторної роботи: вивчити теоретичний матеріал, межі якого окреслені темою заняття; заповнити лабораторний журнал; виконати ситуаційні завдання, розв`язати розрахункові задачі і контрольний тест. За добу до лабораторної роботи здобувачі прикріплюють на KSU-online файл з оформленою лабораторною роботою, виконаними ситуаційними завданнями, розв'язаними розрахунковими задачами і скріншотом результатів електронного тесту. Файл підписується: тема, прізвище, група.

2. Виконання лабораторної роботи off-line:

2.1. Черговий до початку заняття одержує обладнання і реактиви у лаборанта.

2.2. Контроль за теоретичною підготовкою здобувачів (письмова самостійна робота до 5 хвилин).

2.3. Інструктаж з правил охорони праці.

2.4. Індивідуальне виконання дослідів, запис спостережень і висновків.

2.5. Здача робочого місця черговому, лабораторного зошита викладачу за 10 хвилин до закінчення заняття.

2.6. Оцінювання викладачем роботи здобувачів (аналіз прикріпленої на KSU-online документації) з аргументацією кількості балів, одержаних кожним здобувачем за кожен вид роботи.

2.7. Після закінчення заняття черговий здає лабораторію лаборанту.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

3. **Виконання лабораторної роботи дистанційно синхронно:**

3.1. Контроль за теоретичною підготовкою здобувачів (усне опитування по визначенню понять теми до 5 хвилин).

3.2. Оцінювання викладачем роботи здобувачів (аналіз прикріпленої на KSU-online документації) з аргументацією кількості балів, одержаних кожним здобувачем за підготовку до лабораторної роботи.

3.3. Аналіз типових помилок.

3.4. Виконання тренувальних тестів, визначення понять, відповіді на питання по темі заняття.

3.5. Оцінювання викладачем роботи здобувачів на лабораторній роботі, розрахунок балу.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

ОСНОВНІ ПРАВИЛА ОХОРОНИ ПРАЦІ

1. У лабораторії працювати стоячи, у халатах, волосся підібране, підбори низькі. Стільці стоять під столами!
2. Правила роботи з пробірками: пробіркотримач закріплювати максимально близько до отвору пробірки; пробірка заповнюється не більше, ніж на 1/3 ємності; нагрівати пробірку отвором від себе і не направляти його на сусіда; спочатку прогрівати всю пробірку, а потім її низ; вміст пробірки виливати у банку для відходів.

3. Перша допомога:

- хімічні опіки – місце ушкодження промити великою кількістю води;
- термічні опіки – місце ушкодження помістити у струмінь холодної води до зникнення болю.

4. Назви обладнання: штатив Бунзена з лапками, кільцями, затискачами, пробірки, штативи для пробірок, пробіркотримачі, хімічні стакани, конічні колби, мірні колби, піпетки, дозатори, воронки, водяні бані, центрифуга, склянки з розчинами, банки з кристалічними речовинами, мірні пальчики, циліндри, бюретки, шпателя для кристалічних речовин, скляні палички для перемішування, крапельниці, зворотні повітряні холодильники, саморобні прилади для одержання кристалічних речовин та для одержання рідин.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Тема 1. БІЛКИ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Актуальність вивчення теми. Білки – одна з життєво важливих складових харчових продуктів, основний компонент їжі, постачальник амінокислот в організм людини.

Теоретична частина "Білки у харчових продуктах"

Білки – це природні високомолекулярні сполуки, які складаються з залишків *α-L*-амінокислот, зв'язаних між собою пептидними зв'язками. В білках розрізняють 4 структури.

Первинна структура – це послідовність розміщення залишків *α-L*-амінокислот у поліпептидному ланцюгу. Вторинна структура – це розташування у просторі поліпептидного ланцюгу у формі *α*-спіралі чи β-конфігурації. Третинна структура – це розташування у просторі *α*-спіралі чи β-конфігурації з утворенням субодиниці (протомеру). Четвертинна структура – це об'єднання субодиниць у епімолекулу (макромолекулу).

Класифікації білків:

1. *За складом:*
   - прості або протеїни (альбуміни, глобуліни) складаються лише з залишків *α-L*-амінокислот;
   - складні або протеїди (нуклеопротеїни, ліпопротеїни, фосфопротеїни) крім залишків *α-L*-амінокислот містять органічний чи неорганічний залишок.
2. *За формою молекули*:
   - глобулярні (глобуліни, альбуміни);
   - фібрилярні (кератини, еластини, колагени).
3. *За розчинністю*:
   - водорозчинні (альбуміни);
   - спирторозчинні (проламіни);
   - розчинні у лугах (глютеліни).

ХДУ Кафедра хімії та фармації

4. *За функціями*:
    - білки гормони (інсулін, вазопресин);
    - білки токсини (ботулін, отрута змій);
    - білки ферменти (ліпази, амілази, пептидази);
    - структурні білки (кератини, колагени, еластини):
    - запасаючі білки (ферритин);
    - захисні білки (гамма-глобуліни);
    - транспортні білки (гемоглобін, альбуміни).

Білки – сполуки з амфотерними властивостями, вступають у різноманітні реакції. Розглянемо основні з них.

1. *Гідратація.* Білки зв'язують воду, утворюючи гідратну оболонку, яка запобігає агрегації білкових молекул. Глобулярні білки відзначаються кращою розчинністю порівняно з фібрілярними. Для різних білків кількість зв’язаної води становить приблизно 0,15-0,35 г на 1 г білка. Розчини білків належать до колоїдних систем. Під час зв’язування води білки набухають. Це явище має широке застосування у харчових технологіях і, зокрема, відіграє ключову роль у формуванні пшеничного тіста. При обмеженому зв'язуванні води концентровані білкові розчини утворюють студні. Сильно гідратований студень – це клейковина, яка містить близько 65 % води та набухлі білки борошна гліадин і глютенін, які надають тісту пружності, розтяжності та еластичності. Різний ступінь гідрофільності клейковинних білків є показником якості пшениці та жита. Колаген набухає обмежено, а його частково деструктуровану форму називають желатином, який легко поглинає воду у теплому середовищі. У процесі набухання об’єм і маса зразків можуть збільшуватися у 10-15 разів.
2. *Осадження білків.* Значення *pH* розчину, при якому білкова молекула електронейтральна, називається ізоелектричною точкою білка. Молекули

ХДУ Кафедра хімії та фармації

білка при цьому втрачають здатність зв'язувати воду, білки легко осаджуються. У якості осаджувачів використовують:

- розчини нейтральних солей з високими концентраціями (амоній сульфат, натрій фосфат або калій фосфат) – висолювання, процес зворотній;
- Органічні розчинники (наприклад, спирт чи ацетон) спричиняють зневоднення білків, оскільки їхня гідрофільність вища, ніж у білків. Цю властивість застосовують у виробництві білкових ізолятів та концентратів. Технологічний процес полягає у розчиненні білків сировини (соєвих, соняшникових та інших) за допомогою кислот або лугів, після чого білки виділяють із розчину шляхом осадження. Найкраще осадження білків відбувається за низьких температур.

3. *Денатурація* – це процес руйнування всіх рівнів структур білка, крім первинної. Основними проявами денатурації є: зниження гідрофільності та розчинності білків, що призводить до зменшення стабільності їхніх розчинів; підвищення в’язкості; втрата білками здатності кристалізуватися; зменшення молярної маси та зміна просторової форми молекули. У результаті зміни конформації білка підвищується його сприйнятливість до дії ферментів. Ступінь теплової денатурації білків залежить від температури, часу нагрівання, вологості. Особливу роль теплова денатурація відіграє при бланшуванні, сушці сировини, випіканні хліба тощо.
4. *Піноутворення.* Піна – це дисперсна система рідина-газ, стійкість якої залежить від природи піноутворювача, його концентрації, температури. Як піноутворювачі білки використовуються при виготовленні зефіра, суфле, хліба.
5. *Гідроліз* білків за участю протеаз. Частковий гідроліз білків відбувається при приготуванні тіста.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

6. *Реакція меланоїдиноутворення* – основна реакція, при якій аміногрупи білків або амінокислот взаємодіють з карбонільними групами відновлюючих цукрів при нагріванні до 100-105 ^{0}C (реакція Майяра).

Меланоїдини є важливими складовими харчових продуктів. Водночас варто підкреслити, що реакція Майяра призводить до втрати цінних компонентів їжі (амінокислот і цукрів), оскільки меланоїдини майже не засвоюються організмом людини. Проте вони беруть активну участь у формуванні смаку, аромату та забарвлення харчових продуктів. Саме меланоїдиноутворення переважно визначає колір і аромат свіжоспеченого хліба, квасу, пива, кип'яченого молока, термічно оброблених м'ясних виробів (особливо смажених), а також сушених фруктів і овочів. У виробництві цукру меланоїдини є небажаними, оскільки підвищують в'язкість уварюваних сиропів і уповільнюють кристалізацію цукрози.

Знаходження білків. Основні джерела білка:

- горох (23 г/100 г);
- яловичина (21 г/100 г);
- свинина (20,4 г/100 г);
- риба морська (13-20 г/100 г);
- хліб пшеничний (8,6 г/100 г);
- рис (7,3 г/100 г);
- молоко коров'яче (3,2 г/100 г).

Харчова цінність білків. Добова потреба у білках 85-100 г (1 г на 1 кг ваги), з них 55 % припадає на тваринні білки. Потреба в білках залежить від багатьох факторів: віку, статі, характеру діяльності.

Біологічна цінність білків визначається:

- збалансованістю амінокислотного складу;
- засвоюваністю білків.

У білках харчів повинен бути збалансований не тільки склад незамінних амінокислот, але й певне співвідношення незамінних і замінних амінокислот.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Біологічна цінність білка по амінокислотному складу оцінюється шляхом розрахунку *амінокислотного числа – скору* (%) – це відношення маси (мг) амінокислоти у 1 г білка, що досліджується, до маси (мг) амінокислоти у 1 г "ідеального" білка. В розрахунках використовується амінокислотна шкала Комітету ФАО/ВОЗ (ФАО – це Продовольча і сільськогосподарча організація ООН; ВООЗ – це Всесвітня організація охорони здоров'я).

За шкалою ФАО ідеальний білок містить (мг/г):

- лейцину – 70;
- тирозину – 60;
- лізину – 55;
- валіну – 50;
- ізолейцину – 40;
- треоніну – 40;
- метіоніну – 35;
- триптофану – 10.

Скор розраховують по трьом найбільш дефіцитним амінокислотам (лізин, метіонін, триптофан 3:3:1).

Амінокислотне число білків деяких основних продуктів:

- куряче яйце – 1;
- коров'яче молоко – 0,95;
- соя – 0,55;
- рис – 0,67;
- пшениця – 0,53.

Лімітуюча амінокислота, яка обмежує біологічну цінність білків – це амінокислота, з найменшім скором (%). Біологічну цінність білка можна підвищити шляхом додавання до білка лімітуючої амінокислоти.

Співвідношення сума незамінних амінокислот /сума замінних не повинно бути нижчим 0,4.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Найбільш близькі до “ідеального” білка тваринні білки. Як приклад, у бобових, картоплі не вистачає метіоніну і цистеїну.

Білки засвоюються на 84,5 %. Коефіцієнт засвоюваності білків складає:

- 96 % – для білків молока і молочних продуктів, яєць;
- 95 % – для білків м'яса та м'ясопродуктів, риби та рибопродуктів;
- 85 % – для білків кондитерських виробів, меду, варення, фруктів, ягід, горіхів, борошна, хліба, макаронів, рису;
- 85 % – для білків різних овочів;
- білки бобових засвоюються лише на 70 %. [14, С. 34].

Засвоюваність знижується при інтенсивній тепловій обробці (амінокислоти руйнуються). Помірна теплова обробка бобових підвищує засвоюваність їх білків (часткова денатурація спрощує доступ протеаз до білків).

Експериментальна частина

Лабораторна робота “*Ідентифікація білків та амінокислот у харчових продуктах”*

Мета: Навчитися проводити якісні реакції на білки та амінокислоти.

Завдання:

1. Набути вміння відкривати білки нінгідриновою та біуретовою реакціями.
2. Набути вміння відкривати окремі амінокислоти у складі білків реакціями Паулі, Адамкевича, ксантопротеїновою реакцією.

Дослід 1. Нінгідринова реакція

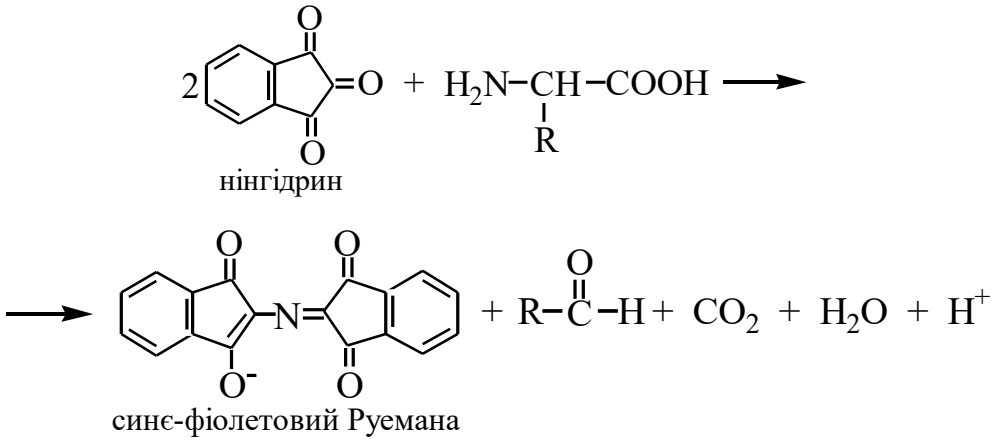
***Принцип методу*.** Реакція дозволяє виявити α-амінокислоти.

Внаслідок взаємодії α-амінокислоти з нінгідрином утворюється забарвлена комплексна сполука.

При нагріванні (до 70 °С) α-амінокислоти окиснюються нінгідрином і дезамінуються з утворенням амоніаку і декарбоксилюються з утворенням

ХДУ Кафедра хімії та фармації

альдегіду і вуглекислого газу. Нінгідрин в цей час відновлюється. Відновлений нінгідрин конденсується з амоніаком і окисненим нінгідрином і утворює барвник, який має синє-фіолетове забарвлення (синьо-фіолетовий Руемана):



Обладнання: штатив з пробірками, водяна баня.

Реактиви і матеріали: водний розчин білка, розчин нінгідрину (*ω(нінгідрину)* = 0,1 %).

Хід роботи. У пробірку внести розчин білка (5 краплин) і розчин нінгідрину (2 краплі). Вміст пробірки ретельно перемішати і гріти на водяній бані (t = 70 °С) п'ять хвилин.

Дослід 2. Біуретова реакція

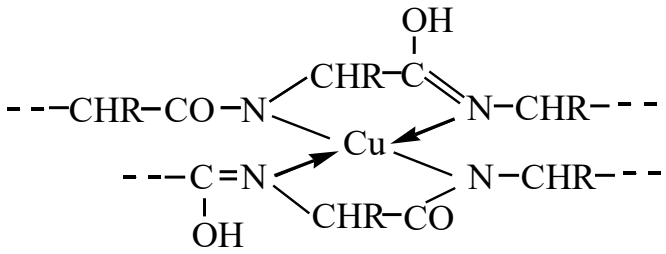
Принцип методу. Реакція дозволяє виявити наявність у сполуці пептидного зв'язку. Ця реакція зумовлюється наявністю не менш як двох пептидних зв’язків. У лужному середовищі відбувається енолізація пептидного зв’язку.

При взаємодії пептидів і білків з купрум(II) гідроксидом у лужному середовищі виникає комплекс, забарвлений в рожево-фіолетовий колір.

Ця реакція не є специфічною, бо подібний комплекс утворює і біурет:

Білок + NaOH, $CuSO_4$ →

ХДУ Кафедра хімії та фармації



дипептид – синє забарвлення

трипептид – фіолетове забарвлення

тетрапептид і більш складні – червоне забарвлення

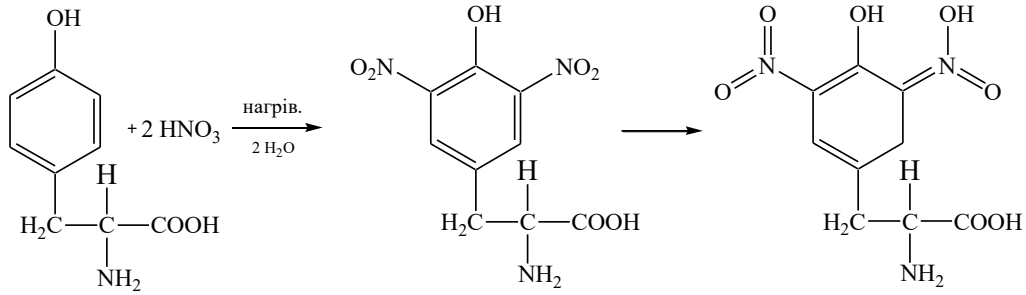
Обладнання: штатив з пробірками.

Реактиви і матеріали: розчин білка, розчин натрій гідроксиду (*ω(NaOH)* = 10 %), *розчин купрум сульфату* (*ω(CuSO₄)* = 1 %).

Хід роботи. У пробірку внести розчин білка об'ємом 3 см^3 і додати розчин натрій гідроксиду (*ω*(NaOH) = 10 %) об'ємом 1 см^3, розчин купрум сульфату (*ω*($CuSO_4$) = 1 %) (1-2 краплини). Суміш перемішати.

Дослід 3. Ксантопротеїнова реакція

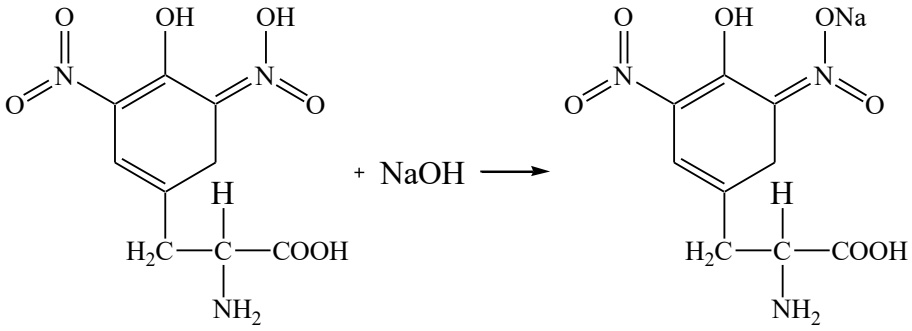
Принцип методу. Реакція дозволяє виявити ароматичні амінокислоти, що містять бензенові кільця (тирозин, триптофан, фенілаланін). В ароматичних амінокислотах під дією нітратної кислоти відбувається нітрування бензенового кільця з утворенням нітросполуки жовтого кольору. В реакції натрій гідроксиду з хіноїдною формою динітротирозину утворюється натрієва сіль помаранчевого забарвлення:



динітротирозин

хіноїдна форма динітротирозину

ХДУ Кафедра хімії та фармації



натрієва сіль динітротирозину хіноїдної стуктури

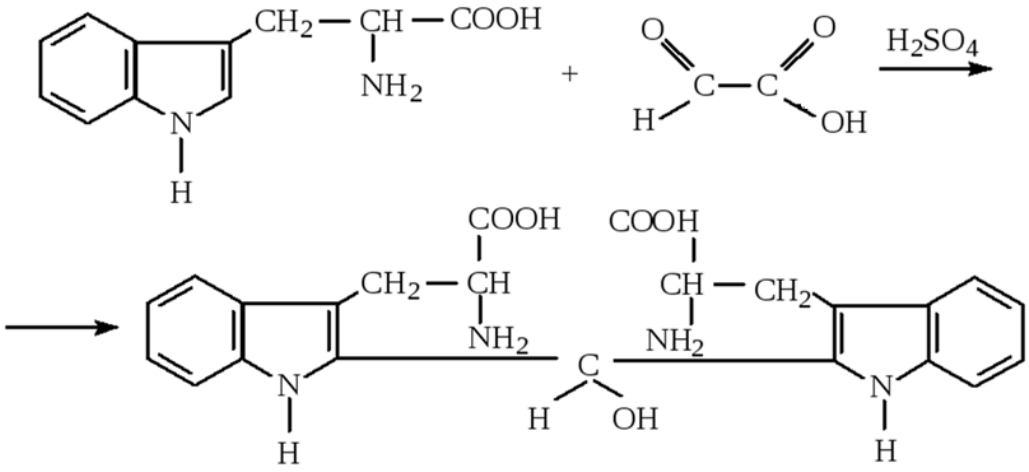
Обладнання: *штатив з пробірками, пробіркотримачі.*

Реактиви і матеріали: розчин нітратної кислоти (HNO_3 (*конц.*)*, розчин натрій гідроксиду* (*ω*(*NaOH)* = 40 %)*, розчин білка.*

Хід роботи. У пробірку внести розчин білка об'ємом 3 $см^3$ і розчин концентрованої нітратної кислоти об'ємом 1 $см^3$. Суміш обережно нагріти до появи жовтого забарвлення. Після охолодження у пробірку додати розчин натрій гідроксиду (*ω*(*NaOH)* = 40 %) до появи помаранчевого забарвлення.

Дослід 4. Реакція Адамкевича

Принцип методу. Реакція на триптофан. Триптофан у кислому середовищі вступає в реакцію з гліоксиловою кислотою (залишки якої містяться в концентрованій оцтовій кислоті), утворюючи при цьому забарвлені у червоно-фіолетовий колір продукти конденсації:



Обладнання: *штатив з пробірками, пробіркотримачі.*

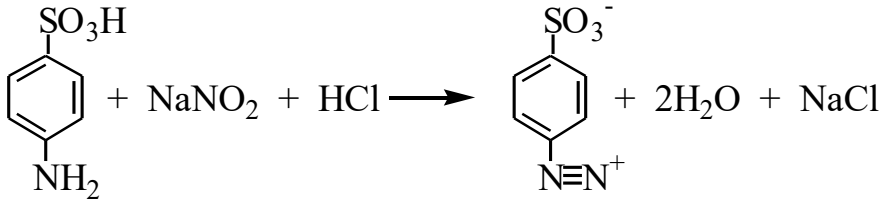
ХДУ Кафедра хімії та фармації

Реактиви і матеріали: *нерозведений яєчний білок*, *розчин оцтової кислоти (*CH_3COOH (*конц.*), *розчин сульфатної кислоти (*H_2SO_4 (*конц.*).

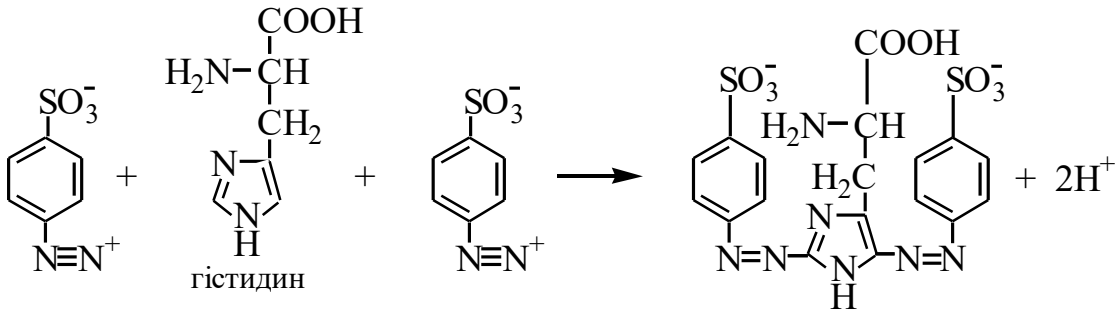
Хід роботи. До нерозведеного білка об'ємом 0,5 см^3 додати розчин льодяної оцтової кислоти (яка завжди містить домішки гліоксилової кислоти) об'ємом 0,5 см^3. Утворену суміш спочатку нагріти, а потім охолодити і по стінці пробірці обережно, по краплинам, не перемішуючи рідини, додати розчин концентрованої сульфатної кислоти об'ємом 1 см^3. На межі поділу двох фаз через 10 хвилин з'являється красно-фіолетове кільце. Реакцію можна прискорити шляхом нагрівання пробірки на водяній бані.

Дослід 5. Реакція Паулі

Принцип методу. Реакція на гістидин і тирозин. При взаємодії сульфанілової кислоти в кислому середовищі з натрій нітратом(III) утворюється діазобензенсульфонова кислота, яка в реакції з гістидином (тирозином) утворює комплексну сполуку вишнево-червоного кольору:



сульфанілова кислота — *n*-сульфобензендіазоній



гістидин

2,5-біс-*n*-сульфобензеназогістидин (вишнево-червоне забарвлення)

Обладнання: *штатив з пробірками.*

Реактиви і матеріали: *розчин білка*, *розчин сульфанілової кислоти* (*ω(с.к.)* = 1 %), *розчин натрій нітрату(III)* (*ω(*$NaNO_2$*)* = 0,5 %), *розчин натрій гідрогенкарбонату* (*ω(*$NaHCO_3$) = 10 %).

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Хід роботи. До розчину сульфанілової кислоти об’ємом 1 $см^3$ додати розчин натрій нітрату(III) ($\omega(NaNO_2)$ = 0,5 %) об’ємом 2 $см^3$. Після перемішування до суміші додати розчин білка об’ємом 2 $см^3$ і після ретельного перемішування – розчин натрій гідрогенкарбонату (ω ($NaHCO_3$) = 10 %) об’ємом 6 $см^3$.

Самостійна робота

Ситуаційні завдання “Білки в харчових продуктах”

1. В процесі приготування м'ясного бульйону на поверхні поступово з'являється пінка.

Завдання 1. Охарактеризувати склад пінки.

Завдання 2. Пояснити, чому пінку треба видаляти з поверхні бульйону.

2. Для підвищення харчової цінності продуктів харчування потрібно збільшити а) частку білків та б) збалансованість амінокислотного складу.

Завдання 1. Запропонувати шляхи рішення проблеми на практиці.

3. Вегетаріанці харчуються крупами, овочами та бобовими. Лікарі рекомендують поєднувати різні рослинні білки в одному прийомі їжі.

Завдання 1. Порівняти рослинні білки з тваринними за амінокислотним складом.

Завдання 2. Дати визначення поняттю "повноцінний білок".

Розрахункові задачі “Білки в харчових продуктах”

Задача 1.

При аналізі молока масою 10 г за методом К’єльдаля було отримано амоніак масою 0,05 г. Розрахувати масову частку білка в молоці, якщо відомо, що вміст Нітрогену в білку становить в середньому 16 %.

Задача 2.

Сир масою 100 г містить білок масою 19,5 г. Розрахувати енергетичну цінність білка в цій порції сиру. Врахувати, що при змішаному харчуванні засвоюваність білка становить 95,6 %.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Задача 3.

Зразок борошна масою 50 г був висушений до постійної маси, яка становила 43 г. У висушеному зразку визначили масу Нітрогену, яка дорівнює 1,17 г. Розрахувати масову частку білка у використаному борошні, якщо білковий коефіцієнт для пшеничного борошна дорівнює 5,7.

Тест "Білки в харчових продуктах"

1. Виберіть неправильне твердження:

А. Білки – це група природних високомолекулярних речовин, поліпептидний ланцюг яких складається із залишків *α-L*-амінокислот.

Б. Білки належать до незамінних (ессенціальних) речовин без яких не можливе життя, ріст і розвиток організму.

В. Білки виконують функції в організмі: каталітичну, структурну, рухову, транспортну, регуляторну, захисну, енергетичну.

Г. Білки відкладаються у запас.

2. Встановіть відповідність:

Енергетичний ефект розпаду речовини масою 1 г	
1. Білок	а) 17 кДж
2. Вуглевод	б) 37,66 кДж
3. Жир	в) 20 кДж
	г) 16.7 кДж

А. 1а 2б 3в. Б. 1а 2г 3б. В. la 2r 3в. Г. 1б 2в 3г.

3. Встановіть відповідність:

Елементний склад білків	
Елемент	Масова частка (%)
1. C	а) 21-23
2. O	б) 0,2-1
3. H	в) 51-55
4. N	г) 15-18
5. S	д) 0,3-2,4
	ж) 6,6-7,3

А. 1в 2а 3ж 4г 5д. Б. 1а 2б 3в 4г 5б. В. 1ж 2д 3г 4в 5б. Г. 1б 2в 3г 4д 5ж

4. Які властивості нехарактерні для білків:

ХДУ Кафедра хімії та фармації

А. Денатурація.
Б. Ренатурація.
В. Амфотерність.
Г. Здатність зберігати будову молекули під час нагрівання.

5. Яка властивість характерна для денатурованих
А. Наявність водневих зв'язків.
Б. Наявність пептидних зв'язків.
В. Наявність йонних зв'язків.
Г. Наявність ковалентних зв'язків.

6. Встановіть відповідність:

Добова потреба, г	
1. Білки	а) 100
2. Жири	б) 200
3. Вуглеводи	в) 400-500
	г) 80-100

А. 1г 2а 3в. Б. la 2б 3в. В. 1г 2в 3б. Г. 1б 2в 3г.

7. Знайдіть неправильне твердження:
А. Основні джерела білків – м'ясо, риба, яйця, молочні продукти.
Б. У яловичині масою 100 г міститься 6,3-10,5 г білку.
В. За вмістом незамінних амінокислот білки поділяють на повноцінні і неповноцінні.
Г. Горох і соя містять незначну кількість білків.

8. Засвоюваність рослинних білків складає:
А. 60 %.
Б. 70 %.
В. 80 %.
Г. 90 %.

9. Засвоюваність тваринних білків складає:
А. 65-70 %.
Б. 75-80 %.
В. 85-90 %.
Г. 95-96 %.

10. У рослинах не вистачає:
А. Лізину і метіоніну.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Б. Гістидину.
В. Триптофану.
Г. Фенілаланіну.

11. У харчовому раціоні співвідношення Б:Ж:В повинно складати:
А. 1:2:4.
Б. 1:1:4.
В. 1:2:2.
Г. 2:1:4.

12. Число утилізації білка – це:
А. Відношення вмісту певної амінокислоти в білках продукту до її вмісту в ідеальному білку.
Б. Частка білка, що засвоюється.
В. Частка білка, що не засвоюється.
Г. Відношення білка, що засвоюється, до білка, що не засвоюється.

13. Скора – це:
А. Відношення вмісту певної амінокислоти в білках продукту до її вмісту в ідеальному білку.
Б. Частка білка, що засвоюється.
В. Частка білка, що не засвоюється.
Г. Відношення білка, що засвоюється, до білка, що не засвоюється.

14. Встановіть відповідність:

Властивості білків	
1. Висолювання	а) утворення білком на поверхні крапель жиру тоненької плівки, яка притягує воду і протидіє злипанню крапель жиру
2. Емульгуючі властивості	б) процес осадження білків нейтральними солями
3. Денатурація	в) руйнування всіх структур за винятком первинної
4. Ізоелетрична точка білка	г) значення pH середовища, при якому сумарний заряд молекули білка дорівнює нулю
	д) здатність проявляти кислий або основний характер

1б 2а 3в 4г. Б. 1а 2б 3в 4г. В. 1г 2в 3б 4а. Г. 1д 2в 3б 4г.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

15. Замінна амінокислота:

А. Гліцин.
Б. Лейцин.
В. Треонін.
Г. Метіонін.

16. Незамінна амінокислота:

А. Глутамінова кислота.
Б. Аспарагінова кислота.
В. Цистин
Г. Фенілаланін.

17. Молярна маса білків складає:

А. 1000.
Б. 4000.
В. 5000.
Г. Мільйони.

18. Розчинність білків пояснюється:

А. Наявністю неполярних груп.
Б. Високою молярною масою.
В. Гідратацією білкової молекули з йонними і полярними групами в молекулі.
Г. Наявністю N- і С-кінців.

19. Встановіть відповідність:

Різновид білків	***Знаходження***
1. Регуляторні білки	а) колагени, кератини, еластини
2. Каталітичні білки	б) гамма-глобуліни, антигени
3. Структурні білки	в) альбумін, гемоглобін
4. Транспортні білки	г) інсулін, медіатори
	д) амілаза, пепсин, трипсин

А. 1а 2б 3в 4д. Б. 1г 2д 3а 4в. В. 1в 2а 3в 4д. Г. 1д 2а 3в 4б.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

20. Встановіть відповідність:

Реагент	***Механізм осадженні білків***
1. Нітратна кислота	а) необоротнє осадження за рахунок нітрування арилів амінокислот
2. Солі важких металів	б) руйнування на низькомолекулярні сполуки
3. Органічні кислоти	в) денатурація білка
4. Сульфатна кислота	г) дегідратація білка
	д) перезарядка білкової молекули

А. 1а 2б 3в 4г. Б. 1д 2а 3б 4в. В. 1а 2в 3г 4б. Г. 1г 2а 3б 4в.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Тема 2. ВУГЛЕВОДИ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Актуальність вивчення теми. Вуглеводи – це джерела та акумулятори енергії, що мають велике значення у харчуванні, їх частка у продуктах харчування складає 80-85 %.

Теоретична частина "Вуглеводи у харчових продуктах"

До ***вуглеводів*** відносять групу органічних сполук, які містять альдегідну чи кетонну групу та декілька гідроксильних груп. Вуглеводи у циклічній формі мають глікозидну групу, яка утворюється з оксогрупи при циклізації.

В залежності від складу, будови і властивостей вуглеводи поділяють на прості (моносахариди, олігосахариди, полісахариди) і складні (глікопротеїни, гліколіпіди).

Моносахариди – $C_n(H_2O)_n$ – це поліоксиальдегіди та поліоксикетони, які не гідролізуються, виявляють біологічну активність у формі *D*-цукрів. Поділяються

- в залежності від кількості атомів Карбону на пентози (рибоза, рибульоза) і гексози (глюкоза, фруктоза);
- в залежності від наявності альдегідної чи кетогрупи на альдози (рибоза, глюкоза) і кетози (фруктоза, рибульоза);
- в залежності від розташування глікозидної групи на α- та β- просторові ізомери.

Моносахариди в розчині існують як у циклічній, так і в ациклічній формах, що переходять одна в іншу. Хімічні властивості моносахаридів обумовлюються характеристичними групами.

Олігосахариди містять від двох до десяти залишків моносахаридів. Олігосахариди, що гідролізуються на два моносахарида, називаються дисахаридими. Це етери моносахаридів, які з'єднані глікозидним зв'язком 1-4, 1-1, 1-2, загальної формули $C_{12}H_{22}O_{11}$. Дисахариди з вільною глікозидною групою, для яких характерна реакція часткового окиснення, називаються

ХДУ Кафедра хімії та фармації

відновлюючими (лактоза, мальтоза). Сахароза – невідновлюючий цукор, існує лише в циклічній формі, не вступає в реакції часткового окиснення.

Полісахариди – високомолекулярні органічні речовини, які побудовані із сотен і тисяч залишків моносахаридів або їх похідних, зв'язаних між собою глікозидним зв'язком. Розрізняють гомо- і гетерополісахариди. З перших найбільше значення мають крохмаль та клітковина. Вони побудовані з моносахаридних залишків одного виду (залишків певного просторового ізомеру глюкози). До гетерополісахаридів відносять сполуки, що мають в своєму складі залишки різних моносахаридів. Вони входять до складу тканин і секретів організму. Це гепарин, гіалуронова кислота та її сполуки.

За засвоюваністю вуглеводи поділяють:

1) вуглеводи, які засвоюються (моно-, ди-, гомополісахариди);

2) вуглеводи, які не засвоюються (харчові волокна – пектин, целюлоза).

Харчові волокна потрібні для нормальної життєдіяльності шлунково-кишкового тракту, виведення токсинів та надлишкової води.

Знаходження вуглеводів. Вміст вуглеводів у продуктах рослинного походження відображений у таблиці 1.

Таблиця 1

Вміст вуглеводів у продуктах рослинного походження (г/100 г)

	капуста	**картопля**	**цибуля**	**яблуко**	**апельсин**	**виноград**
глюкоза	2,6	0,6	1,3	2	2,4	7,8
фруктоза	1,6	0,1	1,2	5,5	2,2	7,7
сахароза	0,4	0,6	6,5	1,5	3,5	0,5
клітковина	1	1	0,7	0,6	1,4	0,6
крохмаль	0,1	16	0,1	0,8	-	-
пектин	0,6	0,5	0,4	1	0,6	0,6

Солодкість вуглеводів вимірюють в умовних одиницях або у відсотках [2]. При цьому еталоном є солодкість сахарози: 100 або 100 %.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Відносна солодкість – це відношення солодкості вуглеводу до солодкості сахарози. Наприклад, 137/100 = 1,37 [2].

Глюкоза (виноградний цукор, дестроза) є найпоширенішим вуглеводом. Її солодкість становить 74. Разом з фруктозою входить до складу меду. Виноград містить глюкозу у великій кількості. У хімічно зв'язаному стані глюкоза знаходиться у цукрі, крохмалі, молочному цукрі, солодовому цукрі. В харчовій промисловості глюкозу застосовують для заміни тростинного цукру (у складі патоки). В кондитерській промисловості глюкозу застосовують для виробництва карамелі, помадки, мармеладу, при різних видах бродіння (виробництво етанолу (етилового спирту), пива, вин, молочно-кислих продуктів тощо).

Фруктоза (плодовий цукор, левульоза) міститься у фруктових та ягідних соках, у меді (39,1 %). Солодкість її – 173. Це цінний харчовий продукт. Фруктозу використовують як замінник глюкози (цукровий діабет).

Лактоза (молочний цукор) міститься у молоці (5 %). Солодкість – 16.

Сахароза (буряковий цукор) знаходиться у цукрових буряках (12-14 %), цукровій тростині (14-26 %). Багато сахарози у кондитерських виробах (до 60 %).

Крохмаль накопичується в рослинах як резервна речовина:

- в бульбах картоплі –12-14 %;
- у зернах кукурудзи – 65-75 %;
- у зернах пшениці – 57-75 %;
- у зернах рису – 62-82 %.

Природний крохмаль на 97-98 % складається з полісахаридів, які гідролізуються до глюкози, містить 1-0,7 % мінеральних речовин (переважно фосфатної кислоти), 0,6 % вищих жирних кислот, 0,1-0,8 % білка. Полісахариди крохмалю представлені амілозою та амілопектином. Крохмальні зерна складаються з внутрішньої частини – амілози (15-25 %) та зовнішньої частини – амілопектину (75-85 %).

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Харчова цінність вуглеводів. Добова потреба в вуглеводах складає 400-500 г: крохмаль – 400 г, моно- і дасахариди – 50-100 г. Добова потреба в харчових волокнах – 25-30 г.

Основна роль вуглеводів організмі – *енергетична.* З вуглеводів організм людини отримує 60-70 % енергії (6800 кДж енергії на добу). Питома калорійність – 17 кДж. Крім того, вуглеводи є складовим компонентом біомембран і виконують бар'єрні, захисні, регуляторні й інші важливі функції.

Харчові волокна (целюлоза, пектинові речовини, геміцелюлози) не засвоюються в організмі людини, але потрібні для нормалізації роботи шлунково-кишкового тракту, виведенню надлишкової води, токсинів, холестеролу.

Вуглеводи засвоюються на 95,6 %. Коефіцієнт засвоюваності вуглеводів складає:

- 98-99 % – цукор, молоко і молочні продукти, яйця;
- 95-96 % – картопля, борошно, хліб, макарони, рис, кондитерські вироби, мед, варення;
- 90 % – фрукти, ягоди, горіхи;
- 85 % – різні овочі [14, С. 34].

Експериментальна частина

Лабораторна робота “Виявлення вуглеводів у харчових продуктах”

Мета: Виявити вуглеводи у харчових продуктах.

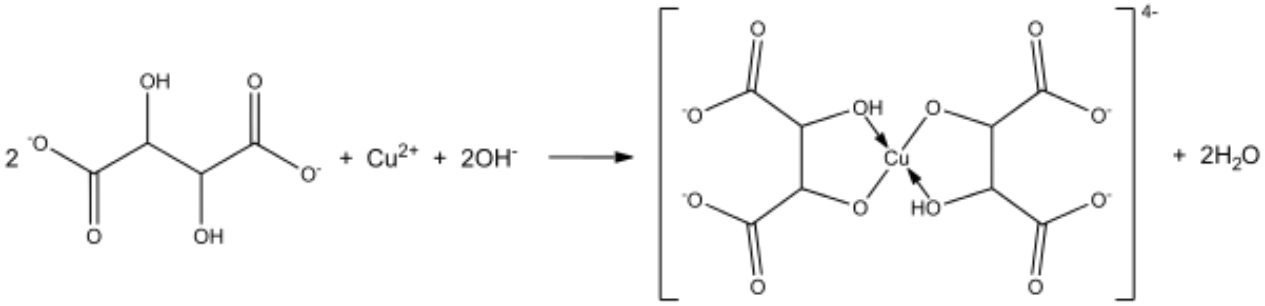
Завдання:

1. Виявити глюкозу у винограді.
2. Виявити фруктозу у меді.
3. Виявити крохмаль у картоплі.
4. Виявити вуглеводи у морозиві.
5. Виявити сахарозу у шоколаді.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Дослід 1. Виявлення глюкози у винограді

Принцип методу. Вуглеводи, що мають вільну глікозидну групу, здатні відновлювати двовалентний Купрум до одновалентного. Як джерело йонів Cu^{2+} використовують реактив Фелінга, який готують безпосередньо перед застосуванням шляхом змішування двох розчинів: розчину $CuSO_4$ та лужного розчину сегнетової солі (калій-натрієвої солі винної кислоти). Під час злиття цих розчинів утворюється купрум(II) гідроксид, що взаємодіє із сегнетовою сіллю з утворенням комплексної сполуки типу купрум(II) гліколяту волошкового кольору:



Глікозидна група вуглеводу окиснюється, а купрум(II) гідроксид $Cu(OH)_2$ відновлюється до помаранчевого купрум(I) гідроксиду CuOH, який потім розкладається до купрум(I) оксиду Cu_2O червоного кольору. В ході реакції може виділятися і мідь:

$$R—CHO + 2Cu^{2+} + 4OH^- \rightarrow R—COOH + Cu_2O\downarrow + 2H_2O$$

Обладнання: штатив з пробірками.

Реактиви і матеріали: виноград, свіжо виготовлений реактив Фелінга.

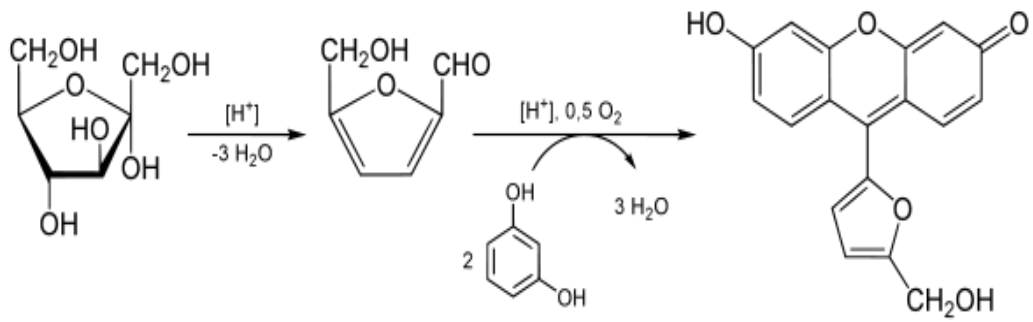
Хід роботи. До свіжо вичавленого соку винограду об'ємом 1 $см^3$ в пробірці прилити реактив Фелінга об'ємом 1 $см^3$. Нагрівати верхню частину суміші до початку кипіння.

Дослід 2. Виявлення фруктози у меді

Принцип методу. При нагріванні фруктози або інших кетогексоз із хлоридною кислотою утворюється оксиметилфурфурол, який з резорцином дає продукт конденсації вишнево-червоного кольору. Ця ж реакція з альдозами перебігає набагато повільніше, що обумовлює достатню специфічність реакції

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Селіванова. Реакція дозволяє відкрити відновлюючі кетози в присутності відновлюючих альдоз.



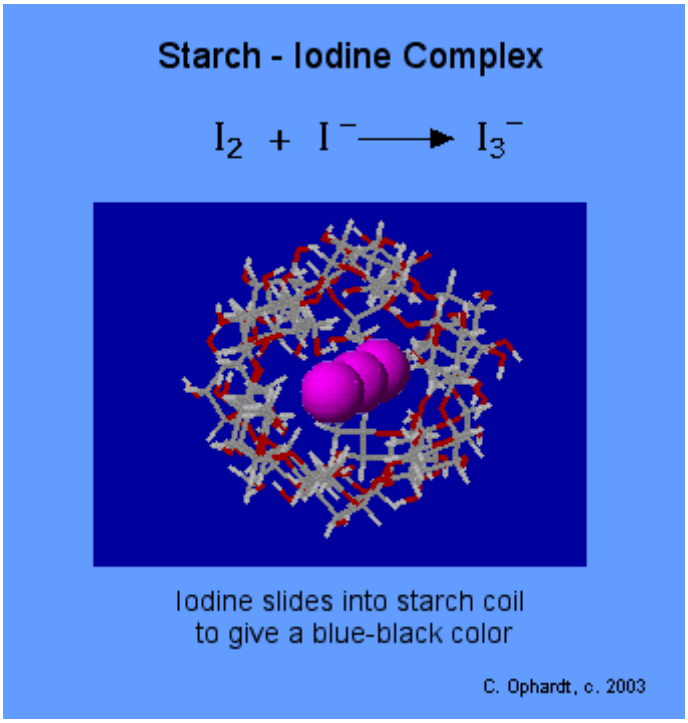
Обладнання: штатив з пробірками, водяна баня.

Реактиви і матеріали: реактив Селіванова.

Хід роботи. У суху пробірку прилити реактив Селіванова об'ємом 3 см^3. Додати розчин меду (3 краплі). Пробірку помістити у водяну баню на 8 хвилин.

Дослід 3. Виявлення крохмалю у картоплі

Принцип методу. При взаємодії крохмалю з йодом утворюється клатрат фіолетового кольору:



https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Biological_Chemistry/Supplemental_Modules_%28Biological_Chemistry%29/Carbohydrates/Case_Studies/Starch_and_Iodine?utm_source=chatgpt.com

Обладнання: скляні палички, скальпель.

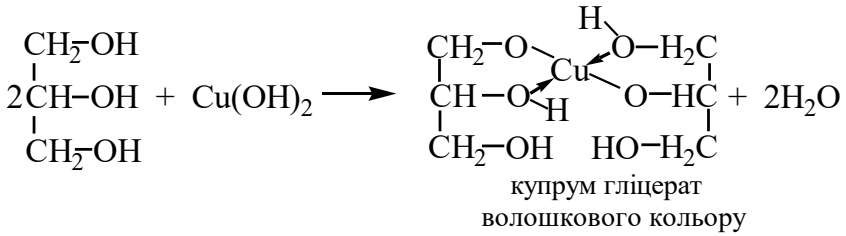
Реактиви і матеріали: картопля, розчин Люголя.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Хід роботи. На зріз картоплини нанести краплю розчину Люголя.

Дослід 4. Виявлення вуглеводів у морозиві

Принцип методу. Морозиво на молочній основі містить дисахариди лактозу (5,8 %) і сахарозу (14 %). Лактоза (молочний цукор) і сахароза (буряковий цукор), перебуваючи в циклічній формі реагують з $Cu(OH)_2$. Купрум(II) гідроксид швидко розчиняється, утворюючи темно-синій розчин внаслідок утворення купрум хелатів з розташованими поруч гідроксигрупами вуглеводів. Таким чином, на холоді утворюється яскраво-синій розчин комплексної сполуки сахарози і лактози з купрумом(II). Це якісна реакція на багатоатомні спирти:



купрум гліцерат
волошкового кольору

При нагріванні лактоза окиснюється з утворенням різноманітних продуктів окиснення й деструкції. $Cu(OH)_2$ відновлюється до помаранчевого CuOH, який потім розкладається до Cu_2O червоного кольору. В ході реакції може виділятися і мідь.

Обладнання: штатив з пробірками, воронка, фільтрувальний папір.

Реактиви і матеріали: розчин натрій гідроксиду (ω(NaOH) = 5 %), розчин купрум сульфату (ω($CuSO_4$) = 10 %)

Хід роботи. У пробірку налити молочного морозива об'ємом 1 $см^3$ і додати дистильовану воду об'ємом 5-7 $см^3$. Пробірку закрити пробкою і струснути декілька разів. Профільтрувати отриману суміш і до фільтрату додати розчин натрій гідроксиду (ω (NaOH) = 5 %) об'ємом 1 $см^3$ і розчин купрум сульфату (ω ($CuSO_4$) = 10 %) об'ємом 2-3 краплини. Вміст пробірки обережно струснути. Записати спостереження. Отриманий розчин нагріти. Записати спостереження.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Дослід 5. Виявлення сахарози в шоколаді

Принцип методу. Гелеподібний купрум(II) гідроксид швидко розчиняється, утворюючи темно-синій розчин через формування хелатів купруму з сахарозою.

Цукрове посивіння шоколаду з'являється при порушенні температурного режиму зберігання продукту. Як результат, з часом на поверхні шоколаду з'являється білий наліт. Це виступають кристалики сахарози.

Обладнання: штатив з пробірками, скляні палички.

Реактиви і матеріали: розчин натрій гідроксиду (ω(NaOH) = 5 %), розчин купрум сульфату (ω($CuSO_4$) = 10 %), дистильована вода.

5.1. Виявлення сахарози

Хід роботи. Невеликий шматочок шоколаду подрібнити. Шоколадні ошурки насипати в пробірку на висоту приблизно 1 см. Додати до шоколаду дистильовану воду об'ємом 2-3 $см^3$. Вміст пробірки перемішати і профільтрувати. До фільтрату додати розчин натрій гідроксиду (ω(NaOH) = 5 %) об'ємом 1 $см^3$ і розчин купрум сульфату (ω($CuSO_4$) = 10 %) об'ємом 2-3 краплини. Вміст пробірки перемішати.

5.2. Цукрове посивіння шоколаду

Хід роботи. Декілька шматочків шоколаду злегка обприскати водою. загорнути у фольгу і помістити на 1-2 тижні в холодильник (не в морозильне відділення). З часом на поверхні шоколаду з'явиться білий наліт. Змити наліт дистильованою водою об'ємом 2-3 $см^3$ і виявити в отриманому розчині сахарозу. Для цього до одержаного розчину додати розчин натрій гідроксиду (ω(NaOH) = 5 %) і розчин купрум сульфату (ω($CuSO_4$) = 10 %) об'ємом 2-3 краплини. Вміст пробірки перемішати.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Самостійна робота

Ситуаційні завдання “Вуглеводи в харчових продуктах”

1. Деякі люди для зменшення ваги використовують целюлозу, яка продається в аптеках.

Завдання 1. Охарактеризувати механізм дії целюлози як засобу схуднення.

Завдання 2. Перелічити як позитивні, так і негативні боки такого методу зменшення ваги.

2. При карамелізації (нагріванні вище 100 ^{O}C) сахарози відбувається дегідратація молекул з утворенням речовин жовтого і яскраво коричневого кольору.

Завдання 1. Назвати продукти дегідратації сахарози.

Завдання 2. Вказати шляхи застосування продуктів карамелізації.

3. В останні роки вчені дійшли висновку у потребі зменшення частки споживання “незахищених” (рафінованих) вуглеводів і збільшення частки споживання “захищених” вуглеводів.

Завдання 1. Обґрунтувати вищевказану рекомендацію.

Завдання 2. Запропонувати шляхи реалізації даної рекомендації на практиці.

Розрахункові задачі “Вуглеводи в харчових продуктах”

Задача 1.

Скільки молекул сахарози міститься в цукрі масою 36 г? Яку кількість енергії (Дж) отримує організм при вживанні такої кількості цукру? Врахувати, що при змішаному харчуванні засвоюваність вуглеводів становить 95,6 %.

Задача 2.

Яку масу цукру потрібно розчинити у воді масою 500 г, щоб приготувати сироп з масовою часткою сахарози 40 %. Знайти молярну концентрацію сахарози в цьому розчині.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Задача 3.

У яблучному соці містяться вуглеводи, переважно глюкоза та фруктоза. Знайти масову частку цукрів в яблучному соці об'ємом 250 $см^3$, густина якого – 1,04 $г/см^3$, якщо маса вуглеводів – 30 г.

Тест "Вуглеводи в харчових продуктах"

1. Виберіть неправильне твердження:

А. При розкладанні вуглеводів масою 500 г до CO_2 і H_2O виділяється енергія у кількості 9210,9 кДж.

Б. Вуглеводи витрачаються в організмі в першу чергу.

В. Вуглеводи становлять близько 10 % від загальної маси тіла людини.

Г. Вуглеводи не відіграють в організмі певну сенсибілізуючу роль: їх надлишок в їжі не посилює алергічні реакції організму.

2. Встановіть відповідність:

Вміст крохмалю у продуктах харчування	
Продукт	*Вміст (%)*
1. Крупа рисова	а. 6,8
2. Картопля	б. 18,2
3. Хліб житній	в. 73,7
4. Карамель льодяникова	г. 40,1
	д. 10

А. 1а 2б 3в 4г Б. 1г 2в 3б 4а В. 1в 2б 3г 4д Г. 1а 2д 3в 4г

3. Надлишок вуглеводів перетворюється у:

А. Білки.

Б. Жири.

В. Вітаміни.

Г. Гормони.

4. До незасвоюваних вуглеводів не відносять:

А. Целюлозу.

Б. Інсулін.

В. Пектин.

Г. Глікоген.

5. До засвоюваних вуглеводів не відносять:

А. Декстрини.

Б. Крохмаль.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

В. Слиз.
Г. Глюкозу.

6. Яку функцію корисної кишкової мікрофлори не знижує надлишок цукру:
А. Травну.
Б. Захисну.
В. Енергетичну.
Г. Синтетичну.

7. Виберіть неправильне твердження:
А. Щоб забезпечити збалансованість окремих вуглеводів та речовин, що близькі до них, потрібен достатньо високий рівень пектинових речовин та клітковини (25 г на добу).
Б. Збалансований вміст вуглеводів у раціоні не має значення для профілактики атеросклерозу.
В. Пектинові речовини пригнічують розмноження чисельних мікроорганізмів.
Г. Клітковина стимулює перистальтику кишківника, нормалізує життєдіяльність корисної кишкової мікрофлори, сприяє виведенню холестеролу.

8. Встановіть відповідність:

Збалансований раціон харчування харчування	
Вуглеводи	*Масова частка (%) від загальної кількості вуглеводів*
1. Крохмаль	а) 75
2. Цукор	б) 20
3. Пектинові речовини	в) 3
4. Карамель льодяникова	г) 2
	д) 10

А. 1а 2б 3в 4г. Б. 1а 2в 3г 4а. В. 1а 2в 3б 4д. Г. 1а 2б 3в 4д.

9. За здатністю до гідролізу вуглеводи поділяють на:
А. Моно-, оліго- і полісахариди.
Б. Дисахариди, олігосахариди і моносахариди.
В. Олігосахариди і моносахариди.
Г. Полісахариди, олігосахариди та дисахариди.

10. Найбільше значення в організмі людини мають:
А. Гексози.
Б. Пентози, гексози.
В. Тріози, пентози, гексози.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Г. Еритрози, пентози, гексози.

11. До моносахаридів відносять:
А. Глюкозу.
Б. Глікоген.
В. Сахарозу.
Г. Лактозу.

12. Молочний цукор – це:
А. Сахароза.
Б. Мальтоза.
В. Лактоза.
Г. Целобіоза.

13. Найбільше сахарози міститься у:
А. Картоплі.
Б. Апельсині.
В. Цукровому очереті.
Г. Цукровому буряку.

14. Встановіть відповідність:

Вуглеводи	***Знаходження***
1. Крохмаль	а) входить до складу стінки рослинної клітини
2. Клітковина	б) міститься у міжклітинному просторі
3. Пектинова речовина	в) міститься у м'язах і печінці тварин, резервний полісахарид
4. Глікоген	г) резервний полісахарид рослин
	д) входить до складу стінки рослинної клітини, міститься у міжклітинному просторі

А. 1а 2б 3в 4д. Б. 1д 2г 3в 4а. В. 1г 2в 3б 4а. Г. 1г 2а 3д 4в.

15. Знайдіть неправильне твердження:
А. Добова потреба у вуглеводах 400-500 г.
Б. Харчові волокна – складні вуглеводи, що містяться у рослинного походження і не перетравлюються.
В. Дуже багато харчових волокон у борошні вищих сортів, макаронах, манці.
Г. Добова потреба у харчових волокнах – 25-30 г.

16. Вкажіть вуглевод, до складу якого не входить глюкоза:
А. Амілопектин.
Б. Амілоза

ХДУ Кафедра хімії та фармації

В. Глікоген.
Г. Пектинові речовини.

17. Яка речовина утворюється при лактатному бродінні глюкози:
А. Оцтова кислота.
Б. Масляна кислота.
В. Молочна кислота.
Г. Мурашина кислота.

18. Які речовини утворюються при гідролізі крохмалю:
А. Глюкоза, мальтоза, декстрини.
Б. Глюкоза, мальтоза.
В. Мальтоза, декстрини.
Г. Глюкоза.

19. Встановіть відповідність:

Вуглевод	***Тривіальна назва***
1. Сахароза	а) солодовий цукор
2. Лактоза	б) буряковий цукор
3. Мальтоза	в) молочний цукор
4. Целюлоза	г) грибний цукор
	д) клітковина

А. 1а 2б 3д 4г. Б. 1б 2в 3а 4д. В. 1д 2г 3в 4б. Г. 1а 2б 3г 4д.

20. Яка характеристична група не міститься у складі моносахаридів:
А. Альдегідна група.
Б. Кетогрупа.
В. Карбоксильна група.
Г. Спиртова група.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Тема 3. ЛІПІДИ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Актуальність вивчення теми. Ліпіди – важливі компоненти їжі, що зумовлюють її харчову цінність і смак.

3.1. Теоретична частина

Жири разом з жироподібними речовинами (ліпоїдами) відносять до групи ліпідів.

Ліпіди – це група органічних речовин різноманітного складу і будови, що містять довгі вуглеводневі замісники та естерні угрупування і мають загальну фізичну властивість: вони нерозчинні у воді, але добре розчиняються в органічних розчинниках (етерах, хлороформі, ацетоні, толуолі тощо).

Класифікація. Ліпіди поділяють на:

- прості (жири, воски, стериди) та складні (фосфоліпіди, ліпопротеїни та гліколіпіди);
- запасні (до 96 % від маси всіх ліпідів) та структурні (3-5 %).

Властивості. З водою ліпіди утворюють емульсії. Для цього їм необхідні емульгатори – біфільні речовини, гідрофобна частина молекул яких розчиняється в жирі, а гідрофільна – у воді. Емульгатори протидіють (1) злипанню найдрібніших жирових крапель, які знаходяться у воді та (2) поділу водної і жирової фаз. Емульгаторами можуть бути солі жирних кислот (мила), жовчні кислоти та інші речовини.

Жири (тригліцериди) – естери гліцеролу (гліцерину) і 300 вищих карбонових кислот (насичених та ненасичених), які найчастіше містять 12-18 атомів Карбону. До складу твердих жирів входять залишки насичених вищих карбонових кислот (наприклад, пальмітинової, стеаринової). До складу рідких жирів (олій) входять залишки насичених та ненасичених вищих карбонових кислот у формі *цис*-ізомерів (олеїнової, лінолевої, ліноленової).

Фізичні властивості жирів:

1) рідини (соняшникова олія) або тверді речовини (яловичий жир);

ХДУ Кафедра хімії та фармації

2) низькі температури плавлення створюють приємне відчуття у роті; чим більше у складі жирів ненасичених жирних кислот, тим нижче їх температура плавлення;
3) високі температури кипіння дозволяють використовувати жири при смаженні тому, що вони не випаровуються;
4) висока в'язкість;
5) без кольору, запаху;
6) нелеткі;
7) мають густину менше ніж 1 г/см^3, тому плавають на поверхні води.

Жири – це запасні ліпіди, основна функція – енергетична (мають високу калорійність, при окисненні 1 г жиру в організмі виділяється 37,7 кДж енергії). Запасні ліпіди – це основна по масі група ліпідів (до 96 %), які легко виділяються з жировмісного матеріалу. Фізико-хімічні властивості жирів залежать від виду жирних кислот у їх складі (тверді жири та олії). Також існує класифікація жирів на видимі (рослинні олії, тваринні жири тощо) те невидимі (жири у молоці, м'ясі, насінні тощо).

Жири вступають в реакції гідролізу, переестерифікації, гідрогенізації, окиснення (прогіркання).

Жири підлягають *гідролітичному розщепленню* з утворенням гліцерину і вільних жирних кислот. В організмі гідроліз жирів відбувається під впливом ферментів – ліпаз, а поза організмом – за допомогою мінеральних кислот і лугів при нагріванні. Гідроліз – це одна з причин псування жирів та жировмісних продуктів. Прискорюється цей процес при підвищенні вологості, температури, активності ліпаз. При зберіганні жирів підвищується кількість вільних вищих карбонових кислот, що використовується для визначення придатності жирів для споживання.

Переестерифікація буває міжмолекулярною і внутрішньомолекулярною. При переестерифікації змінюється ацилгліцероловий склад жиру. Як наслідок змінюється температура плавлення, пластичність. Одержуються жири з заданими для харчової промисловості властивостями.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Гідрогенізація – це реакція приєднання водню за подвійними зв'язками, спосіб утворення твердих жирів з олій.

Окиснення жирів відбувається за участю подвійних зв'язків у складі молекул. Саме наявністю подвійних зв'язків пояснюється нестійкість жирів при зберіганні. Жири – найбільш лабільні компоненти харчової сировини. Харчове псування жирів супроводжується:

1) органолептичними змінами (прогіркання, “металевий”, рибний присмак, неприємний запах) особливо суттєвими при гідролізі жирів, що містять ацили низько- та середньомолекулярних карбонових кислот ;
2) накопиченням шкідливих речовин, що робить такі жири неїстівними;
3) зниженням харчової та фізіологічної цінності.

Прогіркання жирів є результатом хімічних та біохімічних процесів. Розрізняють гідролітичне і окисне прогіркання. Кожен з цих видів може бути автокаталітичним (неферментативним) та біохімічним (ферментативним) прогірканням.

Умови гідролітичного прогіркання:

- наявність води, невисокі температури (автокаталітичне прогіркання);
- наявність ліпази та емульгаторів (ферментативне прогіркання).

Окисне прогіркання відбувається за участю кисню з утворенням спочатку первинних продуктів окиснення (пероксиди, гідропероксиди), потім вторинних продуктів окиснення (спирти, оксосполуки, низькомолекулярні карбонові кислоти), які зумовлюють неприємний смак і запах.

Окисне автокаталітичне прогіркання (автоокиснення жирів) – це радикальна реакція, швидкість якої прискорюють:

- підвищення концентрації кисню;
- підвищення температури;
- наявність світла;
- наявність йонів Купруму, Феруму, Мангану;

ХДУ Кафедра хімії та фармації

- наявність активаторів, в той же час наявність інгібіторів (антиоксидантів фенольної природи) гальмує окиснення жирів.

Ферментативне окисне прогіркання характерне для насіння олійних культур і відбувається у 2 стадії: гідроліз жирів за участю ліпази, а потім окиснення ненасичених вищих карбонових кислот за участю ліпооксигенази з утворенням гідропероксидів, які можуть перетворюватися у вторинні продукти окиснення жирів.

Воски – це естери вищих (C_{18}-C_{30}) карбонових кислот та вищих (C_{18}-C_{30}) спиртів. Воски поділяють на рослинні (вишневий) та тваринні (бджолиний). Основна функція – захисна: покривають плоди, листя для захисту від висихання, дії води та мікроорганізмів. Вміст невисокий (наприклад, насіння соняшника – 0,2 %).

Стериди містять карбоновий скелет стерану і знаходяться у формі спиртів (стероли) або естерифікованих чи етерифікованих спиртів (стериди). Представник – холестерол (холестерин). Холестерол міститься у продуктах тваринного походження:

- жовток курячого яйця – 0,373 г/100 г;
- жир яловичий – 0,1 г/100 г;
- свинина – 0,07 г/100 г.

В рослинах (олійних культурах) частка холестеролу може бути суттєвою:

- соя – 0,35 %;
- арахіс – 0,25 %.

80 % холестеролу синтезується в печінці, 20 % поступає з продуктами харчування. Функції: входить до складу мембран, приймає участь в обміні вітаміну D, стероїдних гормонів,

Складні ліпіди утворюють комплекси з неорганічними чи органічними речовинами, тому вони важко виділяються з сировини.

Фосфоліпіди містять залишок фосфатної кислоти, який може бути зв'язаним з холіном, або етаноламіном, або залишком амінокислоти. Це

ХДУ Кафедра хімії та фармації

структурні ліпіди, основні компоненти мембран клітини. Фосфоліпіди містяться у:

- сої (1,8 %);
- насінні соняшника (0,7 %);
- свинині (1,23 %);
- яловичині (0,9 %).

Фосфоліпіди (наприклад, лецитини) – це побічні продукти одержання олій, використовуються як емульгатори при виготовленні хліба, кондитерських виробів, маргарину.

Гліколіпіди містять у своєму складі глюкозу, галактозу, олігосахаридні залишки.

Знаходження ліпідів. У рослинах до 90 % ліпідів накопичуються у насінні та плодах, у тварин і риб – у підшкірних жирових тканинах, у черевній порожнині та навколо органів (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст ліпідів

Рослини	**Вміст (г/100 г)**	**Тварини**	**Вміст (г/100 г)**
Соняшник (насіння)	52,9	Свинина	33,3
Кукурудза (насіння)	5,2	Яловичина	14
Рис	2,5	Печінка свиняча	3,8

Харчова цінність жирів. Добова потреба в жирах – 80-100 г, половина з яких – тверді. Добова потреба у фосфоліпідах – 5 г (печінка, мізки, жовток яєць, нерафіновані олії). Добове споживання холестеролу не повинно перевищувати 0,5 г.

Нестача жирів у харчовому раціоні призводить до порушень роботи центральної нервової системи, зниженню імунітету. Надлишкове споживання жирів викликає ожиріння. У харчуванні має значення не тільки кількість спожитого жиру, а й кількість незамінних (есенціальних) ненасичених вищих

ХДУ Кафедра хімії та фармації

карбонових кислот (лінолева, ліноленова, які не синтезуються в організмі людини, та арахідонова, яка синтезується з лінолевої кислоти) у складі жиру (табл. 3).

Есенціальні вищі карбонові кислоти у формі лише *цис*-ізомерів приймають участь в багатьох реакціях обміну речовин (виводять надлишковий холестерол, нормалізують тиск, підвищують еластичність кровоносних судин тощо). Як видно з таблиці 3 найбільшу кількість поліненасичених ВКК містять рослинні олії. Найвищу біологічну активність має арахідонова кислота, найменшу – ліноленова.

Таблиця 3

Вміст та склад жирів (г/100 г)

	Олія оливкова рафінована	**Олія соняшникова рафінована**	**Маргарин молочний**	**Жир кондитерський**	**Жир яловичий**	**Жир свинячий**	**Карп**	**Кури**	**Гуси**	**Мойва**
Тригліцериди	99	99,2	81,4	96,7	98,3	99,2	3,86	16,7	37,36	16,8
Фосфоліпіди	-	-	-	3	1,25	0,33	0,75	1,56	1,52	0,27
Холестерол	-	-	-	-	0,11	0,1	0,27	0,08	0,11	0,34
ВКК	94,7	94.9	77,9	94,5	94,7	95,8	4,25	16,2	34,48	16,09
Мононенасичені ВКК	66,9	23,8	42,9	59,2	40,6	45,56	2,62	8,59	18,49	10,71
Поліненасичені ВКК	12,1	59,8	17,16	8,1	3,2	10,6	0,27	3,17	6,53	1,92

Жири засвоюються на 94 %, коефіцієнт засвоюваності жирів складає:

- 95 % – олія, маргарин, молоко і молочні продукти, яйця, фрукти, ягоди, горіхи;
- 93 % – борошно, хліб, макарони, рис, кондитерські вироби, мед, варення;
- 90 % – м'ясо і м'ясопродукти, риба і рибопродукти [14, С. 34].

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Експериментальна частина

Лабораторна робота "Дослідження властивостей жирів"

Мета: Дослідити властивості жирів.

Завдання:

1. Дослідити розчинність жирів в органічних розчинниках.
2. Дослідити відношення жирів до нагрівання.
3. Виявити ненасичені зв'язки у складі олій.
4. Провести гідроліз жиру і дослідити продукти гідролізу.

Дослід 1. Дослідження розчинності жирів

Принцип методу. Розчинність жирів в органічних розчинниках різна.

Обладнання: штатив з пробірками, зворотні повітряні холодильники, водяна баня.

Реактиви і матеріали: етанол (етиловий спирт), бензен (бензол), хлороформ, чотирихлористий карбон (чотирихлористий вуглець), олія, твердий жир.

Хід роботи. У чотири пробірки налити по дві краплини олії і додати розчинники об'ємом 1 $см^3$:

у 1 пробірку – етиловий спирт;

у 2 пробірку – бензол;

у 3 пробірку – хлороформ;

у 4 пробірку – чотирихлористий карбон.

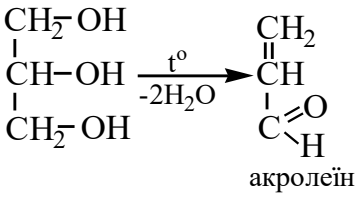
Всі чотири пробірки енергійно струсити. Пробірку у якій утворюється емульсія закрити пробкою з зворотнім повітряним холодильником і нагріти на водяній бані, постійно струшуючи.

Досліди повторити з твердим жиром.

Дослід 2. Відношення жирів до нагрівання

Принцип методу. При нагріванні виділяється гліцерол, який дегідратується до акролеїну (канцерогенна речовина).

ХДУ Кафедра хімії та фармації



акролеїн

Обладнання: штатив з пробірками, пробіркотримачі.

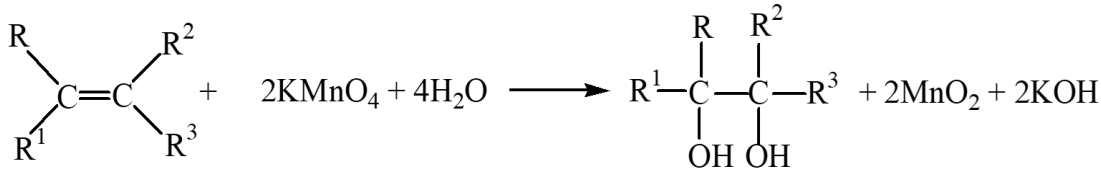
Реактиви і матеріали: олія або твердий жир, калій гідрогенсульфат.

Хід роботи. *Дослід проводити у витяжній шафі!* У пробірку помістити твердий жир масою 1 г або налити олію об'ємом 0,5 см^3 та додати декілька кристалів калій гідрогенсульфату.

Пробірку інтенсивно нагріти 1 хвилину.

Дослід 3. Виявлення ненасичених зв'язків у складі олій

Принцип методу. Ненасичені зв'язки ідентифікують розчином калій перманганату ($\omega(KMnO_4)$ = 1-3 %). При позитивній реакції розчин знебарвлюється та випадає бурий осад MnO_2:



Обладнання: штатив з пробірками.

Реактиви і матеріали: олія, розчин калій перманганату ($\omega(KMnO_4)$ = 2 %).

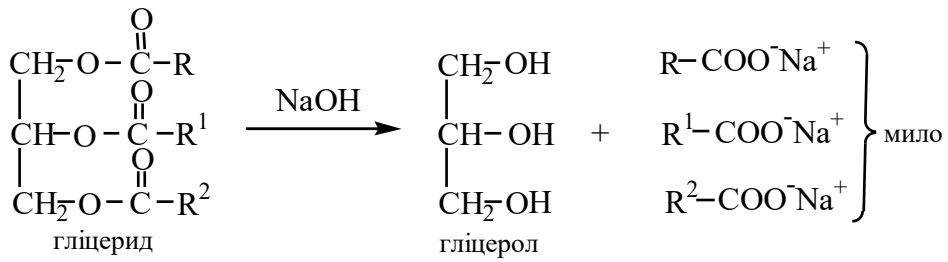
Хід роботи. В пробірку налити олію об'ємом 0,5 см^3 і розчин калій перманганату ($\omega(KMnO_4)$ = 2 %) об'ємом 1 см^3. Енергійно струсити пробірку.

Дослід 4. Проведення гідролізу жиру та дослідження продуктів

Принцип методу.

$$Жир + NaOH \xrightarrow{\text{спирт}} гліцерол + мило$$

ХДУ Кафедра хімії та фармації



Вищі карбонові кислоти відкривають у гідролізаті за допомогою реакції підкислення продуктів лужного гідролізу:

$$2C_{17}H_{35}COONa + H_2SO_4 = 2C_{17}H_{35}COOH + Na_2SO_4$$

Гліцерол визначають за допомогою реакції з купрум(II) гідроксидом: поява темно-синього (волошкового) забарвлення розчину свідчить про наявність у ньому багатоатомного спирту з гідроксильними групами, розташованими на сусідніх атомах Карбону.

Обладнання: штатив з пробірками, зворотні повітряні холодильники, водяна баня.

Реактиви і матеріали: твердий жир, спиртовий розчин натрій гідроксиду (ω(NaOH) = 15 %), насичений розчин натрій хлориду, розчин купрум(II) сульфату (ω(CuSO₄) = 3 %), розчин натрій гідроксиду (ω(NaOH) = 10 %).

Хід роботи. У пробірку внести твердий жир масою 1,5-2 г і додати спиртовий розчин натрій гідроксиду (ω(NaOH)= 15 %) об'ємом 5 см^3. Пробірку закрити пробкою з зворотнім повітряним холодильником і нагріти на водяній бані 15 хв. при постійному струшуванні.

Потім пробірку охолодити і додати гарячий насичений розчин натрій хлориду NaCl об'ємом 6-7 см^3.

У пробірку додати п'ять-шість крапель (0,3-0,5 см^3) розчину купрум(II) сульфату (ω($CuSO_4$) = 3 %), після цього – розчин натрій гідроксиду (ω(NaOH) = 10 %) об'ємом 1 см^3. До утвореного осаду купрум(II) гідроксиду прилити гідролізат об'ємом 1 см^3.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Самостійна робота

Ситуаційні завдання “Ліпіди в харчових продуктах”

1. В процесі смаження м'яса над пательнею з'явився сірий дим з властивостями лакриматора.

Завдання 1. Охарактеризувати ступінь небезпечності речовини, що є складовою диму.

Завдання 2. Запропонувати шляхи попередження утворення диму та мінімізації впливу на організм людини.

2. Людина, згідно дієти, яку вичитала в Інтернеті, відмовилась від усіх жирів та жирних продуктів.

Завдання 1. Передбачити наслідки для здоров’я, яку буде мати така дієта протягом місяця.

Завдання 2. Перерахувати речовини, яких буде не вистачати в організмі.

3. Часто можна зустріти інформацію, що рослинні олії більш корисні, ніж тваринні, тому потрібно використовувати лише рослинні олії.

Завдання 1. Пояснити наскільки ця інформація достовірна.

Завдання 2. Довести можливість або неможливість обходитись людині лише рослинними оліями без тваринних жирів.

4. У магазині пляшки з соняшниковою олією зберігались протягом 3 місяців на сонці при температурі 25-35 °С.

Завдання 1. Описати хімічні процеси, що відбуваються з ліпідами за цих умов.

Завдання 2. Запропонувати методи встановлення якості цієї олії.

Розрахункові задачі “Ліпіди у харчових продуктах”

Задача 1.

Бутерброд з ковбасою та сиром масою 150 г приблизно містить білки масою 18,7 г, жири масою 36,5 г та вуглеводи масою 30 г. При змішаному харчуванні засвоюваність білків становить 84,5 %, жирів – 94 %, а вуглеводів – 95,6 %. Обчислити енергетичну цінність цього бутерброда.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Задача 2.

За допомогою хімічного аналізу жиру встановлено, що він містить олеїнову кислоту ($\omega(о.к.)$ = 55 %) та пальмітинову кислоту ($\omega(п.к.)$ = 45 %). Розрахувати середню молярну масу жирних кислот в цьому жирі. Яка маса йоду може прореагувати з цим жиром масою 10 г?

Задача 3.

В зразку олії визначено масову частку жирних кислот (%): пальмітинова – 9,5 %, олеїнова – 41,0 %, лінолева – 49,5 %. Обчислити індекс PUFA/SFA (поліненасичені жирні кислоти / насичені жирні кислоти). Порівняйте результат з нормами ВООЗ PUFA/SFA ≥ 0,5. Поясніть використання такого співвідношення.

Тест "Ліпіди у харчових продуктах"

1. До простих ліпідів відносять:

А. Сполуки, молекули яких, окрім залишків жирних кислот і спиртів, містять також фрагменти ортофосфатної кислоти, вуглеводів (цукрів) та азотовмісних компонентів.

Б. Сполуки, що утворені залишками неорганічних кислот і спиртів.

В. Речовини, в основі молекул яких лежать залишки жирних кислот і спиртів.

Г. Сполуки, молекули яких складаються з фрагментів моносахаридів.

2. Яку функцію ліпіди не виконують в організмі людини:

А. Енергетичну.

Б. Регуляторну.

В. Пластичну.

Г. Каталітичну.

3. Ліпіди класифікують на:

А. Розчинні і нерозчинні.

Б. Прості і складні.

В. Органічні і неорганічні.

Г. Моно- і поліліпіди.

4. До твердих жирів не належить:

А. Риб'ячий жир.

Б. Баранячий жир.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

В. Яловичий жир.
Г. Козячий жир.

5. Сукупність процесів, які протікають при харчовому псуванні жирів називають:
А. Бродінням.
Б. Осмоленням.
В. Прокисанням.
Г. Згіркненням.

6. Речовини, які здатні обривати ланцюгову реакцію окиснення жирів називають:
А. Синергістами.
Б. Антиоксидантами.
В. Канцерогенами.
Г. Консервантами.

7. Продуктами гідролізу жирів є:
А. Нижчі спирти і карбонові кислоти.
Б. Гліцерол і вищі спирти.
В. Гліцерол і вищі карбонові кислоти.
Г. Вуглекислий газ і вода.

8. Добова потреба людини в жирі становить:
А. 20-25 г.
Б. 80-100 г.
В. 300-400 г.
Г. 400-500 г.

9. Маргарин одержують шляхом:
А. Каталітичного гідрування олій.
Б. Каталітичного дегідрування олій.
В. Окисненням жирів.
Г. Гідролізом жирів.

10. Яка кількість енергії виділяється при окисненні в організмі людини 1 г жиру?
А. 4 ккал.
Б. 9 ккал.
В. 17 ккал.
Г. 38 ккал.

11. Безводна суміш рафінованих гідрогенізованих рослинних олій – це:

ХДУ Кафедра хімії та фармації

А. Саломас.
Б. Маргарин.
В. Олія.
Г. Смалець.

12. Критерій, який не дозволяє виявити фальсифікацію жирів:
А. Кислотне число.
Б. Йодне число.
В. Перекисне число.
Г. Число омилення.

13. Оберіть неправильне твердження:
А. Склад ліпідів надзвичайно складний і залежить від джерела добування, його стану, методів виділення та інших чинників.
Б. Ліпіди – складні органічні речовини рослинного та тваринного походження.
В. Ліпіди добре розчиняються у воді, нерозчинні у багатьох органічних розчинниках.
Г. Ліпіди є структурними компонентами клітини, запасних та захисних речовин.

14. Встановіть відповідність:

Вміст жирів у продуктах харчування	
Продукт	*Вміст жирів (% до сирої ваги)*
1. Яловичина	а. 3,8-25
2. Свинина	б. 6,5-41,3
3. Риба	в. 0,4-20
4. Олія	г. 15-31
	д. 98

А. 1а 2б 3в 4д. Б. 1д 2г 3в 4б. В. 1а 2б 3в 4г. Г. 1д 2а 3б 4в.

15. Оберіть помилкове твердження:
А. Майонез – це емульсія рослинної олії з водою та яєчним порошком, сухим молоком, цукром, оцтом, спеціями.
Б. З точки зору хімії майонез – це розчин.
В. Вміст жиру у майонезі досягає 75 %.
Г. Жир у майонезі розділений на дрібні кульки (d = 1-4 мкм). У майонезі масою 1 г міститься 1000 млрд жирових кульок.

16. Фізіологи вважають, що в раціоні людини споживання рослинних олій і тваринних жирів повинно знаходитись у співвідношенні:

ХДУ Кафедра хімії та фармації

А. 1:3.
Б. 1:2.
В. 1:1.
Г. 9:1.

17. Незамінні жирні кислоти – це

А. Насичені жирні кислоти.
Б. Ненасичені жирні кислоти з одним подвійним зв'язком.
В. Ненасичені жирні кислоти.
Г. Ненасичені жирні кислоти з двома і більше подвійними зв'язками.

18. Лінолева кислота – одна з незамінних кислот, добова потреба в якій складає 3-6 г. Така маса лінолевої кислоти міститься у:

А. Рослинній олії масою 12-15 г.
Б. Вершковому маслі масою 10 г.
В. Оливковій олії масою 10 г.
Г. Яловичому жирі масою 5 г.

19. Встановіть відповідність:

Засвоєння жирів	
Жир	*Засвоєння жирів (%)*
1. Маргарин	а) 93-98
2. Соняшникова олія	б) 80-90
3. Яловичий жир	в) 86-91
4. Вершкове масло	г) 94-97,6
	д) 100

А. 1а 2б 3в 4г. Б. 1г 2в 3б 4а. В. 1а 2б 3в 4д. Г. 1д 2а 3б 4в.

20. При довготривалому смаженні на одній порції жиру утворюється:

А. Акролеїн.
Б. Гліцерол.
В. Пальмітинова кислота.
Г. Лінолева кислота.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

3.2. Теоретична частина “Визначення якості жирів”

Показники якості жирів – це фізико-хімічні характеристики, які дозволяють оцінити їхню свіжість, придатність до споживання, ступінь окиснення та ступінь очищення.

Визначення ступеня окиснення жирових продуктів є важливим показником, що характеризує не лише їхню якість, а й потенційний негативний вплив продуктів окиснення на здоров’я людини, уражаючи серцево-судинну та нервову системи, а також шлунково-кишковий тракт. Встановлено, що жири зі співвідношенням лінолевої та міристинової кислот 9:1 більш стійкі до окиснення порівняно з оліями звичайного складу. Стійкість жирів залежить від ступеня їхньої ненасиченості та вмісту токоферолів.

Основні показники якості жирів включають:

1. *Органолептичні показники* – важливі для споживчої оцінки. Відхилення зовнішнього вигляду, кольору, запаху та смаку свідчать про псування харчів.

2. *Волога та леткі речовини.* Максимальна кількість вологи залежить від виду жиру, зазвичай до 0,2-0,3 %. Згідно з ДСТУ допустима вологість соняшникової олії ≤ 0,1 %, а тваринного жиру – ≤ 0,3 %.

3. *Визначення температури топлення.*

4. *Кислотне число* (к.ч.) – це кількісний показник, який характеризує вміст вільних жирних кислот у жирі. Воно визначається як маса калій гідроксиду (мг), необхідного для нейтралізації вільних жирних кислот у 1 г жиру. Значення кислотного числа залежить від якості жиру, способу його виробництва, умов зберігання та інших чинників. Процес накопичення вільних низькомолекулярних жирних кислот, що утворюються при гідролізі тригліцеридів, і які додають жиру стороннього смаку та запаху, називається гідролітичним згіркненням. Чим вище значення к.ч., тим більша швидкість гідролізу – жир псується.

К.ч. відноситься до регламентованих ДСТУ показникам, норма:

- для харчових жирів – до 4 мг КОН/г;

ХДУ Кафедра хімії та фармації

- для високоякісних олій – до 0,6 мг КОН/г;
- для нерафінованих олій – до 6;
- для кондитерського для печива – 0,1;
- для шоколадних виробів – 0,4;
- для жиру для хліба – 0,8;
- для жиру в фосфоліпідами – 6;
- для жиру кулінарного – 0,5.

5. Йодне число (й.ч.) – це кількісний показник, який визначає ступінь ненасиченості та використовується для оцінки якості олій, що здатні висихати. Розраховується, як йод масою (г), що може приєднатись до жиру масою 100 г (табл. 4). Використовується для класифікації жирів (тверді, м'які, рідкі).

6. *Число омилення, сапоніфікаційне число* (ч.о.) – це кількісний показник, який показує середню молярну масу жирних кислот у жирі. Розраховується, як калій гідроксид масою в г, що викликає омилення жиру масою 1 г. Ч.о. характеризує якість жиру: чим вище його значення, тим нижча якість жиру (табл. 4).

Таблиця 4

Деякі характеристики якості жирів

	Число омилення	***Йодне число***
Яловичий жир	190-200	32-47
Свинячий жир	193-200	46-66
Соняшникова олія	186-194	119-136
Оливкова олія	185-200	72-89
Пальмове масло	196-210	52-58

7. *Пероксидне число* (п.ч.) це кількісний показник, який показує кількість первинних продуктів окиснення – гідропероксидів. Одиниці вимірювання: ммоль активного кисню на 1 кг жиру. Чим вище значення п.ч., тим більше ознак згіркнення. Для харчових жирів допустимо до 10 ммоль O_2/кг: соняшникова олія – ≤ 10, тваринний жир – ≤ 7.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

8. *Анізидинове число* (An) це кількісний показник, який визначає вторинні продукти окиснення (альдегіди, особливо 2-алькеналі). У поєднанні з пероксидним числом: дозволяє розрахувати тотальне число окиснення (Totox):

$$Totox = 2 \times Пч + An$$

Порівняння якісних показників жирів наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

Порівняння якісних показників жирів

Показник	Рослинна олія	Тваринний жир	Маргарин
Зовнішній вигляд	Прозора рідина	Тверда маса, світло-жовта	Тверда емульсія, однорідна
Запах і смак	Властиві виду, без згіркнення	Без сторонніх запахів	Властивий сорту, без сторонніх присмаків
Вміст вологи (%)	≤ 0,1	≤ 0,3	≤ 16 (через вміст водної фази)
Кислотне число (мг КОН/г)	≤ 0,6 (рафінована)	≤ 2,0	≤ 1,5
Пероксидне число (ммоль O_2/кг)	≤ 10	≤ 7	≤ 5
Йодне число (г I_2/100 г жиру)	110–145 (соняшникова)	35–75	60–120 (залежить від рецептури)
Сапоніфікаційне число (мг КОН/г)	188–194	190–205	185–195
Анізидинове число	≤ 10	≤ 10	≤ 10

Експериментальна частина

Лабораторна робота “Визначення кислотного числа твердих жирів та олій”

Мета: Визначити кислотне число жирів.

Завдання:

1. Визначити кислотне число твердих жирів.
2. Визначити кислотне число олій.

Принцип методу. Для визначення к.ч. використовують метод об'ємного аналізу – кислотно-основне титрування.

Обладнання: конічні колби (50 см^3), водяна баня, бюретка, воронки.

Реактиви і матеріали: тверді жири, олії, розчин фенолфталеїну (ω(ф-ф) = 1 %), розчин калій гідроксиду (С(1/1КОН) = 0,1 моль/дм^3), етиловий спирт.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Хід роботи.

Жир масою 0,5 г вмістити у конічну колбу. Колбу вмістити на водяну баню з температурою 50-60 °С. Після розтоплення жиру у колбу додати спирт об'ємом 2,5 см^3. До прозорого розчину додати розчин фенолфталеїну (ω (ф-ф) = 1 %) (3-4 краплини) і при постійному збовтуванні титрувати розчином калій гідроксиду (С(1/1КОН) = 0,1 моль/дм^3) до зміни забарвлення. У випадку помутніння розчину, необхідно додати розчинник для освітлення.

Кислотне число (к.ч.) визначають за формулою:

$$\text{К.ч.} = \frac{V \cdot k \cdot 5{,}61}{m} \cdot 2,$$

де V – об'єм розчину лугу (С(1/1КОН) = 0,1 моль/дм^3), витрачений на титрування, см^3;

k – коефіцієнт поправки на титр розчину лугу;

5,61– коефіцієнт перерахунку об'єму (см^3) розчину КОН на масу (мг), тобто 1 см^3 розчину лугу (С(1/1) = 0,1 моль/дм^3) відповідає 5,61 мг КОН;

m – маса наважки жиру, г;

2 – коефіцієнт перерахунку на жир масою1 г.

Самостійна робота

Ситуаційні завдання "Зміни хімічного складу м'яса та риби при зберіганні і технологічній переробці"

1. Риба має неприємний, специфічний запах. При зберіганні риби відбуваються хімічні процеси:

1) розпад АТФ (до 75 %);
2) розпад глікогену (до 90 % – фосфоролізом і амілолізом);
3) денатурація білків (виділяється вода – 10-25 % від маси риби);
4) протеоліз білків (вміст амоніаку підвищується у 5-10 разів);
5) відновлення триметиламінооксиду до триметиламіну(у морських риб – до 160 мг/100 г триметиламіну, у річкових – 2,5 мг/100 г).

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Завдання 1. Пояснити, які речовини зумовлюють специфічний запах риби.

Завдання 2. Скласти схеми хімічних перетворень при зберіганні риби.

2. Відомо, що риба і рибопродукти є важливим джерелом мінеральних речовин у харчуванні. Вміст мінеральних речовин у рибі приблизно у 1,5 рази вищий, ніж у м'ясі наземних тварин.

Завдання 1. Обґрунтувати, чи завжди є корисною ця властивість риби.

Завдання 2. Навести гранично допустимі концентрації токсичних елементів у рибі.

3. Студент характеризує продукт: "Білок, з точки зору амінокислотного складу, найбільш збалансований; багато холестерину, але велика кількість фосфоліпідів нейтралізує його атерогенну дію; багато жиророзчинних вітамінів; мінеральні речовини знаходяться у легкозасвоюваній формі; з цього продукту готують меланж".

Завдання 1. Зробити висновок про який продукт йде мова.

Завдання 2. Скласти рекомендації щодо доцільності використання цього продукту сирому вигляді та після теплової обробки. Скласти рекомендації щодо доцільності використання цього продукту сирому вигляді та після теплової обробки.

Розрахункові задачі "Визначення якості жирів"

Задача 1.

Під час аналізу зразка соняшникової олії було використано жир масою 3,00 г. Для нейтралізації вільних жирних кислот витратили розчин NaOH об'ємом 4,0 $см^3$ з молярною концентрацією речовини еквіваленту 0,1 моль/$дм^3$. Обчислити кислотне число жиру (мг КОН/г).

Задача 2.

В досліджуваному жирі масою 1 кг міститься кількість пероксидів, яка еквівалентна кількості речовини активного кисню – 2,5 ммоль. Обчислити

ХДУ Кафедра хімії та фармації

перекисне число жиру (ммоль O_2/кг). Порівняти з допустимими значеннями для нерафінованої олії – не більше 10 ммоль/кг.

Задача 3.

Зразок олії масою 0,25 г поглинув бром кількісті речовини 0,0025 моль. Розрахувати йодне число (г I_2/100 г жиру).

Тест "Зміни хімічного складу м'яса та риби при зберіганні і технологічній переробці"

1. Встановіть відповідність:

Склад м'яса	
Група речовин	*Масові частки (%)*
1. Білки	а. 1-50
2. Ліпіди	б. 11-21
3. Глікоген	в. 0,17
4. Глюкозо -6-фосфат	г. 0,5
	д. 0,1-1

А. 1г 2б 3в 4д.
Б. 1б 2а 3д 4в.
В. 1а 2в 3г 4б.
Г. la 2г 3в 4б.

2. Співвідношення триптофан/оксипролін у яловичині становить:
А. 4,0.
Б. 5,5.
В. 3,5.
Г. 4,7.

3. Співвідношення триптофан/оксипролін у свинині становить:
А. 4,0.
Б. 5,5.
В. 3,5,
Г. 4,7.

4. Співвідношення триптофан/оксипролін у баранині становить:
А. 4,0.
Б. 5,5.
В. 3,5,
Г. 4,7.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

5. Виберіть неправильне твердження:

А. Якість м'яса не залежить від кількості сполучної тканини.

Б. Співвідношення залишків насичених, мононенасичених та поліненасичених кислот у свинині складає 3:4:1 (ідеальне співвідношення 3:6:1).

В. Холестеролу у м'ясі у 1,5 рази менше, ніж у жирах.

Г. Коефіцієнт використання білка свинини дорівнює 90 %, а яловичини – 75 %.

6. Виберіть неправильне твердження щодо процесів, які відбуваються при тепловій обробці м'яса:

А. Сполучні тканини желатинізуються.

Б. Руйнуються білково-ліпідні комплекси.

В. ВКК жирів утворюють «пінку», яка не впливає на смак бульйону.

Г. Вітаміни частково руйнуються: B_1, B_2 – до 45 %, РР – до 20 %.

7. Холестерол яєць (0,57 %) нейтралізується:

А. Вітамінами.

Б. Мінеральними речовинами.

В. Білками.

Г. Фосфоліпідами.

8. Найбільш збалансований амінокислотний склад у:

А. Свинині.

Б. Яйцях.

В. Баранині.

Г. Яловичині.

9. Встановіть відповідність:

Склад риби	
Група речовин	*Масові частки (%)*
1. Білки	а. 10-23
2. Ліпіди	б. 15
3. Глікоген	в. 0,03
4. Глюкозо -6-фосфат	г. 0,5-20
	д. 0,1-1,5

А. 1г 2б 3в 4д. Б. 1б 2а 3д 4в. В. 1а 2г 3д 4в. Г. 1а 2г 3в 4б.

10. Ферменти найбільш активні у:

А. Свинині.

Б. Рибі.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

В. Баранині.
Г. Яловичині.

11. Виберіть неправильне твердження:
А. У рибі мало (1-2 %) сполучної тканини.
Б. Білки риби засвоюються на 93-98 %.
В. Морська риба містить до 0,5 мг/100 г амоніаку, а річкова – 2,8-9,5 мг/100 г.
Г. Вміст гістидину (показник якості) у рибі – не більше 10 мг/100 г.

12. Встановіть відповідність:

Риба	
Склад	*Властивість*
1. Мало сполучної тканини	а. швидко псується
2. Ферменти активні	б. швидко готується
3. Можуть накопичуватися солі важких металів	в. має неприємний запах
4. Містить аміни	г. краще засвоюється
	д. небезпечна для здоров'я лідини

А. 1б 2а 3д 4в. Б.1г 2а 3д 4в. В. 1а 2г 3д 4в. Г. 1а 2г 3в 4б.

13. При зберіганні риби вміст амінів:
А. Збільшується.
Б. Зменшується.
В. Не змінюється.
Г. Спочатку зменшується, а потім збільшується.

14. Виберіть неправильне твердження:
А. Аміни риби – це гістамін, триметиламін.
Б. М'ясо риби не містить холіну.
В. При зберіганні риби *pH* середовища спочатку знижується, а потім підвищується.
Г. Показником свіжості риби є вміст АТФ.

15. У формуванні специфічного та неприємного смаку і запаху риби приймають участь:
А. Ліпіди.
Б. Аміни та леткі ВКК.
В. Глікоген.
Г. Білки.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

16. Встановіть відповідність:

Втрата білків при тепловій обробці риби	
Вид теплової обробки	*Масові частки (%)*
1. Варка тощої риби	а. 8
2. Варка жирної риби	б. 14
3. Смаження тощої риби	в. 13
4. Смаження жирної риби	г. 9
	д. 5

А. 1а 2б 3в 4г. Б. 1б 2а 3д 4в. В. 1а 2г 3д 4в. Г. 1а 2г3в 4б.

18. Встановіть відповідність:

Втрата жирів при тепловій обробці риби	
Вид теплової обробки	*Масові частки (%)*
1. Варка тощої риби	а. 8
2. Варка жирної риби	б. 20
3. Смаження тощої риби	в. 12
4. Смаження жирної риби	г. 27
	д. 13

А. 1а 2б 3в 4г. Б. 1б 2а 3д 4в. В. la 2г 3д 4в. Г. 1а 2в 3г 4д.

18. Вплив продуктів окиснення ліпідів солоної риби на якість продукту:

А. Позитивний ефект.
Б. Негативний ефект.
В. Не впливають на смак та запах.
Г. Мають бактеріостатичну дію.

19. Виберіть неправильне твердження:

А. При солінні риби сіль прискорює денатурацію і протеоліз білків, окиснення ліпідів, але гальмує гідроліз ліпідів.
Б. Під дією солі продукти окиснення ліпідів (карбонільні сполуки) взаємодіють з продуктами гідролізу білків риби з утворенням ароматичних і смакових компонентів, які покращують смак і запах соленої риби.
В. В процесі дозрівання солоної риби рибний запах посилюється.
Г. Спосіб обробки риби залежить від її якості: тощу рибу смажать, а жирну – варять.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

20. Свинячий жир:

А. Повноцінний.

Б. Частково повноцінний.

В. Неповноцінний.

Г. Частково неповноцінний.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Тема 4. ФЕРМЕНТИ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Актуальність вивчення теми. Ферменти, як біокаталізатори, широко використовуються в харчових технологіях.

Теоретична частина "Ферменти в харчових продуктах"

Ферменти є високоспеціалізованою групою речовин білкової природи, що виконують функцію біологічних каталізаторів. Вони є основою молекулярних механізмів процесу обміну речовин – важливої властивості живого організму. Механізм дії ферментів зводиться до зниження енергетичного бар'єру, зменшення енергії активації, завдяки чому швидкість хімічної реакції значно прискорюється.

Класифікація. За систематичною класифікацією і номенклатурою розрізняють 6 класів ферментів. В основі класифікації – типи хімічних реакцій, які каталізують ферменти.

Класи ферментів:

1. Оксидоредуктази (каталізують окисно-відновні процеси).
2. Трансферази (прискорюють реакції перенесення окремих атомів і груп атомів від одних субстратів до інших).
3. Гідролази (каталізують гідролітичні реакції).
4. Ліази (каталізують відщеплення атомних груп з утворенням подвійного зв'язку, чи приєднання атомних груп по подвійному зв'язку).
5. Ізомерази (прискорюють реакції ізомеризації).
6. Лігази (діють як ліази, але з використанням енергії АТФ).

Властивості. Характерними властивостями ферментів є:

1) термолабільність і температурний оптимум дії;
2) залежність активності від значення *pH*;
3) специфічність дії (абсолютна і відносна);
4) зміна активності під дією активаторів і інгібіторів.

Під час зберігання харчової сировини ферменти беруть участь у:

1) гідролітичних процесах;
2) процесах дихання;

ХДУ Кафедра хімії та фармації

3) автолізі.

Основні ферменти харчової промисловості:

- гідролази (гідролітичні ферменти): амілази, β-галактозидаза, ліпази, пектинестерази, протеїнази, β-фруктофуранозидаза, целюлолітичні ферменти;
- оксидоредуктази: каталаза, ліпоксигеназа, пероксидаза, поліфенолоксидаза.

Гідролази у харчових технологіях

Гідролази під час зберігання сировини можуть викликати покращення якості (зберігання зимових сортів яблук, груш) або псування (гідроліз крохмалю картоплі).

Протеази поділяються на:

1. Екзопептидази – ферменти, що діють на зовнішні пептидні зв'язки поліпептидів, гідролізуючи їх і утворюючи амінокислоти.
2. Ендопептидази (папаїн, пепсин, трипсин) – ферменти, що розщеплюють внутрішні пептидні зв'язки білків, розщеплюючи молекули білка на пептиди.

Пептидази активні в сильнокислому середовищі, тому в тісті вони утворюють небагато амінокислот.

Рослинні протеїнази поділяються на кілька типів, серед яких найбільше значення мають нейтральні протеїнази, оскільки вони значно активніші за кислі і суттєво впливають на білки клейковини у тісті. Кисла протеїназа пепсин застосовується для отримання молочного казеїну та для розчинення білкових помутнінь у вині.

Амілази каталізують гідроліз крохмалю. Клейстеризований крохмаль гідролізується до мальтози (54-58 %) і β-декстринів (42-46%). Сучасні технології виробництва патоки поєднують кислотний і ферментативний

ХДУ Кафедра хімії та фармації

гідроліз. Ферментативне розщеплення крохмалю застосовується при виготовленні пива та спирту.

Пектинестераза гідролізує складно-ефірні зв'язки розчинного пектину, утворюючи галактуронову кислоту та метиловий спирт. Це знижує здатність пектину до драглеутворення та зменшує в'язкість розчинів, що лежить в основі використання пектинестерази для освітлення плодових соків і вина.

Інвертаза (сахараза, фруктофуранозидаза) гідролізує сахарозу з утворенням інвертного сиропу — суміші глюкози і фруктози. Такий сироп застосовують у виробництві карамелі та мармеладу, а також як антикристалізатор замість патоки. Через високу гігроскопічність інвертного сиропу якість карамелі може погіршуватися. Ферментативний гідроліз сахарози відбувається під час приготування тіста та виробництва вина, перетворюючи сахарозу на цукри, здатні до бродіння — глюкозу і фруктозу. Інвертний сироп для безалкогольних напоїв також готують ферментативним способом.

Гідроліз за участю **ліпази** широко використовується для отримання жирних кислот, гліцерину, моно- та діацилгліцеринів. Водночас ця реакція може негативно впливати на якість харчових продуктів, що містять ліпіди, таких як жири, зерно, крупи та борошно.

Оксидоредуктази у харчових технологіях

Поліфенолоксидаза (**тирозиназа, фенолаза, О-дифенолоксидаза, катехолаза**) каталізує окиснення моно-, ди- та поліфенолів. Дія цього ферменту спричиняє утворення темно забарвлених сполук — меланінів, наприклад, при окисненні амінокислоти тирозину киснем повітря. Потемніння зрізів картоплі, яблук, грибів, персиків та інших рослинних продуктів майже повністю зумовлене активністю поліфенолоксидази. У харчовій промисловості основний інтерес до цього ферменту полягає у запобіганні потемніння, особливо під час сушіння плодів та овочів.

Небажаним є також потемніння макаронних виробів під час сушіння та м'якушки хлібобулочних виробів із пшеничного борошна вищого та першого

ХДУ Кафедра хімії та фармації

сортів. Інгібіторами тирозинази у тісті виступають кухонна сіль, аскорбінова кислота та окисні поліпшувачі, наприклад, калій йодат. Активність ферменту знижується при підвищенні кислотності середовища, тому ефективним є використання молочної сироватки.

Позитивний ефект поліфенолоксидази спостерігається лише у виробництві чаю, де під час ферментації окиснюються дубильні речовини, утворюючи темні та ароматичні сполуки темного кольору.

Експериментальна частина

Лабораторна робота *"Дослідження властивостей ферментів"*

Мета: Дослідити властивості ферментів.

Завдання:

1. Дослідити відношення ферментів до температури.
2. Дослідити специфічність дії ферментів.
3. Дослідити вплив активаторів і інгібіторів на активність ферментів.
4. Дослідити вплив *pH* на активність ферментів.

Дослід 1. Термолабільність ферментів

Принцип методу. Ферменти, як білки, при нагріванні до 60-80 ºС втрачають свої властивості біологічних каталізаторів. Ступінь інактивації залежить також і від тривалості теплового впливу.

Обладнання: *штатив з пробірками, льодяна баня, водяна баня, пробіркотримачі, скляні палички, кахельні плитки.*

Реактиви і матеріали: *розчин слини (1:5), розчин крохмалю (ω (крохмалю)= 1 %), розчин Люголя.*

Хід роботи. У 4 пробірки налити розчин слини (1:5) об'ємом 1 см^3. Першу пробірку прокип'ятити на протязі двох хвилин, другу – вмістити в стакан льодом, третю – залишити при кімнатній температурі, четверту – вмістити в стакан з теплою водою (40 ºС).

Через три хвилини у всі чотири пробірки налити розчин крохмалю об'ємом 1 см^3.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

На кахельну пластинку нанести декілька крапель йоду і за допомогою проби крохмаль+йод, встановити на якій хвилині в кожній пробірці відбудеться гідроліз крохмалю.

Записати спостереження у вигляді таблиці:

№ пробірки	Температура	Час, хв.					
		1	2	3	4	5	6
1	100 ºС						
2	0 ºС						
3	18 ºС						
4	40 ºС						

Примітки: Спостереження записуємо за допомогою позначень «с» – синій, «ж» – жовтий колір краплі йод+суміш.

Дослід 2. Специфічність дії ферментів

Принцип методу. Одна з найбільш характерних властивостей ферментів – їх висока специфічність. *Специфічністю* називається здатність ферментів прискорювати одну чи строго визначену групу реакцій. Ферменти специфічні відносно як типу реакцій, що вони каналізують, так і субстратів, на які вони впливають. Амілаза слини прискорює гідроліз тільки полісахаридів, які мають α(1-4)-глікозидний зв'язок, і не розщеплює дисахариди.

Обладнання: *штатив з пробірками, пробіркотримачі.*

Реактиви і матеріали: розчин крохмалю (ω(крохмалю) = 0,1%), розчин сахарази, розчин сахарози (ω(сахарози) = 1%), розчин слини, реактив Фелінга, розчин Люголя.

Хід роботи. Виконати дослід згідно схеми:

№ пробірки			Р-н йоду	Р-н Фелінга
1	Р-н крохмалю об’ємом 0,5 см^3	Р-н слини об’ємом 0,5 см^3		
2	Р-н крохмалю об’ємом 0,5 см^3	Р-н сахарази об’ємом 0,5 см^3		
3	Р-н сахарози об’ємом 0,5 см^3	Р-н слини об’ємом 0,5 см^3		
4	Р-н сахарози об’ємом 0,5 см^3	Р-н сахарази об’ємом 0,5 см^3		

ХДУ Кафедра хімії та фармації

У перші дві пробірки внести розчин крохмалю, у дві інші – розчин сахарози. У 1 і 3 пробірки додати розчин слини, у 2 і 4 – розчин сахарази. Витримати пробірки 10 хв. при температурі 40 ºС. Після цього у першу і другу пробірки додати розчин йоду. В третю та четверту – реактив Фелінга та ці дві пробірки нагріти. Записати спостереження і зробити висновки.

Дослід 3. Вплив активаторів та інгібіторів

Принцип методу. Активність деяких ферментів залежить від природи і концентрації йонів, які присутні у реакційному середовищі. Речовини, що підсилюють дію ферментів, називаються *активаторами*. *Інгібітори* – речовини, що знижують швидкість хімічних реакцій за участю ферментів. Активність амілази слини підсилюється в присутності натрій хлориду – специфічного активатора амілази. Купрум сульфат чинить гальмуючу дію на активність амілази. Якщо до суміші, що містить слину і крохмаль, додати в одному випадку розчин натрій хлориду, в другому – розчин купрум сульфату, у третьому – воду (контрольна проба), то за той самий проміжок часу в першій пробірці відбудеться повне розщеплення крохмалю (жовте забарвлення з розчином йоду), у третій – розпад його відбудеться тільки до декстринів (червоне забарвлення), а в другий виявиться нерозщеплений крохмаль (синє забарвлення).

Обладнання: *штатив з пробірками.*

Реактиви і матеріали: розчин крохмалю (ω(крохмалю) = 1 %), розчин слини (1:10), розчин натрій хлориду (ω (NaCl) = 1 %), розчин купрум сульфату (ω($CuSO_4$) = 1 %).

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Хід роботи. Виконати дослід згідно схеми:

№ операції	1 пробірка	2 пробірка	3 пробірка
1	Р-н слини (1:10) об'ємом 1 $см^3$	Р-н слини (1:10) об'ємом 1 $см^3$	Р-н слини (1:10) об'ємом 1 $см^3$
2	Р-н NaCl об'ємом 1 $см^3$	Р-н H_2O об'ємом 1 $см^3$	Р-н $CuSO_4$ об'ємом 1 $см^3$
3	Р-н крохмалю об'ємом 1 $см^3$	Р-н крохмалю об'ємом 1 $см^3$	Р-н крохмалю об'ємом 1 $см^3$
4	Перемішати	Перемішати	Перемішати
Спостереження			
Висновки			

Після перемішування вмісту трьох пробірок, за допомогою проби з йодом зафіксувати час гідролізу крохмалю у кожній пробірці.

Дослід 4. Вплив *pH* середовища

Принцип методу. Для прояву максимальної каталітичної активності ферментів необхідні певні умови, в тому числі оптимальне значення *pH* середовища. Кожен фермент найбільш активний у межах досить вузької зони величини *pH*, котра називається *оптимумом pH.* Активність ферменту зменшується, якщо значення *pH* змінюється в будь-який бік від оптимального значення. Ферментативні реакції чуттєві до зміни pH, тому що ферменти, як білки, містять велику кількість йоногенних груп. Максимальну активність фермент може виявляти при певному стані цих груп: йонізованому чи нейонізованому. Крім того, *pH* може впливати на активність ферментів, дестабілізуючи їхню структуру, порушуючи міцність зв'язку апоферменту з небілковим компонентом тощо.

Обладнання: штатив з пробірками, кахельна плитка, скляна паличка, бюретка (25 $см^3$).

Реактиви і матеріали: розчин крохмалю (ω(крохмалю) = 0,5 %), розчин слини (1:10), розчин натрій гідрогенфосфату (C(1/z Na_2HPO_4) = 1/12 моль/$дм^3$), розчин калій дигідрогенфосфату (C(1/z KH_2PO_4 = 1/15 моль/$дм^3$).

Хід роботи. У чотирьох пробірках приготувати розчини з значеннями *pH* 5,59; 6,98; 7,38; 8,04. Для цього змішати певні об'єми розчинів натрій гідрогенфосфату і калій дигідрогенфосфату:

ХДУ Кафедра хімії та фармації

pH	Na_2HPO_4 (см^3)	KH_2PO_4 (см^3)
5,59	0,50	9,50
6,98	6,00	4,00
7,38	8,00	2,00
8,04	9,50	0,50

В кожну з чотирьох пробірок з певним значенням pH додати розчин крохмалю (ω(крохмалю) = 0,5 %) об'ємом 1 см^3, розчин слини (1:10) об'ємом 1 см^3. Вміст пробірки ретельно перемішати і нанести по краплині суміші на кахельну пластинку поруч з краплиною йоду. Дві краплі з'єднати. За зміною забарвлення зробити висновок на якій хвилині у кожній з пробірок відбудеться гідроліз крохмалю.

Самостійна робота

Ситуаційні завдання "Ферменти в харчових продуктах"

1. У молоці виявлено більше 100 ферментів нативного і ненативного походження. Ступінь мікробного зараження молока оцінюється редуктазною і каталазною пробами.

Завдання 1. Розкрити вплив на якість молока ферментів ненативного походження.

Завдання 2. Розкрити принцип редуктазної і каталазної проб.

2. Організм більшості людей похилого віку не засвоює молоко.

Завдання 1. Вказати, який фермент при цьому не синтезується в організмі людини або його активність низька.

Завдання 2. Розкрити хімізм цього синдрому.

3. Тісто для хліба "росте" під час бродіння. Як це відбувається?

Завдання 1. Назвати ферменти, які виділяють дріжджі у процесі бродіння.

Завдання 2. Назвати газ, який утворюється під час ферментації і викликає підняття тіста.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Розрахункові задачі “Ферменти в харчових продуктах”

Задача 1.

Ферментний препарат використовують для гідролізу крохмалю в харчовій промисловості. За 10 хвилин процесу розчин ферменту об’ємом 50 $см^3$ при реакції з розчином субстрату з масовою концентрацією крохмалю 10 $г/см^3$, утворив глюкозу масою 0,25 г. Визначити активність ферменту в моль на $дм^3$ розчину за годину.

Задача 2.

Для виробництва безлактозного молока лактазу добавили у молоко об’ємом 1000 $см^3$, в якому масова частка лактози складала 4,9 %. Після закінчення процесу ферментації масова частка лактози знизилась до 0,1 %. Густина молока – 1,03 $г/см^3$. Розрахувати масу лактози, яка була гідролізована.

Задача 3.

Твердий сир виробляють за допомогою сичужного ферменту. Відомо, що сичужний фермент масою 1 г може згорнути молоко об’ємом 10 $дм^3$ при оптимальних умовах за 30 хв. Розрахувати приблизний час, який потрібен цьому ферменту масою 0,5 г для згортання молока об’ємом 50 $дм^3$.

Тест “Ферменти в харчових продуктах”

1. Ферменти – це ...

А. Ліпіди.
Б. Вуглеводи.
В. Білки.
Г. Складні білки.

2. Що таке питома активність ферменту:

А. Число одиниць активності ферменту, що припадає на білок масою 1 мг у ферментативному препараті (Е/мг).
Б. Здатність ферменту обертати площину поляризованого світла.
В. Активність ферменту, необхідна для перетворення субстрату масою 1 мг за 1 хвилину (37 °С).
Г. Здатність ферменту каталізувати розщеплення субстрату з максимальною швидкістю.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

3. Максимальну каталітичну активність більшість ферментів виявляють при температурі:

А.~ 40 ºС;
Б. 100 ºС;
В. 0 ºС;
Г. 10 ºС;
Д. 30 °С.

4. Оптимум *pH* дії більшості ферментів дорівнює

А. 1,5-2;
Б. 8-9;
В.~ 7;
Г. тільки 7;
Д. 3-5.

5. Які властивості ферментів підтверджують їх білкову природу:

А. гідролітичне розщеплення до амінокислот;
Б. здатність прискорювати реакції;
В. наявність активного центру;
Г. наявність алостеричного центру;
Д. наявність каталітичного центру.

6. Причиною інактивації ферменту при нагріванні є:

А. денатурація;
Б. розрив пептидних зв’язків;
В. зменшення концентрації ферменту;
Г. розрив водневих зв'язків;
Д. розрив ковалентних зв'язків

7. Як називається додаткова група ферменту, міцно зв'язана з його білковою частиною?

А. Кофактор.
Б. Кофермент.
В. Холофермент.
Г. Апофермент.
Д. Простетична група.

8. Як ферменти впливають на енергію активації?

А. Збільшують енергію активації.
Б. Зменшують енергію активації.
В. Не впливають на енергію активації.
Г. Спочатку збільшують, а потім зменшують енергію активації.
Д. Спочатку зменшують, а потім збільшують енергію активації.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

9. Виберіть назви класи ферментів згідно з систематичною класифікацією:

1) оксидоредуктази;
2) трансферази;
3) гідролази;
4) ізомерази;
5) ліази;
6) лігази;
7) ліпази;
8) кінази;
9) мутази;
10) дегідрогенази.

А. 1, 2, 3, 4, 5, 6 ***Б.*** 1, 2, 3, 4, 5, 7 ***В.*** 10, 2, 3, 4, 5, 6 ***Г.*** 1, 2, 3, 9, 5, 8

10. Встановіть відповідність:

Фермент	Реакція
1. оксидоредуктаза 2. трансфераза 3. гідролаза 4. ізомераза 5. синтетаза	а. спирт → кислота б. глю + АТФ → глю-6Р + АДФ в. жир + вода → гліцерин + RCOOH г. глю→ фру д. АДФ + $Ф_н$→ АТФ

А. 1а 2б 3в 4г 5д ***Б.*** 1б 2а 3в 4г 5е ***В.*** 1в 2а 3б 4г 5д ***Г.*** 1а 2б 3в 4д 5г

11. Встановіть відповідність:

Фермент	Реакція
1. гідролаза 2. гідратаза 3. дегідрогеназа	а. взаємодія з водою б. приєднання води в. відщіплення води г. відщіплення гідрогену

А. 1а 2б 3в Б. 1а 2б 3г В. 1г 2а 3в

12. До якого класу відносяться ферменти, які каналізують синтез органічних речовин з двох вихідних молекул з використанням АТФ?

А. Ліази.
Б. Лігази.
В. Оксидоредуктази.
Г. Трансферази.
Д. Гідролази.

13. До якого класу відноситься пепсин?

ХДУ Кафедра хімії та фармації

А. Ліази.
Б. Лігази.
В. Оксидоредуктази.
Г. Трансферази.
Д. Гідролази.

14. Потемніння зрізів картоплі, яблук, грибів, персиків та інших рослинних тканин залежить від дії:
А. Амілази.
Б. Ліпази.
В. Поліфенолоксидази.
Г. Протеази.
Д. Пептидази.

15. Позитивний вплив дії поліфенолоксидази:
А. Потемніння зрізів яблук, грибів.
Б. Потемніння дубильних речовин чаю внаслідок окиснення з утворенням темно забарвлених і водночас ароматичних сполук.
В. Потемніння макаронних виробів.
Г. Потемніння фруктів при сушці.
Д. Потемніння зрізів картоплі.

16. Клейстеризований крохмаль гідролізується амілазою до:
А. Мальтози.
Б. β-Декстринів.
В. Глюкози.
Г. Мальтози і β-декстринів.
Д. Мальтози і глюкози.

17. Під час зберігання сировини ферменти не приймають участь у:
А. Гідролітичних процесах.
Б. Процесах дихання.
В. Автолізі.
Г. Ізомерізації.

18. Естерний зв'язок в ліпідах гідролізує:
А. Амілаза.
Б. Ліпаза.
В. Пептидаза.
Г. Глюкозидаза.
Д. Естераза.

19. Який з перелічених ферментів не відноситься до класу Гідролаз?
А. Амілаза.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Б. Ліпаза.
В. Пептидаза.
Г. Естераза.
Д. Карбоксилаза.

20. Амілаза гідролізує крохмаль до кінцевого продукту:
А. Мальтози.
Б. Глюкози.
В. Декстринів.
Г. Фруктози.
Д. Рибози.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Тема 5. ВІТАМІНИ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Актуальність вивчення теми. Вітаміни поступають в організм з продуктами харчування і є життєво необхідними для нормального обміну речовин.

Теоретична частина “Вітаміни в харчових продуктах”

Вітаміни – це група низькомолекулярних органічних сполук, які забезпечують нормальне протікання фізіологічних і біохімічних процесів в організмі і діють у досить малих концентраціях, синтезуються переважно у рослинах. Роль вітамінів у процесах обміну речовин визначається тим, що більшість з них використовується організмом для побудови ряду коферментів чи простетичних груп ферментів, що каталізують різні реакції обміну речовин (окисно-відновні, перенесення груп атомів тощо).

Класифікація. За фізичними властивостями вітаміни поділяють на жиророзчинні (А, D, Е, К) та водорозчинні (група В, вітамін С). Жиророзчинні вітаміни термостабільні, розчиняються в органічних розчинниках, стійкі до зміни *pH*, накопичуються у запас, основна функція – структурна. Водорозчинні вітаміни термолабільні, розчиняються в воді, нестійкі до зміни *pH*, не накопичуються у запас, основна функція – входять до складу ферментів у формі коферментів.

Біологічну активність можуть виявляти декілька речовин, які різняться деякими деталями будови. Такі речовини називають *вітамерами*. Наприклад, вітамін D має 10 вітамерів.

За складом та будовою вітаміни можуть бути похідними ненасичених γ-лактонів, циклогексану, імідазолу, піридину, піримідину, тіазолу та інших речовин.

Знаходження. Вітаміни синтезуються рослинами і мікроорганізмами (табл. 6). Більшість вітамінів не синтезуються в організмі людини, тому недостатня їх кількість у продуктах харчування приводить до порушення обміну речовин. Це веде до розвитку порушень – гіповітамінозів і авітамінозів.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Гіповітамінози називають вторинними, якщо їх причина – порушення всмоктування вітамінів.

Таблиця 6

Номенклатура, джерела, добова потреба вітамінів

Літерне позначення	**Інші назви**	**Джерела**	**Добова потреба**
A	Ретинол (A_1), Дегідроретинол (A_2) Аксерофтол Вітамін росту Протиксерофтальмічний фактор β-Каротин (попередник)	морква (β-каротин - 9 мг/100 г) вершкове масло (8,2 мг/100 г) шпинат (4,5 мг/100 г) сметана (0,23 мг/100 г) печінка (0,025 мг/100 г) молоко коров'яче (0,025 мг/100 г)	1,5-2,5 мг
D	Кальциферoли Холекальциферол (D_3) Ергокальциферол (D_2) Протирахітичний	жовток яєць (7,70 мкг/100 г) вершкове масло (1,50 мкг/100 г)	2,5-10 мкг
E	Токоферoли Протистерильний	олія соняшникова (67 мг/100 г) олія арахісова (34 мг/100 г) олія оливкова (13 мг/100 г) хліб пшеничний цільнозерновий (3,8 мг/100 г) хліб житній (2,2 мг/100 г) вершкове масло (2,20 мг/100 г)	10-20 мг
K	Філохінон Фаркохінон Протигеморогічний	капуста помідор салат синтезується мікрофлорою кишечника	200-300 мкг
B_1	Тіамін Аневрин Протиневритний	свинина (0,84 мг/100 г) крупа гречана(0,43 мг/100 г) крупа вівсяна(0,49 мг/100 г) пивні дріжджі хліб пшеничний цільнозерновий (0,27 мг/100 г)	1,5-2 мг
B_2	Рибофлавін Протисеборійний	багато продуктів тваринного і рослинного походження печінка (2,19 мг/100 г) крупа гречана (0,2 мг/100 г) капуста брюсельська (0,20 мг/100 г) молоко коров'яче (0,15 мг/100 г) хліб пшеничний цільнозерновий (0,13 мг/100 г)	2-2,5 мг
B_3	Пантотенова кислота Протидерматичний	яйця (1,3 мг/100 г) крупа вівсяна (0,9 мг/100 г)	5-10 мг

ХДУ Кафедра хімії та фармації

		борошно злакових (0,8 мг/100 г) свинина (0,70 мг/100 г) хліб житній (0,6 мг/100 г) молоко коров'яче (0,38 мг/100 г) синтезується мікрофлорою кишечника	
B_5	Ніацин Вітамін РР Нікотинамід Нікотинова кислота (попередник)	печінка (9,0 мг/100 г) пшениця (7,13 мг/100 г) яловичина (5,40 мг/100 г) борошно злакових (4,5 мг/100 г) хліб пшеничний цільнозерновий (4,2 мг/100 г) крупа гречана (4,19 мг/100 г) свинина (3,90 мг/100 г) крупа вівсяна (1,1 мг/100 г) хліб житній (0,67 мг/100 г) салат (0,70 мг/100 г) капуста брюсельська (0,70 мг/100 г)	15-25 мг
B_6	Піридоксин (піридоксол, піридоксаль, піридоксамін) Адермін	хліб пшеничний цільнозерновий (0,3 мг/100 г) хліб житній (0,17 мг/100 г) картопля (0,30 мг/100 г) круп'яні вироби яловичина (0,42 мг/100 г) печінка(0,70 мг/100 г)	2-3 мг
B_{12}	Кобаламін, Ціанокобаламін Протианемічний	печінка (100 мг/100 г) яловичина (3,0 мкг/100 г) синтезується мікрофлорою кишечника	2-5 мкг
Bc B_9 B_{11}	Фолієва кислота	листя зелених рослин	0,2-0,4 мг
H	Біотин Коензим Р Фактор Х Протисеборійний	печінка (98 мкг/100 г) жовток яєць (56 мкг/100 г) крупа вівсяна (20 мкг/100 г) молоко коров'яче (3,2 мкг/100 г) сметана (3,60 мкг/100 г) синтезується мікрофлорою кишечника	0,15-0,3 мг
C	Аскорбінова кислота Протискорбутний	шипшина (1000-4500 мг/100 г) горіх волоський (1000-1800 мг/100 г) перець червоний (00-400 мг/100 г) чорна смородина (100-400 мг/100 г) лимони (40-55 мг/100 г) цибуля ріпчаста (20 мг/100 г) сметана (0,80 мг/100 г) печінка (1,28 мг/100 г)	50-70 мг
P	Флавоноїди Цитрин Рутин капілярозміцнюючий	як у вітаміна С	100-200 мг

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Харчова цінність. Для того, щоб зробити висновок про забезпеченість організму вітамінами застосовуються кількісні методи визначення останніх в крові, сечі. Для оцінки вмісту вітамінів в продуктах харчування проводять кількісне визначення їх в цих продуктах. При визначенні вмісту вітамінів в продуктах використовують реакції, на основі яких лежать реакції взаємодії вітамінів з відповідними реагентами з утворенням нових речовин, що мають характерні ознаки (забарвлення, флуоресценцію тощо).

Добова потреба в вітамінах (табл. 6) залежить від багатьох факторів: віку, статі, фізіологічного стану, рівня фізичного навантаження, нервово-психічного стану, характеру харчування. Наприклад:

1) потреба в тіаміні збільшується при збільшенні кількості вуглеводів в раціоні;
2) потреба в ніацині зумовлюється кількістю триптофану, з якого може синтезуватися цей вітамін;
3) потреба в піридоксині збільшується при збільшенні кількості білків в раціоні;
4) потреба в рибофлавіні зменшується при збільшенні кількості білків в раціоні.

Існує залежність від забезпеченості організму іншими вітамінами, мінеральними речовинами.

Експериментальна частина

Лабораторна робота *"Визначення вмісту вітаміну С в овочах і фруктах"*

Мета: Визначити вміст вітаміну С в овочах і фруктах.

Завдання:

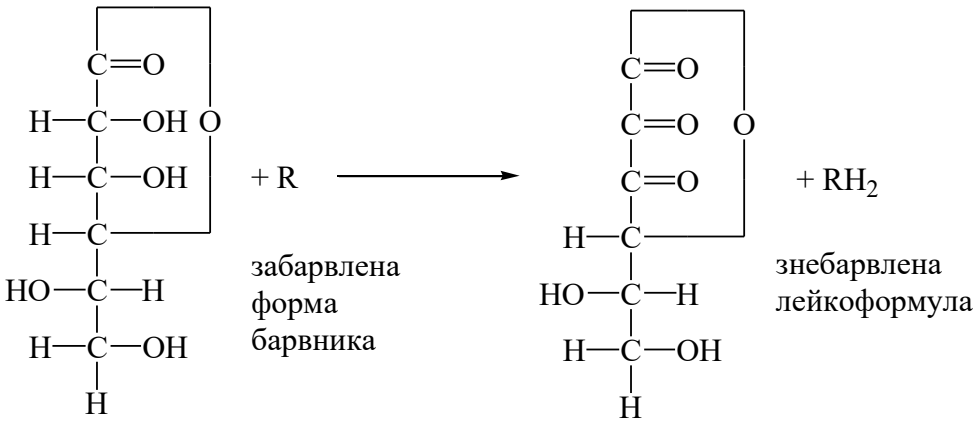
1. Відкрити вітамін С в харчових продуктах якісно.
2. Визначити вміст вітаміну С в харчових продуктах кількісно.

Дослід 1. Якісна реакція на вітамін С

Принцип методу. Метод визначення вітаміну С базується на його відновних властивостях. Легко окиснюючись в дегідроаскорбінову кислоту,

ХДУ Кафедра хімії та фармації

вітамін С відновлює різні барвники (метиленову синь, дихлорфеноліндофенол), які при цьому знебарвлюються.



аскорбінова кислота дегідроаскорбінова кислота

Обладнання: *штатив з пробірками, центрифуга.*

Реактиви і матеріали: розчин натрій карбонату (ω(Na_2CO_3)= 10 %), розчин метиленової сині (ω(інд.) = 1 %), розчин 2,6-дихлорфеноліндофенолу (ω(реагент)= 0,02 %), розчин вітаміну С, картопля, капуста.

Хід роботи. У 2 пробірки налити розчин метиленової сині *(ω(інд.) = 1 %)* об'ємом 1 $см^3$ та додати розчин натрій карбонату *(ω*(Na_2CO_3) *= 10 %)* об'ємом 5 крапель. В одну з пробірок прилити декілька крапель розчину вітаміну С, в іншу (контроль) – стільки ж води. Обидві пробірки нагріти.

До соку картоплі (капусти) об'ємом 1 $см^3$ додати розчин 2,6-дихлорфеноліндофенолу (*ω(реагент)* = 0,02 %) об'ємом 1 $см^3$, перемішати, спостерігати за змінами.

Дослід 2. Кількісне визначення вітаміну С в біологічному матеріалі

Принцип методу. Кількісне визначення вітаміну *С* в досліджуваному матеріалі здійснюється за допомогою 2,6-дихлорфеноліндофенолу, використовуючи його титрований розчин. За кількістю реактиву, витраченого на окиснення вітаміну *С*, визначають його вміст в біологічному об'єкті. *Обмеження:* метод придатний для безбарвних екстрактів з овочів і фруктів.

Обладнання: *ступка з товкачем, мірна колба (100 $см^3$), конічні колби (50 $см^3$), піпетки (10 $см^3$), бюретка (25 $см^3$), воронки.*

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Реактиви і матеріали: картопля, капуста, яблуко, розчин хлоридної кислоти (ω(HCl)= 5 %), пісок кварцовий, дистильована вода, розчин гідроген пероксиду ($ω(H_2O_2)$= 5 %), розчин 2,6-дихлорфеноліндофенолу (C(1/z) = 0,001 моль/дм^3).

Хід роботи. 2.1. Приготування екстракту із рослинного матеріалу.

Досліджуваний матеріал (картопля, капуста, яблуко) масою 10 г нарізати дрібними шматочками і перенести в ступку. Відміряти циліндром розчин хлоридної кислоти (*ω(HCl)* = 5 %) об'ємом 50 см^3. Потім розтерти біологічний матеріал з невеликою кількістю кварцового піску, приливаючи невеликими порціями розчин хлоридної кислоти до одержання рідкої кашки. Суміш кількісно перенести у мірну колбу (100 см^3), ступку і товкач ополоснути розчином хлоридної кислоти, виливаючи її в ту ж мірну колбу і слідкуючи за тим, щоб був використаний весь об'єм хлоридної кислоти. Після цього вміст мірної колби довести до поділки дистильованою водою, перемішати і профільтрувати чи відцентрифугувати. Одержаний екстракт повинен бути зовсім прозорим.

2.2. Визначення вмісту вітаміну С в екстракті.

У 2 конічні колби (50 см^3) відміряти піпеткою одержаний екстракт рослинного матеріалу об’ємом 10 см^3. В одну колбу додати розчин гідроген пероксиду (*ω (H_2O_2)* = 3 %, 1-2 краплі) і вміст прокип’ятити 10 хвилин. Вміст обох колб титрувати розчином 2,6-дихлорфеноліндофенолу до появи рожевого забарвлення індикатора. Цю операцію проводити тричі. Розрахувати середнє значення $V_{сер}$. (2,6-дихлорфеноліндофенол).

Вміст вітаміну С визначити за формулою:

$$C(\text{віт.}) = \frac{100 \cdot Vcep \cdot V \cdot T}{m \cdot Va}$$

де С (віт.) – вміст аскорбінової кислоти, мг;

Т – титр розчину 2,6-дихлорфеноліндофенолу за аскорбіновою кислотою (0,088 мг/см^3);

V – загальний об'єм екстракту, см^3;

ХДУ Кафедра хімії та фармації

m – маса, досліджуваного матеріалу, г;

$V_{сер.}$– об'єм реагенту, витраченого на титрування, $см^3$;

V_a – аліквота, $см^3$;

100 – перерахунок на 100 г біологічного матеріалу.

Самостійна робота

Ситуаційні завдання "Вітаміни в харчових продуктах"

1. Виробники вітамінізованих харчових продуктів переконані, що вітаміни природного походження мають вищу цінність для здоров'я, ніж ті, що виготовлені синтетичним шляхом. Наприклад, вважається, що чиста L-аскорбінова кислота (вітамін С), отримана з плодів шипшини, корисніша за аналогічну сполуку, синтезовану на фармацевтичному виробництві.

Завдання 1. Пояснити, чи відрізняються вітаміни із цих двох джерел.

Завдання 2. Зробити припущення, чи може організм відрізнити вітаміни із різних джерел.

2. До складу фруктів та овочів жовтогарячого або червоного кольору входить провітамін, який в організмі людини перетворюється на вітамін, що приймає участь у біохімічних реакціях мембран клітин. З однієї молекули провітаміну утворюється дві молекули вітаміну. Цей вітамін лише рослинного походження.

Завдання 1. Дати назви провітаміну і вітаміну.

Завдання 2. Назвати рослинного продукти, збагачені вмістом цього вітаміну.

3. Вітамін має 10 вітамерів, майже не руйнується при нагріванні. Основні джерела тваринні. Частково синтезується в організмі людини під впливом ультрафіолетового випромінювання.

Завдання 1. Дати назви провітамінам і вітамінам.

Завдання 2. Описати ознаки надлишкового споживання цього вітаміну і вказати шляхи попередження цього стану.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Розрахункові задачі "Вітаміни в харчових продуктах"

Задача 1.

Добова рекомендована норма споживання вітаміну С для дорослої людини становить масу 90 мг. Яку масу апельсинів або яблук потрібно з'їсти людини, щоб повністю покрити добову потребу у вітаміні С? Вміст вітаміну С в апельсинах – 50 мг/100 г, а в яблуках – 10 мг/100 г.

Задача 2.

Крупа масою 100 г містить вітамін B_1 (тіамін) масою 0,4 г. Розрахувати масу та кількість речовини тіаміну в готовій каші, якщо втрати вітаміну в процесі приготування склали 30 %.

Задача 3.

Морква масою 100 г містить β-каротин масою 8,3 мг, який в організмі людини перетворюється на вітамін А з коефіцієнтом 6:1 (β-каротин масою 6 мг перетворюється в вітамін А масою 1 мг). Рекомендована добова потреба вітамін А – 0,9 мг. Яку масу вітаміну А отримує організм з моркви масою 100 г? Розрахувати масову частку добової потреби вітаміну А, яку покриває така порція моркви.

Тест "Вітаміни в харчових продуктах"

1. Виберіть помилкове твердження:

А. Вітаміни – це високомолекулярні органічні речовини різної хімічної природи, які у певних кількостях необхідні для нормальної життєдіяльності.

Б. Вітаміни разом з білками, ліпідами, вуглеводами повинні міститися в харчовому раціоні.

В. Джерелами вітамінів є переважно продукти рослинного походження.

Г. За властивостями вітаміни поділяють на жиророзчинні (А, D, Е, К) та водорозчинні (гр. В, С).

2. Гіповітаміноз – це:

А. Відсутність вітамінів.

Б. Надлишок вітамінів.

В. Нестача вітамінів.

Г. Відсутність синтезу вітамінів.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

3. Авітаміноз – це:
А. Відсутність вітамінів.
Б. Надлишок вітамінів.
В. Нестача вітамінів.
Г. Відсутність синтезу вітамінів.

4. Гіпервітаміноз – це:
А. Відсутність вітамінів.
Б. Надлишок вітамінів.
В. Нестача вітамінів.
Г. Відсутність синтезу вітамінів.

5. Вітамін B_1 називається:
А. Пантотенова кислота.
Б. Нікотинова кислота.
В. Тіамін, аневрин.
Г. Рибофлавін.

6. Вітамін B_2 називається:
А. Пантотенова кислота.
Б. Нікотинова кислота.
В. Тіамін, аневрин.
Г. Рибофлавін.

7. Вітамін B_3 називається:
А. Пантотенова кислота.
Б. Нікотинова кислота.
В. Тіамін, аневрин.
Г. Рибофлавін.

8. Вітамін B_5 називається:
А. Пантотенова кислота.
Б. Нікотинова кислота.
В. Тіамін, аневрин.
Г. Рибофлавін.

9. Джерела вітаміну С:
А. Хліб, крупи, бобові.
Б. Сирі яйця.
В. Печінка, нирки, гречка.
Г. Шипшина, чорна смородина.

10. Джерела вітаміну B_1:

ХДУ Кафедра хімії та фармації

А. Хліб, крупи, бобові.
Б. Сирі яйця.
В. Печінка, нирки, гречка.
Г. Шипшина, чорна смородина.

11. Джерела вітаміну B_2:
А. Хліб, крупи, бобові.
Б. Сирі яйця.
В. Печінка, нирки, гречка.
Г. Шипшина, чорна смородина.

12. Джерела вітаміну B_3:
А. Хліб, крупи, бобові.
Б. Сирі яйця.
В. Печінка, нирки, гречка.
Г. Шипшина, чорна смородина.

13. Знайдіть помилкове твердження:
А. Vit B_1 легко руйнується у лужному середовищі, наприклад, під дією соди чи інших розрихлювачів.
Б. Vit C термостабільний.
В. Кулінарна обробка не призводить до значного руйнування пантотенової та нікотинової кислот, але до 30 % їх може переходити у воду у процесі приготування їжі.
Г. У м'ясі та м'ясопродуктах фолієва кислота стійка.

14. Вміст якого вітаміну наведений в таблиці:

Об'єкт	**Вміст** (мг/100 г)
Свіжа шипшина	300-20000
Чорна смородина	200-500
Капуста білокачанна	50-70
Цибуля зелена	60

А. Е.
Б. D.
В. А.
Г.С.

15. Джерела токоферолу:
А. Печінка, рибна мука, капуста, кропива.
Б. Печінка, масло, жовток, печінка риб.
В. Салат, зародки пшениці, олія, яйця.
Г. Масло вершкове, жовток, печінка тріски.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

16. Джерела Vit D:

А. Печінка, рибна мука, капуста, кропива.
Б. Печінка, масло, жовток, печінка риб.
В. Салат, зародки пшениці, олія, яйця.
Г. Масло вершкове, жовток, печінка тріски.

17. Джерела філохінону:

А. Печінка, рибна мука, капуста, кропива.
Б. Печінка, масло, жовток, печінка риб.
В. Салат, зародки пшениці, олія, яйця.
Г. Масло вершкове, жовток, печінка тріски.

18. Джерела антиксерофтальмічного вітаміну:

А. Печінка, рибна мука, капуста, кропива.
Б. Печінка, масло, жовток, печінка риб.
В. Салат, зародки пшениці, олія, яйця.
Г. Масло вершкове, жовток, печінка тріски.

19. Виберіть неправильне твердження:

А. При нестачі вітаміну А спостерігається послаблення зору, ураження епітелію, уповільнення росту.
Б. Надлишок вживання Vit D призводить до відкладання солей кальцію в стінках судин, нирках, печінці, серці та інших органах.
В. Vit K– природний антиоксидант.
Г. Вітамін B_2 покращує зір, позитивно впливає на стан нервової системи, шкіри, кровотворення.

20. Виберіть неправильне твердження:

А. Авітаміноз B_6 супроводжується змінами функцій нервової системи.
Б. Фолієва кислота – антианемічний засіб.
В. Пантотенова кислота необхідна для обміну жирів, вуглеводів, білків.
Г. Авітаміноз B_2 призводить до затримки росту, підсиленого розпаду тканинних білків та інших продуктів.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Тема 6. ХАРЧОВІ КИСЛОТИ

Актуальність вивчення теми. Харчові кислоти зумовлюють смак і аромат плодів.

Теоретична частина "Харчові кислоти"

Харчові кислоти являють собою різноманітну за своїми властивостями групу речовин органічної і неорганічної природи. В значній кількості рослинних об'єктів виявлені нелеткі моно- та трикарбонові кислоти, насичені і ненасичені в тому числі гідрокси- та оксокислоти.

Властивості. Харчові кислоти разом з вуглеводами і ароматичними сполуками формують смак і аромат плодів. Найбільш типовими у складі різних плодів і ягід є лимонна та яблучна кислоти.

Сумарна концентрація в харчовому продукті речовин, що мають кислотний характер, визначається показником потенційної, загальної або кислотності, що титрується. Для різних продуктів ця величина визначається за різними показниками. Наприклад, в соках визначають загальну кислотність в г/дм^3, в молоці – в градусах Тернера тощо. В основу метода визначення кислотності покладена реакція нейтралізації:

$$H^+ + OH^- \rightleftarrows H_2O.$$

Знаходження. Цитрусові плоди містять переважно лимонну кислоту і невелику кількість яблучної. Вміст лимонної кислоти в апельсинах становить 75-90 %, в мандаринах – до 20 %, в грейпфрутах і лимонах – до 95 %. Ананаси містять до 85 % лимонної кислоти. Крім того, лимонна кислота переважає в більшості плодів ягід (виняток – виноград, агрус, чорниця та ожина): суниця 76-40 %, смородина 85-40 %. Лимонна кислота застосовується в кондитерській промисловості, при виробництві безалкогольних напоїв.

Відмінною ознакою томатів є присутність в них неорганічних кислот – фосфатної, сульфатної, хлоридної.

Харчова цінність. У формуванні смаку харчів рослинного походження приймають участь органічні кислоти (табл. 7).

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Таблиця 7

Вміст органічних кислот у продуктах рослинного походження (г/100 г)

	капуста	**картопля**	**цибуля**	**яблуко**	**апельсин**	**виноград**
винна	-	-	-	0,1	-	0,4
лимонна	0,1	0,03	0,03	0,08	1	0,03
щавлева	0,01	0,03	0,04	0,01	-	0,01
яблучна	0,15	0,05	0,07	0,7	-	0,4

Кислий смак продукту харчування обумовлюють протони, що утворюються в результаті електролітичної дисоціації кислот і солей, що містяться в них. Порогова концентрація, що дозволяє сприйняти кислий смак становить для оцтової кислоти 0,03 %. У органічних кислот має значення і аніон кислоти. В залежності від його природи виникають комбіновані відчуття смаку, наприклад, цитринова кислота має кисло-солодкий.

Кисле середовище ($pH < 7$) притаманне багатьом фруктам, ферментованим та консервованим продуктам. Лужне середовище ($pH > 7$) характерне для деяких мінеральних вод, білкових продуктів. Чим нижче *pH*, тим вища мікробіологічна стабільність продуктів, але й вища агресивність до зубної емалі, слизових оболонок шлунково-кишечного тракту.

Порівняльна таблиця кислотності *(pH)* харчових продуктів показує рівень кислотності або лужності продуктів (табл. 8).

Аналіз кислотного складу продуктів харчування дозволяє виявляти фальсифікацію або підтверджувати натуральність харчів.

Вміст органічних кислот в перерахунку на молочну кислоту в харчових продуктах:

- молоко – 0,14 г/100 г;
- сметана – 0,17 г/100 г;
- сир – 1,8-3,8 г/100 г;
- кефір – 0,9 г/100 г;
- фрукти – 0,8-1,6 г/100 г;
- ягоди – 0,4-1,17 г/100 г;

ХДУ Кафедра хімії та фармації

- кондитерські вироби – 0,5-1,6 г/100 г;
- хліб – 0,3-1,0 г/100 г.

Таблиця 8

Порівняльна таблиця кислотності харчових продуктів

Продукт	Приблизний *pH*	Кислотність
Лимонний сік	2.0–2.6	Дуже кислий
Оцет (9%)	~2.4	Дуже кислий
Кола, інші газовані напої	2.5–3.0	Дуже кислий
Яблуко	3.0–4.0	Кислий
Апельсин	3.0–4.0	Кислий
Йогурт	4.0–4.6	Кислий
Помідори	4.3–4.9	Слабокислий
Вино	3.0–4.0	Кислий
Сир кисломолочний	4.6–5.4	Слабокислий
Хліб (білий)	5.0–6.2	Слабокислий
Молоко	6.5–6.7	Майже нейтральний
Вода питна	~7.0	Нейтральна
Яйця (білок свіжий)	7.6–8.0	Слаболужний
Овочі (огірки, салат)	6.0–6.8	Слабокислий-нейтральний
М'ясо свіже	5.5–6.5	Слабокислий
Морква	5.8–6.4	Слабокислий
Картопля варена	5.4–5.9	Слабокислий
Мінеральна вода (лужна)	7.5–9.0	Слаболужна

Експериментальна частина

Лабораторна робота “Визначення кислотності харчових продуктів”

Мета: Визначити кислотність харчових продуктів.

Завдання:

1. Визначити кислотність розсолу.
2. Визначити кислотність кондитерських виробів.
3. Визначити кислотність хліба.
4. Визначити кислотність плодів.
5. Визначити кислотність меду.
6. Визначити кислотність молока.
7. Визначити кислотність сметани.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Принцип методу. Визначення потенціальної кислотності, що характеризує загальний вміст речовин, що мають кислотний характер, базується на титруванні цих речовин сильними основами (лугами):

$$H_3O^+ + OH^- \rightleftarrows 2H_2O$$

Для різних харчових продуктів характерні свої особливі умови кислотно-основного титрування, результати яких представляють у відповідних кислотних числах.

Обладнання: конічні колби (50 см^3, 100 см^3, 250 см^3), бюретка, воронки, піпетки (10 см^3 , 20 см^3), аналітичні терези, мірні циліндри (250 см^3, 100 см^3 , 50 см^3), мірні колби (100 см^3), хімічні стакани (50 см^3),водяна баня, скляні палички.

Реактиви і матеріали: розсол, кондитерські вироби, хліб, яблука, мед, молоко, сметана, розчин фенолфталеїну (ω(ф-ф) = 1 %), розчин натрій гідроксиду (С(1/1 NaOH) = 0,1 моль/дм^3), дистильована вода, фільтрувальний папір.

Дослід 1. Визначення кислотності розсолу

Хід роботи. У конічну колбу (100 см^3) внести розсол об'ємом 10 см^3, додати розчин фенолфталеїну (*ω (ф-ф)* = 1 %) об'ємом 2-3 краплі. Титрувати розчином натрій гідроксиду (С(1/1 NaOH) = 0,1 моль/дм^3) до стійкого блідо-рожевого забарвлення.

Кислотність визначити в масових частках молочної кислоти: 1 см^3 розчину натрій гідроксиду (С(1/1 NaOH) = 0,1 моль/дм^3) відповідає 0,009 г молочної кислоти. Формулою розрахунку:

$$К=V\cdot 100\cdot 0{,}009,$$

де К – кислотність розсолу, %;

V – об'єм розчину натрій гідроксиду, витраченого на титрування, см^3;

0,009 – коефіцієнт для перерахунку на молочну кислоту.

Дослід 2. Визначення кислотності кондитерських виробів

Цей метод застосовується для кондитерських виробів, колір і забарвлення яких не заважають спостерігати за зміною забарвлення індикатора.

Хід роботи. Подрібнений продукт масою 5 г перенести у конічну колбу (250 см^3), розчинити у воді об'ємом 50 см^3, нагрітої до температури 60-70 °С та

ХДУ Кафедра хімії та фармації

додати води до 100 см^3. Додати розчин фенолфталеїну (ω(ф-ф) = 1 %) об'ємом 2-3 краплі. Титрувати розчином натрій гідроксиду (С(1/1 NaOH) = 0,1 моль/дм^3) до стійкого рожевого забарвлення, що не зникає протягом 30-60 с.

Кислотність вимірюють у градусах та визначають за формулою:

$$K=10\cdot\frac{V}{m},$$

де m – наважка досліджуваного продукту, г;

V – об'єм розчину натрій гідроксиду (С(1/1 NaOH) = 0,1 моль/дм^3), який витратили на титрування, см^3;

10 – коефіцієнт перерахунку.

Дослід 3. Визначення кислотності хліба

Хід роботи. Хлібний м'якуш масою 25 г подрібнити і залити теплою дистильованою водою об'ємом 250 см^3, старанно розбовтати і дати відстоятись. З верхнього шару відстояної рідини відібрати піпеткою рідину об'ємом 50 см^3 (хлібна витяжка), перенести у конічну колбу (100 см^3). Додати розчин фенолфталеїну (ω(ф-ф) = 1 %) об'ємом 2-3 краплі. Титрувати розчином натрій гідроксиду (С(1/1 NaOH) = 0,1 моль/дм^3) до стійкого рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 30-60 с.

Кислотність у градусах обчислити за формулою:

$$K=\frac{250\cdot100\cdot V}{50\cdot25\cdot10}$$

де V – об'єм розчину натрій гідроксиду, витраченого на титрування;

25 – наважка хліба, г;

250 – об'єм води, см^3;

50 – об'єм хлібної витяжки, взятої для титрування, см^3;

10 – коефіцієнт перерахунку.

Дослід 4. Визначення кислотності плодів

Хід роботи. Плодову масу масою 20 г перенести у конічну колбу (200 см^3). Налити нагріту до 70 °С дистильовану воду об'ємом 50 см^3. Колбу з досліджуваним матеріалом поставити на нагріту до 70-80 °С водяну баню і нагрівати протягом 30 хв. Після охолодження вміст колби перенести в мірну

ХДУ Кафедра хімії та фармації

колбу (100 см^3), долити водою до риски. Вміст колби профільтрувати крізь гігроскопічну вату або паперовий фільтр, фільтрат об'ємом 50 см^3 перенести в конічну колбу (100 см^3). Додати розчин фенолфталеїну (ω(ф-ф) = 1 %) об'ємом 2-3 краплі. Титрувати розчином натрій гідроксиду (С(1/1 NaOH) = 0,1 моль/дм^3) до стійкого рожевого забарвлення, що не зникає протягом 30-60 с.

Результати перерахувати на яблучну кислоту: розчин натрій гідроксиду (С(1/1 NaOH) =0,1 моль/дм^3) об'ємом 1 см^3 відповідає яблучній кислоті масою 0,0067 г.

Обчислити кислотність за формулою:

$$K = \frac{100 \cdot 0{,}0067 \cdot V_2 \cdot V}{m \cdot V_1}$$

де 0,0067 – маса яблучної кислоти для перерахунку, г;

V_2 – об'єм розчину натрій гідроксиду, витрачений на нейтралізацію кислоти, см^3;

V – загальний об'єм водних витяжок з плодів, узятих для аналізу, см^3;

V_1 – об'єм водної витяжки з плодів, що взята для аналізу, см^3;

m – наважка плодової маси, узятої для аналізу, г.

Дослід 5. Визначення кислотності меду

Хід роботи. Мед масою 10 г перенести в конічну колбу (100 см^3), додати воду об'ємом 20 см^3, розмішати. Додати розчин фенолфталеїну (ω(ф-ф) = 1 %) об'ємом 2-3 краплі. Титрувати розчином натрій гідроксиду (С(1/1 NaOH) = 0,1 моль/дм^3) до стійкого рожевого забарвлення, що не зникає протягом 30-60 с.

Результати перерахувати на мурашину кислоту: 1 см^3 розчин натрій гідроксиду (С(1/1 NaOH) =0,1 моль/дм^3) об'ємом 1 см^3 відповідає мурашиній кислоті масою 0,0046 г.

Формула для розрахунку:

$$K = \frac{V \cdot 0{,}0046 \cdot 100}{m}$$

де 0,0046 – маса мурашиної кислоти для перерахунку, г;

ХДУ Кафедра хімії та фармації

V – об'єм розчину натрій гідроксиду, витраченого на титрування, $см^3$;

m – наважка досліджуваного продукту, г;

100 – коефіцієнт перерахунку.

Дослід 6. Визначення кислотності молока

Хід роботи. У конічну колбу (100 $см^3$) піпеткою відміряти молоко об'ємом 10 $см^3$ і додати дистильовану воду об'ємом 20 $см^3$. Додати розчин фенолфталеїну (ω(ф-ф) = 1 %) об'ємом 2-3 краплі. Титрувати розчином натрій гідроксиду (С(1/1 NaOH) = 0,1 моль/$дм^3$) до стійкого рожевого забарвлення, що не зникає протягом 30-60 с.

Об'єм розчину натрій гідроксиду (С(1/1 NaOH) = 0,1 моль/$дм^3$), що витрачений на нейтралізацію, помножений на 10, відповідатиме кількості градусів кислотності кислого молока (К,%):

$$К = 10 \cdot V$$

де V – об'єм розчину натрій гідроксиду, витраченого на титрування, $см^3$.

Дослід 7. Визначення кислотності сметани

Хід роботи. Сметану перемішати і нагріти до 38-40 °С для зменшення в'язкості. Зважити у склянці сметану масою 5 г, перенести в конічну колбу (100 $см^3$) та додати воду об'ємом 30-40 $см^3$. Старанно перемішати суміш скляною паличкою. Додати розчин фенолфталеїну (ω(ф-ф) = 1 %) об'ємом 2-3 краплі. Титрувати розчином натрій гідроксиду (С(1/1 NaOH) = 0,1 моль/$дм^3$) до стійкого рожевого забарвлення, що не зникає протягом 30-60 с.

Об'єм розчину натрій гідроксиду (С(1/1 NaOH) = 0,1 моль/$дм^3$), що був витрачений на титрування, помножений на 20, відповідатиме кількості градусів кислотності сметани (К, ºТ):

$$К = 20 \cdot V,$$

де V – об'єм розчину натрій гідроксиду, витраченого на титрування, $см^3$.

Самостійна робота

Ситуаційні завдання "Зміни хімічного складу молочних продуктів при зберіганні і технологічній переробці"

ХДУ Кафедра хімії та фармації

1. У молоці містяться фосфатази: кислі і лужні. Одна з них дуже чутлива до нагрівання. Встановлено, що умови теплової обробки молока, що викликають теплову інактивацію певної фосфатази, дуже близькі до параметрів, які сприяють зниженню вмісту патогенних мікроорганізмів. В зв'язку з цим існує швидкий метод визначення ефективності пастеризації при температурі нижче за 80 ºС за активністю певної фосфатази.

Завдання 1. Назвати фермент.

Завдання 2. Дати назву швидкого метода визначення ефективності пастеризації молока при температурі нижче за 80 ºС.

2. Зміни у складі вуглеводів при приготуванні харчового продукту: лактоза перетворюється у молочну кислоту, при цьому утворюється ряд побічних речовин, які зумовлюють смак і аромат продукту; готовий продукт містить 0,4-1,3 % молочної кислоти.

Завдання 1. Назвати продукт.

Завдання 2. Назвати побічні речовини, які зумовлюють смак і аромат продукту.

3. Вміст етилового спирту у кумисі з коров'ячего молока може досягати 1,9 % (за об'ємом), у кефірі – до 0,03% (за об'ємом).

Завдання 1. Скласти схеми хімічних реакцій утворення спирту у кисломолочних продуктах.

Завдання 2. Пояснити як впливає така кількість етилового спирту на організм людини.

Розрахункові задачі "Зміни хімічного складу молочних продуктів при зберіганні і технологічній переробці"

Задача 1.

Маса зразка твердого сиру до висушування становила 50,0 г, після висушування маса зразку стала 26,3 г. Розрахувати масову частку вологи в зразку. Якщо допустимий вміст вологи в сирі не більше 45 %, з'ясуйте чи відповідає зразок нормам?

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Задача 2.

Для оцінки якості кефіру вимірюють його титровану кислотність. На титрування зразка об'ємом 10 $см^3$ було використано розчин натрій гідроксиду об'ємом 4,5 $см^3$ з молярною концентрацією еквіваленту 0,1 моль/$дм^3$. Розрахувати кислотність зразку кефіру в градусах Тернера (ºТ), якщо 1 ºТ – це об'єм розчину NaOH з молярною концентрацією еквіваленту 0,1 моль/$дм^3$, який витрачається на титрування зразку об'ємом 1 $см^3$. Чи відповідає зразок стандарту для кефіру – 85-120 ºТ.

Задача 3.

Під час аналізу з'ясували, що сметана масою 100 г містить жир масою 21 г. Розрахуйте жирність цієї сметани (масову частку жиру у %). Чи відповідає цей зразок категорії «середня жирність», якщо жирність такої сметани по стандарту повинна складати від 15 % до 25 %?

Тест "Зміни хімічного складу молочних продуктів при зберіганні і технологічній переробці"

1. Встановіть відповідність:

Склад молока	
Група речовин	*Масові частки (%)*
1. Білки	а. 2,7-6
2. Ліпіди	б. 11-21
3. Мінеральні речовини	в. 3-3,9
	г. 0,00001-0,1

А. 1г 2б 3в. Б. 1б 2а 3г. В. 1а 2в 3г. Г. 1в 2а 3г.

2. Виберіть помилкове твердження:

А. Казеїн – основний білок молока.
Б. Молоко за амінокислотним складом досить повноцінний продукт.
В. Казеїн – це простий білок.
Г. У молоці мало вільних амінокислот.

3. *pH* молока:

А. 6,5-7,0.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Б. 5,5-6,0.
В. 7,0-8,0.
Г. 7,0.

4. Основна частина ліпідів молока представлена:
А. Фосфоліпідами.
Б. Тригліцеридами.
В. Холестеролом.
Г. Сфінгомієлінами.

5. Вміст вітаміну А (13-35 мкг/100 г) у молоці залежить від:
А. Сезону.
Б. Корму.
Г. Сезону і корму.
В. Породи корів.

6. Кальцій у молоці знаходиться у складі:
А. Фосфатів.
Б. Цитратів і фосфатів.
В. Цитратів.
Г. Ліпідів.

7. Виберіть неправильне твердження: *При охолодженні молока відбувається….*
А. Частковий перехід казеїну у розчинну форму.
Б. Зниження активності ряду ферментів.
В. Руйнування жирових кульок.
Г. Часткове руйнування вітамінів.

8. Встановіть відповідність:

Методи теплової обробки молока	
Назва методу	*Зміст методу*
1. Пастеризація	а. 71-74 °С. 10-20 сек.
2. Стерилізація	б. 115 °С, 15-60 хв.
3. Високотемпературна обробка	в. 80 °С, 30 хв.
	г. 62-65 °С. 30 хв.

А. 1г 2б 3в. Б.1г 2б 3а. В. la 2в 3г. Г. 1в 2а 3г.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

9. Виберіть неправильне твердження: *При тепловій обробці молока…....*

А. Казеїн випадає в осад, тому що він нестійкий до нагрівання.

Б. Відбувається часове руйнування лактази до формату.

В. Мінеральні речовини осаджуються у вигляді «молочного каменю.

Г. Ферменти активуються, вітаміни руйнуються.

10. Ліпіди молока знаходяться у стані:

А. Суспензії

Б. Драглі.

В. Емульсії.

Г. Піни.

11. Виберіть неправильне твердження:

А. Кисломолочні продукти знижують *pH* кишкового соку.

Б. У кефірі вміст молочної кислоти більший, ніж у кумисі.

В. Засвоюваність кисломолочних продуктів у 3 рази вища за молоко.

Г. Кефір та кумис містять природний антибіотик – низин.

12. У якому продукті містяться вітаміни у вказаній кількості:

Вітамін	***Вміст (мг/100 г)***
B_2	0,15
B_9	$5 \cdot 10^3$
B_{12}	$0,4 \cdot 10^3$
H	$3 \cdot 10^3$
D	$7,5 \cdot 10^6$
E	2

А. Кефір

Б. Молоко

В. Кумис

Г. Сметана

13. Казеїн молока випадає в осад при значенні *pH* розчину:

А. 1,6

Б. 3,6.

В. 4,6

Г. 5,6.

14. Джерелом харчування молочнокислих бактерій є:

А. Амінокислоти.

Б. Ліпіди

В. Вуглеводи.

Г. Мінеральні речовини.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

15. В молоці об'ємом 1 мм^3 містяться жирові кульки кількістю:

А. 2 млн.
Б. 3 млн.
В. 5-6 млн.
Г. 6-15 млн.

16. Продуктом бродіння якого цукру молока є спирт, масляна та пропіонова кислоти:

А. Глюкози.
Б. Сахарози.
В. Мальтози.
Г. Лактози.

17. У складі молока кількість ферментів дорівнює:

А. 5.
Б. 10.
В. 50.
Т. 100.

18. Фермент нестійкий до термічної обробки:

А. Ліпаза
Б. Лізоцим.
В. Кисла фосфатаза.
Г. Амілаза.

19. При сепарації молока вміст жиру:

А. Знижується.
Б. Підвищується.
В. Не змінюється.
Г. Спочатку підвищується, а потім знижується.

20. Умови пастеризації вершків:

А. 85-98 °С.
Б. 85 °С.
В. 95 °С.
Г. 75 °С.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Тема 7. МІНЕРАЛЬНІ РЕЧОВИНИ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Актуальність вивчення теми. Мінеральні речовини складають приблизно 1 % їстівної частини харчових продуктів, в організм поступають з продуктами харчування і є життєво необхідними.

Теоретична частина "Мінеральні речовини в харчових продуктах"

Класифікація. Хімічні елементи, які містяться в організмі людини, класифікують:

- макроелементи: їх кількість становить від граму і більше – Калій, Кальцій, Магній, Хлор, Фосфор, Сульфур;
- мікроелементи, які містяться в кількості нижче 1 г (найчастіше – мг) – Ферум, Купрум, Манган, Цинк, Селен, Молібден, Йод, Кобальт, Флуор, Силіцій та інші.

Крім того, хімічні елементи також поділяють на життєво важливі (незамінні), надлишкові та токсичні.

У харчових продуктах міститься багато різних мінеральних сполук, але в продуктах тваринного походження це речовини кислого характеру, а в продуктах рослинного походження – основного характеру.

Знаходження. В організмі людини міститься 3 кг мінеральних речовин (4-10 % від маси тіла).

Вміст макроелементів найчастіше знаходиться у межах 10-100 г: Кальцій –1400-1600 г, Фосфор – 770-850 г, Калій – 180-200 г, Хлор – 100-120 г, Натрій – 70-85 г, Магній – 20-30 г.

Розподіл елементів в організмі нерівномірний: у крові, м'язах, внутрішніх органах – 1 % від маси, у кістках – 50 %, в емалі зубів – 98 %. Майже весь Кальцій, Фосфор і Магній входять до складу кісток, Ферум – до складу гемоглобіну, міоглобіну, Йод – у щитовидній залозі, Цинк – у підшлунковій залозі, Калій – у клітинах, Натрій – у зовнішньо клітинному просторі.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Неорганічні речовини існують в організмі людини в формі нерозчинних солей (кальцій фосфат, магній фосфат), йонів (електроліти) та у складі органічних речовин (гемоглобін, міоглобін).

Властивості. Мінеральні речовини не мають енергетичної цінності, але виконують структурні, каталітичні та регуляторні функції.

Кальцій, Магній, Фосфор входять до складу кісток. Йони Феруму та Купруму входять до складу транспортних білків. Ряд елементів входять до складу ферментів (фосфатази, декарбоксилази містять йон мангану(II), гормонів (Йод, Цинк, Купрум), вітамінів (Кобальт). Йони певних елементів являються активаторами або інгібіторами дії ферментів (активатор поліфенолоксидази – йон купруму(II).

Натрій, Калій і Хлор в організмі людини існують у формі йонів. Йони цих елементів приймають участь у формуванні нервового імпульсу. Натрій-іони і калій-іони формують осмотичний тиск (клітини крові переносять кисень лише за певних значень осмотичного тиску), приймають участь у функціонуванні міокарду (особливо калій-іони!), підтримують кислотно-основну рівновагу. Хлорид-іони входять до складу шлункового соку. Вміст натрій- і калій-іонів регулює гормон наднирників альдостерон: затримує натрій-іони, виводить калій-іони.

Кальцій, Магній, Фосфор в організмі людини існують у формі нерозчинних солей (кальцій фосфат, магній фосфат) у кістках. Кальцій-іон приймає участь у м’язовому скороченні і розслабленні, у згортанні крові. Кальцій-іон і магній-іон є активаторами ряду ферментів, зокрема, креатинкінази. Фосфор входить до складу нуклеїнових кислот, фосфоліпідів, фосфопротеїнів, фосфатного буферу, макроергічних сполук.

Ферум – основний мікроелемент організму людини. Входить до складу гемоглобіну, міоглобіну, цитохромів, каталази. Ферум-іони приймають участь у аеробних процесах, що є джерелами енергії в організмі. Білок, який транспортує Ферум, називається трансферином. Білок, який запасає Ферум, називається ферритином.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Манган, Кобальт, Хром – активатори ферментів.

Цинк входить до складу багатьох ферментів енергетичного обміну, сприяє утворенню активної форми інсуліну, позитивно впливає на імунну систему.

Купрум сприяє росту організму, посилює кровотворення, впливає на розпад глікогену.

Йод потрібен для синтезу гормонів щитовидної залози.

Харчова цінність. В організм людини мінеральні речовини поступають з продуктами харчування, за виключення натрій хлориду, який додають окремо.

Добова потреба та джерела відображені в таблиці 9. На засвоюваність мінеральних речовин впливають різні фактори (табл. 10).

Засвоюваність Феруму, Фосфору та Цинку залежить від їх хімічної форми, джерела (рослинне чи тваринне походження), а також наявності інших речовин у їжі (наприклад, інгібіторів або активаторів всмоктування).

Ферум поділяють на гемовий (зустрічається в м’ясі, рибі, печінці) та негемовий (зустрічається в рослинах: крупи, бобові, зелені овочі).

Фосфати в добавках (наприклад, у газованих напоях) мають дуже високу засвоюваність – до 90-100 %, але можуть викликати дисбаланс кальцію.

Нерозчинні солі виводяться кишечником, розчинні речовини (15-25 різновидів) – нирками. Чим вища кислотність сполук Кальцію і Фосфору, тим більше їх виводиться нирками і кишечником.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Таблиця 9

Добова потреба і джерела мінеральних речовин

Елемент	***Добова потреба***	***Джерела***
Кальцій	0,8-0,7 г	Молоко (120 мг/100 г). Молочні продукти: кефір (120 мг/100 г), сир (150 мг/100 г), сир голландський (1040 мг/100 г).
Натрій	4-6 г	Харчова сіль. Продукти тваринного походження: риба (80 мг/100 г), м'ясо (70 мг/100 г), молоко (50 мг/100 г). Продукти тваринного походження: картопля (30 мг/100 г)., овочі (20 мг/100 г).
Калій	2-3 г	Продукти тваринного походження: риба (300 мг/100 г), м'ясо (350 мг/100 г), молоко (150 мг/100 г). Продукти тваринного походження: картопля (570 мг/100 г)., овочі (200 мг/100 г).
Фосфор	1,5-2 г	Риба (250 мг/100 г), хлібобулочні вироби (200 мг/100 г), м'ясо (180 мг/100 г), молоко (90 мг/100 г).
Хлор	6-9 г	Харчова сіль. Продукти тваринного походження: риба (160 мг/100 г), м'ясо (60 мг/100 г), молоко (110 мг/100 г). Продукти тваринного походження: картопля (60 мг/100 г)., овочі (40 мг/100 г).
Ферум	10-27 мг	Продукти тваринного походження: риба (1000 мкг/100 г), червоне м'ясо (3000 мкг/100 г), молоко (70 мкг/100 г). Погане джерело Феруму зернові продукти.
Магній	500-550 мг	200-230 мг надходить з зерновими продуктами і овочами: хлібобулочні вироби (80 мг/100 г), овочі (20 мг/100 г).
Цинк	16-17 мг	Продукти тваринного походження: риба (1000 мкг/100 г), м'ясо (2500 мкг/100 г), молоко (40 мкг/100 г), морепродукти.
Йод	0,2-0,21 мг	Морепродукти: риба (50 мкг/100 г). М'ясо, овочі (10 мкг/100 г).

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Таблиця 10

Засвоюваність мінеральних речовин

	Засвоюваність		
Елемент	*Масова частка*	*Підвищують засвоюваність*	*Знижують засвоюваність*
Кальцій	50 %	Надлишок лактози, білка.	Надлишок фосфору, жиру, щавлевої кислоти, фітину.
Фосфор тваринний	70-80 %	Жири, білки.	Молоко, молочні продукти містять незасвоюваний Фосфор.
Фосфор рослинний	30-50 %		Фітати – нерозчинні комплекси з Фосфором
Магній	30-40%		Нестача Калію.
Ферум гемовий	15-35 %	Аскорбінова кислота сприяє утворенню йона Феруму(II). М'ясо підвищує всмоктуємось йона Феруму(II).	Засвоєння майже не залежить від інших компонентів їжі. Фосфати жовтка яєць – з фосфатами утворюються нерозчинні солі Феруму(II).
Ферум негемовий	2-10 %	Вітамін С.	Засвоєння значно гальмується фітатами, поліфенолами, кальцієм.
Цинк тваринний	30-50 %		Надлишок фітину або продуктів реакції Майяра.
Цинк рослинний	10-25 %	Технологічна обробка (замочування, ферментація, пророщування) знижує вміст фітатів, що покращує біодоступність.	Фітати – нерозчинні комплекси з Цинком

Експериментальна частина

Лабораторна робота: Виявлення мінеральних речовин у складі м'яса

Мета: Виявити мінеральні речовини у складі м'яса.

Завдання:

1. Виявити калій-іони.
2. Виявити йони хлору.
3. Виявити сульфат-іони.
4. Виявити ферум(III)-іони.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Дослід 1. Приготування екстракту

Принцип методу. Якісні реакції проводять з мінералізованою тканиною.

Обладнання: штатив з пробірками, пробіркотримачі, тиглі, тигельні щіпці, муфельна піч воронки, фільтрувальний папір.

Реактиви і матеріали: м'язова тканина, дистильована вода.

Хід роботи. М'язову тканину вагою 5 г (або кров) нагріти у тиглі на відкритому полум'ї або в муфельній печі до утворення вуглеподібної маси та припинення виділення диму. Після охолодження тигля отриману суміш кілька разів екстрагувати невеликими порціями гарячої води. Водні витяжки профільтрувати через фільтрувальний папір, а фільтрат використовувати для проведення подальших якісних реакцій

Дослід 2. Виявлення йонів калію

Принцип методу: $KCl + C_4H_6O_6 = C_4O_6H_5K + HCl$

Утворюється калій гідротартрат – осад білого кольору.

Обладнання: штатив з пробірками.

Реактиви і матеріали: м'язовий екстракт, розчин винної кислоти ($\omega(C_4H_6O_6) = 1$ %).

Хід роботи. До фільтрату об'ємом 0,5 см^3 додати по краплям до помутніння розчин винної кислоти.

Дослід 3. Виявлення йонів хлору

Принцип методу: $HCl + AgNO_3 = AgCl + HNO_3$

Утворюється аргентум хлорид – білий осад.

Обладнання: штатив з пробірками.

Реактиви і матеріали: м'язовий екстракт, розчин хлоридної кислоти ($\omega(HCl) = 0,5$ %), розчин аргентум нітрату ($\omega(AgNO_3) = 0,5$ %).

Хід роботи. До фільтрату об'ємом 0,5 см^3 додати по декілька крапель розчинів хлоридної кислоти ($\omega(HCl) = 0,5$ %) і аргентум нітрату ($\omega(AgNO_3) = 0,5$ %).

Дослід 4. Виявлення сульфат-іонів

Принцип методу: $Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + 2NaCl$

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Випадає барій сульфат – білий осад.

Обладнання: штатив з пробірками.

Реактиви і матеріали: м'язовий екстракт, розчин барій хлориду (ω ($BaCl_2$) = 0,5 %).

Хід роботи. До фільтрату об'ємом 0,5 см^3 додати 3-5 краплин розчину барій хлориду *(ω*$BaCl_2$)= 0,5 %*).*

Дослід 5. Виявлення йонів Fe^{3+}

Принцип методу: $FeCl_3 + 3KNCS = Fe(NCS)_3 + 3KCl$

Утворюється ферум(III) тіоціанат (червоне забарвлення).

$$4FeCl_3 + 3K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow Fe_4[Fe(CN)_6]_3 + 12KCl$$

Утворюється ферум(III) гексаціаноферат(II) (синій осад).

Обладнання: штатив з пробірками, тигель, муфельна піч, тигельні щіпці, воронка ,фільтрувальний папір.

Реактиви і матеріали: м'язи, розчин хлоридної кислоти (ω(HCl)= 0,5 %), розчину калій тіоціанату (ω(KNCS) = 0,5 %), розчин калій гексаціанофератy(II) (ω($K_4[Fe(CN)_6]$*) = 0,5 %).*

Хід роботи. Немінералізовану тканину, що залишилась на фільтрі після водної екстракції, висушити та прожарити у тиглі до повного озолення. Отриману золу розчинити у 5 см³ 0,5% розчину хлоридної кислоти і профільтрувати. На фільтрі виявити йони феруму(III) Fe^{3+}.

5.1. До фільтрату об'ємом 0,5 см^3 додати кілька крапель розчину калій тіоціанату *(ω(KNCS) = 0,5 %)*.

5.2. До 0,5 см³ фільтрату об'ємом 0,5 см^3 додати кілька крапель розчину калій гексаціанофератy(II) *(ω(*$K_4[Fe(CN)_6]$*) = 0,5 %)*.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Самостійна робота

Ситуаційні завдання “ Мінеральні речовини у складі харчових продуктів”

1. В їдальню промислового підприємства, де працівники можуть піддаватися впливу радіоактивного стронцію, не було доставлено ні молока, ні кисломолочних продуктів.

Завдання 1. Запропонувати шляхи заміни іншими продуктами вказані джерела кальцію.

Завдання 2. Розкрити небезпечність радіоактивного Стронцію для організму людини.

2. У хворого з захворюванням серцево-судинної системи після вжитої вечері вранці з'явилися набряки. Який продукт міг викликати таке явище [8, с.79]?

Завдання. Розкрити, які продукти можуть викликати таке явище.

3. У дієтичну їдальню завезли такі субпродукти: мозок, печінку, серце, нирки, вим'я [8, с.79].

Завдання 1. Вибрати продукти для харчування людей із захворюваннями серцево-судинної системи.

Завдання 2. Обґрунтувати свій вибір.

Розрахункові задачі “Мінеральні речовини в харчових продуктах”

Задача 1.

Твердий сир масою 100 г містить йони кальцію масою 850 мг. Добова потреба у Кальції для дорослої людини складає масу 1000 мг. Розрахувати яку частину добової потреби Кальцію перекриває сир масою 50 г. Визначити масу сиру, який потрібно з’їсти, для задоволення добової потреби у Кальцію.

Задача 2.

Готова гречана каша масою 100 г містить йони феруму масою 2,1 мг. Добова потреба у Феруму – 18 мг. Визначити масу йонів феруму в порції гречаної каші масою 250 г. Розрахувати масову частку добової потреби у Ферумі, яку покриває така порція каші.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Задача 3.

Добова норма споживання Калію – 3500 мг. Людина за день з'їла такі продукти: банани масою 200 г (в 100 г – 358 мг Калію), картоплю масою 300 г (в 100 г – 421 мг Калію) та шпинат масою 150 г (в 100 г – 558 мг Калію). Розрахуйте загальну масу Калію, яку було вживано за день. Розрахувати масову частку добової потреби у Калію, яку покриває такий раціон.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Тема 8. ХАРЧОВІ ДОБАВКИ

Актуальність вивчення теми. Харчові добавки застосовують в харчових технологіях з метою надання продуктам заданих властивостей. Безпечність використання харчових добавок – надзвичайно актуальна тема харчової хімії.

8.1. Теоретична частина "Харчові добавки"

Харчові добавки – природні або ідентичні природнім, синтетичні речовини, які самостійно не вживаються.

Харчові добавки класифікують на групи (табл. 11).

Таблиця 11

Класифікація харчових добавок

Шифр групи	Назва групи	Представники
Е100-199	Барвники	*Натуральні:* куркумін (Е100), антоціани (Е163), цукровий колер (Е150а), каротин (Е160а) *Штучні:* кармін (Е120), тартразин (Е102), індигокармін (Е132)
Е200-299	Консерванти	борна кислота, гідроген пероксид, сірчистий ангідрид, оцтова кислота (Е260), молочна кислота (Е270), яблучна кислота (Е296), бензойна кислота (Е210), сорбінова кислота (Е200)
Е300-399	Антиоксиданти	*Природні:* аскорбінова кислота (Е300), натрій аскорбат (Е301), гваякова смола (Е314) *Синтетичні:* бутилгідроксианізол (Е320), бутилгідрокситолуол (Е321)
Е400-449	Стабілізатори консистенції	агар-агар (Е406), альгінові кислоти та їх солі (Е400-404), пектинові речовини (Е440), крохмаль та модифіковані крохмалі (Е1402), целюлоза (Е460) та її похідні, желатин
Е450-499	Емульгатори	лецитин (Е322), жирні кислоти та їх солі (Е481-482), моно-і діацилгліцероли жирних кислот (Е471), насичені спирти у складі естерів, естери жирних кислот і цукрів, фосфати (Е450-452)
Е500-599	Регулятори кислотності Розпушувачі	*Кислоти:* оцтова (Е260), молочна (Е270), яблучна (Е296), фосфатна (Е338) *Підлужнювальні сполуки:* харчова сода, натрій карбонат, амоній карбонат

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Продовження таблиці 11

Шифр групи	**Назва групи**	**Представники**
Е600-699	Підсилювачі аромату Підсилювачі смаку	ефірні олії (анісова, евкаліптова, кминна тощо (65 видів) кухонна сіль, глутамат (Е620) та її солі (Е621-625)
Е700-800	Запасні індекси	
Е900-999	Протипінні речовини	полідиметилсилоксан (Е900), стеариловий спирт (Е491), сорбітанмоностеарат (Е491)
Е1000 і далі	Глазурувальні речовини	бджолиний віск (Е901), карнаубський віск (Е903), шелак (Е904) поліетиленгліколь (Е1521), цукрові сиропи
	Підсолоджувачі	*Природні:* глюкоза, сорбіт (Е420), ксиліт (Е967), маніт (Е421) *Синтетичні:*сахарин (Е954), цикламати (Е952), аспартам (Е951)
	Протизлежувачі цукру, солі	силікат кальцію (Е552), силікат магнію (Е553а), силікат алюмінію натрію (Е555), силікат алюмінію кальцію (Е556), діоксид кремнію (Е551),
	Добавки для оброблення борошна, крохмалю	аскорбінова кислота (Е300), цистеїн (Е920), бензоїлпероксид (Е928), фосфати (Е341)

Малі літери після Е-номерів вказують на класифікаційний поділ харчової добавки [3, С. 340].

Більшість харчових добавок мають комплексні технологічні функції. Наприклад, гліцерол (Е422) – емульгатор, загусник, водоутримуючий агент; кислоти (оцтова (Е260), молочна (Е270), яблучна (Е296), фосфатна (Е338) є регуляторами кислотності і консервантами.

Експериментальна частина

Лабораторна робота “Якісні реакції харчових добавок”

Мета: Навчитися ідентифікувати харчові добавки.

Завдання:

1. Виявити гліцерол (Е422).
2. Виявити саліцилову кислоту.

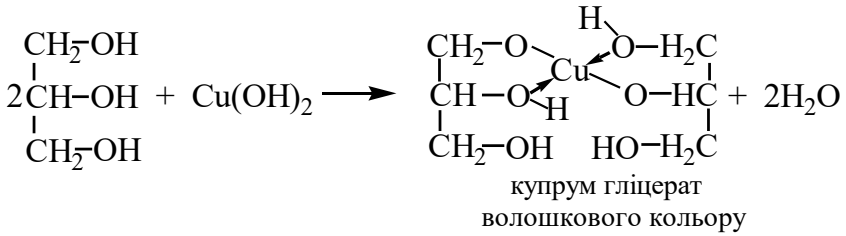
ХДУ Кафедра хімії та фармації

3. Виявити формальдегід (Е240).

4. Виявити харчові кислоти.

Дослід 1. Виявлення гліцеролу (Е422)

Принцип методу. Гліцерол – емульгатор, загусник, водоутримуючий агент. Використовується для приготування кави, безалкогольних напоїв, желе, оцту, імбиру. Гліцерол ідентифікують якісною реакцією на багатоатомні спирти – утворюється комплексна сіль волошкового забарвлення.



купрум гліцерат
волошкового кольору

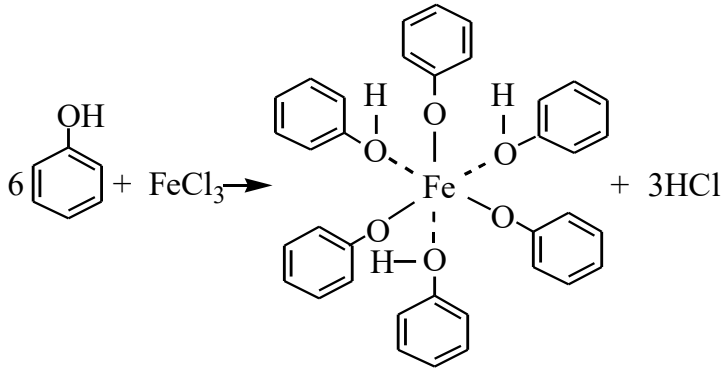
Обладнання: *штатив з пробірками.*

Реактиви і матеріали: гліцерол, розчин купрум сульфату (ω(CuSO₄)= 2 %), розчин лугу (ω(NaOH) = 40 %)

Хід роботи. Внести у пробірку розчин купрум сульфату ($\omega(CuSO_4)$ = 2 %) (3 краплини) і розчин лугу (ω(NaOH) = 40 %) (3 краплини). До отриманого осаду долити по стінках гліцерол. Суміш перемішати.

Дослід 2. Виявлення саліцилової кислоти

Принцип методу. Саліцилова кислота – це антиоксидант, який сповільнює окиснення компонентів харчових продуктів. Як правило, додають до жирів та жиророзчинних продуктів для протидії окисненню – згіркненню. Саліцилову кислоту ідентифікують якісною реакцією на одноатомні феноли – утворюється комплексна сіль бузкового забарвлення.



ХДУ Кафедра хімії та фармації

Обладнання: *штатив з пробірками.*

Реактиви і матеріали: ***с****аліцилова кислота, розчин ферум(III) хлориду (ω(FeCl₃) = 3 %).*

Хід роботи. Помістити в пробірку саліцилову кислоту (один-два кристали) і додати для розчинення воду (три-чотири краплі), а потім розчин ферум(III) хлориду ($\omega(FeCl_3)$ = 3 %) (одну краплю).

Дослід 3. Виявлення формальдегіду (Е240)

Принцип методу. Формальдегід – заборонений консервант, канцерогенна речовина. Формальдегід ідентифікують якісною реакцією на альдегідну групу – окиснення реактивом Фелінга. Альдегід окиснюється, а Купрум відновлюється до Cu_2O, CuOH (жовто-червоний колір).

$$R—CHO + 2Cu^{2+} + 4OH^- \rightarrow R—COOH + Cu_2O\downarrow + 2H_2O$$

Обладнання: *штатив з пробірками, пробіркотримач.*

Реактиви і матеріали: *розчин Фелінга, розчин формальдегіду (ω(формальдегіду)= 5 %).*

Хід роботи. У пробірку долити розчин Фелінга (3-4 краплі) і додати розчин формальдегіду (ω(формальдегіду)= 5 %) об'ємом 1-2 краплі. Суміш нагріти.

Дослід 4. Виявлення харчових кислот

Принцип методу. Водорозчинні кислоти ідентифікують за допомогою індикаторів – органічних барвників, які змінюють забарвлення в залежності від *pH* середовища.

Обладнання: *штатив з пробірками.*

Реактиви і матеріали: *розчин фосфатної кислоти($\omega(H_3PO_4)$= 5 %), розчин ацетатної кислоти ($\omega(CH_3COOH)$= 5 %), розчин лимонної кислоти (ω(цитратної кислоти)= 5 %), розчин лакмусу* (ω(лакмусу) = 0,1 %)*, розчин фенолфталеїну* (ω(ф-ф)= 1 %)*, розчин метилового оранжевого* (ω(м.о.)= 1 %)

Хід роботи. У три пробірки налити розведений розчин ортофосфатної (Е338) кислоти об'ємом 0,5 $см^3$.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

У першу пробірку додати краплю метилового оранжевого, в другу – краплю лакмусу, в третю – краплю фенолфталеїну. Дослід повторити з розчинами ацетатної (Е260), лимонної (Е330) кислот.

8.2. Теоретична частина "Щавлева кислота у меді"

Основними харчовими джерелами щавлевої кислоти є зелений агрус, листя шпинату, щавля та кропиви. Щавлева кислота утворює каміння у вигляді солі кальцію, яка здатна відкладатися в суглобах.

Значні домішки органічних кислот (щавлевої, мурашиної тощо) у меді негативно впливають на його смакові й кондитерські властивості, терміни зберігання.

При виявленні щавлевої кислоти в кількості до 100 мг/кг мед використовують без обмежень; при виявленні щавлевої кислоти в кількості більше ніж 100 мг/кг партію меду для нейтралізації кислоти прогрівають при 45-50 °С, постійно перемішуючи, протягом 1 год. з додаванням на початку процесу розчин кальцій хлориду ($\omega(CaCl_2)$ = 10 %). Необхідний об'єм розчину $CaCl_2$ розраховують за формулою:

$$V\ (р\text{-ну}\ CaCl_2) = 0{,}013 \cdot C(щ.к.) \cdot m,$$

де $V\ (р\text{-ну}\ CaCl_2)$ – об'єм розчину $CaCl_2$, $см^3$;

0,013 – постійний коефіцієнт;

С(щ.к.) – вміст щавлевої кислоти в 1 кг меду, мг/кг;

m – маса партії меду, кг.

Лабораторна робота "Кількісне визначення щавелевої кислоти у меді"

Мета: Визначити вміст щавлевої кислоти в меді методом перманганатометрії.

Завдання:

1. Визначити вміст щавлевої кислоти у гречаному меді.
2. Визначити вміст щавлевої кислоти у липовому меді.
3. Визначити вміст щавлевої кислоти у квітковому меді.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Принцип методу. Метод кількісного визначення щавлевої кислоти ґрунтується на виділенні щавлевої кислоти з меду за допомогою розчину кальцій хлориду з подальшим розчиненням осаду в сульфатній кислоті й титруванням його розчином калій перманганату – метод перманганатометрії.

Перманганат калію є сильним окисником, особливо в кислому середовищі. Його використовують для визначення концентрації різних відновників (наприклад, оксалатів). Індикатор не потрібен – сам $KMnO_4$ має фіолетовий колір, а продукти реакції безбарвні, отже точку еквівалентності видно по зникненню стійкого рожево-фіолетового відтінку:

$$2KMnO_4 + 5H_2C_2O_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 10CO_2 + 8H_2O$$

Вміст щавлевої кислоти в меді визначають, ураховуючи об'єм розчину калій перманганату ($C(1/5\ KMnO_4)$ = 0,01 моль/дм^3), який пішов на титрування проби, що досліджують, і контролю: розчин калій перманганату ($C(1/5)$ = 0,01 моль/дм^3) об'ємом 1 см^3 відповідає щавлевій кислоті масою 0,045 мг.

Чутливість методу – 10 мг/кг.

Обладнання: *мірний циліндр (100 см^3), конічні колби (200 см^3), скляні палички, центрифуга, терези, бюретки, воронки, центрифугувальні пробірки, водяна баня.*

Реактиви і матеріали: розчин сульфатної кислоти (ω (H_2SO_4) = 10 %), розчин кальцій хлориду ($\omega(CaCl_2)$ = 10 %), розчин калій перманганату ($C(1/5\ KMnO_4)$ = 0,01 моль/дм^3), дистильована вода.

Хід роботи. У мірний циліндр налити мед масою 40 г, долити теплу дистильовану воду (40 °С) до об'єму 50 см^3, добре перемішати, отримати гомогенну суміш, яку перелити у велику центрифугувальну пробірку, додати розчин кальцій хлориду ($\omega(CaCl_2)$ = 10 %) об'ємом 5 см^3 та поставити у водяну баню (60 °С) на 10 хв.

Після прогрівання пробірку з розчином центрифугувати (3000 об/хв) протягом 10 хв, обережно злити надосадову рідину, долити дистильовану воду

ХДУ Кафедра хімії та фармації

об'ємом 30 $см^3$ для промивання осаду. Добре перемішати та повторно центрифугувати. Злити надосадову рідину, осад розчинити в розчині сульфатної кислоти ($\omega(H_2SO_4)$ = 10 %) об'ємом 10 $см^3$.

Пробірку з розчиненим осадом нагріти у водяній бані до 80 °С. Розчин перелити у конічну колбу (200 $см^3$) та титрувати розчином калій перманганату ($C(1/5\ KMnO_4)$ = 0,01 моль/$дм^3$) до рожевого забарвлення, що не зникає протягом 30-60 с. Під час титрування температура реагуючої суміші має бути 80 °С. Одночасно при таких самих умовах титрувати контроль (розчин сульфатної кислоти ($\omega(H_2SO_4)$ = 10 %) об'ємом 10 $см^3$).

Визначення вмісту щавлевої кислоти в меді здійснити за формулою:

$$C(щ.к.) = 0{,}45 \cdot (V_д - V_к) \cdot 1000/m,$$

де С(щ.к.) – вміст щавлевої кислоти в меді, мг/кг;

$V_д$ – об'єм розчину калій перманганату, який витрачений на титрування дослідного зразка, $см^3$;

$V_к$ – об'єм розчину калій перманганату, який витрачений на титрування контролю, $см^3$;

m – наважка дослідного зразка меду, г.

Самостійна робота

Ситуаційні завдання “Мінеральні речовини. Харчові добавки”

1. У підручнику про харчові добавки зазначено: «Вони зберігають харчові продукти від процесів хімічного руйнування, зупиняючи процес самоокислення. Якщо окиснення все ж відбулося, продукт набуває неприємного запаху та смаку та може стати токсичним. Найбільше ці речовини потрібні для захисту жирових продуктів».

Завдання 1. Передбачити які харчові добавки описані.

Завдання 2. Навести приклади, галузь застосування.

2. Етикетка на пляшці з яскраво-зеленим напоєм містить позначку "Е102 – тартразин". Якщо людина має алергію, чи можна їй пити цей напій.

Завдання 1. Визначити групу харчових добавок.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Завдання 2. Проаналізувати небезпечність Е102 і запропонувати альтернативу цій харчовій добавці.

3. На етикетці вареної ковбаси написано: "Містить Е250 – нітрит натрію". Відомо про шкоду цієї речовини.

Завдання 1. Розкрити мету використання Е250 у м'ясних продуктах.

Завдання 2. Розкрити небезпеку цієї добавки при надмірному споживанні.

4. Учні часто перекушують чіпсами, та бачать на етикетці у складі кожної пачки Е621 – глутамат натрію. Відомо про "синдром китайського ресторану".

Завдання 1. Що таке "синдром китайського ресторану".

Завдання 2. Розкрити роль глутамата натрію в їжі.

Завдання 3. Перелічити, які натуральні продукти містять глутамат.

Розрахункові задачі "Харчові добавки"

Задача 1.

В пляшці безалкогольного напою об'ємом 500 см^3 міститься харчова добавка – аспаркам (Е951) масою 300 мг. Допустима добова доза аспаркаму становить 40 мг/кг маси тіла. Розрахуйте, чи перевищить добову дозу людина вагою 60 кг, якщо вип'є дві пляшки напою. Напишіть які наслідки для здоров'я може мати перевищення допустимої добової дози.

Задача 2.

Масова концентрація харчової добавки Е250 (натрій нітрит) в ковбасі становить 100 мг/кг. Допустима добова доза натрій нітриту становить 0,07 мг/кг маси тіла. За умови, що людина вагою 70 кг з'їла ковбасу масою 200 г, розрахуйте яку дозу Е250 отримав організм. Чи перевищена допустима добова доза натрій нітриту? Напишіть які наслідки для здоров'я може мати перевищення допустимої добової дози.

Задача 3.

Харчова добавка Е202 (калій сорбат) масою 150 мг додана в йогурт масою 100 г. Допустима добова доза калій сорбату становить 25 мг/кг. Людина масою

ХДУ Кафедра хімії та фармації

50 кг з'їла йогурт масою 400 г. Розрахуйте масу калій сорбату, яку отримала людина. Чи перевищена допустима добова доза калій сорбату? Напишіть які наслідки для здоров'я може мати перевищення допустимої добової дози.

Тест "Мінеральні речовини. Харчові добавки"

1. Виберіть неправильне твердження:

А. Мінеральні речовини – це низькомолекулярні речовини, солі, йони солей, які відіграють важливу роль для організму людини.

Б. Розподіл мінеральних речовин в організмі рівномірний.

В. Розподіл харчів на лужні і кислотні зумовлено їх кінцевим впливом на *pH* крові.

Г. В період інтенсивного росту і розвитку організму відбувається збільшення вмісту мінеральних речовин.

2. Встановіть відповідність:

Розподіл продуктів за кислотністю	
Продукт	*Характер*
1. Спілі фрукти	а. кислотний
2. Свіже молоко	б. лужний
3. Жири	
4. М'ясо	

А. 1а 2а 3б 4а. Б. 1б 2б 3а 4а. В. 1б 2б 3а 4а. Г. 1а 2б 3б 4б.

3. Встановіть відповідність:

Мінеральний склад організму людини	
Елемент	*Вміст, г*
1. Кальцій	а) 315
2. Фосфор	б) 245
3. Калій	в) 840
4. Натрій, Хлор, Сульфур	г) 1510
	д) 2000

А. 1а 2б 3в 4г. Б. 1г 2в 3б 4а. В. 1б 2а 3в 4г. Г. 1г 2б 3а 4д.

4. Життєво важливі (незамінні) мінеральні речовини це:

А. Нетоксичні мінеральні речовини.

Б. Найбільш суттєві елементи харчування, які забезпечують захист організму від факторів ризику.

В. Мікробіоелементи, які споживають у невеликих кількостях.

Г. Макробіоелементи, які споживають у відносно великих кількостях.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

5. Виберіть неправильне твердження:

А. Мінеральні речовини поділяють на незамінні, надлишкові і токсичні.

Б. Демінералізуючі чинники – це сполуки, які зменшують всмоктування мінеральних компонентів їжі через утворення малорозчинних сполук.

В. Добова потреба мікробіоелементів – 0,02 г.

Г. Макробіоелементи – це елементи вміст яких у продуктах харчування знаходиться в межах 0,01-0,001 %.

6. Основною функцією Кальцію в організмі людини є:

А. Входить до складу білків, нуклеїнових кислот, кісток.

Б. Приймає участь у водно-сольовому обміні.

В. Є структурним компонентом кісток.

Г. Регулює роботу нервової системи, приймає участь в обміні холестерину.

7. Основною функцією Магнію в організмі людини є:

А. Входить до складу білків, нуклеїнових кислот, кісток.

Б. Приймає участь у водно-сольовому обміні.

В. Є структурним компонентом кісток.

Г. Регулює роботу нервової системи, приймає участь в обміні холестеролу.

8. Основною функцією Натрію в організмі людини є:

А. Входить до складу білків, нуклеїнових кислот, кісток.

Б. Приймає участь у водно-сольовому обміні.

В. Є структурним компонентом кісток.

Г. Регулює роботу нервової системи, приймає участь в обміні холестеролу.

9. Основною функцією Фосфору в організмі людини є:

А. Входить до складу білків, нуклеїнових кислот, кісток.

Б. Приймає участь у водно-сольовому обміні.

В. Є структурним компонентом кісток.

Г. Регулює роботу нервової системи, приймає участь в обміні холестеролу.

10. При розкладі жирів масою 100 г виділяється вода масою:

А. 107 г.

Б. 80 г.

В. 41 г.

Г. 30 г.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

11. При переробці продуктів кількість мінеральних речовин:

А. Збільшується.
Б. Не змінюється.
В. Зменшується.
Г. Спочатку зменшується, а потім збільшується.

12. Виберіть неправильне твердження:

А. Харчові добавки природні або ідентичні природним, синтетичні речовини, які самостійно не вживаються в їжу.
Б. При використанні харчових добавок потрібно ураховувати всі фактори безпечності.
В. Відомо приблизно 500 харчових добавок, список яких постійно розширюється.
Г. Біологічно активні добавки – це харчові добавки.

13. Встановіть відповідність:

Харчові добавки	
Позначення	*Призначення*
1. Е100-199	а. Антиоксиданти
2. Е200-299	б. Емульгатори
3. Е300-399	в. Стабілізатори
4. Е400-499	г. Консерванти
5. Е500-599	д. Підсилювачі смаку і аромату
	ж. Барвники

А. 1а 2б 3в 4г 5ж. Б. 1ж 2г 3а 4в 5б. В. 1а 2б 3г 4д 5ж. Г. 1ж 2д 3г 4в 5б.

14. Хлорофил – це:

А. Барвник.
Б. Консервант.
В. Антиоксидант.
Г. Емульгатор.

15. Саліцилова кислота – це:

А. Барвник.
Б. Консервант.
В. Антиоксидант.
Г. Емульгатор.

16. Гліцерол – це:

А. Барвник.
Б. Консервант.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

В. Антиоксидант.
Г. Емульгатор.

17. Лимонна кислота – це:
А. Барвник.
Б. Консервант.
В. Антиоксидант.
Г. Емульгатор.

18. Виберіть неправильне твердження:
А. Загущювачі підвищують в'язкість системи.
Б. Стабілізатори поліпшують ступінь гомогенізації харчової системи.
В. Речовини, що можуть утворювати та підтримувати стабільність емульсії, називають стабілізаторами.
Г. Емульгатори забезпечують утворення та збереження дисперсії двох або більше нерозчинних між собою речовин.

19. Виберіть натуральні загущювачі:
А. Желатин, пектин, крохмаль.
Б. Амілопектин, метилцелюлоза, модифікований крохмаль.
В. Фосфатиди.
Г. Органічні кислоти.

20. Виберіть емульгатори:
А. Желатин, пектин, крохмаль.
Б. Амілопектин, метилцелюлоза, модифікований крохмаль.
В. Фосфатиди.
Г. Органічні кислоти.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Тема 9. ТОКСИКАНТИ У ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

Актуальність вивчення теми. Всі речовини корисні організму в оптимальних кількостях. Це правило стосується, насамперед, токсикантів – речовин природного походження, які за певних умов стають отруйними..

9.1. Теоретична частина "Природні токсиканти у харчових продуктах"

Природні токсиканти – це хімічні речовини природного походження, які можуть бути токсичними для людини або тварин при споживанні, вдиханні або контакті з ними. Вони виробляються рослинами, грибами, бактеріями, тваринами або іншими організмами як захисний механізм проти хижаків, інфекцій чи стресових факторів.

До природніх токсикантів відносяться біогенні аміни, деякі алкалоїди, ціаногенні глікозиди, кумарини і ряд інших сполук.

Більшість видів пасльонових містять алкалоїди, які розпадаються при гідролізі на основи та цукри і тому називаються глікоалкалоїдами. З цих алкалоїдів у наш час найбільш дослідженими є соланін і його аглікон – соланідин, які містяться в картоплі.

Соланін – природній токсикант, це глікозид алкалоїду (глікоалкалоїд), що міститься переважно в рослинах родини пасльонових і належить до групи стероїдних рослинних алкалоїдів. Складається з агліконової частини (соланідин) та цукрових залишків. За хімічною будовою є тетразидом, у вуглеводному компоненті якого міститься дві молекули глюкози, одна молекула галактози і одна молекула ксилози. Має гіркий смак.

Соланін утворюється в бульбах картоплі в разі їх тривалого зберігання на світлі (позеленіння картоплин). Найбільша концентрація – в паростках, зеленій шкірці, старій або пошкодженій картоплі. Таблиця 12 показує орієнтовний вміст **соланіну** в різних частинах картоплі.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Таблиця 12

Вміст соланіну в різних частинах картоплі

Частина картоплі	Вміст соланіну (мг/100 г)	Коментар
М’якоть здорової, не зеленої картоплі	2–7	Безпечний рівень
Шкірка здорової картоплі	15-30	Трохи вищий рівень, особливо при тривалому зберіганні
Зелена шкірка картоплі	100-250	Небезпечна для вживання
Паростки (проростлі частини)	200-1000+	Дуже висока концентрація; категорично не рекомендується їсти
Зіпсована або пошкоджена картопля	30-80	Токсичність залежить від ступеня ушкодження та умов зберігання
Картопляна м’якоть біля зелених ділянок	20-100	Може накопичувати соланін поруч із зеленою шкіркою

При зеленуватому забарвленні шкірки (через хлорофіл) зазвичай іде паралельно підвищення рівня соланіну. При цьому вміст соланіну збільшується у 10 разів і може складати 500 мг/кг. В той же час, цей алкалоїд легко видаляється при чищенні картоплі. Термічна обробка (варіння, смаження) знижує вміст соланіну, але не повністю.

Також соланін міститься у баклажанах і у меншій кількості – в помідорах.

Соланін – речовина середньої токсичності. Є нейротоксином та цитотоксином. У високих дозах він може викликати отруєння. Допустимий рівень вмісту соланіну в картоплі: до 20 мг/100 г. Токсична доза для людини: приблизно 200-400 мг (для дорослого). Підвищений вміст соланіну в картоплі при її споживанні може спричиняти патологічні розлади в організмі: задуху, диспепсію, нудоту, блювання, біль у животі, запаморочення, головний біль. У важких випадках – параліч, втрата свідомості, судоми.

Експериментальна частина

Лабораторна робота “Визначення соланіну у картоплі”

Мета: Визначити наявність соланіну у картоплі.

Завдання:

ХДУ Кафедра хімії та фармації

1. Визначити наявність соланіну у картоплі на якісному рівні.
2. Визначити вміст соланіну у картоплі.

Принцип методу. Якісна оцінка вмісту соланіну в картоплі (за В.Н. Ніловою) ґрунтується на візуальній оцінці забарвлення зрізів бульб картоплі під дією оцтової, сульфатної кислот та гідроген пероксиду. Майже відразу в місцях зрізів, які містять соланін, з'являється інтенсивне темно-малинове або червоне забарвлення.

Кількісне визначення соланіну ґрунтується на екстрагуванні соланіну з тканин картоплі органічним розчинником і гравіметричному визначенні його вмісту.

Обладнання: скальпель, порцелянові чашки, годинникове скло, терези, водяна баня, штатив з пробірками, зворотні повітряні холодильники, піпетки, центрифуга.

Реактиви і матеріали: картопля, льодяна оцтова кислото, концентрована сульфатна кислота, розчин гідроген пероксиду ($\omega(H_2O_2) = 5\ \%$), етиловий спирт, розчин оцтової кислоти ($\omega(CH_3COOH) = 1\ \%$), розчин амоніаку ($\omega(NH_3) = 5\ \%$).

Дослід 1. Якісна оцінка вмісту соланіну в картоплі

Хід роботи. Збоку картоплини зробити кілька надрізів товщиною 1 мм:

1) від верхівки до основи по осі, яка ділить картоплину на дві рівноцінні половинки;

2) поперечні – біля основи і верхівки картоплини;

3) з боків;

4) на ділянках біля вічок.

Зрізи вмістити у порцелянову чашку або на годинникове скло. На них нанести по краплинах спочатку льодяну оцтову кислоту, потім концентровану сульфатну кислоту і розчин гідроген пероксиду ($\omega(H_2O_2) = 5\ \%$) об'ємом кілька крапель.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Дослід 2. Кількісне визначення вмісту соланіну в картоплі

Наважку сухої, тонко розмеленої картоплини або стебел картоплі масою 1 г екстрагувати кілька разів спиртом об'ємом 10 $см^3$ у водяній бані в пробірці, яка закрита зворотним повітряним холодильником. Умова: часте перемішування протягом 15 хв. Пробірку охолодити. Вміст профільтрувати. Осад знову вмістити у пробірку й екстрагувати спиртом. Цю операцію виконувати 3-4 рази. Усі спиртові витяжки злити разом.

Пробірку зі спиртовою витяжкою помістити на водяну баню, спирт відігнати майже до сухого залишку. Залишок розчинити у воді об'ємом 15 $см^3$, підкисленою оцтовою кислотою. Отриманий розчин центрифугувати, центрифугат злити, залишок знову залити розчином оцтової кислоти ($\omega(CH_3COOH) = 1$ %), перемішати і знову центрифугувати. Промивання повторити, центрифугати з'єднати.

До кислого центрифугату поступово додати розчин амоніаку ($\omega(NH_3) = 5$ %) до лужної реакції за лакмусом і нагрівати 30 хв на киплячій водяній бані. Випадає пластівчастий осад соланіну. Якщо під час нагрівання амоніак випарувався, то його необхідно додати.

Соланін, що випав у осад, центрифугувати. Осад розчинити у спирті, відфільтрувати, потім відігнати спирт. Осад розчинити в підкисленій воді. Після центрифугування соланін осадити амоніаком. Таке очищення повторити 2-3 рази. Останній раз соланін профільтрувати через маленькі, попередньо висушені до постійної ваги фільтри. Осад на фільтрі промити розчином амоніаку ($\omega(NH_3) = 1$ %). Потім фільтри з осадом соланіну висушити у тиглях за температури 100-105 °С, зважити і за масою розрахувати вміст соланіну в зразку.

9.2. Теоретична частина "Забруднювачі у харчових продуктах"

Забруднювачі – токсичні речовини, які поступають в їжу з зовнішнього середовища внаслідок порушення правил зберігання та технології виробництва. До забруднювачів відносять:

ХДУ Кафедра хімії та фармації

1) токсичні елементи (Гідраргірум, Плюмбум, Кадмій, Арсенікум, Купрум, Цинк);
2) мікотоксини (афлатоксин, патулін, зеараленон);
3) пестициди (отрутохімікати);
4) нітрати;
5) нітрозаміни;
6) поліциклічні арени;
7) антибіотики.

Нітрати – це забруднювачі харчових продуктів, які є продуктами обміну нітрогеновмісних сполук. В організмі людини за добу утворюється до 100 мг нітратів. Але якщо людина за добу споживає велику кількість нітратів (більше 325 мг), ці аніони частково перетворюються у нітрати(III), які викликають метгемоглобію. Частково у присутності амінів нітрати перетворюються у нітрозоаміни (канцерогенні речовини).

Основні джерела нітратів – рослинні продукти. Нітрати максимально накопичуються у рослинах в період найвищої активності їх дозрівання. Ранні овочі, недозрілі овочі містять нітратів більше. Крім того, вміст нітратів може різко збільшитися при неправильному використанні нітрогеновмісних добрив (наприклад, внесення добрив перед збиранням овочів). Існують рослини, які здатні накопичувати нітрати:

- зелені листові овочі (до 200-300 мг/100 г);
- буряк (140 мг/100 г);
- картопля до 25 мг/100 г;
- рання морква – до 40 мг/100 г;
- пізня морква – до 25 мг/100 г;
- рання капуста – до 90 мг/100 г;
- пізня капуста – до 25 мг/100 г;
- кабачки – до 40 мг/100 г;
- огірки – до 15 мг/100 г.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Вміст нітратів зменшується при очищенні овочів (до 10 %), їх варці (наприклад, при відварюванні буряку втрачається до 40 % нітратів) та зберіганні (за декілька місяців вміст нітратів зменшується на 30-50 %).

Підвищений вміст нітратів в продуктах рослинництва може спричиняти низку патологічних явищ в організмі людини і тварин (розлади травлення, алергічні реакції, зниження імунітету тощо).

Експериментальна частина

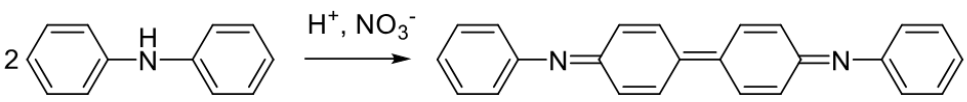
Лабораторна робота "Якісна оцінка вмісту нітратів у продуктах рослинництва"

Мета: Виявити наявність нітратів у продуктах рослинництва з використанням дифеніламіну.

Завдання:

1. Визначити наявність нітратів у картоплі.
2. Визначити наявність нітратів у листі капусти.
3. Визначити наявність нітратів у кочережці капусти.
4. Визначити наявність нітратів у цибулі.
5. Визначити наявність нітратів у огірках.
6. Визначити наявність нітратів у редисі.

Принцип методу. Метод якісної оцінки вмісту нітратів у продуктах рослинництва з використанням дифеніламіну ґрунтується на візуальній оцінці забарвлених сполук, що утворюються в процесі взаємодії нітратів з дифеніламіном. Нижня межа виявлення нітратів у зразку, що аналізується, становить 100 мг/кг. Метод може бути використаний під час визначення нітратів в усіх продуктах рослинництва:



(сине забарвлення)

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Результати, отримані цим методом, слід розглядати як орієнтовні, вони не можуть бути основою для відбраківки продуктів, а вимагають подальшого підтвердження більш точним йонометричним методом з використанням йоноселективних електродів.

Обладнання: штатив з пробірками, скляні палички, предметні скельця, сушильна шафа, аналітичні терези, мірні колби (1000 см^3, 100 см^3, 250 см^3), скальпель,

Реактиви і матеріали: різні овочі, калій нітрат (або натрій нітрат), розчин дифеніламіну в сульфатній кислоті (С (дифеніламін в сульфатній кислоті) = 10 г/дм^3).

Дослід 1. Якісна оцінка місту нітратів у продуктах рослинництва з використанням дифеніламіну

Хід роботи. Овочі помити, висушити, очистити, взяти для аналізу лише їстівну частину масою 25-50 г.

Пробу подрібнити, віджати сік, який використовують для аналізу.

Приготувати стандартний розчин калій (натрій) нітрату з $C(NO_3^-)$ = 3000 мг/дм^3. Для цього калій нітрат масою 4,89 г (або натрій нітрат масою 4,11 г), який потрібно попередньо висушити при температурі 100-105 °С до постійної маси і зважити з точністю до другого знаку після коми, перенести в мірну колбу (1000 см^3), розчинити в дистильованій воді і довести об'єм водою до позначки. Розчин можна зберігати протягом року.

Приготувати розчини порівняння калій (натрій) нітрату:

- розчин порівняння з концентрацією 1500 мг/дм^3 приготувати шляхом розведення стандартного розчину водою у 2 рази;
- розчин порівняння з концентрацією 750 мг/дм^3 приготувати шляхом розведення стандартного розчину водою в 4 рази;
- розчин порівняння з концентрацією 300 мг/дм^3 шляхом розведення стандартного розчину водою в 10 разів;

ХДУ Кафедра хімії та фармації

- розчин порівняння з концентрацією 150 мг/дм^3 приготувати шляхом розведення стандартного розчину водою у 20 разів;
- розчин порівняння з концентрацією 100 мг/дм^3 шляхом розведення стандартного розчину водою в 30 разів;
- розчин порівняння з концентрацією 50 мг/дм^3 приготувати шляхом розведення стандартного розчину водою в 60 разів.

Отримані розчини різних концентрацій використовувати як порівняльні для оцінювання вмісту нітратів у зразках (можна готувати розчини порівняння з меншими концентраціями шляхом розведення більш концентрованих розчинів порівняння, а не стандартного зразка).

Проведення аналізу. На предметне скельце, що вміщене на аркуші білого паперу, на відстані 15 мм послідовно нанести краплі розчинів порівняння різної концентрації. Поряд нанести сік зразків продуктів, які досліджують. Одночасно додати по одній краплі безбарвного розчину дифеніламіну в сульфатній кислоті (С (дифеніламін в сульфатній кислоті) = 10 г/дм^3) до розчинів порівняння і соку зразків, що аналізують. Кольорове забарвлення з'являється протягом 20-30 с. Залежно від концентрації нітратів у зразках інтенсивність забарвлення змінюється від блідо блакитного до інтенсивно синього. Оцінювання концентрації нітратів у зразках провести шляхом візуального порівняння інтенсивності забарвлення розчинів порівняння і соку зразків, що аналізують.

Самостійна робота

Ситуаційні завдання "Зміни хімічного складу фруктів, ягід, напоїв при зберіганні і технологічній переробці"

1. У холодильнику виявили фрукти, уражені пліснявою. Жінка пропонує викинути ці продукти, а чоловік – обрізати уражені місця.

Завдання 1. Визначити групу забруднювачів.

Завдання 2. Обґрунтувати власну точку зору рішення цієї проблеми.

2. Відомі факти: а) існує заборона на використання етильованого бензину; б) біля дороги заборонено висаджувати плодові дерева.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Завдання 1. Знайти зв'язок між наведеними фактами.

Завдання 2. Визначити групу забруднювачів.

3. Для приготування і зберігання продуктів використовують спеціальний посуд, пристосований для цих цілей. Не можна зберігати їжу у декоративному порцеляновому або керамічному посуді, особливо глазурованому жовтим або червоним кольором. Те ж саме стосується пластмасового посуду, яскравих пластмасових пакетів. У пакетах і пластмасовому посуді суха їжа зберігається короткий час!

Завдання 1. Обґрунтувати вище перелічені вимоги.

Завдання 2. Визначити групу забруднювачів.

Розрахункові задачі "Токсиканти у харчових продуктах"

Задача 1.

При аналізі консервованого харчового продукту виявлено йони плюмбуму з масовою концентрацією 0,2 мг/кг. Людина масою 75 кг з'їла такий консервований продукт масою 400 г. Допустима добова доза Плюмбуму – 0,0036 мг/кг маси тіла. Розрахуйте масу Плюмбуму, яку отримала людина з їжею. Чи перевищено добову дозу? Які наслідки можуть бути для здоров'я людини?

Задача 2.

Під час аналізу у зразку фісташок масою 1 кг виявлено афлатоксин масою 10 мкг. Норми вмісту афлатоксину В1 в країнах ЄС – 2,0 мкг/кг, ДСТУ – 5,0 мкг/кг, ВООЗ – 0,0001 мг/кг/тиждень. Порахуйте, чи перевищені норми у зразку? Яку масу таких фісташок протягом тижня може з'їсти людина масою 65 кг?

Задача 3.

При аналізі зразку грибів було виявлено йони кадмію з масовою концентрацією 0,12 мг/кг. Згідно з нормами ЄС в харчових продуктах ГДК Кадмію 0,05 мг/кг. Розрахуйте, у скільки перевищене ГДК Кадмію в цьому зразку.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Тест "Зміни хімічного складу фруктів, ягід, напоїв при зберіганні і технологічній переробці"

1. Встановіть відповідність:

Білки	
Продукт	*Масова частка (%)*
1. Овочі	а. 7
2.Фрукти	б. 1-2
3. Картопля	в. 0,5-1
	г. 30

А. 1б 2в 3г. Б. 1г2б3а. В. 1а 2в3г. Г. 1в2а3г.

2. Виберіть неправильно твердження:

А. Нітрогеновмісні речовини овочів, фруктів та ягід мають значення для формування споживчих костей цих продуктів.

Б. Овочі, фрукти та ягоди – джерела білків.

В. Ліпіди овочів, фруктів та го представлені, в основному, гліко- та фосфоліпідами.

Г. Овочі, фрукти та ягоди джерело – вуглеводів.

3. Вміст якого вітаміну наведений у таблиці:

Об'єкт	***Вміст*** (мг/100 г)
Цитрусові	40
Чорна смородина	200
Земляника	60
Шипшина	2000

А. Вітамін B_1

Б. Вітамін РР

В. Вітамін А

Г. Вітамін С

4. Вміст якого вітаміну наведений у таблиці:

Об'єкт	***Вміст*** (мг/100 г)
Капуста	45
Картопля	30
Перець болгарський	250
Цибуля зелена	60

А. Вітамін Е.

Б. Вітамін D.

В. Вітамін А.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Г. Вітамін С.

5. Вміст якого вітаміну наведений у таблиці:

Об'єкт	***Вміст*** (мг/100 г)
Морква	9
Помідори	1,2
Хурма	1,2
Обліпиха	10

А. Вітамін Е.
Б. Вітамін D.
В. Вітамін А.
Г. Вітамін С.

6. Вміст якого елемента наведений в таблиці:

Об'єкт	***Вміст*** (мг/100 г)
Персик	360
Картопля	570
Смородина	350
Абрикос	300

А. Калію.
Б. Рубідію.
В. Феруму.
Г. Мангану.

7. Вміст якого елемента наведений в таблиці:

Об'єкт	***Вміст*** (мг/100 г)
Груша	3,2
Чорниці	7
Айва	3
Яблуко	2,2

А. Калію.
Б. Рубідію.
В. Феруму.
Г. Мангану.

8. Виберіть неправильне твердження:

А. Причина саморазогрівання овочів, фруктів та ягід – процес дихання.
Б. Методи зниження інтенсивності дихання плодів: зниження температури, підвищення концентрації вуглекислого газу, використання парафіну та поліетилену.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

В. Етилен сприяє дозріванню фруктів.
Г. При зберіганні фруктів можна знижувати температуру до -2 °С.

9. Встановіть відповідність:

Дозрівання	
Причина	*Наслідок*
1. Утворення надлишку спирту при спиртовому бродінні	а. Плоди руйнуються
2. Руйнування вторинної структури пектину	б. Знижується харчова цінність фруктів
3. Вітаміни руйнуються	в. Картопля стає солодкою
	г. Фрукти втрачають твердість

А. 1а 2г 3б. Б. 1г 2б 3а. В. 1а 2в 3г. Г. 1в 2а 3г.

10. Обробка вапном, бланшування, висушування фруктів – це методи:
А. Консервації.
Б. Сушки.
В. Освітлювання соків.
Г. Зниження інтенсивності дихання.

11. Виберіть неправильне твердження: *При тепловій обробці фруктів та овочів:*
А. Білки денатурують, втрачається жорсткість продукту.
Б. Крохмаль клейстеризується.
В. Редукуючі цукри взаємодіють з амінокислотами з утворенням темнозабарвлених меланоїдів.
Г. Меланоїди добре засвоюються в організмі.

12. Встановіть відповідність:

Мінеральні води	
Різновид	*Мінералізація*
1. Природні столові	а. до 0,2 %
2. Лікувально-столові	б. 0,2-0,8 %
3. Лікувальні	в. вище 0,8 %
	г. 0,8-0,9 %

А. la 2б 3в. Б. 1г 2б 3а. В. 1а 2в 3г. Г. 1в 2а 3г.

13. Виберіть неправильне твердження:
А. Фруктово-газовані напої готують на фруктових і ягідних настоянках.
Б. Фруктово-газовані напої не містять сахарозу.
В. Харчова цінність чаю і кофе невисока.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Г. Хлібний квас містить вуглеводи і 0,8 % спирту.

14. Цукристість сухих вин:
А. 0,2 %.
Б. 0,2-3 %.
В. 3-20 %.
Г. 3-32 %.

15. Цукристість десертних вин:
А. 0,2 %.
Б. 0,2-3 %.
В. 3-20 %.
Г.3-32 %.

16. Вміст Калію у білих винах:
А. 20 мг/100 г.
Б. 60 мг/100 г.
В. 100 мг/100 г.
Г. 140 мг/100 г.

17. Вміст Калію у червоних винах:
А. 20 мг/100 г.
Б. 60 мг/100 г.
В. 100 мг/100 г.
Г. 140 мг/100 г.

18. Біофлавоноїди та антоціани містять:
А. Білі вина,
Б. Червоні вина,
В. Пиво,
Г. Коньяк,

19. Навантаження на підшлункову залозу спричиняють
А. Білі вина.
Б. Десертні вина.
В. Пиво.
Г. Коньяк.

20. Калорійність горілки:
А. 140 ккал/100 г.
Б. 240 ккал/100 г.
В. 340 ккал/100 г.
Г. 440 ккал/100 г.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Тема 10. ОСНОВНІ СПОСОБИ ФАЛЬСИФІКАЦІЇ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Актуальність вивчення теми. Фальсифікація харчових продуктів становить пряму загрозу здоров'ю споживачів, знижує рівень довіри до виробників та порушує вимоги національних та міжнародних стандартів.

Теоретична частина "Основні способи фальсифікації харчових продуктів"

Фальсифікація – це навмисна зміна складу, властивостей або маркування харчового продукту з метою введення споживача в оману та отримання економічної вигоди.

Існують різні класифікації видів фальсифікацій харчових продуктів:

1. Класифікація за способом фальсифікації:

- домішкова (складова) фальсифікація (замінюються або додаються дешевші інгредієнти: розбавлення молока водою, додавання крохмалю до ковбас, підмішування бурякового цукру до меду, заміна какао-масла в шоколаді);
- імітаційна фальсифікація (продукт виглядає як справжній, але виготовлений з інших речовин: "сирний продукт" замість справжнього сиру, крабові палички замість м'яса краба, напої з ароматизаторами замість натурального соку);
- інформаційна (маркувальна) фальсифікація (невідповідність між зазначеною та фактичною інформацією: неправильне маркування (невірний термін придатності, країна походження, склад), псевдоекологічна або псевдоорганічна продукція, підробка сертифікатів якості);
- технологічна фальсифікація (використання заборонених або недозволених технологій: використання несанкціонованих харчових добавок, іонізація без позначення, неправильна температура обробки або зберігання);

ХДУ Кафедра хімії та фармації

- мікробіологічна та токсикологічна фальсифікація (продукти заражені мікроорганізмами або токсичними речовинами, але реалізуються як безпечні: використання зіпсованої сировини, рекондиціонування прострочених продуктів, маскування запаху псування.

2. Класифікація за ступенем небезпеки для здоров'я:

- шкідлива (небезпечна) (завдає шкоди здоров'ю: отруєння, алергії, накопичення токсинів);
- безпечна, але обманна (не шкодить здоров'ю, але порушує права споживача (обман у вазі, складі, походженні).

3. Класифікація за метою фальсифікації:

- економічна (для зниження собівартості, збільшення прибутку);
- політична / стратегічна (навмисне введення неякісної продукції з метою дискредитації виробника або країни);
- кримінальна (організована фальсифікація з метою шахрайства або знищення товару конкурента).

4. Класифікація за об'єктом фальсифікації:

- продуктова фальсифікація (сам харчовий продукт;
- пакувальна фальсифікація (неоригінальна або вторинна упаковка);
- інформаційна фальсифікація (етикетка, маркування, реклама).

Викриття основних способів фальсифікації харчових продуктів наведено в таблиці 13.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Таблиця 13

Основні способи фальсифікації харчових продуктів

Харчові продукти	Способи фальсифікації	Викриття фальсифікації
Борошно	Підмішування борошна нижчого гатунку та висівок. Підмішування до борошна інших зернових культур (бобових) та крохмалю.	Просіювання. Визначення вмісту клітковини. Мікроскопування і дослідження форми та розміру крохмальних зерен. Обробка розчином йоду. Дослідження клітковини та озолення в разі підмішування житнього борошна. Дослідження вмісту нітрогену в разі підмішування бобових.
М'ясні продукти	Заміна м'яса на інші тваринні компоненти (вим'я, легені, печінка, м'ясо з голів, м'ясні обрізки). Заміна м'яса білковими ізолятами.	Визначення вмісту сполучної тканини (колагену) або оксипроліну. Визначення вмісту білка і амінокислот.
Молоко, кисломолочні продукти	Підмішування консервантів (соди, крейди, саліцилової кислоти, бензоатної кислоти, борної кислоти, бури), борошна. Розведення водою. Кип'ятіння молока.	Визначення за допомогою розолової кислоти або фонометрією. Хроматографічний метод. Визначення вмісту жиру за допомогою йоду. Проби з гваяколовою кислотою (проба Арнольда). Визначення густини, вмісту жиру, сухого залишку.
Сири	Підмішування борошна та крохмалю, сторонніх |жирів.	Додавання розчину йоду. Хроматографічне визначення жирних кислот. Використання сенсорних методів.
Жири	Додавання маргарину, кокосового, пальмового |жирів.	Визначення жирнокислотних та молекулярних форм триацилгліцеролів хроматографічним методом, порівняння результатів із рецептурою досліджуваних жирів та олій.
Алкогольні напої	Повна або часткова заміна питного спирту на технічний. Розведення водою. Недовкладання окремих компонентів або їхня заміна. Заміна натуральних компонентів на сурогати.	Визначення вмісту сивушних масел, фурфуролу. Вимірювання спирту спиртометром. Визначення вмісту окремих компонентів згідно із рецептурою.
Коньяк	Додавання етилового спирту або використання коньячного спирту. Додавання до розведеного коньяку ароматичних речовин, барвників.	Використання мікроколонкової ВЕРХ. Визначення вмісту гексоз. Визначення вмісту барвників та ароматизаторів.
Пиво	Використання неякісної сировини (несолоджених | матеріалів) замість солоду. Скорочення терміну бродіння. Недоливання. Додавання піноутворювачів, гліцеролу.	Визначення вмісту окремих вуглеводів і амінокислот. Органолептичний аналіз. Вимірювання об'єму. Визначення сухих речовин або золи. Визначення *pH*. Визначення вмісту гліцеролу.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Продовження таблиці 13

Харчові продукти	**Способи фальсифікації**	**Викриття фальсифікації**
Вино	Підфарбовування. Розведення водою (розсироплення) і наступне додавання спирту, етиленгліколю, декстрину, кухонної солі тощо. Шеблізування (додавання гліцеролу). Гіпсування (додавання гіпсу до молодого вина). Галунування.	Визначення барвників хроматографічним методом. Визначення золи. Визначення вмісту гліцеролу. Визначення вмісту SO_3 та Al_2O_3 .
Соки	Розведення водою, додавання цукрового сиропу, інвертованого цукру, барвників, консервантів. Додавання соку низького ґатунку.	Визначення моно- і дисахаридів методом ВЕРХ та газовою| хроматографією. Визначення вмісту барвників та консервантів.
Мелена кава	Додавання зернових культур та жолудів. Додавання цикорію, паленого цукру. Ароматизація кави.	Додавання розчину йоду та ферум(III) хлориду для виявлення жолудів. Реакція з фелінговою рідиною. Визначення вмісту кофеїну та золи. Мікроскопічні дослідження. Визначення вмісту ароматизаторів.
Напої	Використання синтетичних барвників та ароматизаторів. 1	Визначення вмісту барвників. Метод визначення синтетичних барвників заснований на зміні *pH* середовища шляхом додавання будь-якого лужного розчину в об'ємі, який перевищує об'єм напою. При зміні *pH* середовища натуральні фарбники червоного, синього, фіолетових кольорів (антоціани) змінюють забарвлення: червоний – на брудний синій; синій та фіолетовий – на червоний та бурий. Колір синтетичних фарбників у лужному середовищі не змінюється. Жовтий, жовтогарячий, зелений кольори (каротиноїди, хлорофіли) в лужному середовищі змінюються після кип'ятіння: жовтий, жовтогарячий знебарвлюються, зелений стає бурим або темно-зеленим.

Наслідки фальсифікації харчових продуктів:

1. Загроза здоров’ю споживачів.
2. Втрата довіри до виробників.
3. Порушення законодавства.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

В Україні фальсифікація харчових продуктів заборонена Законом України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів».

Експериментальна частина

Лабораторна робота "Викриття фальсифікації харчових продуктів"

Мета: Викрити фальсифікацію харчових продуктів.

Завдання:

1. Визначити крейду у молоці.
2. Визначити консерванти у молоці.
3. Визначити гліцеролу пиві.
4. Визначити сивушні масла у спиртових виробах.
5. Визначити крохмаль в молочних продуктах.

Дослід 1. Визначення крейди у молоці

Принцип метода. $2HCl + CaCO_3 = CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$

Виділяється безбарвний газ.

Обладнання: *штатив з пробірками.*

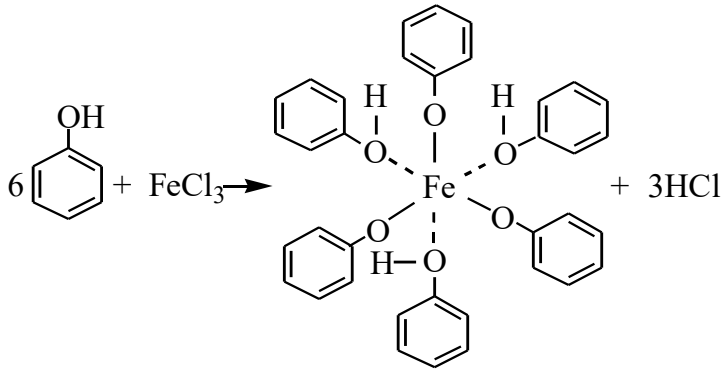
Реактиви і матеріали: молоко, розчин хлоридної кислоти $(\omega(HCl) = 10\ \%)$.

Хід роботи. До молока об'ємом 3 $см^3$ додати по краплинам розчин хлоридної кислоти (ω(HCl) = 10 %) при постійному перемішуванні.

Дослід 2. Визначення консервантів у молоці

Принцип методу. Частина консервантів – це феноли. Як правило, їх додають до жирів, жиророзчинних продуктів, молока для протидії окисненню – згірканню. Феноли ідентифікують якісною реакцією з ферум(III) хлоридом – утворюється комплексна сіль бузкового забарвлення:

ХДУ Кафедра хімії та фармації



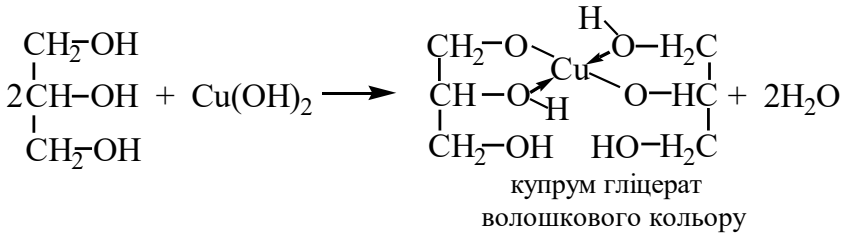
Обладнання: *штатив з пробірками.*

Реактиви і матеріали: молоко, розчин ферум(III) хлориду (ω(FeCl₃) = 3 %).

Хід роботи. До молока об'ємом 3 см^3 додати розчин ферум(III) хлориду $\omega(FeCl_3) = 3$ %) (три краплі).

Дослід 3. Визначення гліцеролу у пиві

Принцип методу. Гліцерол – емульгатор, загусник, водоутримуючий агент. Використовується для приготування кави, безалкогольних напоїв, желе, оцту, імбиру. Гліцерол ідентифікують якісною реакцією на багатоатомні спирти – утворюється комплексна сіль волошкового забарвлення:



Обладнання: *штатив з пробірками.*

Реактиви і матеріали: пиво, розчин купрум сульфату (ω(CuSO₄) = 2 %), розчин лугу (ω(NaOH) = 40 %)

Хід роботи. До пива об'ємом 3 см^3 додати розчин купрум сульфату ($\omega(CuSO_4) = 2$ %) (3 краплини) і розчин лугу ($\omega(NaOH) = 40$ %) (3 краплини). Суміш перемішати.

Дослід 4. Визначення сивушних масел у спиртових виробах

Принцип метода. Сивушні масла – це суміш летких органічних речовин, які утворюються під час бродіння спиртовмісних продуктів. Вони є побічним

ХДУ Кафедра хімії та фармації

продуктом спиртового бродіння і містяться у неочищеному спирті (наприклад, у самогоні або технічному спирті). Це спирти (ізопропанол, ізобутанол, аміловий спирт та інші), альдегіди, кетони, естери, органічні кислоти. Сивушні масла токсичні. У заводському виробництві етиловий спирт очищається, тому в ліцензійному алкоголі вміст сивушних масел дуже низький (в межах допустимих норм).

Ідентифікують альдегіди сивушних масел реактивом Фелінга. Альдегід окиснюється, а Купрум відновлюється до Cu_2O, CuOH (жовто-червоний колір):

$$R—CHO + 2Cu^{2+} + 4OH^- \rightarrow R—COOH + Cu_2O\downarrow + 2H_2O$$

Обладнання: *штатив з пробірками, пробіркотримачі.*

Реактиви і матеріали: *горілка, розчин Фелінга.*

Хід роботи. До горілки об'ємом 3 $см^3$ долити розчин Фелінга (3-4 краплі). Суміш нагріти.

Дослід 5. Визначення крохмалю в молочних продуктах

Принцип методу. Крохмаль ідентифікують йодом. Утворюється клатрат синього кольору.

Обладнання: *штатив з пробірками.*

Реактиви і матеріали: *сир, сметана, розчин Люголя.*

Хід роботи. На поверхню сиру та сметани нанести по одній краплі розчину Люголя.

Результати досліджень оформити у вигляді таблиці з стовпцями:

1. № дослідження.
2. Вид продукту.
3. Спосіб фальсифікації.
4. Викриття фальсифікації.

Самостійна робота

Ситуаційні завдання “Фальсифікація харчових продуктів”

ХДУ Кафедра хімії та фармації

1. Найбільшу небезпеку для здоров'я споживачів становлять алкогольні напої, при виробництві яких фальсифікатори частково чи повністю заміняють харчовий етиловий спирт технічним. Як відомо, він містить сивушні масла, метиловий спирт, альдегіди, складні ефіри та інші речовини, які можуть викликати часткову чи повну втрату зору чи отруєння різного ступеню тяжкості [8, с.100].

Завдання 1. Визначити вид фальсифікації.

Завдання 2. Запропонувати реакції для ідентифікації карбонільних сполук у алкогольних напоях.

2. Один із поширених способів фальсифікації коньяку – недотримання терміну витримки. За технологією, щоб зробити натуральний коньяк, необхідно не менше ніж 3 роки витримати коньячний спирт в дубових бочках. Напій, що не вистоявся й року, видають за елітний трьох, п'ятизірковий коньяк. Підробляють його і за допомогою підфарбованої настоянками чаю чи дубової кори горілки та розведеного етилового спирту [8, с.100].

Завдання 1. Визначити вид фальсифікації.

Завдання 2. До яких наслідків може призвести вживання такої продукції людиною?

3. Під час фальсифікації вина, як правило, натуральну сировину, як-то фрукти, трави, коріння, заміняють синтетичними барвниками, ароматизаторами, підсолоджувачами, гліцерином, тощо. Ці добавки, в допустимій нормативними документами кількості не шкодять здоров'ю, але відсутність належної інформації про те, що вони входять до складу вина, чи відверта дезінформація споживачів (наприклад, зображення на маркувальній етикетці фруктів, яких і близько немає у складі продукту) ставить таку продукцію в один ряд із фальсифікатом [8, с.100].

Завдання 1. Визначити вид фальсифікації.

Завдання 2. До яких наслідків може призвести вживання такої продукції людиною, яка має алергічні захворювання?

ХДУ Кафедра хімії та фармації

4. Як показали перевірки, проведені структурними підрозділами Держспоживстандарту України в партії горілки особливої «Пшенична з медом» було завищено вміст альдегідів, а в партії слабоалкогольних напоїв «Ром-вишня» було занижено масову концентрацію загального екстракту та плавав осад у вигляді пластівців невідомого походження [8, с. 100].

Завдання 1. Визначити вид фальсифікації.

Завдання 2. Запропонувати реакції для ідентифікації карбонільних сполук у алкогольних напоях.

5. Рафінована олія фактично не містить жиророзчинних натуральних вітамінів, хоча в рекламі часто заявляють про їхню присутність. На багатьох упаковках рослинної олії також зазначено, що вона не містить холестерину. Проте всі види рослинної олії за своєю природою не містять холестерину, оскільки ця речовина синтезується лише тваринними організмами.

Завдання 1. Визначити тип фальсифікації.

Розрахункові задачі "Основні способи фальсифікації харчових продуктів"

Задача 1.

За стандартами масова частка немолочних жирів у вершкову маслі не може бути більше 0,5 %. Під час лабораторного аналізу в зразку масла масою 200 г виявлено пальмову олію масою 5,4 г. Визначити масову частку немолочного жиру в зразку масла. Поясніть, чи відбулася фальсифікація вершкового масла.

Задача 2.

Справжній мед повинен мати вміст фруктози/глюкози ≥1,0. В досліджуваному зразку цей показник становить 0,65, що свідчить про додавання цукрового сиропу. Яку масову частку зразка становить сироп, якщо натуральний мед має співвідношення фруктоза/глюкоза = 1,15, а сироп = 0,20?

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Задача 3.

Встановлено, що столовий оцет (за нормою $\omega(CH_3COOH) = 6\ \%$) об'ємом 100 $см^3$ містить оцтову кислоту масою 0,9 г. Розрахуйте фактичну масову частку (%) оцтової кислоти у зразку. У скільки разів розведено даний зразок?

Тест "Зміни хімічного складу зернових продуктів, цукру, жирів, кондитерських виробів при зберіганні і технологічній переробці"

1. За хімічним складом зернові культури поділяють на:

А. Багаті крохмалем та білками.
Б. Багаті крохмалем та жирами.
В. Багаті на жири та білки.
Д. Багаті на вуглеводи та білки.

2. Встановіть відповідність:

Склад зерна	
Частини зерна	*Вміст речовин*
1. Ендосперм	а. Крохмаль 60-80 %, білки – 10-15 %, мало ліпідів, вуглеводів
2. Зародок	б. Вуглеводи – 37 %, білки – 41%, ліпіди – 15 %
3. Оболонка	в. Крохмаль – 80 %, білки – 20 %
	г. Вуглеводи – 57 %, білки 29%, ліпіди – 8 %, мінеральні речовини 10 %

А. 1а 2б 3в. Б. 1а 2г 3б. В. 1а 2в 3г. Г. 1а 2б 3г.

3. Виберіть неправильне твердження:

А. Чим вищий сорт борошна, тим вищий у ньому вміст білків, липідів, клейковини та золи.
Б. До показників якості борошна відносять газоутворюючу здатність та «силу» борошна.
В. Газоутворююча здатність залежить від вмісту білків.
Г. «Сила» борошна зумовлена білково-протеїновим комплексом.

4. Процеси, які відбуваються при замішуванні тіста:

А. Цукри гідролізуються, білки протеолізуються, вуглекислий газ розпушує тісто, спирт надає аромат, редукуючі цукри взаємодіють з продуктами протеолізу (меланоїдиноутворення).

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Б. Білки зв'язують воду, набухають, утворюють трьохвимірну структуру – клейковину, в яку включаються крохмаль, декстрини, гази.

В. Білки денатуровані, крохмаль клейстеризований, деполімеризований, ліпіди адсорбовані, волокна розм'якшені.

Г. Швидкість бродіння поступово знижується, об'єм газів збільшується, крохмаль клейстеризується, білки денатурують.

5. Процеси, які відбуваються при бродінні тіста:

А. Цукри гідролізуються, білки протеолізуються, вуглекислиий газ розпушує тісто, спирт надає аромат, редукуючі цукри взаємодіють з продуктами протеолізу (меланоїдиноутворення).

Б. Білки зв'язують воду, набухають, утворюють трьохвимірну структуру – клейковину, в яку включаються крохмаль, декстрини, гази.

В. Білки денатуровані, крохмаль клейстеризований, деполімеризований, ліпіди адсорбовані, волокна розм'якшені.

Г. Швидкість бродіння поступово знижується, об'єм газів збільшується, крохмаль клейстеризується, білки денатурують.

6. Процеси, які відбуваються при формуванні та випіканні тіста:

А. Цукри гідролізуються, білки протеолізуються, вуглекислий газ розпушує тісто, спирт надає аромат, редукуючі цукри взаємодіють з продуктами протеолізу (меланоїдиноутворення).

Б. Білки зв'язують воду, набухають. утворюють трьохвимірну структуру –клейковину, в яку включаються крохмаль, декстрини, гази.

В. Білки денатуровані, крохмаль клейстеризований, деполімеризований, ліпіди адсорбовані, волокна розм'якшені.

Г. Швидкість бродіння поступово знижується, об'єм газів збільшується, крохмаль клейстеризується, білки денатурують.

7. Стан речовин у хлібі:

А. Цукри гідролізуються, білки протеолізуються, вуглекислий газ розпушує тісто, спирт надає аромат, редукуючі цукри взаємодіють з продуктами протеолізу (меланоїдиноутворення).

Б. Білки зв'язують воду, набухають. утворюють трьохвимірну структуру – клейковину, в яку включаються крохмаль, декстрини, гази.

В. Білки денатуровані, крохмаль клейстеризований, деполімеризований, ліпіди адсорбовані, волокна розм'якшені.

Г. Швидкість бродіння поступово знижується, об'єм газів збільшується, крохмаль клейстеризується, білки денатурують.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

8. Виберіть неправильне твердження:

А. Тирозиназа окиснює амінокислоти фенілаланін та тирозин з утворенням темно-коричневих меланінів.

Б. Ліпооксигеназа окиснює ненасичені ВКК, продукти окиснення руйнують каротиноїди, внаслідок чого борошно втрачає колір.

В. При виготовленні макаронних виробів пресування передує ущільнюванню тіста.

Г. Потемніння макаронів при висушуванні – результат меланоїдиноутворення.

9. Встановіть відповідність:

Екстрагування цукру	
Назва операції	*Мета операції*
1. Дефекація	а. Зниження кольору, лужності, в'язкості.
2. Сатурація	б. Адсобційне очищення соку, осадження нецукрів.
3. Сульфітація	в. Кристалізація цукру.
	г. Коагуляція колоїдів, розклад нецукрів, осад продуктів цих перетворень.

А. 1а 2б 3в. Б. 1г 2б 3а. В. la 2в 3г. Г. la 2б 3г.

10. Вміст сахарози у цукровому буряку:

А. 16-20 %.

Б. 22-30 %.

В. 6-9 %.

Г. 9-11 %.

11. Масова частка сахарози у цукрі-рафінаді:

А. 89,9 %.

Б. 90,9 %.

В. 99,9 %.

Г. 85,9 %.

12. Встановіть відповідність:

Продукти з крохмалю	
Назва продуктів	*Приклади*
1. Гідролізати	а. Крохмаль
2. Модифікати на основі гідролізатів	б. Глюкозо-фруктозні сиропи
3. Модифікати крохмалю	в. Розчинний крохмаль
	г. Патока, сиропи, глюкоза

А. 1г 2б 3в.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Б. 1г 2б 3а.
В. 1а 2в 3г.
Г. 1а 2б 3г.

13. Встановіть відповідність:

Технологія виготовлення жирів та олій	
Назва етапу	*Приклади*
1. Вилучення	а. Пресування, екстракція або поєднання цих двох методів
2. Рафінація	б. Гідрування олій з метою одержання саломас
3. Гідратація	в. Обробка водою з метою вилучення гідрофільних сполук
4. Гідрогенізація	г. Відокремлення ацилгліцеролів від фосфоліпідів та інших речовин
	д. Видалення одоруючих речовин

А. 1г 2б 3в 4д.
Б. 1г 2б 3а 4в.
В. 1а 2в 3г 4б.
Г. 1а 2г 3в 4б.

14. Мета переестерифікації олій:
А. Ізомерізація ненасичених ВКК.
Б. Видалення пігментів.
В. Підвищення харчової цінності олій.
Г. Перетворення олії в маргарин.

15. Цукристі кондитерські вироби:
А. Печиво, торти.
Б. Карамель, шоколадні цукерки, шоколад.
В. Торти, карамель.
Г. Печиво, шоколад.

16. Борошнисті кондитерські вироби:
А. Печиво, торти.
Б. Карамель, шоколадні цукерки, шоколад.
В. Торти, карамель.
Г. Печиво, шоколад.

17. Виберіть неправильне твердження:
А. Маргарин – це емульсія другого роду.
Б. Маргарин – це застигла емульсія.
В. Масова частка жирової основи у маргарині складає 50 %.
Г. Аромат сквашеного молока маргарину надають диацетил та ацетоноїн.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

18. Який процес не відбувається при гідрогенізації олій:

А. Міграція подвійного зв'язку.

Б. Зміна просторової конфігурації.

В. Ступінчасте гідрування подвійних зв'язків.

Г. Повна переестерифікація.

19. Метод видалення пігментів жирів та олій:

А. Адсорбційна рафінація.

Б. Дезодорація.

В. Лужна нейтралізація.

Г. Гідрогенізація.

20. Рафінація крохмалю – це:

А. Центрифугування.

Б. Промивання водою.

Г. Подрібнення.

Д. Замочування.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна література

1. Горяйнова Ю.А. Харчова хімія: Навчальний посібник. Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2020. 100 с. URL:http://elibrary.donnuet.edu.ua/2113/1/2020_Posibnyk_Goriainova_Kharchova%20khimiia.pdf

2. Гуменюк О.Л. Харчова хімія. Тексти лекцій для студентів напряму підготовки 6.051701 "Харчові технології та інженерія" Чернігів: ЧДТУ, 2013. 244 с.

3. Димань Т.М., Мазур Т.Г. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів : підручник. Київ : ВЦ “Академія”, 2011, 520 с.

4. Доценко В.Ф. Харчова хімія: Конспект лекцій. Київ : НУХТ, 2010. 142 с.

5. Дуленко Л.В., Горяйнова Ю.А., Полякова А.В., Малигіна В.Д., Дітріх І.В., Борзенко Д.О. К.: Кондор, 2012. 248 с. URL:https://library.kpi.kharkov.ua/files/new_postupleniya/harpr.pdf

6. Капустенко П. О. Харчові технології в прикладах і задачах: Підручник URL:http://uchebniks.com/book/90-xarchovi-texnologiyi-u-prikladax-i-zadachax-pidruchnik-kapustenko-po.html

7. Кузнецова Т.О., Самойленко С.О., Аксьонова О.Ф.. Харчова хімія: Опорний конспект лекцій Харків : ХДУХТ, 2011. 56 с.

8. Мороз І.А., Гулай О.І., Шемет В.Я. Харчова хімія : Навчальний посібник. Луцьк: ІВВ ЛНТУ, 2022. 236 с. URL:https://lib.lntu.edu.ua/sites/default/files/2022-12/.pdf

9. Нікозять Ю.Б. Харчова хімія : навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни за кредитно-модульною системою організації навчального процесу у 2009-2010 н.р. для студентів спеціальності 6.140101 “Готельно-ресторанна справа”. Полтава, 2009. 138 с.

10. Решнова С.Ф. Лабораторний зошит з харчової хімії : методичні вказівки. Херсон : Старт, 2013. 75 с.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

11. Скоробогатий Я.П., Гузій А.В., Заверуха О.М. Харчова хімія : Навчальний посібник. Львів : «Новий Світ 2000», 2020. 514 с.

12. Старенький А.Г. Хімія та методи дослідження сировини та матеріалів: консп. лекц. Ч. І. Київ : КДТЕУ, 2000. 186 с.

13. Хацевич О.М., Складанюк М.Б. Хімія та аналіз харчових продуктів: Лабораторний практикум. – Навчально-методичний посібник. – Івано-Франківськ: Вид. Супрун В.П., 2019. 105 с. URL:https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2021/02/CHEMISTRY-AND-ANALYSIS-OF-FOOD-PRODUCTS.pdf

14. Чигвінцева О.П., Токар А.В. Харчова хімія: Навчальний посібник. Дніпропетровськ: ТОВ “ Принтхаус Римм”, 2014. 256 с. URL:https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/7445/1/.pdf

Додаткова література

15. Збірник навчальних програм обов’язкових/ вибіркових освітніх компонент/ навчальних дисциплін підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальностей 226 Фармація, промислова фармація; 102 Хімія; 014 Середня освіта, спеціалізація 014.06 Хімія; 227 Фізична терапія, ерготерапія; 014 Середня освіта, спеціалізація 014.11 Фізична культура; 017 Фізична культура і спорт та другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальностей 102 Хімія; 014 Середня освіта, спеціалізація 014.06 Хімія; 222 Медицина. / Колектив авторів. Херсон, 2022, 448 с. ISBN 978-617-7090-89-1

16. Ластухін Ю.О. Хімія природних органічних сполук : навч. посібник. Львів : Нац. ун-т «Львів, політехніка»; Інтелект-Захід, 2005. 560 с. URL:https://chtyvo.org.ua/authors/Lastuhin_Yurii/Himia_pryrodnykh_orhanichnykh_spoluk/

17. Пересічний М.І., Кравченко М.Ф., Карпенко П.О. Технологія продуктів громадського харчування з використанням біологічно активних добавок : монографія. Київ : КНТЕУ, 2003. 322 с.

ХДУ Кафедра хімії та фармації

18. Сірохман І.В., Завгородня В.М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення : начальний посібник. Київ : “Центр учбової літератури”, 2009. 544 с.

19. Скоробогатий Я.П., Гузій А.В., Заверуха О.М. Харчова хімія : навч. посібник. Львів : Новий світ-2000, 2017. 514 с.

20. Handbook of Dairy Foods Analysis / Edited by Leo M.L. Nollet, Filed Toldra. Boca Raton : CRC Press, 2010. 918 p.

INTERNET-ресурси

21. БЕЗПЕЧНІСТЬ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ: СУЧАСНЕ ЗАКОНОДАВСТВО, СУМЛІННИЙ ВИРОБНИК, ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СПОЖИВАЧ https://prometheus.org.ua/prometheus-free/food-safety-law/

22. Zaidan G. Ingredients: The Strange Chemistry of What We Put in Us and on Us. New York: Dutton, 2020. 320 p. https://www.ingredientsthebook.com/

23. Martín-Calvo, N, and MÁ Martínez-González. 2018. “Controversy and Debate: Memory-Based Dietary Assessment Methods Paper 2.” J Clin Epidemiol https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30121376/

24. AGRICULTURAL & FOOD CHEMISTRY https://pubs.acs.org/

ХДУ Кафедра хімії та фармації

Решнова Світлана Федорівна
Пилипчук Людмила Львівна

Навчально-методичне видання **«Аналіз харчових продуктів (Частина 1. Основи харчової хімії)**: лабораторний практикум для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності Е3 Хімія денної форми навчання.

Лабораторний практикум в двох частинах
Частина 1. Основи харчової хімії

ХДУ Кафедра хімії та фармації