

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Міжнародний гуманітарний університет
Кафедра готельно-ресторанного та туристичного бізнесу

В.А.Бачеріков ,Л.А. Тітомир

М Е Т О Д И Ч Н І Р Е К О М Е Н Д А Ц І Ї

до виконання лабораторних робіт
з навчальної дисципліни

« Харчова хімія»

для здобувачів першого(бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності
181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання

Одеса ,2024р

УДК 54-029:641

Затверджено Вченою радою Міжнародного гуманітарного університету
(протокол №1 від 31.08. 2024р)

Рецензенти:

Заступник завідуючого відділу Медичної хімії та хемоінформатики Фізико-хімічного інституту ім.О.В. Богатського , к.х.н.,доцент –Тетяна Сидельнікова

Директор оздоровчого комплексу «Кароліно» АО «Одесатурист»- Надія Смирнова

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни **«Харчова хімія»** для здобувачів першого(бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / Укладачі- к.х.н.,доцент доцент кафедри медичної хімії та біології Бачеріков В.А, к.т.н.,доцент кафедри кафедри готельно-ресторанного та туристичного бізнесу. ТітомирЛ.А.Одеса:Міжнародний гуманітарний університет,2024.87 с

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни **«Харчова хімія»** розроблені для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти Рекомендації охоплюють всі теми для забезпечення ефективного засвоєння навчальної дисципліни. Особливу увагу приділено розробці лабораторних завданьз використанням *методів* прямої потенціометрії, рефрактометрії, йодометричного титрування та інших для поглиблення теоретичних знань і формування практичних навичок. Методичні рекомендації стануть корисними для студентів у процесі вивчення дисципліни та допоможуть їм сформуванати системне уявлення про хімічний склад харчових продуктів і сучасних методів їх аналізу; придбання необхідних практичних навичок для професійної діяльності

ПЛАН

Вступ

Структура навчальної дисципліни

Програма навчальної дисципліни

*Лабораторне завдання 1:*Визначення густини твердого тіла та рідини

Лабораторне завдання 2 Одержання колоїдних розчинів:

Лабораторне завдання 3: 1.Визначення вмісту кухонної солі у харчових продуктах потенціометричним методом . 2Хімічні властивості солей

Лабораторне завдання 4: Визначення теплових ефектів калориметричним методом- теплоти гідратоутворення

Лабораторне завдання 5: Одержання й властивості емульсій

Лабораторне завдання 6: Визначення вмісту пігментів у столовому буряку

Лабораторне завдання 7: Розчинність спиртів та їх відношення до індикаторів. Одержання етилату натрію.Одержання гліцерату міді (II) та етиленгліколяту.

Лабораторне завдання 8: Взаємодія кислот з металами. . Взаємодія кислот з оксидами .Розчинність карбонових кислот у воді.

Лабораторне завдання 9: Визначення вмісту цукрози кондитерських виробів.

Лабораторне завдання 10: Утворення та розкладання фенолятів.

Лабораторне завдання 11: Кольорові реакції білків.

Лабораторне завдання 12: Вміст крохмалю у хлібобулочних виробках

Лабораторне завдання 13: Визначення вмісту жиру в мучних виробках методом рефрактометрії

Лабораторне завдання 14: Вивчення властивостей ферментів

*Лабораторне завдання 15:*Колориметричне визначення вітаміну А у риб'ячому жирі.Кількісне визначення вітаміну С методом йодометричного титрування в капусті

Лабораторне завдання 16: Вміст нітратів у свіжевичавлених соках овочів і фруктів методом прямої потенціометрії

Рекомендована література

Вступ

Програма курсу «Харчова хімія» призначена для опанування студентами теоретичних і практичних навичок для успішної реалізації отриманих знань в професійній діяльності.

Мета дисципліни дисципліни «Харчова хімія» є формування у майбутніх фахівців теоретичних знань і практичних навичок з загальних підходів та принципів повноцінного харчування людини з врахуванням хімічних основ неорганічної, органічної, біохімічної складової продуктів харчування на базі яких складається і розвивається технологія харчового виробництва .

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Харчова хімія» студент **повинен знати:**

- загальний органічний і біохімічний склад харчових продуктів;
- теоретичні основи неорганічної та біофізичної хімії;
- харчову і хімічну цінність продуктів харчування;
- наукові концепції хімічної термодинаміки ;
- властивості дисперсних систем і розчинів біополімерів ;
- фактори хімічного впливу на процеси псування та відновлення речовин харчових продуктів;
- В результаті вивчення навчальної дисципліни « Харчова хімія» студент **повинен вміти:**
- користуватися довідковими матеріалами з хімічного складу продуктів;
- визначати біохімічні властивості складових харчового продукту ;
- використовувати знання ферментації під впливом біокаталізаторів;
- підбирати термохімічні умови для стабілізації структурних складових продукту .
-
- Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною
- *Знання:*
- 1. На понятійному рівні – основні категорії, поняття та їх визначення з курсу, зміст предмету «Харчова хімія» та його структуру, особливості .
- 2. Описувати основні хімічні ознаки складових речовин продуктів харчування.
- *Уміння:*
- 3. Розуміти якісні зміни , що відбуваються на сучасному етапі у сфері харчової хімії
- 4. Визначати останні зміни та особливості у хімічній складовій

продуктів харчування

- 5. Пояснювати зміст загальних тенденцій подальшого розвитку біохімічних основ харчових технологій.
- 6. Застосувати знання: на рівні відтворення – правильно оцінювати сутність та зміст біохімічних складових у продуктах харчування; на творчому рівні – використовувати свої внутрішні якості у підвищенні ефективності основ своєї професійної діяльності.
- *Навички:*
- 7. Упорядковувати набуті знання у вигляді виконання самостійних завдань.
- 8. Аргументовано обґрунтувати біохімічні властивості речовин продуктів харчування
-

Компетентності, які може отримати здобувач вищої освіти

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Харчова хімія» здобувач вищої освіти отримує наступні програмні компетентності та програмні результати навчання, які визначені в [Стандарті вищої освіти зі спеціальності 181 «Харчові технології»](#) та освітньо-професійній програмі «Ресторанні технології» підготовки бакалаврів.

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми технічного і технологічного характеру, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у виробничих умовах підприємств харчової промисловості та ресторанного господарства та у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних основ та методів харчових технологій.

Загальні компетентності

ЗК1 Знання і розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК 7. Здатність працювати в команді.

ЗК 9. Навички здійснення безпечної діяльності.

Спеціальні (фахові) компетентності

СК 03. Здатність організовувати та проводити контроль якості і безпечності сировини, напівфабрикатів та харчових продуктів із застосуванням сучасних методів.

СК 08. Здатність проводити дослідження в умовах спеціалізованих лабораторій для вирішення прикладних задач.

Навчальна дисципліна «Харчова хімія» забезпечує досягнення програмних результатів навчання (РН), передбачених освітньою програмою:

ПРН 2. Виявляти творчу ініціативу та підвищувати свій професійний рівень шляхом продовження освіти та самоосвіти.

ПРН 6. Знати і розуміти основні чинники впливу на перебіг процесів синтезу та метаболізму складових компонентів харчових продуктів і роль нутрієнтів у харчуванні людини.

ПРН 19. Підвищувати ефективність роботи шляхом поєднання самостійної та командної роботи.

.СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб. роб.	інд	С.р.		л	п	лаб. роб.	Інд.	С.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
І семестр												
Тема 1. Загальні основи харчової хімії Класифікація неорганічних сполук . Основні закони хімії. Типи хімічних зв'язків та кристалічних решіток у сполуках Хімія твердих речовин	22	6	1	2		13	17	-	-	-		17
Тема 2. Мінеральні речовини. Макроелементи і мікроелементи: мікробіогенні та ультрабіогенні речовини. рН середовище. Водний баланс.	20	4	1	4		11	21	-	-	2		19
Тема 3. Солі. Класифікація солей. Хімічні властивості Гідроліз Вміст у харчових продуктах. Норми споживання	23	6	2	4		11	23	2	-	2		19

Тема 4. Хімічна термодинаміка. Перший закон термодинаміки. Енергетичні ефекти хімічних Процесів Другий закон термодинаміки. Мимовільні, оборотні та незворотні хімічні процеси Третій закон термодинаміки . Ентропія і теплоємність	23	6	2	4		11	23	2	2	-		19
Тема 5. Дисперсні системи. Хімічний потенціал. Хімічна рівновага. Принцип Ле Шательє. Гомо- і гетерогенні системи.Типи розчинів та їх технологічне значення. Дисперсне середовище. Колоїдний розчин. Емульсії.	23	6	2	4		11	23	2	2	-		19
Тема 6 Органічні сполуки та їх значення у харчових продуктах Систематика органічних сполук. сполук. Азотовмісні речовини :аміни і амінокислоти. Структура і хімічні властивості.Гетероциклічні сполуки.	23	6	2	4		11	25	2	2	2		19
Тема 7. Спирти. Класифікація і будова простих та складних спирів.Хімічні властивості спиртів	23	6	2	4		11	23	-	2	2		19
Тема 8. Карбонові кислоти. Насичені, ненасичені,циклічні та ароматичні карбонові кислоти. Структура і хімічні властивості	23	6	2	4		11	25	2	2	2		19
Усього годин	180	46	14	30		90	180	10	10	10		150

ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ – ЗАЛІК												
II семестр												
Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	У тому числі					Усього	У тому числі				

		л	п	Лаб. роб.	Інд.	С.р.		л	п	Лаб. роб	Інд.	С.р.
Тема 9. Цукрози Класифікація. Будова та хімічні властивості вуглеводів. Моно- і дицукриди. Оптична ізомерія. Цукрози харчових продуктів	23	6	2	4		11	23	2	2	2		17
Тема 10. Ароматичні сполуки. Характеристика бензолу, фенолу та їх похіднихСтруктура і хімічні властивості	21	4	2	4		11	21	2	-	-		19
Тема 11. Біохімічні сполуки та їх значення у продуктах харчування. Побудова білкової молекули.Типи структур білку. Класифікація білку та наявність його у харчових продуктах, функції. Обмін білків	23	6	2	4		11	25	2	2	2		19
Тема 12 . Поліцукриди як складова продуктів харчування. Будова і біохімічна характеристика Поліцукриди та пектинові сполуки харчових продуктів. Обмін поліцукридів.	23	6	2	4		11	21	-	-	2		19
Тема 13 Ліпіди. Класифікація і будова ліпідів. Гідрогенізація, гідрування та окислення жирів. Біологічна цінність жирів та їх функції Обмін жирів.	23	6	2	4		11	25	2	2	2		19
Тема 14. Ферменти Процес ферментації. Типологія ферментів. Вплив ферментів на протікання ферментативних реакцій.	19	4	2	2		11	21	-	2	-		19
Тема 15. Вітаміни. Класифікація та біохімічні властивості вітамінів	23	6	2	4		11	21	-	2	-		19
Тема 16. Загальні методи аналізу харчових продуктів. Біохімічний та розрахунковий методи Кондуктометричний метод. Поляриметрія. Рефрактометрія, фотометрія	25	6	2	4		13	23	2	-	2		19
Усього годин	180	44	16	30		90	180	10	10	10		150

ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ - ЕКЗАМЕН

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Перший семестр

Тема 1. Загальні основи харчової хімії

- 1.1 Класифікація неорганічних сполук
- 1.2 Основні закони хімії.
- 1.3 Типи хімічних зв'язків та кристалічних решіток у сполуках
- 1.4 Хімія твердих речовин

Тема 2. Мінеральні речовини

- 2.1 Макроелементи.
- 2.2 Мікроелементи: мікробіогенні та ультрабіогенні речовини
- 2.3 рН середовище
- 2.4 Водний баланс

Тема 3. Солі.

- 3.1 Класифікація солей. Хімічні властивості
- 3.2 Гідроліз солей
- 3.3 Вміст у харчових продуктах. Норми споживання

Тема 4. Хімічна термодинаміка

- 4.1 Перший закон термодинаміки. Енергетичні ефекти хімічних процесів
- 4.2 Другий закон термодинаміки. Мимовільні, оборотні та незворотні хімічні процеси
- 4.3 Третій закон термодинаміки . Ентропія і теплоємність.

Тема 5. Дисперсні системи

- 5.1. Хімічний потенціал. Хімічна рівновага. Принцип Ле Шательє.
- 5.2 Гомо- і гетерогенні системи. Типи розчинів та їх технологічне значення.
- 5.3 Дисперсне середовище. Суспензії. Емульсії.
- 5.4 Колоїдний розчин.

Тема 6. Органічні сполуки та їх значення у харчових продуктах.

- 6.1 Систематика органічних сполук.
- 6.2 Азотовмісні речовини :аміни і амінокислоти .
- 6.3 Структура і хімічні властивості .Гетероциклічні сполуки.

Тема 7. Спирти.

- 7.1 Класифікація
- 7.2 Будова простих та складних спиртів.
- 7.3 Хімічні властивості спиртів

Тема 8. Карбонові кислоти.

- 8.1 Насичені, ненасичені карбонові кислоти.
- 8.2 Циклічні та ароматичні карбонові кислоти.
- 8.3 Структура і хімічні властивості.

Другий семестр

Тема 9. Цукрози

- 9.1 Класифікація. Будова та хімічні властивості .
- 9.2 Моно- і дицукриди .
- 9.3 Оптична ізомерія.
- 9.4 Цукрози харчових продуктів

Тема 10. Ароматичні сполуки.

- 10.1 Характеристика бензолу, фенолу та їх похідних
- 10.2 Структура і хімічні властивості.

Тема 11. Біохімічні сполуки .

- 11.1 Побудова білкової молекули. Структура білку.
- 11.2 Класифікація білку та наявність його у харчових продуктах .
- 11.3 Обмін білків.

Тема 12. Поліцукриди як складова продуктів харчування.

- 12.1 Будова і біохімічна характеристика поліцукридів
- 12.2 Поліцукриди та пектинові сполуки харчових продуктів .
- 12.3 Обмін поліцукридів..

Тема 13. Ліпіди

- 13.1 Класифікація і будова ліпідів
- 13.2 Гідрогенізація, гідрування та окислення жирів
- 13.3 Біологічна цінність жирів та їх функції. Обмін жирів

Тема 14. Ферменти

- 14.1 Процес ферментації. Типологія ферментів.
- 14.2 Вплив ферментів на протікання ферментативних реакцій.

Тема 15 Вітаміни

- 15.1. Класифікація та біохімічні властивості вітамінів

15.2 Водорозчинні та жиророзчинні вітаміни продуктів харчування.

Тема 16. Загальні методи аналізу харчових продуктів.

16.1 Фізико-хімічні та органолептичні методи. Технологічні, реєстраційний та розрахунковий методи аналізу харчових продуктів.

16.2 Кондуктометричний метод. Поляриметрія

16.3 Рефрактометрія, фотометрія, спектроскопія та хроматографія.

Лабораторне заняття № 1

Тема : ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ ТВЕРДОГО ТІЛА ТА РІДИНИ.

Мета: ознайомитись з технологією визначення густини різних твердих тіл і рідини.

Густина речовини – це фізична величина, яка характеризує стан речовини і показує, чому дорівнює маса одиниці об'єму цієї речовини. У системі СІ одиницею маси є кілограм, а одиницею об'єму — метр кубічний, тому одиниця густини в СІ — кілограм на метр кубічний: $[\rho] = \text{кг/м}^3$.

Щоб визначити густину тіла, необхідно виміряти його масу і об'єм та визначити відношення маси тіла до його об'єму, де ρ («ро») — густина речовини; m — маса тіла; V — об'єм тіла (об'єм, зайнятий речовиною). 3. У системі СІ одиницею маси є кілограм, а одиницею об'єму — метр кубічний, тому одиниця густини в СІ — кілограм на метр кубічний: $[\rho] = \text{кг/м}^3$. Також використовуються г/см^3 (кілограм на метр кубічний (кг/м^3)) і грам на сантиметр кубічний (г/см^3) пов'язані співвідношенням: $1000 \text{ кг/м}^3 = 1 \text{ г/см}^3$.

Густина речовини залежить і від температури і від агрегатного стану. Зі зростанням температури проміжки між молекулами збільшуються, об'єм збільшується, а це означає, що густина зменшується і навпаки. 5. Знаючи об'єм тіла та його густину, можна знайти масу тіла: $m = \rho \cdot V$. 6. За відомими масою та густиною можна знайти об'єм тіла при необхідності за формулою: $V = m/\rho$.

Для визначення густини речовини якогось фізичного тіла в лабораторних умовах необхідно вимірювати масу тіла та його об'єм.

Якщо тіло має правильну геометричну форму, то для визначення його об'єму можна використовувати лінійку.

Якщо досліджуване тіло довільної форми, то його об'єм вимірюють за допомогою мензурки.

Масу тіла вимірюють на важільних або електронних терезах.

Знаючи масу тіла та його об'єм, можна визначити густину речовини за формулою:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

де m – маса тіла; V – об'єм тіла.
 ρ – густина речовини

Одиницею вимірювання густини речовини в системі СІ є кг/м³.

Матеріали і реактиви: терези з важками; лінійка; штангенциркуль, досліджувані тверді тіла; мензурка, склянка з водою; склянка з олією, паперові серветки. Вода в склянці і соняшникова олія в склянці.

Хід роботи:

Об'єм води становить 50 мл, тобто 50 см³ і маса води становить 50 г.

Розрахуємо величину густини для води: $\rho_{\text{в}} = m/V = 0,05/0,00005 = 1000$ кг/м³

Згідно довідника для чистої води $\rho_{\text{в}} = 1000$ Визначимо відносну похибку:

$$\varepsilon = |1 - \rho_{\text{розрах.}} / \rho_{\text{табл.}}| \times 100\% =$$

об'єм олії становить 50 мл, тобто 50 см³ і маса олії становить 46 г.

Розрахуємо величину густини для олії: $\rho_{\text{о}} = m/V = 0,046/0,00005 = 920$ кг/м³

Згідно довідника для олії $\rho_{\text{о}} = 900$ Визначимо відносну похибку:

$$\varepsilon = |1 - \rho_{\text{розрах.}} / \rho_{\text{табл.}}| \times 100\%$$

Контрольні запитання:

1. Чим відрізняються ковалентні кристали від іонних?
2. Опишіть різновиди молекулярного зв'язку.
3. Де можна застосувати знання про хімію твердого тіла?

Лабораторне заняття № 2

Тема: ОДЕРЖАННЯ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ.

Мета: Ознайомитись з особливостями водних розчинів та методами одержання колоїдних розчинів або золів.

Дисперсні системи як різновид водних розчинів, є гетерогенними системами, тобто складаються з декількох фаз, найчастіше з двох. Одна з фаз знаходиться в сильноподрібненому (диспергованому) стані у вигляді дрібних твердих частинок, крапельок рідини, пухирців газу і називається дисперсною фазою. Друга складова частина дисперсної системи – середовище, у якому розподілені частки диспергової речовини, називається дисперсійним середовищем.

Дисперсні системи класифікують за різними ознаками. Три агрегатних стани (твердий, рідкий, газоподібний) дозволяють виділити дев'ять типів дисперсних систем. Їх позначають дробом, чисельник якого вказує на агрегатний стан дисперсної фази, а знаменник – дисперсійного середовища (табл.1.).

Всі дисперсні системи за кінетичними властивостями дисперсної фази можна поділити на два класи: вільнодисперсні системи, в яких дисперсна фаза рухлива, і зв'язанодисперсні системи – найчастіше, системи з твердим дисперсійним середовищем, в яких частинки дисперсної фази не можуть вільно пересуватися.

Дисперсні системи також класифікуються за ступенем дисперсності дисперсної фази.

Вільнодисперсні системи поділяються на ультрамікрогетерогенні (з розміром частинок від 1 до 100нм), мікрогетерогенні (від 0,1 до 10мкм) і грубо дисперсні (розмір частинок яких більше 10-3см).

Дисперсні системи, в яких дисперсійним середовищем є рідина, а дисперсна фаза має колоїдну ступінь дисперсності (10^{-5} – 10^{-7} см) називаються золями, тобто золі це колоїдні розчини або рідкі колоїдні системи.

Зв'язанодисперсні системи, або пористі тіла, класифікують на мікропористі – з розмірами ячейки до 2нм, перехіднопористі – від 2 до 200нм і макропористі – вище 200нм.

Тверді колоїдні розчини одержують як правило зі зв'язанодисперсних систем у розплавах у процесі їхнього охолодження й отвердіння (одержання скла, сталі, чавуна і т.п.).

З твердих розчинів можуть бути одержані капілярно-пористі тіла, шляхом видалення з них окремих компонентів (шляхом розчинення, термічного розкладу і т.п.).

Таблиця 1.

Класифікація дисперсних систем за агрегатним станом

Дисперсійне середовище	Дисперсна фаза	Умовне позначення	Назва системи і приклади
Тверде	Тверда	Т/Т	Тверді гетерогенні системи: мінерали, сплави, бетон, композиційні матеріали.
	Рідка	Р/Т	Капілярні системи: ґрунти, рідина в пористих тілах.
	Газоподібна	Г/Т	Пористі тіла: адсорбенти і каталізатори.
Рідке	Тверда	Т/Р	Суспензії і золі: пасти, мул, пульпа.
	Рідка	Р/Р	Емульсії: нафта, креми, молоко.
	Газоподібна	Г/Р	Газові емульсії, піни.
Газоподібне	Тверда	Т/Г	Аерозолі: (пил, дим), порошки.
	Рідка	Р/Г	Аерозолі: тумани, хмари.
	Газоподібна	Г/Г	Атмосфера.

Колоїдні розчини можуть бути одержані двома шляхами:

подрібненням великих частинок до необхідної дисперсності (диспергаційні методи);

об'єднанням молекул чи іонів в агрегати колоїдних розмірів (конденсаційні методи).

Крім того, окремо виділяють метод пептизації, що полягає в переведенні в колоїдний розчин осадів, первинні частинки в яких вже мають колоїдні розміри.

У деяких випадках колоїдні системи можуть утворюватися шляхом самовільного диспергування дисперсної фази в дисперсійному середовищі.

Основними умовами одержання колоїдних систем, незалежно від способу, є:

- 1) нерозчинність або мала розчинність частинок дисперсної фази в дисперсійному середовищі;
- 2) необхідна ступінь дисперсності частинок дисперсної фази;
- 3) наявність у системі, в якій утворюються частинки, речовин, здатних стабілізувати ці частинки, а у випадку застосування конденсаційних методів – уповільнювати їх зростання.

Одержання колоїдних систем диспергаційними методами здійснюється в різного роду дробарках, млинах різної конструкції (кульові, колоїдні), за допомогою ультразвуку, у вольтовій дузі (електрогідравлічний удар).

Подрібнення до частинок малих розмірів вимагає великої витрати роботи, тому що поверхня розподілу між фазами в таких системах дуже велика.

Частинки, що утворюються при подрібненні, мають схильність до самодовільного злипання (коагуляції), тому подрібнення проводять у дисперсійному середовищі в присутності стабілізаторів – поверхнево-активних речовин.

Процес диспергування має велике практичне значення в ряді виробництв і технологічних процесів: при одержанні вискодисперсних порошків, наповнювачів для полімерів, пігментів для фарб, при виготовленні борошна й інших харчових продуктів і т.п.

Диспергаційними методами не вдається досягти високої дисперсності. Системи з розмірами частинок 10^{-8} – 10^{-9} м одержують конденсаційними методами, що не вимагають витрат зовнішньої роботи. Шляхом конденсації, в залежності від умов, можуть бути отримані системи будь-якої дисперсності.

Розрізняють методи фізичної і хімічної конденсації.

Найважливіші фізичні методи одержання дисперсних систем – конденсація з пари і метод заміни розчинника (погіршення якості розчинника).

Найбільш простий приклад конденсації з пари – утворення туману. При зміні параметрів системи, зокрема, при зниженні температури, тиск пари може

стати вище рівноважного тиску пари над рідиною (чи над твердим тілом) і в газовому середовищі виникає нова рідка фаза. В результаті система стає гетерогенною – починає утворюватися туман.

Широко застосовується метод заміни розчинника. На відміну від методу конденсації з пари, у даному випадку змінюють не параметри системи, а склад середовища. Наприклад, розчин якої-небудь речовини поступово, при перемішуванні, додають до рідини, у якій ця речовина не розчинна. При цьому відбувається конденсація молекул і утворення колоїдних частинок.

Хімічні методи також засновані на конденсаційному виділенні нової фази з пересиченого розчину, однак, на відміну від фізичних методів, речовина, що утворює дисперсну фазу, утворюється в результаті хімічної реакції: обміну, відновлення, окислення, гідролізу.

Розміри частинок, що утворюються при хімічній конденсації, залежать від умов проведення процесу конденсації, а саме - від співвідношення між швидкостями двох процесів, що відбуваються одночасно: утворення зародків кристалів і росту їх. Для одержання дрібних частинок необхідна значна перевага швидкості першого процесу над швидкістю другого. Такі умови створюються або в дуже розведених розчинах (при цьому утворюються частинки розміром до 1 нм), або в досить концентрованих розчинах, коли утворюється відразу багато зародків кристалізації, що не встигають вирости до великих розмірів (при цьому утворюється мілкокристалічний осад).

Осад за певних умов можна перевести в колоїдний розчин. При цьому відбувається фізико-хімічне подрібнення осаду, що називається пептизацією. У рихлих осадах є окремі частинки дисперсної фази, що розділені прошарками дисперсійного середовища. Їхньому безпосередньому зіткненню перешкоджають або подвійні електричні шари, або сольватні оболонки на поверхні частинок. Вони забезпечують відштовхування частинок на близьких відстанях, у той час як на більш далеких переважають сили міжмолекулярного тяжіння, що не дозволяють частинкам розійтися за рахунок теплового руху.

Матеріали і реактиви: технічні ваги, мірний пальчик, штатив із пробірками, ацетатне волокно, піпетки градуйовані 1-2 мл, розчини гексацианоферат (II) калію $K_4[Fe(CN)_6]$ концентрації: 0,005 н., 0,1 н., насичений; розчини хлорид феруму (III) $FeCl_3$ концентрації: 0,005 н., 0,1 н., насичений; щавлева кислота 0,05 М; ацетон; 1,7% розчин нітрат аргентуму;

0,1% розчин таніну; 1% розчин карбонат калію; 1,5% розчин перманганат калію; концентрований розчин амоніаку; насичений розчин сірки в етиловому спирті; насичений розчин парафіну в етиловому спирті

Хід роботи:

Дослід №1. У пробірку внести 0,1г ацетилцелюлози і додати 2-3мл ацетону. Пробірку енергійно струшувати до повного розчинення волокна. До розчину, що одержали, краплями додавати дистильовану воду. Спостереження і висновки записати в журнал. Визначити метод одержання дисперсної системи.

До 20мл дистильованої води додавати по краплям при струшуванні 5%-вий спиртовий розчин каніфолі. Спостереження і висновки записати в журнал. Визначити метод одержання дисперсної системи.

Дослід №2. Одержати золь берлінської лазурі. На прикладі реакції гексацианоферат (II) калію $K_4[Fe(CN)_6]$ і хлорид феруму (III) $FeCl_3$, оцінити вплив концентрації реагуючих речовин при одержанні золів методом хімічної конденсації. В результаті реакції утворюється берлінська лазурь $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$

а) у пробірку налити 1мл 0,005н розчину $FeCl_3$ і додати до нього 1мл 0,005н розчину $K_4[Fe(CN)_6]$;

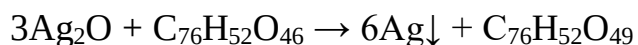
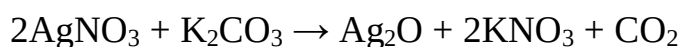
б) у пробірку налити 1мл 0,1н розчину $FeCl_3$ і 1мл 0,1н розчину $K_4[Fe(CN)_6]$;

в) у пробірку налити 2мл насиченого розчину $FeCl_3$ і 1мл насиченого розчину $K_4[Fe(CN)_6]$.

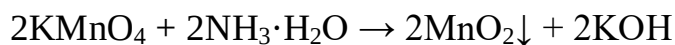
Записати спостереження і висновки.

Дослід №3. Осад берлінської лазурі, що випав, відокремлюють від розчину, ретельно промивають водою і додають 0,05М розчин щавлевої кислоти. Спостереження і висновки.

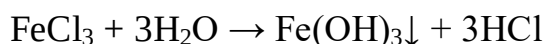
Одержати золь металевого срібла. 1мл 1,7% розчину $AgNO_3$ розвести водою до 50мл, внести 0,5мл 0,1% розчину таніну, а потім додати 2-3 краплі 1% K_2CO_3 :



Дослід №4. Одержати золь діоксиду марганцю. 2,5 мл 1,5% розчину KMnO_4 розвести водою до 50 мл та нагріти до кипіння і протягом 5-7 хвилин внести невеликими порціями 2,5 мл концентрованого розчину амоніаку:



Дослід №5. Одержати золь гідроксиду феруму (III). До 50 мл киплячої води додати 2-3 краплі насиченого розчину FeCl_3 :



Дослід №6. Одержати золь сірки I. До 50мл води при збовтуванні додати 4-5мл насиченого розчину сірки в етиловому спирті.

Дослід №7. Одержати золь сірки II. До 50мл води додати при збовтуванні 1мл насиченого розчину сірки в ацетоні.

Записати спостереження.

Дослід №8. Одержати золь парафіну. До 50мл води додати при збовтуванні краплями 1мл насиченого розчину парафіну в етиловому спирті.

Записати спостереження.

Контрольні запитання:

- 1.Що таке вільнодисперсні системи?
2. Ознаки зв'язанодисперсні системи
- 3.Як впливає вміст мікро- і макро елементів на властивості колоїдних розчинів?

Лабораторне заняття №3

Тема: ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СОЛЕЙ.

Мета: вивчити взаємодію солей з металами та з лугами в розчині.

Солі — хімічні сполуки кристалічної будови. Вони складаються з катіонів металів (або катіонів амонію NH_4^+) і аніон-радикалів кислоти. Наприклад, у добре відомій кухонній солі, також відомої як хлорид натрію (NaCl), катіоном є іон натрію Na^+ , а аніоном є іон хлориду Cl^- . Переважна більшість солей має кристалічну будову. Однак природі відомі певні

молекули солі, які не є кристалічними, незважаючи на те, що вони тверді. Прикладом такої речовини є дифосфат станиму (II)(V): $\text{Sn}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Існують також солі, які знаходяться в рідкому стані при кімнатній температурі, наприклад фторид сурми (V): SbF_5 .

За структурою окремої солі ми розрізняємо:

Солі оксикислот. Це хімічні сполуки, аніони яких походять від таких кислот, як азотна (V), діоксонітратна (III), тетраоксосульфатна (VI), вугільна та тетраоксофосфорна (V) кислоти, а також інші оксикислоти.

Гідрацидні солі. Це похідні гідрацидів (водні розчини відповідних гідридів елементів 16 і 17 груп періодичної системи).

Подвійні та потрійні солі. Вони відрізняються тим, що в їх структурі містяться відповідно два або три різних катіони, пов'язані з кислотним радикалом.

Кислі солі. Їх отримують з таких кислот, у яких не всі атоми водню заміщені катіонами металів.

Основні солі. Основними називають такі солі, в яких не всі атоми гідроксиду заміщені аніон-радикалом кислоти.

Гідрати. Гідрати – це гідратовані солі, тобто солі, які додатково зв'язані з однією або декількома молекулами води у своїх кристалічних решітках.

Якщо до складу солі входить металічний елемент, що має змінну валентність, то його валентність у даній сполуці вказують римськими цифрами в дужках одразу (без пробілу) після назви металу.

Існують солі, до складу яких замість металічного хімічного елемента входить одновалентна група амонію NH_4I (йон амонію NH_4^+).

$\overset{II}{Ca}\overset{I}{Cl}_2$ — кальцій хлорид;

$\overset{II}{Fe}\overset{II}{S}$ — ферум(*II*) сульфід;

$\overset{III}{Fe}_2(\overset{II}{SO}_4)_3$ — ферум(*III*) сульфат;

$\overset{I}{Na}_2\overset{II}{SO}_3$ — натрій сульфит.

При нормальних умовах солі — тверді кристалічні речовини. У солей типових металів йонна кристалічна решітка, тому вони мають порівняно високу температуру плавлення і є нелеткими. Забарвлення солей є досить різноманітним. Кристали деяких солей є безбарвними, інші — можуть мати найрізноманітніше забарвлення.

Завдання для лабораторної роботи студентів: сформувані уявлення про хімічні властивості солей, про особливості та умови взаємодії солей з основами, металами; розвивати вміння складати рівняння реакцій обміну; розвивати вміння спостерігати та робити висновки.

Матеріали і реактиви: сульфат міді (II), хлорид заліза (II), цинкові та мідні ошурки, натрій гідроксид, таблиця розчинності хімічних елементів, електрохімічний ряд напруги металів, штативи з пробірками

Хід роботи:

Дослід №1. Взаємодія металів з солями.

- Які метали здатні реагувати з кислотами? Наведіть приклади.
- Які речовини утворилися при взаємодії металів з кислотами?

Для визначення взаємодії металів з солями виконаємо дослід. Є розчини таких солей: купрум (II) сульфат і ферум (II) хлорид. У пробірку з купрум (II) сульфат опустіть залізну пластинку, а у ферум (II) хлорид - мідні ошурки.

- Що спостерігаєте?
- Як ви вважаєте, у якій з пробірок відбуватиметься реакція?
- Чому в одній із пробірок реакція не відбулася?

- З якими металами можуть реагувати солі?
- Зробіть висновки щодо взаємодії розчинів солей з металами.

Дослід №2 Взаємодія солей з лугами в розчині.

У вас дві пробірки, в яких знаходяться ті ж самі розчини солей. Зверніть увагу на їх колір. Додайте краплями натрій гідроксид.

- Що ви спостерігаєте?
- Як ви вважаєте, що за речовина випала в осад?
- Які солі (розчинні чи нерозчинні) реагують з лугами?
- Які сполуки утворюються при взаємодії розчинів солей з лугами?

3.Скласти можливі формули солей із запропонованих металів та кислотних залишків.Надати назву і написати рівняння їх гіролізу.

Fe SO₄ Na Cl PO₄ Ca CO₃ SO₃ S Mg

Зробіть висновок

Дослід 4.Визначення вмісту кухонної солі у харчових продуктах електропотенціометричним методом

Метод будується на визначені струмководності розчину кухонної солі за допомогою потенціометру та розрахунку масової частки солей у продуктах харчування або страви.

Матеріали, реактиви: ваги лабораторні;потенціометр ; стакани хімічні на 50, 100 и 150 мл; воронки скляні діаметром 7 - 9 см; колби мірні на 100, 200 мл; піпетка градульована; вата гігроскопична; паперовий фільтр; хлорид натрію; вода дистильована,сосиски «дитячі»

Хід роботи

1. Перед проведенням аналізу прилад вмикають заздалегідь на 60 хвилин та регулюють на визначення солі,згідно інструкції в лабораторії..Для визначення вмісту кухонної солі в страві або продукту використовують скляний електрод(для визначення концентрації іонів натрію) і додатковий електрод (заповнений насиченим розчином хлориду калія)

2.Наважку продукту (m, г) розраховують за формулою:

$$m = \frac{a \times V}{B},$$

де:

a – стандартна масова доля солі в розчині % (0,2 - 0,5%);

V - мірної колби з наважкою(100мл);

B-теоритична масова доля солі продукту %

Наважку потребують і важать на вагах з точністю до 0,01г, переносять у хімічний стакан та додають 40мл горячої води(80С): перемішують , а потім переносять у мірну колбу на 200 мл і додають води до мітки(100мл; закривають пробкою і залишають на 25 хвилин, періодично струшуючи .По завершенню часу розчин фільтрують.

3 Для стандартних розчинів готують: 1 г кухонної солі (точність 0,01г) розчиняють в 100 мл дистильованої води. Піпеткою отбирають 1,0; 2,0; 4,0 і 5,0 мл розчину в мірні колби на 100 мл , доводять дистильованою водою до мітки. Заміряють рNa цих розчинів.

4..В два хімічних стакана отбирають 50 мл. фільтрату. На рухливий столик датчика прибору ставлять стакан с фільтратом та надвигають його на електроди датчика так, щоб кончики їх погрузились у розчин на 15 мм. Після хвилинної витримки електродів у розчині знімають показники рН спочатку по нижній шкалі гальванометра прибору (інтервал рН від 2 до +14,), а потім по верхньої шкалі з точністю +/- 0,1 рН. Після кожного вимірювання електроди промивають дистильованою водою і просушують фільтровальним папером. За кінцевий результат аналізу береться середнє арифметичне двох визначень(точністю до 0,1%.)

5.Калібровочну криву оформлюють в координатах: на осі абсцис відкладають концентрації кухонної солі 0,01; 0,02; 0,04 и 0,5%, на осі ординат – показники гальванометра - рNa..

6.Використовуючи калібровочний графік,знаходять визначення кухонної солі в процентах (або в г на 100 мл), що відповідає концентрації кухонної солі в наважці.Масову долю кухонної солі (X, %) розраховують за формулою:

$$X = \frac{a \times 100}{M},$$

де :

a – концентрація кухонної солі(дані на осі OX), %;

M–наважка продукту, г

Висновок.

Контрольні запитання:

- 1.Що таке солі? За допомогою чого ми можемо визначити розчинність солей?
- 2.Які солі є розчинними? Нерозчинними?
- 3.В яких випадках визначається вміст солі у харчових продуктах ?

Лабораторне заняття №4 **Тема :ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВИХ ЕФЕКТІВ** **КАЛОРИМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ - ТЕПЛОТИ** **ГІДРАТОУТВОРЕННЯ.**

Мета: Визначення теплових ефектів калориметричним методом. Визначити теплоту розчинення солі та теплоту утворення кристалогідрату з безводної солі.

Тепловим ефектом хімічної реакції називається теплота, виділена або поглинена термодинамічною системою під час протікання у ній хімічної реакції за умови, що ця система не здійснює ніякої роботи, крім роботи розширення, а температура продуктів реакції дорівнює температурі вихідних речовин.

Термохімія, один із розділів хімічної термодинаміки, вивчає теплові ефекти фізико-хімічних процесів: хімічних реакцій, фазових переходів, процесів кристалізації, розчинення, розведення розчинів та ін

1-й закон термодинаміки говорить, що: енергія не виникає і не зникає, а переходить з однієї форми в іншу, кількісно не змінюючись; або теплота,

підведена до системи (або виділена нею) витрачається на зміни внутрішньої енергії системи та здійснення роботи.

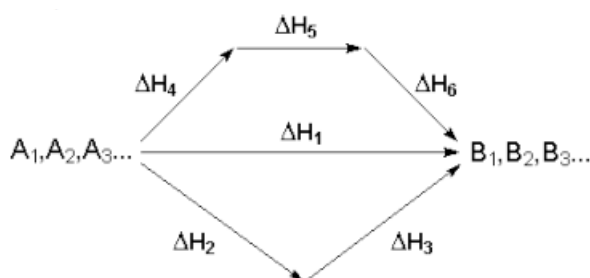
Математичний вираз першого початку термодинаміки для кінцевої зміни стану системи має вигляд:

$$Q = \Delta U + W$$

де Q - теплота, підведена до системи або відведена від системи; ΔU - зміна внутрішньої енергії; W - робота, проти зовнішніх сил.

Оскільки внутрішня енергія та ентальпія є функціями стану, то тепловий ефект реакції залежить від шляху процесу, а визначається тільки початковим і кінцевим станами системи, при умови, що єдиною роботою, яка здійснюється системою, є механічна робота. Це наслідок першого закону термодинаміки стосовно хімічних процесів називається законом Гесса.

Розглянемо процес перетворення вихідних речовин $A_1, A_2, A_3...$ продукти реакції $B_1, B_2, B_3...$, який може бути здійснений різними шляхами в одну або кілька стадій:



Відповідно до закону Гесса, теплові ефекти всіх цих реакцій пов'язані наступним співвідношенням:

$$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3 = \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6$$

Ентальпію реакції між речовинами, що знаходяться у стандартних станах при температурі T , називають стандартною ентальпією реакції та позначають $\Delta_r H^\circ T$.

Стандартна ентальпія освіти, $\Delta_f H^\circ$ – ізобарний тепловий ефект реакції утворення одного моля даного хімічної сполуки із простих речовин у стандартних станах.

Ентальпія утворення простої речовини у стандартному стані дорівнює 0 за будь-якої температури.

Стандартна ентальпія згоряння $\Delta_c H^\circ$ – ізобарний тепловий ефект реакції окислення одного моля речовини газоподібним киснем при $p(\text{O}_2) = 1$ бар.

Наслідки, які випливають із закону Гесса, дозволяють розраховувати ентальпії хімічних реакцій.

Наслідок 1. Стандартна ентальпія хімічної реакції дорівнює різниці стандартних ентальпій утворення продуктів реакції та реагентів (з урахуванням стехіометричних коефіцієнтів):

$$\Delta_r H_T^\circ = \sum_j \nu_j \Delta_f H_T^\circ(B_j) - \sum_i \nu_i \Delta_f H_T^\circ(A_i)$$

Наслідок 2. Стандартна ентальпія хімічної реакції дорівнює різниці стандартних ентальпій згоряння реагентів та продуктів реакції (з урахуванням стехіометричних коефіцієнтів):

$$\Delta_r H_T^\circ = \sum_i \nu_i \Delta_c H_T^\circ(A_i) - \sum_j \nu_j \Delta_c H_T^\circ(B_j)$$

Матеріали і реактиви: посудина Дьюара , калориметр, KNO_3 , $\text{SiSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,дистильована вода, термометр, ваги лабораторні.

Хід роботи:

Виконання експерименту йде у два етапи.

Дослід №1.

1. Зважити 5 г солі KNO_3 з точністю до 0,01 г.
2. У посудину Дьюара залити 300 мл дистильованої води, опустити термометр, мішалку та визначити температуру протягом 5 хв. з інтервалом 30 с.
3. У воду, що знаходиться в посудині Дьюара, внести сіль KNO_3 , швидко закрити посудину і знову провести замір температури протягом 5 хв. Через кожні 30 с. (Спостерігати стрибок температури).
4. Побудувати графік зміни температури від часу.

5. Визначити зміну температури графічним шляхом.
6. Розрахувати постійну калориметра, вважаючи, що тепловий ефект розчинення $\Delta H_{\text{KNO}_3} = 35,62 \text{ кДж/моль} - (8,4 \text{ ккал/моль})$ за рівнянням:

$$C_k = \frac{\Delta H \cdot g}{M \cdot \Delta t} - 0,3$$

де C_k - постійна калориметра, ΔH - теплота розчинення (8,4 ккал/моль або 35,62 кДж/моль); g - навішування солі, г; M - молекулярна маса KNO_3 ; Δt - знайдена зміна температури за графіком; 0,3 - навішування води, залитої в калориметр, кг.

Дослід №2. Визначення теплоти гідратоутворення.

1. Зважити сіль $\text{SiSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ у кількості 8 г з точністю до 0,01 г.
2. У посудину Дьюара залити 300 мл дистильованої води, визначити температуру протягом 5 хв. з інтервалом 30 с.
3. Внести в посудину навішування солі $\text{SiSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ та визначити зміну температури протягом 5 хв. з інтервалом 30 с.
4. Побудувати графік у координатах час-температура та знайти Δt .
5. Визначити тепловий ефект розчинення солі $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ по формулі:

$$\Delta H_2 = \frac{(0,3 + C_k) M \Delta t}{g}$$

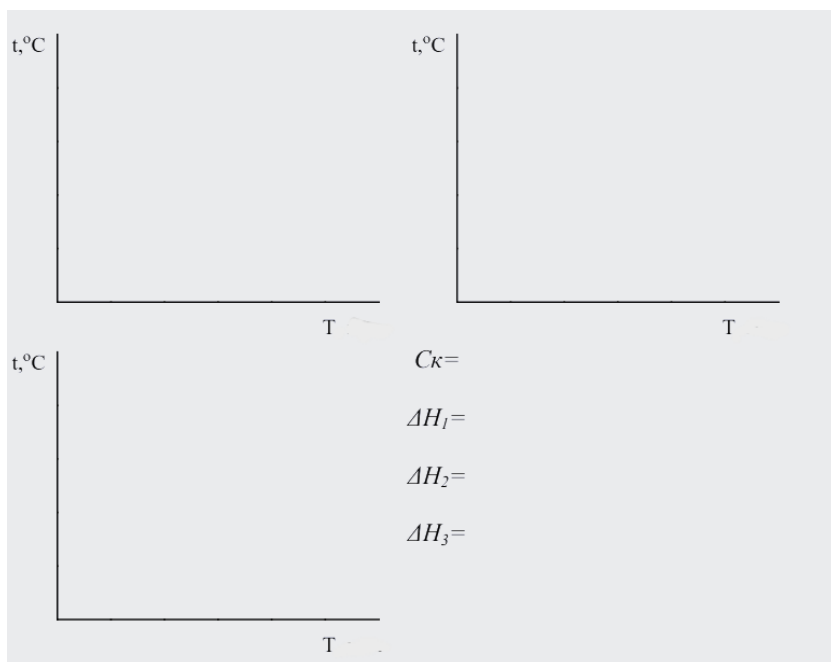
Позначення відповідають наведеним вище.

6. Взяти безводної солі CuSO_4 5 г з точністю до 0,01 г повторити операції, описані у пунктах 2,3,4 та 5 цього розділу (ΔH_1).
7. Визначити теплоту гідратоутворення кристалогідрату за знайденим тепловим ефектам у п. 5 та п. 6 відповідно до закону Гесса.

$$\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2$$

де ΔH_1 - теплота розчинення безводної солі, ΔH_2 - теплота розчинення кристалогідрату $\text{SiSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, ΔH_3 - теплота гідратоутворення, яку необхідно знайти (ΔH можна виражати в ккал/моль або кДж/моль).

Графічне визначення зміни температури:



Контрольні запитання:

Дати визначення процесам:

- ендотермічні та екзотермічні реакції;
- закони термодинаміки;
- внутрішня енергія, теплота, робота.

Лабораторне заняття №5

Тема: ОДЕРЖАННЯ Й ВЛАСТИВОСТІ ЕМУЛЬСІЙ

Мета : дослідним шляхом одержати деякі емульсії (толуол у воді й соняшникова олія у воді), визначити їхній тип, пояснити їхню будову й стійкість.

Емульсії - дисперсні системи, що складаються із двох взаємно нерозчинних рідин, одна з яких розподіляється в іншій у вигляді дрібних крапельок. Обидві рідкі фази емульсії сильно відрізняються по своїй природі. Якщо одна фаза утворена полярною рідиною, то інша - неполярна рідина. Розрізняють

два основних типи емульсій - дисперсії масла у воді (м/в) і дисперсії води в маслі (в/м). Перші відносяться до емульсій прямого типу або першого роду, другі - до емульсій зворотного типу або другого роду.

Залежно від умов одержання може утворитися пряма або зворотна емульсія. При зміні умов один тип емульсії може перетворитися в іншій:

в/м $\leftrightarrow$ м/в.

Це явище зветься обігом фаз емульсій. Залежно від змісту дисперсної фази емульсії класифікують на розведені (зміст дисперсної фази менш 1% об.), концентровані (до 74 % об.) і висококонцентровані (понад 74 % об.).

Емульсії можна одержати методами конденсації або диспергування. Різновидами дисперсійного методу є метод переривчастого струшування й механічне диспергування за допомогою роторно-пульсаційних апаратів, гомогенізаторів і т.п.

Межею емульгування вважається момент, коли додана чергова порція рідини не диспергується, а утворює великі краплі й прожилки в об'ємі емульсії.

Емульсії - типово ліофобні дисперсні системи. Втрата їх агрегативної стійкості може бути обумовлена процесами ізотермічної перегонки або коагуляції (коалесценції крапель) і звичайно супроводжується втратою седиментаційної стійкості (розшарування системи). За міру стійкості емульсії можна прийняти час існування певного об'єму емульсії до повного її розшарування. Стійкість емульсії підвищують введенням у систему стабілізатора (емульгатора), у якості якого можна використовувати електроліти, ПАР й високомолекулярні сполуки. Агрегативна стійкість емульсій визначається тими ж факторами, які спричиняються стійкість до коагуляції інших ліофобних дисперсних систем.

Розведені емульсії можуть бути досить стійкі в присутності таких слабких емульгаторів, як електроліти. Стійкість цих емульсій пов'язана в основному з наявністю подвійного електричного шару на частках дисперсної фази. Стійкість концентрованих і висококонцентрованих емульсій у більшості випадків визначається дією структурно-механічного бар'єра при утворенні адсорбційних шарів емульгатора. Міжфазні адсорбційні шари, що утворюються, спричиняють плавну зміну властивостей перехідної зони на границі поділу двох рідких фаз, збільшуючи ліофільність часток дисперсної фази. Найбільш сильну стабілізуючу дію створюють високомолекулярні

сполуки й колоїдні ПАВ (мила, неіоногенні ПАВ), адсорбційні шари яких мають структуру гелю й сильно гідратовані.

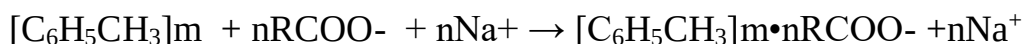
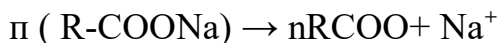
Тип емульсії, що утворюється при механічному диспергуванні, у значній мірі залежить від співвідношення об'ємів фаз. Рідина, що міститься в більшому об'ємі, звичайно стає дисперсійним середовищем. При рівних об'ємах двох рідин при диспергуванні виникають емульсії обох типів, зберігається з них та, котра має більш високу агрегативну стійкість і визначається природою емульгатора. Особливий випадок являє собою стабілізація емульсій високодисперсними порошками. Така стабілізація можлива при обмеженому вибіркового змочуванні порошків (при крайовому куті θ більше 0° , але менше 180°). При цьому порошки краще стабілізують ту фазу, що гірше змочується. Так, гідрофільна крейда «бронює» масляну фазу й не дозволяє краплям масла мати коалісценцію у водному дисперсійному середовищі.

На практиці тип емульсій визначають наступними методами. По методу розведення - краплю емульсії вносять у пробірку з водою. Якщо крапля рівномірно розподіляється у воді, - це емульсія м/в. Крапля емульсії в/м диспергуватися у воді не буде. Відповідно до методу фарбування безперервної фази кілька кристалів водорозчинного барвника, наприклад, метилового оранжевого або метиленового синього забарвлюють емульсію м/в рівномірно по всьому об'ємі. Емульсія в/м рівномірно забарвлюють по всьому об'ємі жиророзчинними барвниками. Тип емульсій можна визначити також за її електропровідністю (метод електропровідності). Високе значення електропровідності вказує на те, що дисперсійним середовищем є полярна рідина, а емульсія відноситься до типу м/в. Малі значення електропровідності показують на утворення зворотної емульсії (типу в/м).

При збовтуванні толуолу з водою утвориться емульсія, що швидко розшаровується. Для додання стійкості емульсії збовтування необхідно вести в присутності емульгатора, у цьому випадку - мила. Стабілізуюча дія мила при утворенні емульсії викликається будовою адсорбційних шарів на границі двох фаз. Молекули полярних сполук (молекули мила) розташовуються в приграничному шарі в строго певному порядку. Полярна (несуча заряд) частина молекули завжди звернена до води. Молекули мила мають ярко виражений полярний характер, їхню будову можна зобразити формулою $R-COONa$, у якій R позначає вуглеводневий радикал. Полярність молекулам мила надає група $-COONa$, здатна до електролітичної дисоціації: утворюються іони $R-COO^-$ і Na^+ .

При струшуванні толуолу з водою молекули мила адсорбуються на поверхні крапельок і орієнтуються групами $-\text{COONa}$ до води.

Від групи $-\text{COONa}$ відділяється іон Na^+ , і крапелька стає зарядженою, що й обумовлює стабільність емульсії. Будова частки емульсії толуолу у воді можна зобразити схематично:



Аналогічною схемою можна пояснити утворення стійкої емульсії масла у воді в присутності бури.

На практиці часто виникає необхідність виділити з емульсії її складові частини, тобто зруйнувати емульсію. Руйнування емульсії може відбутися в результаті трьох процесів: седиментації, коалесценції й інверсії (обігу фаз).

Седиментація — це спливання або осідання крапель дисперсної фази. При цьому не відбувається повного руйнування емульсії, а утвориться дві емульсії, одна з яких більш багата дисперсною фазою, ніж інша. Наприклад, цей процес відбувається при відділенні вершків від молока.

Коалесценція - повне руйнування емульсії (зліпання крапельок), що приводить до виділення в чистому виді обох фаз рідини.

Інверсія (обіг фаз) — це перетворення емульсії одного типу в інший шляхом додавання до неї великої кількості емульгатора іншого роду при енергійному перемішуванні. При цьому дисперсна фаза стає дисперсійним середовищем, а дисперсійне середовище - дисперсною фазою. Наприклад, інверсію прямої емульсії, стабілізованої олеатом натрію (гідрофільним емульгатором), можна викликати додаванням олеату кальцію (гідрофобного емульгатора). Такий же ефект спостерігається при введенні в емульсію при енергійному перемішуванні розчину хлориду кальцію, що взаємодіючи з олеатом натрію, утворить олеат кальцію.

Матеріали й обладнання: соняшникова олія, дві пробірки із пробками; дистильована вода; подрібнене дрібною стружкою господарське мило (олеат натрію); дві піпетки на 5 см³; секундомір.

Хід роботи:

Дослід №1. Одержання емульсій прямого й зворотного типу

Для одержання емульсії прямого типу («масло у воді») у дві пробірки влити по 2,5 см³ води й внести по 1-2 стружки мила. Додати в обидві пробірки по 0,5 см³ гасу, добре струснути до утворення високодисперсної емульсії.

Спостерігати за поведінкою частинок емульсії без стабілізатора й у його присутності. Визначити час життя емульсії (проміжок часу від утворення емульсії до її повного розшарування на дві фази, що не змішуються). Для одержання емульсії зворотного типу («вода в маслі») гасу взяти 2,5 см³, а води - 0,5 см³.

Завдання: зробити висновок про час життя прямій і зворотної емульсій без стабілізатора та у його присутності.

Матеріали й обладнання: пробірки із притертими пробками; скляні палички; бензол; 2% і 5%-ний розчини олеату натрію; 10%-ний розчин хлориду кальцію (або барію); барвник судан III; скляні пластинки.

Дослід №2. Визначення типу емульсії методом злиття крапель.

Приготувати емульсії прямого й зворотного типів. Бензол для наочності окрасити суданом III у червоний колір. Для одержання емульсії прямого типу в пробірку налити 5 см³ 2%-вого розчину олеату натрію й 1 см пофарбованого бензолу, закрити пробірку пробкою й струснути її до утворення однорідної емульсії. Для одержання емульсії зворотного типу до 5 см³ пофарбованого бензолу додати 0,5 см³ 5%-вого розчину олеату натрію й 1 см 10%-вого розчину хлориду кальцію (або барію).

На скляну пластинку помістити 2 краплі води в 4-5 см³ одна від одної. Поруч із однією краплею води помістити такого ж розміру краплю емульсії прямого типу (стабілізатор - олеат натрію), поруч із іншою краплею води - краплю емульсії зворотного типу (стабілізатор - олеат кальцію). Скляними паличками призводять до зіткнення краплі води й відповідної емульсії.

Завдання: описати й пояснити спостережені явища.

Контрольні запитання:

1. Які дисперсні системи називаються емульсіями? Чи будь-які рідини можуть утворювати емульсію?
2. Як класифікуються емульсії? Їхнє практичне застосування.

3. Які речовини називаються емульгаторами? Яким шляхом емульгатори стабілізують емульсії?
4. Методи одержання емульсій.

Лабораторне заняття №6

Тема: Озотовмісні гетероциклічні сполуки. Якісні реакції на амінокислоти.

Мета : встановити вплив розміру корнілодів і різні типи обробки на вміст бетаніну у буряку; провести якісні реакції на амінокислоти та засвоїти механізм цих реакцій.

Озотовмісні гетероциклічні сполуки.

Корнеплоди столового буряку мають суміш пігментів, з яких є основним бетанін. Емпірична формула бетаніну встановлена Н. Wyler у вигляді $C_{25}H_{28-30}O_{13}N_2$. Бетацианіни – озотовмісні гетероциклічні сполуки, які мають у своєму складі індольне і піридинове кільця. При значному терміну зберігання корнеплодів вміст пігментів значно зменшується. В кислому середовищі сік зберігає колір, а л е при рН більше 10,5 сік становиться жовтого кольору. Аерація і світло свіжого бурякового соку приводить до зниженню інтенсивності кольору на 20 %.

Дослід1. Визначення вмісту пігментів в столовому буряку .

Метод заснован на екстракції пігментів в столовому буряку у кислому середовищі, заміру оптичної щільності екстрактів по відношенню до показників оптичної щільності стандартного розчину-1 %-й водного розчину сірнікислого кобальту.

Матеріали та реактиви: скляні стакани, піпетки, мірні колби на 250 мл, паперові фільтри, спектрофотометр, концентрована соляна кислота, кювети товщиною 10 мм, 1 %-й водний розчин сірнікислого кобальту, наважки буряку різного розміру та бланшеровані.

Хід роботи

Корнеплоди буряку (три штуки) різного розміру вимити, обсушити фільтровальним папером, очистити. Разрізати вздовж. Половину кожного натерти на терці, перемішати.

Корнеплоди буряку (три штуки) вимити, відбланшувати 20 хвилин у воді, охладити, обсушити фільтровальним папером, очистити. Разрізати вздовж. Половину кожного натерти на терці, перемішати.

1. В три скляних стакани на 50 мл взяти наважки буряку по 1 г з точністю до 0,001 г. Перенести наважки в мірні колби на 250 мл. В кожну колбу додати по 10 мл концентрованої соляної кислоти, довести вміст до мітки дистильованою водою. Перемішати.
2. Отфільтрувати екстракти за допомогою паперових фільтрів.
3. Визначити оптичну щільність стандартного розчину 1 %-ного водного розчину сульфату кобальту і екстрактів буряку, використовуючи кювету товщиною 10 мм, на спектрофотометрі при довжині хвиль λ 480 нм (для бетаксантину) і 535 нм (для бетаніну).
4. Розрахувати концентрацію бетаніну і бетаксантину, де X – вміст бетаніну (бетаксантину), г/100 г; 0,022 – маса пігментів, які за кольором відповідають 1 дм³ стандартного розчину, г; D_1 – оптична щільність досліджуваного розчину, відн. од.; D_2 – оптична щільність стандартного розчину, відн. од.; m – маса наважки, г. За формулою:

$$X = \frac{0,022 D_1}{4 m D_2} 100,$$

Результати дослідження вмісту пігментів в корнеплодах столового буряку
заносять в табл. 1

Таблиця 1

Вміст бетаксантину і бетаніну в корнеплодах буряку

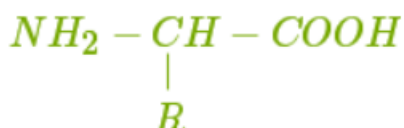
Образець	№ проби	$D_1, D_2,$ відн.. од.	X_i	$\bar{X}$	$\bar{X} \pm \Delta \bar{X}$
			г/кг		
Крупні корнеплоди	CoSO ₄				
	1				
	2				
	3				
Малі корнеплоди	CoSO ₄				
	1				
	2				
	3				
Бланшировані корнеплоди	CoSO ₄				
	1				
	2				
	3				

.Якісні реакції на амінокислоти.

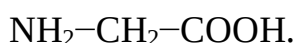
Амінокислоти — це органічні речовини, у молекулах яких містяться дві функціональні групи:

карбоксильна $-\text{COOH}$ і аміногрупа $-\text{NH}_2$.

Склад амінокислот можна виразити формулою:



Амінокислоти можна розглядати як похідні карбонових кислот, у молекулах яких один атом Гідрогену заміщений на аміногрупу. Наприклад, з етанової кислоти виходить аміноетанова кислота:



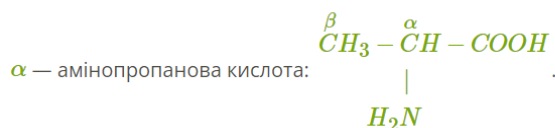
Якщо у складі радикала пропанової кислоти $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ один атом Гідрогену замінити на амінну групу, то отримаємо амінопропанову кислоту:



В залежності від розташування аміногрупи, амінопропанова кислота може мати 2 ізомери.

Для того, щоб їх відрізнити атоми Карбону основного ланцюга позначають, починаючи від найближчого до карбоксильної групи:

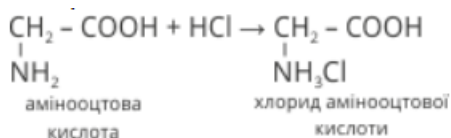
β — амінопропанова кислота: $\text{H}_2\text{N} - \overset{\beta}{\text{CH}_2} - \overset{\alpha}{\text{CH}_2} - \text{COOH};$



Із 20 стандартних α —амінокислот побудовані майже усі природні білки.

Амінокислоти реагують з мінеральними кислотами з утворенням солей, проявляючи властивості основ.

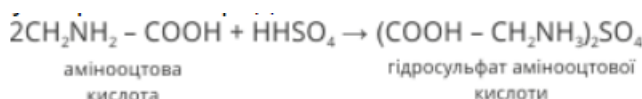
1. При взаємодії з одноосновною хлоридною кислотою утворюється середня сіль:



2. При взаємодії з двоосновною сульфатною кислотою утворюється кисла сіль:



3. При надлишку амінокислоти з багатоосновною мінеральною кислотою може утворитися середня сіль:



4. Амінокислоти реагують з лугами з утворенням солей, проявляючи властивості кислот.

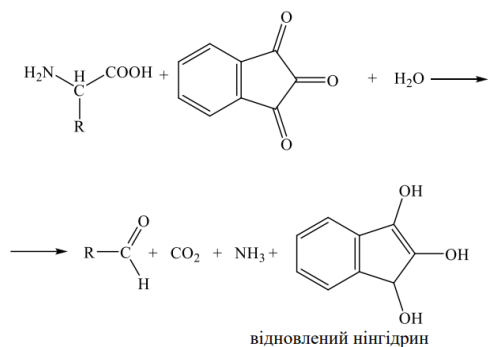
Матеріали та реактиви: штатив для пробірок, пробірки, пробіркотримач, піпетки, сухе пальне, сірники; дистильована вода, 1%-й розчин яєчного білка або концентрований розчин яєчного білка, розчин нінгідрину, концентрована нітратна кислота, розчин плюмбум ацетату.

Хід роботи

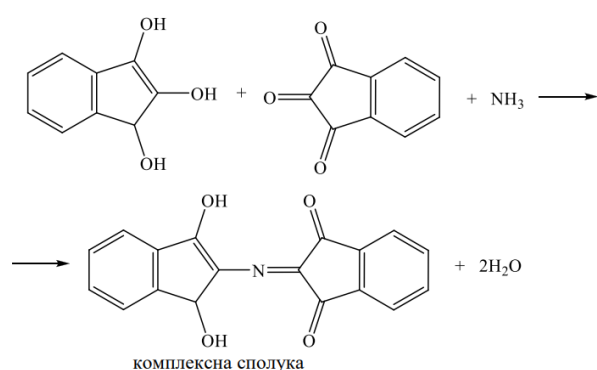
Дослід 1. Нінгідринова реакція.

До 3-4 крапель 1%-го розчину яєчного білка або концентрованого яєчного білка додають 1-2 краплі розчину нінгідрину та нагрівають пробірку. У ній з'являється рожево-фіолетове забарвлення.

Принцип реакції. Поліпептиди, вільні амінокислоти при нагріванні з нінгідрином дають рожево-фіолетове забарвлення. Реакція характерна для α -NH₂-групи, використовується для виявлення α -амінокислот. Реакція ґрунтується на окисно-відновних властивостях нінгідрину. Внаслідок нагрівання до 70 С та окиснювального дезамінування та декарбоксилювання від амінокислоти відщеплюється аміногрупа з утворенням амоніаку, виділяється карбон (IV) оксид та утворюється альдегід. Нінгідрин за цих умов відновлюється.



Відновлений нінгідрин конденсується з амоніаком та окисненою формою нінгідрину й утворює комплексну сполуку рожево-фіолетового кольору:



Ця реакція не є специфічною лише для амінокислот, оскільки її дають деякі аміни та амід.

Обережно!!! Нінгідрин токсичний, тому слід уникати його потрапляння на шкіру та слизові оболонки.

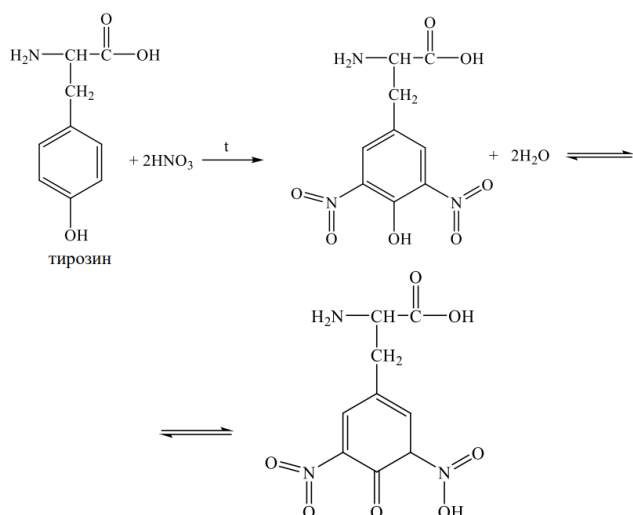
Дослід 2. Ксантопротеїнова реакція (реакція Мюльдера).

У пробірку до 3-4 крапель 1%-го розчину яєчного білка або концентрованого яєчного білка додають 1-2 краплі концентрованої нітратної кислоти.

Пробірку обережно нагрівають, спостерігають за зміною забарвлення.

Утворюється нітросполука жовтого кольору.

Принцип реакції. Реакція характерна для бензенового ядра ароматичних амінокислот (фенілаланіну, тирозину, триптофану). Ароматичне кільце амінокислот нітрується при дії концентрованої нітратної кислоти з утворенням нітросполук, забарвлених у жовтий колір:



При додаванні амоніаку забарвлення переходить в оранжеве.

Дослід 3. Реакція Фоля.

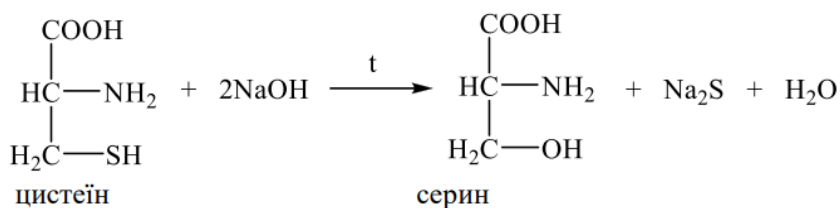
У пробірку до 3-4 крапель 1%-го розчину яєчного білка або концентрованого яєчного білка додають 1-2 краплі концентрованої нітратної кислоти.

Пробірку обережно нагрівають, спостерігають за зміною забарвлення.

Утворюється нітросполука жовтого кольору.

Принцип реакції. Реакція відкриває сульфуровмісні амінокислоти (цистин, цистеїн). При нагріванні цистеїну (або цистину) в лужному середовищі від них легко відщеплюється Сульфур у вигляді гідрогенсульфіду, який в лужному середовищі утворює натрій сульфід.

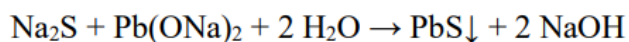
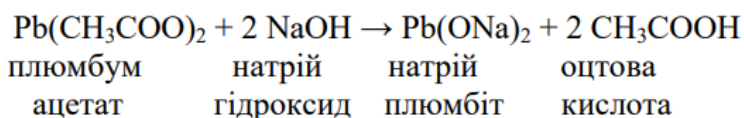
При додаванні амоніаку забарвлення переходить в оранжеве.



Утворення натрій сульфіді можна визначити за допомогою іонів важких металів, наприклад, іонів плюмбуму, які утворюють з іонами Сульфуру нерозчинний плюмбум сульфід чорного кольору.

Для виявлення Сульфуру можна використовувати плюмбум ацетат, який при взаємодії з натрій гідроксидом утворює натрій плюмбіт. Своєю чергою

натрій плюмбіт, реагуючи з натрій сульфідом, зумовлює утворення плюмбум сульфїду:



За результатами лабораторної роботи зробіть загальний висновок.

Контрольні питання:

1. Охарактеризуйте особливості будови амінокислот та наведіть їх класифікацію.
2. Охарактеризуйте фізико-хімічні властивості амінокислот.
3. Назвіть якісні реакції на амінокислоти. Наведіть їх схеми.

Лабораторне заняття № 7

Тема: . Дослідження властивостей спиртів.

Мета : дослідження хімічних властивостей спиртів.

Гідроксильна група (гідроксигрупа) —ОН є функціональною групою двох споріднених класів сполук — спиртів і фенолів (та їхніх багатоядерних аналогів). Спирти — це похідні вуглеводнів, у молекулах яких один або кілька атомів Гідрогену (крім атомів Гідрогену ароматичного кільця) заміщені на гідроксильні групи. . Залежно від кількості гідроксильних груп вони поділяються на одноатомні (R—ОН) — такі, що мають одну гідроксильну групу, двоатомні (R-(ОН)₂)— мають дві гідроксильні групи, три-, чотири- та інші багатоатомні — мають відповідно три, чотири і більше гідроксигру. Залежно від характеру вуглеводневого залишку розрізняють насичені, ненасичені, ароматичні та гетероциклічні спирти.. Залежно від характеру атома Карбону, з яким сполучена гідроксигрупа, спирти поділяються на первинні, якщо гідроксил розміщений біля первинного атома Карбону, вторинні — гідроксил біля вторинного атома Карбону і третинні — гідроксил біля третинного атома.

ОДНОАТОМНІ СПИРТИ. Найпростішою групою спиртів є насичені одноатомні спирти. Вони утворюють гомологічний ряд із загальною формулою $C_nH_{2n+1}OH$. Ненасичені спирти з одним подвійним зв'язком у ланцюгу мають загальну формулу $C_nH_{2n-1}OH$. Таку саму загальну формулу мають спирти аліциклічного ряду (похідні циклоалканів). Ароматичні спирти, відповідно до визначення, можна розглядати як продукти заміщення атома Гідрогену на гідроксил у бічному вуглеводневому ланцюгу гомологів бензену, нафталену та інших ароматичних сполук.

У найпростішому випадку, якщо цей ланцюг насичений, то загальна формула ряду таких спиртів $Ar-(CH_2)_n-OH$. Хімічні властивості.

1. Реакції заміщення. Взаємодія з активними металами. Під час взаємодії з активними металами (K, Na, Mg)

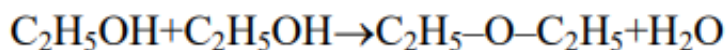
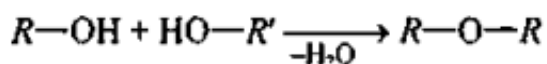
розривається зв'язок O—H з утворенням продуктів заміщення атома Гідрогену в молекулі спирту на метал — алкоголятів:

А. Внутрішньомолекулярна дегідратація потребує більш високих температур (до 200—350 °С у випадку вторинних і первинних спиртів). Каталізатори процесу можуть бути як гетерогенні (Al_2O_3), так і гомогенні (сульфатна, фосфатна, щавлева кислоти, йод, $ZnCl_2$).

У результаті внутрішньомолекулярної дегідратації зі спиртів (за винятком метанолу) утворюються етиленові вуглеводні, наприклад:

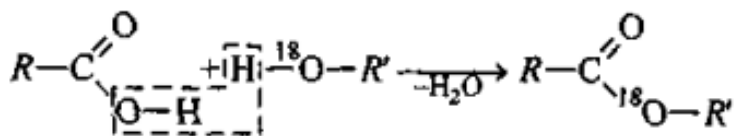


Б. Міжмолекулярна дегідратація відбувається в м'якших умовах, ніж внутрішньомолекулярна, між молекулами одного й того самого спирту або різних спиртів за схемою:

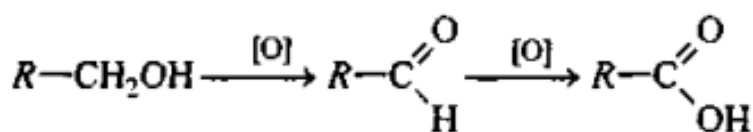


3. Естерифікація (застаріла назва — «етерифікація») — це взаємодія спиртів з органічними або мінеральними кислотами, з утворенням естерів. Останні можна розглядати або як продукт заміщення атома Гідрогену в гідроксильній групі кислоти на алкільний залишок, або, навпаки, як продукт заміщення

атома Гідрогену в спиртовому гідроксилі на ацил, тобто як продукт ацилування спирту.

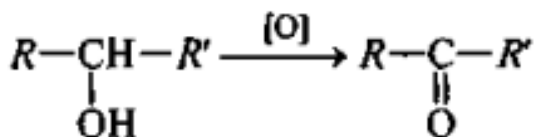


4. Окиснення відбувається по-різному для первинних, вторинних і третинних спиртів, а тому має



велике значення для встановлення будови цього класу сполук.. У цьому разі з первинних спиртів утворюються альдегіди, що при подальшому окисненні можуть переходити в кислоти.

Із вторинних спиртів утворюються кетони:



Матеріали та реактиви. Спирти: метиловий, етиловий, пропіловий, бутиловий, ізоаміловий; дистильована вода, розчин фенолфталеїну, лакмусовий папір, натрій металевий, концентрована сульфатна кислота, кристалічний калій перманганат, розчин калій перманганату, 5%-вий розчин сульфату міді (II) і, 5%-вий розчин натрій гідроксиду, гліцерин, етиленгліколь, пробірки, скляна паличка, порцелянові чашки, піпетки, пробка з газовивідною трубкою, пальник, пробіркотримач, сірники.

Хід роботи

Дослід 1. Розчинність спиртів та їх відношення до індикаторів.

У чотири пробірки налити 0,5 мл спиртів: етилового, пропілового, бутилового, ізоамілового. Визначити запах спиртів. У кожну пробірку додати 1 мл дистильованої води. Нанести на лакмусовий папір краплю кожного

спирту. У пробірки додати 1 краплю розчину фенолфталеїну. Визначити чи змінюється колір індикаторів.

Зробити висновки.

Дослід 2. Горіння спиртів.

У чотири порцелянові чашки налити 0,5 мл етилового, бутилового та ізоамілового спиртів (розташувати за збільшенням молярної маси).

Підпалити спирти та визначити характер полум'я.

Написати рівняння реакцій спалення всіх спиртів.

Дослід 3. Одержання етилату натрію.

У пробірку налити 2 мл етилового спирту та додати до нього металевий натрій (з горошину). Пробірку закрити пробкою з прямою газовивідною трубкою. Через 1-2 хв. після початку реакції підпалити газ біля отвору газовивідної трубки. Пояснити який це газ.

Після закінчення реакції у пробірку додати 1 краплю розчину фенолфталеїну. Визначити чи змінюється колір розчину.

Написати рівняння реакцій.

Дослід 4. Окислення етилового спирту кристалічним калій перманганатом.

Піпеткою, не змочуючи стінок, внести у суху пробірку 5 мл концентрованої сульфатної кислоти. Потім іншою піпеткою обережно додати 5 мл етилового спирту так щоб утворилося два шари. Після цього насипати 1-1,5 г калій перманганату. Через деякий час на межі двох шарів з'являються яскраві спалахи та з'явиться запах оцтового альдегіду.

Написати рівняння реакції окислення етанолу калій перманганатом та сульфатною кислотою, враховуючі, що в ході реакції утворюється оцтовий альдегід, калій та манган (II) сульфати.

Дослід 5. Окислення етилового спирту розчином калій перманганату.

В пробірку налити 2-3 мл етилового спирту та додати 3-4 мл підкисленого розчину калій перманганату. Підігріти пробірку. Розчин калій перманганату знебарвлюється.

Написати рівняння реакції окислення етанолу калій перманганатом та сульфатною кислотою, враховуючі, що в ході реакції утворюється оцтовий альдегід, калій та манган (II) сульфати.

Дослід 6. Взаємодія гліцерину з натрієм.

У пробірку налити 3-4 мл гліцерину, додати крихту натрію. Пробірку нагріти. Через 1-2 хв. після початку реакції підпалити газ біля отвору пробірки. Визначити який це газ?

Написати рівняння реакції.

Дослід 7. Одержання купрум (II) гліцерату та купрум (II) етиленгліколяту.

У дві пробірки помістити 0, 5 мл 5%-вого розчину купрум (II) сульфату та 5%-вого розчину натрій гідроксиду. До блакитного осаду, який утворився, в одну пробірку додати 0,5 мл гліцерину, в іншу - етиленгліколь і перемішати суміші.

Осад розчиняється та утворюється розчин волошкового кольору – купрум (II) гліцерат та купрум (II) етиленгліколят.

Написати рівняння реакцій:

а) сульфат міді (II) + натрій гідроксид $\rightarrow ? + ?$

б) гідроксид міді (II) + гліцерин $\rightarrow ?$

в) гідроксид міді (II) + етиленгліколь $\rightarrow ?$

За результатами лабораторної роботи зробіть загальний висновок.

Контрольні питання:.

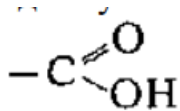
1. Надати визначення багатоатомним спиртам
2. Надати визначення якісній реакції на спирти
3. Назвати продукти реакції горіння спиртів.
4. Пояснити за допомогою якої реакції можливо відрізнити етанол і гліцерин.

Лабораторне заняття №8

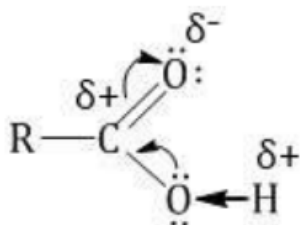
Тема: Дослідження властивостей карбонових кислот.

Мета : дослідження хімічних властивостей карбонових кислот.

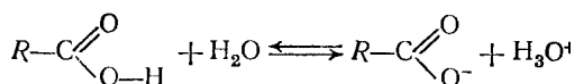
Карбонові кислоти – це похідні вуглеводнів, які містять у молекулі одну або декілька карбоксильних груп



Назва карбоксильна утворилася з назв карбонільна $>\text{C}=\text{O}$ і гідроксильна OH . Кількість карбоксильних груп визначає основність кислоти. Так, $\text{R}-\text{COOH}$ – одноосновна, або монокарбонова, кислота, $\text{HOOC}-\text{R}-\text{COOH}$ – двоосновна, або дикарбонова. Властивості карбонових кислот зумовлені перш за все наявністю в їх молекулах карбоксильної групи.

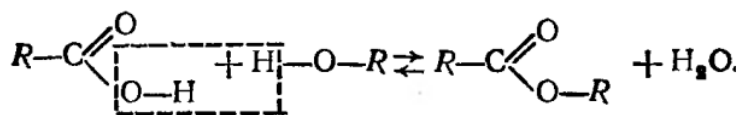


Дисоціація у водному розчині. Карбонові кислоти у водних розчинах дисоціюють:



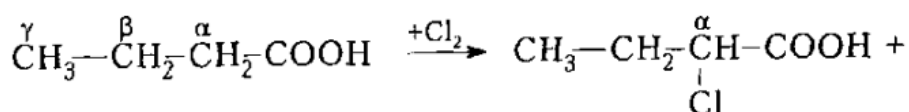
Проте порівняно з неорганічними кислотами HCl , HBr , HI , H_2SO_4 , HNO_3 , H_3PO_4 та іншими, органічні кислоти набагато слабші, але сильніші від карбонатної кислоти. Тому неорганічні кислоти витісняють карбонові кислоти з їх солей, а карбонові кислоти в свою чергу витісняють карбонатну кислоту з її солей.

Взаємодія з металами, основними оксидами, основами. Карбонові кислоти при взаємодії з активними металами, основними оксидами, основами, солями карбонатної кислоти утворюють солі. Карбонові кислоти вступають у реакцію зі спиртами. Продуктами такої взаємодії є відповідні естери:



Назва естеру походить від назви карбонової кислоти і спирту, з яких вони утворилися. Так, естер пропіонової кислоти і метилового спирту $C_2H_5-COOCH_3$ називають пропіловометилловим естером, або пропілметаноат.

Взаємодія з галогенами. Карбоксильна група так впливає на вуглеводневий радикал, що атоми Гідрогену біля α -вуглецевого атома стають більш рухливими і можуть заміщуватися на галоген. Заміщення відбувається



послідовно:

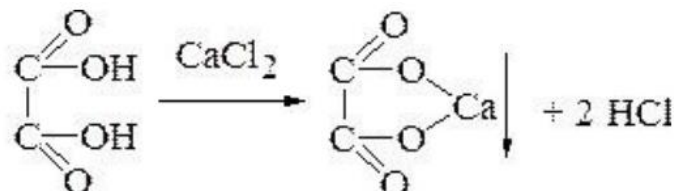
Взаємодія з лугами. При взаємодії з NaOH в реакцію вступає спочатку одна карбоксильна група, а при надлишку лугу і друга карбоксильна група:



Якщо цю реакцію проводити з KOH, то утворюється білий осад калій гідрогеноксалату, котрий розчиняється у надлишку лугу.

Взаємодія з розчинними солями двовалентних металів.

При взаємодії щавлевої кислоти з солями двовалентних металів утворюються нерозчинні у воді оксалати:



Матеріали та реактиви: пробірки, пальник, пробіркотримач, сірники, мурашина, оцтова, бутиратна, стеаринова кислоти, нітратна кислота, розчин фенолфталеїну, розчин метилового оранжевого, розчин лакмусу, цинк

гранульований, магній, оксид міді(II), розчин натрій гідроксиду, розчин натрій карбонату.

Хід роботи

Дослід 1. Розчинність карбонових кислот у воді.

У три пробірки помістити невелику кількість оцтової, бутиратної та стеаринової кислот. Додати 2-3 мл води. Записати спостереження. Зробити висновок за результатами дослідів.

Дослід 2. Зміна кольору індикаторів карбовоними кислотами.

У три пробірки налити 0,5 мл оцтової кислоти і у три пробірки 0,5 мл нітратної кислоти. У кожен з них додати 1-2 краплі розчинів індикаторів метилового оранжевого, фенолфталеїну, лакмусу. Записати спостереження.

Пояснити, чому різні кислоти однаково змінюють колір індикаторів. Написати рівняння реакції дисоціації цих кислот.

Дослід 3. Взаємодія кислот з металами.

У дві пробірки налити 1 мл оцтової кислоти та додати в кожен з них шматочок цинку та магнію. Пояснити який газ виділяється.

Написати рівняння реакції.

Дослід 4. Взаємодія кислот з оксидами металів.

У пробірку помістити невелику кількість порошку купрум (II) оксиду та додати 2-3 мл оцтової кислоти. Нагріти пробірку з сумішшю.

Написати рівняння реакції.

Дослід 5. Взаємодія кислот з гідроксидами металів.

У пробірки з оцтовою кислотою та індикаторами з другого дослідів додати краплями розчин натрій гідроксиду до зміни кольору індикаторів.

Написати рівняння реакції та пояснити зміну кольору розчинів.

Дослід 6. Взаємодія кислот з карбонатами металів.

У дві пробірки налити 1 мл оцтової і мурашиної кислот та додати в кожен з них 1 мл розчину натрій карбонату. Зробити висновок.

Написати рівняння реакцій.

За результатами лабораторної роботи зробіть загальний висновок.

Контрольні питання:.

1. Надати приклади використання карбонових кислот
2. Надати визначення функціональній групі.
3. Пояснити за допомогою якої реакції можливо відрізнити оцтову та мурашину кислоти.
4. Пояснити які властивості виявляють карбонові кислоти.

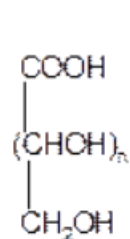
Лабораторне заняття №9

Тема: Дослідження властивостей вуглеводів.

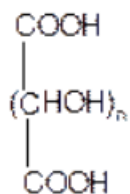
Мета : дослідження хімічних властивостей моно і дицукридів.

Моноцукриди мають молекулярну формулу $C_n(H_2O)_n$, яка і послужила основою для назви даного класу сполук (вуглець + вода). За своєю структурою монози відносяться до поліоксіальдегідів, або альдозами, або поліоксікетонам, або кетоз. Залежно від числа атомів вуглецю монози ділять на тріози (три атома вуглецю), тетрози (чотири атома), пентози (п'ять атомів), гексози (шість атомів) і гептози (сім атомів). Залежно від будови карбонільної групи кожен з моноз позначають: альдотріоза, альдогексоза, кетогексоза і т.п. **Реакції карбонільних форм моноцукридів.**

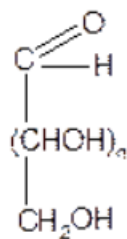
1. Окиснення . Моноцукриди легко окиснюються. Залежно від умов утворюються різні продукти — -онові, -арові, -уронові кислоти.



Альдонові
кислоти



Альдарові
кислоти



Уронові
кислоти

3. Відновлення моноцукридів – утворення багатоатомних спиртів (гліцинів).
4. Приєднання синильної кислоти.
5. Взаємодія з гідроксиаміном, фенілгідразином, утворення озазонів.

Реакції гідроксильних груп. Якісна реакція на багатоатомні спирти. Реакції циклічних форм моноцукридів. Алкілювання. Слабкі (спирти) та сильні (галогеналкани) алкілюючі реагенти. Ацилювання. Слабкі (кислоти) та сильні (ангідриди або галогенангідриди кислот) ацилюючі засоби.

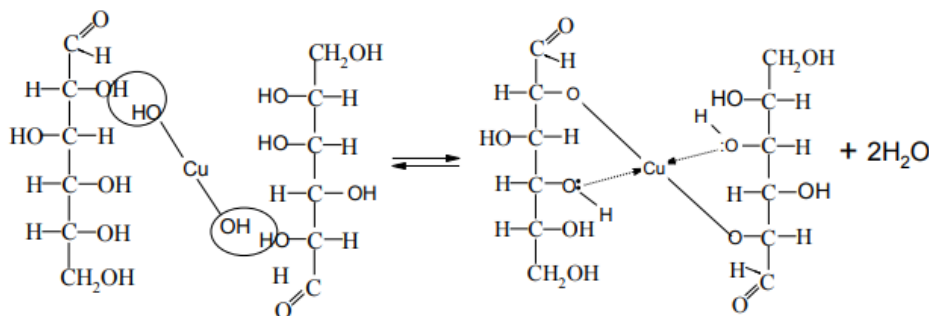
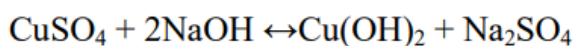
Бродіння моноцукридів. Бродіння - складний процес розщеплення моносахаридів під впливом різних мікроорганізмів, який у більшості випадків супроводжується виділенням газоподібних речовин (CO_2 , H_2O , H_2 та інших).

Матеріали та реактиви: 0,5% розчину D-глюкози, 10% розчину натрій гідроксиду, 2% розчину сульфату міді (II), сухий резорцинол, концентрована хлоридна кислота, розчини фруктози, цукрози, мальтози, лактози, 0,5% крохмального клейстеру, сильно розведений розчин йоду.

Хід роботи

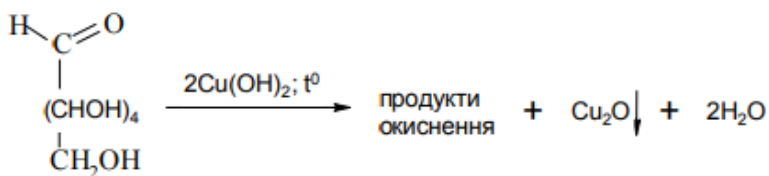
Дослід 1. Доказ наявності декількох гідроксильних груп у молекулах моноцукридів.

У пробірку внесіть 1 краплю 0,5% розчину D-глюкози і 6 крапель 10% розчину натрій гідроксиду, а потім до добутого розчину додайте 1 краплю 2% розчину сульфату міді (II). Одержаний розчин збережіть для наступного досліді.



Дослід 2. Окиснення глюкози гідроксидом міді (II) (проба Троммера)

До одержаного в попередньому досліді розчину додайте води до висоти розчину в пробірці приблизно 2 см, нагрійте пробірку до кипіння (але не кип'ятіть) над полум'ям пальника в нахиленому стані, таким чином, щоб нагрівалась тільки верхня частина розчину, а нижня залишалась для контролю.



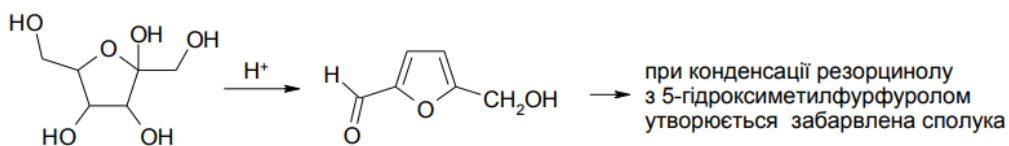
Дослід 3. Реакція глюкози з оксидом срібла(I) (реакція срібного дзеркала). У чисту пробірку налейте 0,5 мл розчину аргентум (I) нітрату та додайте краплями розчин натрій гідроксиду до випадання осаду. Утворений осад аргентум (I) оксиду розчиніть у надлишку водного розчину амоніаку. У пробірку долийте 1 мл 10% розчину глюкози. Пробірку обережно нагрійте. Що спостерігаєте? Напишіть рівняння реакції.

Дослід 4. Виявлення наявності глюкози у клітинах рослин.

1. У пробірку налейте 3-4- краплини розчину купрум (II) сульфату і додайте до нього 5 – 7 краплин (надлишок) розчину лугу.
2. Додайте до отриманого осаду краплину виноградного соку. Що спостерігаєте?
3. Суміш підігрійте. Поясніть явище, що спостерігається? Зробити висновок, результати записати

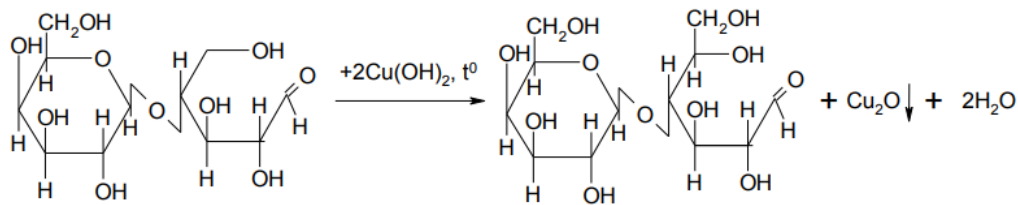
Дослід 5. Реакція Селіванова на фруктозу.

У пробірку внесіть крупинки сухого резорцинолу, 1-2 краплі концентрованої хлоридної кислоти і 2 краплі 0,5% розчину фруктози. Суміш нагрійте до початку кипіння (але не кип'ятіть).



Дослід 6. Відновні властивості дицукридів.

Помістіть в три пробірки по 2 краплі 1% розчинів: в першу – цукрозу, в другу – мальтози, в третю – лактози. У всі три пробірки додайте по 6 крапель 10% розчину натрій гідроксиду. До кожної з пробірок долийте води до висоти розчину в пробірці приблизно 2 см і додайте по 1 краплі 2% розчину купрум сульфату. Нагрійте пробірку до кипіння (але не кип'ятіть) над полум'ям пальника в нахиленому стані таким чином, щоб нагрівалась тільки верхня частина пробірки, а нижня залишалась без нагрівань.



Дослід 7. Кислотний гідроліз цукрози

У пробірку внесіть 5 крапель 1% розчину цукрози і 5 крапель 10% розчину хлоридної кислоти і обережно нагрійте її. Кип'ятіть на протязі 30 сек., періодично збовтуючи. Після цього половину гідролізату цукрози відлийте в іншу пробірку і туди додайте 6 крапель 10% розчину натрій гідроксиду і 1 краплю 2% розчину сульфату міді. Нагрійте верхню частину пробірки в нахиленому положенні до кипіння, але не кип'ятить.

Зробіть висновок і напишіть рівняння гідролізу.

Дослід 8. Визначення вмісту цукрози кондитерських виробів.

Методом рефрактометрії контролюють вміст цукрози у напоях (чай, кофе) солодких страв (киселі, молочные, муси, жел), у бісквітних и песочних полуфабрикатах.

Матеріали і реактиви. Рефрактометр, термометр ртутний скляний лабораторний; ваги; баня водяна; штатив для пробирок; стакан хімічний на 50 - 100 мл, циліндр на 25 мл; пробірки скляні; воронка, марля; фільтр паперовий, бісквіт

Хід роботи

2. В пробірку кладуть наважку масою 2 г, (точність до 0,01 г), додають 10 мл дистильованої води - 20 °С. Пробірку закривають пробкою і на 8 хв. кладуть у водяну баню при 65 - 70 °С.. Після цього охлаждають до 20 °С і фільтрують.

3. Перші 2 краплі розчину фільтрату не використовують, а далі - дві краплі наносять на призму рефрактометра, визначають показники і по табл. 1 знаходять масову долю цукрози. Рефрактометрію повторюють три рази. Для розрахунку використовують показник після рефрактометрії як середнє арифметичне трьох його значень.

Таблиця 1

Залежність між коефіцієнтом заломлення і масовою долею цукрози

Для бісквіту			Для песочного полуфабрикату		
коефіцієнт	масова доля	масова доля	коефіцієнт	масова доля	масова доля
	речовин у фільтраті, %	цукрози, %		речовин у фільтраті, %	цукрози, %
1,3390	4,20	18,6	1,3380	3,45	14,0
1,3395	4,50	20,2	1,3382	3,60	14,5
1,3400	4,90	21,7	1,3384	3,70	15,1
1,3401	5,00	22,7	1,3386	3,85	15,7
1,3404	5,10	23,0	1,3388	4,00	16,2
1,3405	5,15	23,3	1,3390	4,10	16,8
1,3406	5,20	23,6	1,3400	4,80	19,6
1,3407	5,30	23,9	1,3410	5,50	22,4
1,3408	5,35	24,2	1,3420	6,15	26,2
1,3409	5,40	24,5	1,3430	6,80	29,0
1,3410	5,50	24,8	1,3440	7,45	31,8
1,3420	6,20	27,9	1,3442	7,60	32,3
1,3430	6,80	31,0	1,3444	7,74	32,9
1,3440	7,45	34,4	1,3445	7,80	33,2
1,3443	7,70	35,4	1,3447	7,95	33,7
1,3445	7,80	35,8	1,3449	8,05	34,3
			1,3470	9,45	40,0

Масову долю цукрози (X) у перерахунку на суху речовину здійснюють за формулою:

$$X = \frac{a \times 100}{100 - W},$$

де:

a – масова доля цукрози у продукті, %;

W – волога продукту, %.

За результатами лабораторної роботи зробіть загальний висновок.

Контрольні питання:

1. Які біологічно важливі продукти можуть бути отримані під час окислення й відновлення глюкози?
2. Напишіть рівняння взаємодії моноз з фосфорною кислотою.
3. Які перетворення відбуваються з моноцукридами у лужному середовищі?
4. Які перетворення відбуваються з дицукридами при дії кислот?

Лабораторне заняття №10

Тема: . Дослідження властивостей фенолів та бензолу.

Мета: дослідження хімічних властивості фенолів та бензолу, розвивати вміння працювати з лабораторним обладнанням.

Фенол (карболка, карболова кислота) — органічна сполука складу C_6H_5OH . За звичайних умов фенол є білою або безбарвною кристалічною речовиною із солодкуватим запахом, помірно розчинною у воді.

Молекула фенолу складається з бензенового ядра, безпосередньо до якого приєднана гідроксильна група (альтернативна назва фенолу — гідроксибензен чи гідроксибензол).

Наявність гідроксильної групи визначає приналежність фенолу до ряду спиртів, а окрім цього він є найпростішим представником ряду фенолів, в яких до бензенового кільця приєднано одну або більше гідроксильну групу.

Оскільки гідроксильна група у молекулах спиртів визначає кислотні властивості, раніше фенол мав назву карболова кислота. Проявляючи кислотні властивості, фенол, аналогічно до інших спиртів, взаємодіє з лугами із утворенням солей — фенолятів.

Молекули фенолу містять бензенове ядро (як арени) та гідроксильну групу (як спирти), отже, він має виявляти властивості як аренів, так і спиртів.

1. Взаємодія з лужними металами. 2. Феноли виявляють сильніші кислотні властивості, ніж спирти, і на відміну від них взаємодіють з лугами 3. Фенол

активно взаємодіє з бромом. Під час змішування розчину фенолу з бромною водою за звичайних умов утворюється нерозчинний білий осад 2,4,6-трибромфенолу 4. Реакція нітрування

Бензол — (C_6H_6) при нормальних умовах безбарвна легка рідина з характерним запахом з температурою кипіння $80^\circ C$. Бензол майже нерозчинний у воді, але сам є розчинником багатьох органічних речовин. Хімічні властивості бензену.

1. Повне окиснення (горіння) 2. Реакція приєднання водню — одна з небагатьох реакцій приєднання, які є типовими для ненасичених вуглеводнів. 3. Реакції заміщення

а) хлорування. При дії на бензол хлору або броду в присутності каталізаторів, наприклад, заліза, відбувається послідовне заміщення атомів водню галогеном б) При дії на бензол нітруючої суміші (суміші азотної та сірчаної кислот) відбувається заміщення водневих атомів нітрогрупою. в) сульфування. в) При дії на бензол концентрованої сірчаної кислоти йде реакція сульфування: водневі атоми заміщуються сульфогрупою. При цьому утворюється моно-сульфо кислота та м-дисульфокислота

Матеріали та реактиви: пробірки, ложка лабораторна, пальник, пробіркотримач, стакан хімічний, сірники, фенол кристалічний, дистильована вода, розчин натрій гідроксиду, розчин нітратної кислоти, 5%-вий розчин хлориду заліза(III), бромна вода, бензол, 0,1н $KMnO_4$, 2н H_2SO_4 , толуол.

Хід роботи:

Дослід 1. Фізичні властивості фенолу.

У пробірку помістити декілька кристалів фенолу та додати 5-10 крапель води. Утворюється емульсія.

Зробити висновок про розчинність фенолу у воді.

Дослід 2. Утворення та розкладання фенолятів.

У суху пробірку помістити декілька кристалів фенолу та нагріти до повного його розплавлення. Додати крихту (з горошину) натрію. Підпалити газ біля отвору пробірки. Зробити висновок про продукти реакції фенолу з натрієм.

У суху пробірку помістити декілька кристалів фенолу та 1-2 мл води. До утвореної емульсії додати 2 мл розчину натрій гідроксиду. Після розчинення фенолу суміш нагріти до одержання однорідної суміші. До охолодженого розчину додати розчин нітратної кислоти. Зробити висновок за реакцією.

Написати рівняння реакцій (два).

Дослід 3. Реакція фенолу з хлоридом заліза(III).

У пробірку помістити декілька кристалів фенолу, додати 1-2 мл води та нагріти до повного розчинення фенолу. Додати в пробірку краплю хлориду заліза(III). Розчин фарбується у темно-фіолетовий колір. Чому?

Написати рівняння реакції фенолу з хлоридом заліза(III).

Дослід 4. Бромовання фенолу.

У пробірку помістити декілька кристалів фенолу, додати 1-2 мл води та нагріти до повного розчинення фенолу. Потім при збовтуванні додати бромну воду. Пояснити що відбувається в пробірці.

Написати рівняння реакції.

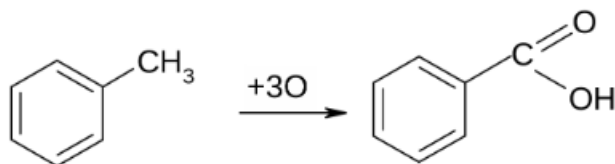
Дослід 5. Властивості бензолу.

а) Бензол не приєднує бром із бромної води: в пробірку з 3 краплями бромної води додати 3 краплі бензолу, струсити суміш – бензол забарвлюється в жовтий колір і виринає нагору, він легший за воду і бром у ньому краще розчиняється, ніж у воді. Приклад екстракції: користуючись кращою розчинністю броду в бензолі, ніж у воді, витягніть його з водного розчину. Знебарвлення ж бромної води немає, не відбувається і приєднання броду по подвійним зв'язкам у бензолі. Записати спостереження та висновки.

б) Бензол, будучи ароматичною системою, не окислюється розчином перманганату калію: в пробірку з 5 краплями води помістити 1 краплю 0,1 н KMnO_4 і 1 краплю 2 н H_2SO_4 . До отриманого рожевого розчину додати 1 краплю бензолу, струсити. Знебарвлення немає. Записати спостереження та висновки.

Дослід 6. Окислення бічних ланцюгів гомологів бензолу.

У пробірку з 5 краплями води помістити 1 краплю 0,1н KMnO_4 і 1 краплю 2н H_2SO_4 , додати 1 краплю толуолу і, енергійно струшуючи, нагріти над полум'ям пальника. Записати спостереження та їх обґрунтування.



толуол

бензойна кислота

Контрольні питання:

1. Надати визначення монофункціональним сполукам та фенолам.
2. Надати визначення функціональній групі.
3. Надати визначення якісній реакції.
4. Пояснити чим відрізняються феноли та ароматичні сполуки
5. Пояснити за допомогою якої реакції можливо відрізнити етанол і фенол.
6. Занотувати реакції електрофільного заміщення у бензолі. Механізми реакцій.

Лабораторне заняття №11

Тема: . Кольорові реакції білків.

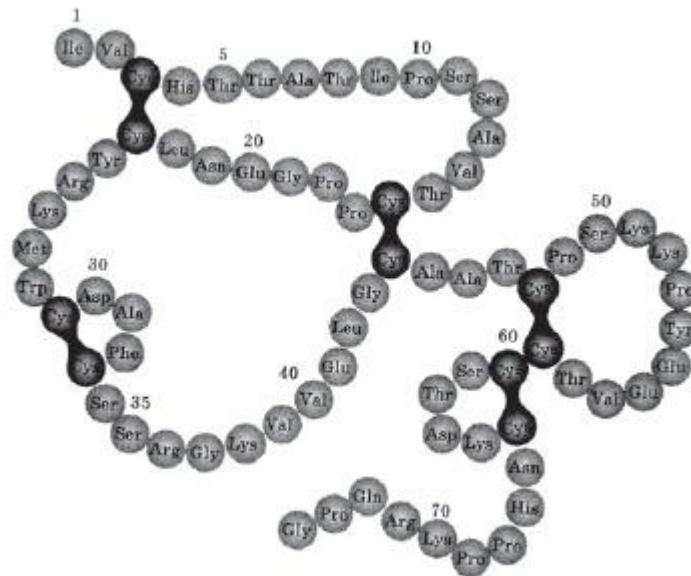
Мета: дослідження кольорових реакції на білки ,встановлення хімічних структурних особливостей білкової речовини, вивчення амінокислотного складу різноманітних природних пептидів

Білки (білкові речовини) — макромолекулярні природні сполуки (біополімери), структурну основу яких становлять поліпептидні ланцюги, побудовані із залишків -амінокарбонових кислот. Білки неодмінно містять елементи С, Н, N та О, майже завжди S, часто Р, рідше Fe, Cu, Zn тощо. За складом білки поділяють на:

— протеїни — прості білки, що складаються із залишків амінокислот;

— протеїди — складні білки, що складаються із залишків амінокислот та різних небілкових речовин.

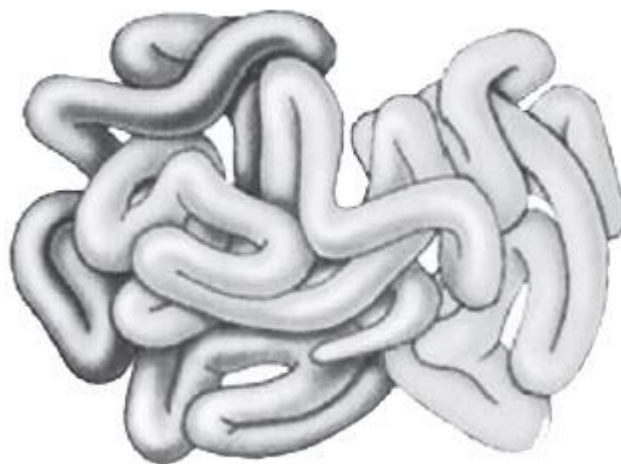
У складі білків зустрічаються залишки 20 амінокислот. Властивості білків залежать не тільки від того, які амінокислотні залишки утворюють їх, але і від того, в якій послідовності вони з'єднуються одна з одною. Таку послідовність називають первинною структурою білка:



Поліпептидний ланцюг зазвичай згорнутий у спіраль, що має певну просторову структуру — *α-спіраль*. Спіраль у свою чергу може приймати певну просторову будову, що є власною для кожного білка: спіраль згортається в клубок (глобулу). Таку будову називають третинною структурою білка:



Для деяких білків є характерним об'єднання декількох клубків (субодиниць) в одну частинку, що обумовлює четвертинну структуру білків:



До складу таких об'єднань можуть входити йони металів або інші речовини небілкової природи. Так, молекула білка гемоглобіну складається з чотирьох субодиниць, з'єднаних з йоном Феруму, що дозволяє такій молекулі переносити кисень і вуглекислий газ у тваринному організмі.

Хімічні властивості білків. 1. Денатурація білків. Унаслідок дії деяких факторів відбувається руйнування тривимірної конформації білка — денатурація, пов'язане зі зміною вторинної, третинної та четвертинної

структур; ця зміна може мати тимчасовий або постійний характер, але й у тому, і в іншому випадку амінокислотна послідовність білка (первинна структура) залишається незмінною.

Денатурація білків відбувається під впливом нагрівання або впливом яких-небудь випромінювань, наприклад інфрачервоного або ультрафіолетового. Сильні кислоти, сильні луги й концентровані розчини солей також спричинюють розрив зв'язків (при тривалому впливі й пептидних).

2. Ренатурація. Іноді денатурований білок за сприятливих умов знову спонтанно набуває своєї нативної (природної) структури. Цей процес називають ренатурацією.

3. Гідроліз. Найважливішою хімічною властивістю білків є їхня здатність до гідролізу, який може протікати при нагріванні із сильними кислотами або з лугами (кисотно-основний гідроліз) і під дією ферментів (ферментативний гідроліз). Гідроліз призводить до розпаду поліпептидних зв'язків з утворенням вільних амінокислот.

4. Якісні кольорові реакції білків. а) біуретова реакція на пептидні зв'язки — дія розведеного розчину купрум (II) сульфату на лужний розчин білка, яка супроводжується появою фіолетово-синього забарвлення розчину, що обумовлено комплексоутворенням між йонами Купруму та поліпептидами;

б) ксантопротеїнова реакція на ароматичні й гетероядерні цикли — дія концентрованої нітратної кислоти з появою жовтого забарвлення; забарвлення пояснюється нітруванням циклів й утворенням нітросполук залишками амінокислот;

в) реакція Міллона — дія на білок реактиву Міллона — розчину $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ та $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ у розведеній HNO_3 , що містить домішку HNO_2 , — з появою

червоно-коричневого забарвлення, яке обумовлене утворенням пептидних солей Меркурію.

Деякі білки виконують транспортні функції — переносять молекули або йони в місця синтезу або накопичення речовин. Наприклад, в крові міститься білок гемоглобін, що переносить кисень до тканин і вуглекислий газ від них, а білок міоглобін накопичує кисень у м'язах. Білки — це будівельний матеріал клітин. З них побудовані опорні, м'язові, покривні тканини. Білки-рецептори сприймають і передають сигнали, що надходять від сусідніх клітин або з навколишнього середовища. Наприклад, дія світла на сітківку ока сприймає білок родопсин. Білки життєво необхідні будь-якому організму і тому є найважливішою складовою частиною продуктів харчування. У процесі травлення вони гідролізуються до амінокислот, які служать вихідною сировиною для синтезу інших білків, необхідних даному організму. Існують такі амінокислоти, які організм не в змозі синтезувати сам і одержує тільки з їжею, — їх називають незамінними

Матеріали та реактиви: Штатив з пробірками, нагрівальний прилад.

Пробіркотримач, розчин азотної кислоти, гідроксиду натрію, хлориду (сульфату) міді, водний розчин яєчного білка (готується із розрахунку 1 мл білка на 5 мл насиченого розчину кухонної солі).

Хід роботи.

Дослід 1. Взаємодія розчину білка з азотною кислотою (ксантопротеїнова реакція). У пробірку налейте 1-2 мл розчину білка і стільки ж розчину азотної кислоти. Отриманий розчин нагрійте. Як зміниться колір розчину? Зробити висновок, результати записати

Дослід 2. Взаємодія розчину білка з гідроксидом міді (біуретова реакція).

У пробірку налейте 1-2 мл розчину білка, додайте 2 краплі розчину хлориду (сульфату) міді і розчину лугу до зміни кольору розчину. Зробити висновок, результати записати

Дослід 3. Денатурація білків.

У 1 пробірку налейте 1-2 мл розчину білку. Для цього білок курячого яйця розчиніть у 150 мл води. У пробірку налейте 4-5 мл розчину білка і нагрійте на пальнику до кипіння. Позначте помутніння розчину. Охолодіть вміст пробірки. Розбавте водою у 2 рази.

У 2-у пробірку налейте 1-2 мл розчину білка, долийте концентрованої соляної кислоти. Що спостерігаєте? Чому розчин білка при нагріванні каламутніє? Чому осад, що утворюється при нагріванні, не розчиняється при охолодженні та розведенні водою?

Зробити висновок, результати записати

Дослід 4. Осадження білка солями важких металів.

У дві пробірки налейте по 1-2 мл розчину білка і повільно, при струшуванні по краплях додайте в одну пробірку насичений розчин мідного купоросу, а в іншу - розчин ацетату свинцю. Позначте утворення солеподібних сполук білка, що важко розчиняються. Цей досвід ілюструє застосування білка як проти отрути при отруєнні солями важких металів

Контрольні питання:

1. Про наявність яких груп свідчить біуретова реакція ?
2. Про наявність яких груп свідчить ксантопротеїнова реакція ?
3. Що таке денатурація білків та її типи ?
4. При яких умовах здійснюється ренатурація білку. Наведіть приклади.

Лабораторне заняття №12
Тема: Вивчення властивостей поліцукридів.

Мета: вивчення властивостей вуглеводів.

Поліцукриди — органічні сполуки, що складаються з вуглецю, кисню й водню та за хімічною природою є полігідроксикальдегідами або кетонами (тобто мають кілька гідроксильних груп й одну карбонільну), або перетворюються на них шляхом гідролізу. Більшість вуглеводів мають емпіричну формулу $C_n(H_2O)_m$, звідки й походить їхня назва («вуглець» + «вода»). Деякі похідні вуглеводів можуть також містити азот, сірку, фосфор тощо. Моноцукриди називають простими цукрами, їхні молекули складаються із однієї полігідроксикальдегідної або кетонної одиниці, що містить переважно від 3 до 9 атомів вуглецю. Найпоширенішим у природі моносахаридом є глюкоза. Прості цукри можуть об'єднуватись у короткі ланцюжки, найчастіше по два (дисахариди), за допомогою глікозидних зв'язків формуючи таким чином олігосахариди. Типовий приклад дисахариду — сахароза (буряковий або тростинний цукор). Олігосахариди з трьох й більше мономерними ланками у клітинах зазвичай не існують самостійно, а входять до складу сполук з неуглеводними речовинами. Низькомолекулярні вуглеводи (тобто моно- й олігоцукриди) об'єднують під назвою цукри, більшість індивідуальних сполук цієї групи мають назви із закінченням «-оза».

Поліцукриди — це полімери 20 і більше моносахаридних одиниць, інколи до кількох тисяч, вони можуть бути лінійними (як целюлоза) або розгалуженими (як глікоген). Більше половини органічного вуглецю на Землі існує у формі цукридів, вони є найпоширенішими органічними сполуками на нашій планеті. Щороку фотосинтезуючі організми перетворюють 100 мільярдів тонн вуглекислого газу і води у целюлозу та інші речовини. У рослинах вуглеводи становлять до 80 % сухої речовини, в організмі людини і тварини — до 2 %. Для більшості гетеротрофів окиснення вуглеводів є центральним шляхом отримання енергії клітинами, так у дієті середньостатистичної людини першочерговим джерелом енергії є крохмаль і цукри. Багато поліцукридів виконують структурну роль — входять до складу клітинних стінок рослин, бактерій і грибів, сполучної тканини тварин. Інші вуглеводні полімери беруть участь у змащенні суглобів, забезпеченні розпізнавання і адгезії між клітинами. Вони також можуть входити до більших комплексів разом із білками чи ліпідами, так званих глікокон'югатів

Матеріали і реактиви: вода, піпетки, аргентум (I) нітрату, розчин натрій гідроксиду, розчин Люголя, картопля або хліб, 10% розчину глюкози,

розчини глюкози, цукрози і крохмалю, сульфат міді (II), 1% розчин йоду, виноградний сік.

Хід роботи.

Дослід 1. Взаємодія крохмалю з йодом. Налийте, у пробірку 4-5 мл води, додайте трохи крохмалю та збовтайте суміш. Утворену суспензію нагрійте, не доводячи до кипіння. Добутий клейстер розведіть холодною водою. У пробірку додайте 1 краплину розчину Люголю, основним компонентом якого є йод. Що спостерігаєте? Нагрійте розчин. Спостерігайте зникнення синього забарвлення внаслідок руйнування комплексної сполуки. Охолодіть розчин, забарвлення з'явилось знову. Зникнення та поява забарвлення ілюструють оборотність хімічних процесів. Зробити висновок, результати записати

Дослід 2. Визначення наявності крохмалю у продуктах харчування. На зріз картоплі та скибочку білого хліба нанесіть декілька крапель спиртового розчину йоду, утворення інтенсивно синього забарвлення свідчить про наявність у продуктах крохмалю. Зробити висновок, результати записати

Дослід 3. Вміст крохмалю у хлібобулочних виробих

Вміст крохмалю у хлібобулочних виробих або в інші полуфабрикати визначають йодометричним методом для контролю якості продукції Крохмаль продукту гідролізують соляною кислотою до глюкози та перераховують на крохмаль.

Матеріали і реактиви. Ваги; плитка електрична; сітка асбестова; стакант хімічний на 25, 50 мл; колби конічні на 100, 250 мл; циліндри мірні ; колби на 250 мл; воронки скляні; паперовий фільтр ; соляна кислота(розчин в концентрації 100 г/куб. дм); гідроксид натрію(розчин в концентрації 150 г/куб. дм); гексацианоферат (II) калію(розчин концентрації 150 г/куб. дм); сульфат цинку(розчин концентрації 300 г/куб. дм); метіловий червоний;; вода дистильована, хліб з висівками.

Хід роботи

1.Наважку масою 5г переносять в стакан і додають 10 мл води і розмішують, потім переносять до мірної колби на 250 мл. В колбу наливають 35 мл соляної кислоти , ставлять на плитку і кипитять 10 хвилин.Охолоджують до кімнатної температури та нейтралізують гідроксидом калію.Для освітлення гідролізату та осадження білків додають по 3 мл розчину сульфату цинку і

гексацианоферрату (II) калія .Суміш фільтрують і визначають долю редуціючого цукру .

2. Визначення долі редуціючого цукру йодометричним методом

В конічну колбу на 250 мл вносять піпетками 25 мл лужного мідно-цитратного розчину і 10 мл ,15 мл дистильованої води. Колбу приєднують до зворотнього холодильника Розчин кипитять 10 хвилин і охолоджують у проточній воді. охлож. В залишковий розчин послідовно додають піпеткою 10 мл розчину йодиду калію та 25 мл розчину сірної кислоти цилиндром. Тітрують йод 0,1 моль/куб. дм (0,1 н) розчином тіосульфату натрію до світло-жовтого кольору. Контрольну пробу проводять в тіх же умовах, для чого беруть 25 мл лужного мідно-цитратного розчину та 25 мл дистильованої води. Різницю між об*ємом розчину тіосульфату натрію у контрольному тітрування та при визначення опитної проби треба помножити на коефіцієнт К, (табл. 1).

Таблиця1

ПЕРЕРАХУНОК ТІОСУЛЬФАТУ НАТРІЮ У ІНВЕРТНИЙ ЦУКОР

розчин тіосульфату натрію, мл	Дисяті долі мілілітру									
	0		1		2		3		4	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Інвертний цукор, мг										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	—	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25
1	2,51	2,77	3,03	3,29	3,55	3,81	4,07	4,33	4,59	4,85
2	5,11	5,37	5,63	5,89	6,15	6,41	6,67	6,93	7,19	7,45
3	7,71	7,97	8,23	8,49	8,75	9,01	9,27	9,53	9,79	10,05
4	10,31	10,57	10,83	11,09	11,35	11,61	11,87	12,13	12,39	12,65
5	12,92	13,19	13,46	13,73	14,00	14,27	14,54	14,81	15,08	15,35
6	15,62	15,89	16,16	16,43	16,70	16,97	17,24	17,51	17,78	18,05
7	18,32	18,59	18,86	19,13	19,40	19,67	19,94	20,21	20,48	20,75
8	21,02	21,29	21,56	21,83	22,10	22,37	22,64	22,91	23,18	23,45
9	23,73	24,01	24,29	24,57	24,85	25,13	25,41	25,69	25,97	26,25
10	26,53	26,81	27,09	27,37	27,65	27,93	28,21	28,49	28,77	29,05
11	29,33	29,61	29,89	30,17	30,45	30,73	31,01	31,29	31,57	31,85
12	32,13	32,41	32,69	32,97	33,25	33,53	33,81	34,09	34,37	34,65
13	34,93	35,21	35,49	35,77	36,05	36,33	36,61	36,89	37,17	37,45
14	37,74	38,03	38,32	38,61	38,89	39,18	39,47	39,76	40,05	40,34
15	40,63	40,92	41,21	41,50	41,79	42,08	42,37	42,66	42,95	43,24
16	43,53	43,82	44,11	44,40	44,69	44,98	45,27	45,56	45,85	46,14
17	46,44	46,74	47,04	47,34	47,64	47,94	48,24	48,54	48,84	49,24
18	49,44	49,74	50,04	50,34	50,64	50,94	51,24	51,54	51,84	52,14
19	52,44	52,74	53,04	53,34	53,64	53,94	54,24	54,54	54,84	55,14
20	55,45	55,76	56,07	56,38	56,69	57,00	57,31	57,62	57,93	58,24
21	58,55	58,86	59,17	59,48	59,79	60,10	60,41	60,72	61,03	61,34

| 22 | 61, 65 | 61, 96 | 62, 27 | 62, 58 | 62, 89 | 63, 20 | 63, 51 | 63, 82 | 64, 13 | 64, 44 |
 -----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----

Масову долю редуціюючого цукру після гідролізу (X) розраховують за формулою:

$$X = \frac{a \times V \times 100}{m \times 10 \times 1000},$$

де:

a - маса інвертного цукру, табл. 1, мг;

V – об'єм розчину наважки, мл;

m - маса наважки (блюда), г;

10 – об'єм досліджуваного розчину, мл;

1000 - коефіцієнт перерахунку міліграмів інвертного цукру у грами.

Масову долю крохмалю у хлібі (Y, %) розраховують за формулою

$$Y = \frac{X \times 0,9 \times 100}{48},$$

де:

X – масова доля редуціюючого цукру, %;

0,9 - коефіцієнт перерахунку глюкози на крохмаль;

48 - коефіцієнт перерахунку крохмалю на хліб.

Контрольні питання:

1. Напишіть структуру утворення целюлози
2. Напишіть структуру утворення крохмалю.

3. До якої групи речовин за своєю будовою належить крохмаль? Використання.
4. Вкажіть формулу продуктів гідролізу целюлози.
5. Вкажіть формулу продуктів гідролізу крохмалю.

Лабораторне заняття №13

Тема: Вивчення властивостей жирів. Визначення вмісту жиру в мучних виробах методом рефрактометрії.

Мета: одержати в лабораторних умовах складні ефіри і мило. Вивчення властивостей ліпідів.

Складні ефіри-естери - це похідні кисневмісних кислот, у яких гідроксогрупи заміщені залишками спирту або фенолу. Найважливішою хімічною властивістю естерів є їх взаємодія з водою - гідроліз або омилення. Спосіб добування естерів базується на реакції етерифікації: взаємодія карбонових кислот з спиртом.

Жири — велика група органічних сполук, це повні естери триатомного спирту гліцерину та вищих карбонових кислот. Жири, як правило, легші за воду, не розчиняються в ній, добре розчиняються в органічних розчинниках. Жири, як і всі естери, під час нагрівання вступають в реакцію гідролізу) - омилюються. Жири містяться майже в усіх частинах та органах рослин і тварин, проте розміщені вони нерівномірно. У рослинах найбільше жиру скупчено в насінні та в їхньому зародку, рідше у плодовій оболонці, що оточує ядро: пальмовий горіх, маслини.

У тілі тварин жир розподіляється нерівномірно, і головним чином накопичується в шкірній клітковині, тканинах, що обволікають органи, які визначаються посиленою діяльністю: серце, нирки та ін. В кістковому мозку міститься до 90% жиру.

У клітинах рослин і тварин жир має вигляд дрібних краплинок, що утворюють разом з іншим вмістом клітин емульсію. Жири містяться у тваринних і рослинних організмах. Тому за походженням вони діляться на тваринні і рослинні, які в свою чергу підрозділяються на тверді і рідкі.

Рідкі жири інколи називають жирною олією, щоб диференціювати їх від мінеральних і ефірних олій. Найчастіше, рідкі жири називають просто олією.

Тверді жири тваринного походження часто називають салом. Деякі тверді тваринні і рослинні олії називають маслами: коров'ячий молочний жир і жир бобів какао. Жири тваринного походження мають при кімнатній температурі, як правило, тверду консистенцію, а риба́чий жир та більшість рослинних жирів — рідку. З рослинних жирів твердими є масло какао та пальмова олія.

Рідкі жири тваринного походження добуваються майже лише з морських тварин та риб, і їх підрозділяють в залежності від кількості в них холестеролу. Печінкова олія деяких риб вирізняється високим вмістом холестерину. Трини і трани витоплюються з усього тіла морських тварин. В тринах, на відміну від транів, міститься багато гліцеридів твердих жирних кислот. Рослинні жири бувають рідкими (соняшникова, бавовняна, соєва, ріпакова, кукурудзяна олії і ін.) та твердими (кокосова, пальмова, какао-олія тощо).

Матеріали і реактиви: пентанол (ізоаміловий спирт), етанол, оптова кислота. концентрована сульфатна кислота, бензин, бензол, рослинна олія, маргарин, стеарин, гідроксид натрію, хлорид натрію, фенолфталеїн, хлорид кальцію, нітрат свинцю (II), хлоридна кислота. Спиртівка, штатив з пробірками, пробіркотримач, сірники, фільтрувальний папер, насіння соняшнику,

Хід роботи.

Дослід 1. Розчинність, жирів у різних розчинниках. В чотири пробірки налейте по 1-2 краплі рослинної олії. Прилийте у першу 1 мл етанолу, у другу - бензину, у третю - води, у четверту - бензолу. Взбавтайте вміст пробірки і дайте постояти. Чи у всіх речовинах розчиняються жири? Які речовини є добрими розчинниками жирів, а які поганими? Зробіть висновок про розчинність жирів. Дослід 5. Виявлення наявності жирів у клітинах рослин. Покладіть на шматочок фільтрувального паперу насіння соняшника. Накрийте його другим шматочком паперу і розчавіть. Що спостерігаєте? Зробіть висновки.

Дослід 2. Доказ ненасиченого характеру жирів.

1. В одну пробірку налити сонячну олію

2. У 2-ю налити лляну олію
3. У 3-ю налити тваринний жир, попередньо розплавивши його
4. До всіх пробірок додати бромної води

Що спостерігаєте? Написати рівняння відповідних реакцій

Дослід 3. Виявлення наявності жирів у клітинах рослин. Покладіть на шматочок фільтрувального паперу насіння соняшника. Накрийте його другим шматочком паперу і розчавіть. Що спостерігаєте? Зробіть висновки.

Дослід 4. Одержання мила. В пробірку помістите 0,2 г стеарину, прилийте 2 мл води і нагрійте суміш, щоб стеарин розплавився. Після цього вливайте поступово струшуючи пробірку, розчин гідроксиду натрія. Що спостерігаєте? Напишіть рівняння. До одержаного розчину прилийте 5 мл насиченого розчину хлориду натрія. В ньому стеарат натрія (мило) не розчинюється і впливає на поверхню рідини.

Дослід 5. Властивості мила. В чотири пробірки налейте розчин мила в першу додайте 1-2 краплі фенолфталеїну, в другу 1 мл розчину хлорида кальція, в третю - нітрату плюмбума (II), в четверту - хлоридної кислоти. Що спостерігаєте? Написати рівняння відповідних реакцій у молекулярному та іонному вигляді. Зробіть висновки.

Дослід 6. Одержання пентилетанолату. В пробірку налейте 1 мл пентанолу, 2 мл оцтової кислоти та 1 мл конц. сульфатної кислоти. Суміш взбовтайте та нагрійте на водяній бані, доки колір суміші не стане жовтим. Дайте рідині охолонути, потім вилийте в стакан з холодною водою. Зверніть увагу на запах ефіру. Де збирається ефір? Напишіть рівняння реакції. Висновок.

Дослід 7 Омилення жирів.

1. У порцелянову чашку помістити 3 гр. жиру чи маргарину чи вершкового масла.
2. Налити 7-8 мл гідроксиду натрію. Додати етанол
3. Розчин кип'ятити 15-20 хвилин, помішуючи та додаючи воду.
4. Щоб перевірити чи не залишився ще не прореагував жир гарячу суміш влийте в пробірку з гарячою водою Написати рівняння відповідних реакцій

Дослід 8 Визначення вмісту жиру в мучних виробах методом рефрактометрії

Метод базується на екстракції жиру з наважки кондитерських виробів(овочевих полу фабрикатів) , визначені коефіцієнту заломлення розчинника та розчину жиру з подальшим обчисленням його процентного вмісту .

Матеріали, реактиви: здоба (булочки) ваги лабораторні; рефрактометр універсальний ,шафа сушильна, термометр ртутний скляний , піпетки на 2 мл, стакани хімічні на 25, 50 мл; воронки діаметром 40 мм; папір фільтровальний; ступка фарфорова; колба конічна с притертою пробкою на 25, 50, 100 мл; розчинник- альфа-бромнафталін ; спирт етиловий .

Хід роботи

1 Перевірка нульової точки рефрактометра. .

2. В фарфоровую ступку з піском (1 - 2 г) додають гомогенізовану пробу, в (г) з вмістом жиру (в %): більше 30 - 0,5; від 20 до 30 - 0,75; від 10 до 20 - 1,0; від 5 до 10 - 1,5; менше 5 - 2 - 5,0. . Проби здобних булочних і мучних кондитерських виробів не висушують. До наважки додають 2 мл розчинника, перетирають і фільтрують через паперовий фільтр в пробірку.

2.Дві краплі фільтрату наносять на призму рефрактометра, термостатують 2 - 3 хвилини. та визначають показник заломлення .. Одночасно заміряють температуру з точністю до 0,1 °С.Дослід повторюють 2 - 3 рази(береться середнє арифметичне).

3.Одночасно (при однаковій температурі) заміряють коефіцієнт заломлення чистого розчинника - альфа-бромнафталіну .Масову долю жиру (X) в процентах визначають по формулі:

$$X = \frac{V \times \rho_{\text{рж}}}{m \times 1000} \times \frac{P - P_{\text{рж}}}{P - P_{\text{ж}}} \times 100,$$

де :

V – об'єм розчинника при екстракції жиру, мл

$\rho_{\text{ж}}^{20}$ – плотність жиру при 20 °С,

$n_{\text{р}}$ – показник заломлення розчинника;

$n_{\text{рж}}$ – показник заломлення жиру у розчиннику;

$n_{\text{ж}}$ – показник заломлення жиру (у довіднику);

m – маса наважки, г.

3. Масову долю жиру (X) у процентах на суху речовину розраховують

1

За формулою:

$$X = \frac{X \times 100}{100 - W},$$

де W - масова доля води продукту, %.

Контрольні питання:

1. Що таке реакція естерифікації?
2. Написати рівняння реакцій добування простого та складного ефірів.
3. Яка існує різниця у будові твердих та рідких жирів?
4. Напишіть структурну формулу жиру утвореного гліцерином з масляною, олеїною та стеариною кислотами.

Лабораторне заняття №14

Тема: Вивчення властивостей ферментів.

Мета : дослідження властивостей процесу ферментації з використанням різних типів ферментів

Вперше ферменти були відкриті у 1814 році хіміком К.С. Кірхгорфом. Фізіолог В.П. Павлов назвав ферменти – «Носіями життя».

Вчення ферментів почалося з дослідження головним чином двох біологічних процесів – перетравлення їжі тваринами та бродіння цукру з утворенням спирту під дією дріжджів. Можна вважати, що вперше дію ферментів спостерігав у 1833 році А. Пайєн та Ж. Персо, які встановили, що спирт виділяє з солоду якусь речовину, що здатна перетворювати крохмаль в цукор, і показали, що вона руйнується при нагріванні.

В кінці 19 ст. М .Бертло і Луї Пастер сперечалися про природу бродіння. Бертло вважав, що цей процес обумовлюється утворенням ферментів живими клітинами дріжджів. Пастер вважав, що здатність викликати бродіння притаманна тільки живим клітинам дріжджів, що діляться, та ніяк не відокремлена від них.

У 1897 р. Е.Бухнер встановив, що якщо зруйнувати клітини дріжджів розтираючи їх піском, та віджати з них сік, цей сік може швидко зброджувати цукор. Це відкриття спричинило кінець дискусії між послідовниками Пастера та Бертло.

Ферменти — це білкові молекули, що є біологічними каталізаторами. Вони наявні у всіх живих клітинах і сприяють перетворенню одних речовин (субстратів) на інші (продукти). Ферменти виступають у ролі каталізаторів майже у всіх біохімічних реакціях, що протікають у живих організмах.

Ферменти називають також ензимами (від латин, fermentum — заквас-ка, від грец. «єн» — всередині та «зіме» — дріжджі, закваска). Терміни «фермент» і «ензим» учені використовують як синоніми, однак наука про ферменти називається ензимологією, а не ферментологією.

Спочатку ферменти поділяли на дві групи: гідролази, що прискорюють гідролітичні реакції, та десмолази, що прискорюють реакції негідролітичного розпаду. Потім пробували розділити ферменти на класи за числом субстратів,

що беруть участь у реакції. Згідно із цим, ферменти класифікували на три групи.

Каталізуючі перетворення двох субстратів одночасно в обох напрямках. Прискорювальні перетворення двох субстратів у прямій реакції й одного у зворотній. Такі, що забезпечують каталітичну видозміну одного субстрату як у прямій, так і у зворотній реакції.

Одночасно розвивався напрямок, де в основу класифікації ферментів був покладений тип реакції, що підлягає каталітичному впливу. Поряд з ферментами, що прискорюють реакції гідролізу (гідролази), були вивчені ферменти, які беруть участь у реакціях перенесення атомів та атомних груп (ферази), в ізомеризації (ізомерази), розщепленні (ліази), різних синтезах (синтетази) тощо. Такий напрямок у класифікації ферментів виявився найбільш плідним. За цим принципом у сучасній біохімії всі ферменти поділяють на класи.

До класу оксидоредуктаз відносять ферменти, які каталізують реакції окиснення-відновлення. Окиснення протікає як процес віднімання атомів Н (електронів) від субстрату, а відновлення — як приєднання атомів Н (електронів) до акцептора. Якщо реакція протікає в анаеробних (без кисню) умовах, такий підклас оксидоредуктаз називають дегідрогеназами, а якщо реакція протікає в аеробних умовах (за наявності кисню), такий підклас називають оксидазами.

Трансферази прискорюють реакції перенесення функціональних груп і молекулярних залишків. До класу трансфераз входять ферменти, що прискорюють реакції перенесення функціональних груп і молекулярних залишків від однієї сполуки до іншої. Це один з найбільших класів: він нараховує близько 500 індивідуальних ферментів. Залежно від характеру груп, які переносяться, розрізняють фосфотрансферази, амінотрансферази, глікозил- трансферази, ацилтрансферази, трансферази, що переносять одновуглецеві залишки (метилтрансферази, формілтрансферази), тощо. Наприклад, амідази прискорюють гідроліз амідів кислот. Серед них важливу роль у біохімічних процесах в організмі відіграють уреаза, аспарагіназа та глютаміназа.

Гідролази прискорюють реакції гідролітичного розпаду ефірних, пептидних, глікозидних та інших зв'язків у молекулах ліпідів, білків, вугле-водів, нуклеотидів. До гідролазів належать усі травні ферменти.

Залежно від хімічної структури субстрату й характеру зв'язку, що розривається, гідролази поділяють на підкласи: естерази, фосфатази, глюкозидази, пептидгідролази. Естерази прискорюють гідроліз складних ефірів (різних ліпідів) на спирт і кислоту. Фосфатази каталізують гідролітичне відщеплення фосфорної кислоти від нуклеотидів і фосфорних ефірів вуглеводів. Глюко-зидази прискорюють гідроліз складних вуглеводів. Пептидгідролази прискорюють гідроліз пептидних зв'язків у молекулах білків і пептидів.

Ліази прискорюють негідролітичне відщеплення від субстратів певних груп атомів з утворенням подвійного зв'язку (або приєднують групи атомів за подвійним зв'язком). Ізомерази прискорюють просторові або структурні перебудови в межах однієї молекули. Лігази прискорюють реакції синтезу, поєднані з розпадом багатих на енергію зв'язків.

Кожний фермент забезпечує одну або кілька реакцій одного типу. Наприклад, жири в травному тракті, а також усередині клітини розщеплюються спеціальним ферментом — ліпазою, що не діє на полісахариди й білки. Фермент амілаза, що розщеплює крохмаль або глікоген, не діє на жири. Кожна молекула ферменту здатна здійснювати від кількох тисяч до кількох мільйонів операцій за хвилину. У ході цих операцій фермент не витрачається і не змінюється.

За хімічною будовою розрізняють прості ферменти, які складаються тільки з амінокислот, і складні ферменти, які мають небілкову частину.

Такою небілковою частиною можуть бути, наприклад, вітаміни, йони цинку, магнію, заліза.

У процесі каталізуючої реакції в контакт із субстратом вступає не вся молекула ферменту, а певна її ділянка, яку називають активним центром. Ця зона молекули не складається з послідовності амінокислот, а формується при утворенні третинної структури ферменту. Окремі ділянки амінокислот зближуються між собою, утворюючи певну конфігурацію активного центру. Будова активного центру відповідає поверхні субстрату, а залишки амінокислот цієї зони ферменту здатні вступати в хімічну взаємодію з певними групами субстрату. Можна уявити, що активний центр ферменту збігається зі структурою субстрату, як замок і ключ.

Завдяки активному центру фермент може формувати із субстратом короткочасний фермент-субстратний комплекс, що знижує енергію активації реакції. Саме це й сприяє тому, що реакція протікає набагато швидше.

Основна функція ферментів — прискорення швидкості протікання реакцій у десятки тисяч разів. Без ферментів процеси життєдіяльності неможливі.

Основною властивістю ферментів є їхня здатність утворювати за допомогою активного центру фермент-субстратний комплекс і прискорювати протікання реакції.

Властивості травних ферментів. Ферменти слини діють на складні вуглеводи, вони перетворюють крохмаль на глюкозу; крохмаль не розчинний, він не може всмоктуватися у кров, а глюкоза може.

Ферменти ротової порожнини діють у слабощелочному або нейтральному середовищі, ферменти шлунку — у кислому, кишкові ферменти — в слаболужному.

Ферменти слини діють на крохмаль, ферменти шлункового соку на білки, ферменти кишкового соку — на білки, жири, вуглеводи. Вони розщеплюють ці речовини до продуктів, здатних всмоктатися в кров або лімфу.

Однак є й інші важливі властивості ферментів: усі ферменти — глобулярні білки; вони прискорюють швидкість реакції, але самі в цій реакції не витрачаються; ферменти високо специфічні: один фермент може каталізувати тільки одну реакцію; їхня наявність не впливає ні на властивості, ні на природу кінцевого продукту (або продуктів) реакції; фермент завжди більший, ніж субстрат (або субстрати), з якими він взаємодіє; фермент взаємодіє із субстратом за допомогою активного центру-спеціальної ділянки, що за формою відповідає субстрату; дуже мала кількість ферменту викликає перетворення великих кількостей субстрату; каталізуюча реакція зворотна; активність ферментів залежить від рН середовища, температури, тис-ку та від концентрацій як субстрату, так і самого ферменту; є речовини, які можуть впливати на фермент і сповільнювати швидкість протікання реакції, такі речовини називають інгібіторами ферментів.

Існують дві гіпотези, які пояснюють, як діють ферменти. Одна з них називається гіпотезою «ключа й замка», а інша гіпотезою «руки й рукавички».

Згідно з першою гіпотезою, субстрат — це «ключ», що точно підходить до «замка» — ферменту. Найважливішою частиною «замка» є активний центр. Саме з ним і зв'язується субстрат, оскільки форма субстрату відповідає формі активного центру. Утворюється фермент-субстратний комплекс.

Це активований стан, що веде до утворення продуктів реакції. Утворені продукти за формою вже не відповідають активному центру. Вони відокремлюються від нього (надходять у навколишнє середовище), після чого вільний активний центр може приймати нові молекули субстрату.

Інгібітор ферментів — це природна або синтетична речовина, що пригнічує активність ферментів або повністю припиняє їхню діяльність. Більшість інгібіторів ферментів діють зворотно, тобто не змінюють молекулу ферменту після своєї дисоціації. Однак існують також незворотні інгібітори ферментів, які незворотно модифікують цільовий фермент.

Розрізняють конкурентне й неконкурентне інгібування. Так звані аналоги субстрату мають властивості, подібні до властивостей субстрату цільового ферменту. Вони зворотно блокують частину молекул ферменту, але не можуть далі перетворюватися на продукт. Оскільки субстрат та інгібітор конкурують за місце зв'язування на ферменті, цей тип гальмування на-зивають конкурентним.

Якщо інгібітор реагує з функціонально важливою групою ферменту, не перешкоджаючи зв'язуванню субстрату, таке інгібування називають неконкурентним. Неконкурентні інгібітори діють, як правило, незворотно, оскільки вони модифікують функціональні групи цільового ферменту.

Інгібітори ферментів використовують для вивчення механізму дії ферментів, для лікування порушень обміну речовин, а також як пестициди.

Використання ферментів. Людина активно використовує ферменти в промисловості. Перший патент на використання ферментних препаратів у промислових цілях був отриманий ще в 1891 році. Ферменти давно застосовують у харчовій та кондитерській промисловості для отримання тих чи інших продуктів, у текстильній промисловості — для вибілювання та обробки пряжі й бавовняних ниток.

Ферменти можна використовувати, не витягуючи їх із живих організмів, приміром, безпосередньо в бактеріальних клітинах. Цей спосіб, власне, є основою будь-якого мікробіологічного виробництва.

Учені знайшли шляхи розв'язання цієї проблеми. Для того щоб зробити ферменти стійкими, придатними для багаторазового, тривалого про-мислового використання, їх приєднують за допомогою міцних хімічних зв'язків до нерозчинних або розчинних носіїв. Унаслідок цього ферменти стають стійкими й можуть бути використані багаторазово.

Створення таких ферментів — заслуга інженерної ензимології, одного з нових напрямів біотехнології. Сьогодні за допомогою методів інженерної ензимології в промисловості отримують, наприклад, глюкозо-фруктозні сиропи, напівсинтетичні пеніциліни, дієтичне безлактозне молоко.

Ферменти – білки, що беруть участь у всіх хімічних реакціях організму.

H_2O_2 – кінцевий продукт метаболізму клітини. Це токсична речовина, тому необхідно знешкоджувати в короткий термін. Деякі живі клітини синтезують високоспецифічний фермент – каталазу, який розщеплює H_2O_2 . В результаті цієї ферментативної реакції гідроген пероксид розкладається на воду та кисень. Пероксид водню накопичується в живих клітинах рослин внаслідок окисно-відновних процесів. Він впливає токсично на життєдіяльність клітин. Цьому перешкоджає каталаза, яка прискорює розщеплення пероксиду водню. Про активність каталази можна робити висновок на підставі інтенсивного виділення з тканин кисню. Каталаза – один із найбільш швидко працюючих ферментів: при нулі градусів за Цельсієм одна молекула каталази розкладає за одну секунду до 40000 молекул пероксиду Гідрогену.

Ферменти, як і всі білки нестійкі сполуки, й легко розпадаються під впливом підвищення температури та певних хімічних речовин.

Матеріали і реактиви: піпетки, каталази ,амілази ,дегідрогеназа, 0,5% розчину формальдегіду , мікроскоп, пробірки, шматочки сирого та вареного м'яса, картоплі, 3% - й розчин пероксиду водню

Хід роботи.

Дослід 1 Дія амілази на крохмаль.

Змішайте 5 мл розчину крохмалю та 1 мл розчину ферменту у маленькій мензурці або пробірці. Через 30 секунд після перемішування візьміть краплю отриманого розчину і перевірте її на вміст крохмалю, перемішавши її з краплею розчину йоду на предметному склі. Ще через 30 с, перевірте наступну краплю суміші на вміст крохмалю. Якщо крохмаль ще присутній,

то повторюйте тест кожні 30 с, поки більше не виявите крохмалю в суміші. Запишіть загальний час, потрібний для того, щоб зник увесь крохмаль.

Дві нові порції суміші розчинів ферменту та крохмалю (2,5 мл розчину крохмалю та 0,5 мл розчину ферменту) у двох пробірках помістіть у склянки з водою: в одному вода охолоджена за допомогою льоду або снігу до температури 10 °С, а інший – з теплою водою при 35-40 °С (приблизно). Кожні 30 с відбирайте по 1 краплі суміші розчинів крохмалю та ферменту та змішуйте з краплею розчину йоду на предметному склі. Повторюйте це, доки виявите, що у розчині зник крохмаль. Запишіть витрачений час, зробіть висновок вплив температури на роботу ферменту.

Дослід 2. Дія дегідрогенази на метиленовий синій.

Аптечний формалін розбавте водою до отримання 0,5% розчину формальдегіду (з урахуванням його початкової концентрації).

У дві пробірки налейте по 5 мл некип'яченого молока (краще свіжого), додайте за допомогою піпетки по 15 крапель 0,5% розчину формальдегіду і по 5 крапель (за допомогою іншої піпетки) розчину метиленового синього (можна і просто розбавлених синіх чорнил). Барвник поступово блідне, знебарвлюється. Це відбувається тому, що до його молекули приєднується водень, «відібраний» у формальдегіду за участю ферменту дегідрогенази (поясніть етимологію назви ферменту), який міститься в коров'ячому молоці.

Влийте в обидві пробірки трохи олії, щоб ізолювати реакційну суміш від повітря і таким чином запобігти окисленню знебарвленого барвника киснем повітря.

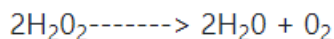
Першу пробірку поставте в порожню склянку, а другу помістіть у склянку з гарячою водою (35-40 °С). Відзначте, що особливо швидко барвник знебарвлюватиметься у другій пробірці, температура якої близька до температури тіла ссавців. Ця «працює» дегідрогеназу: вона переносить атоми водню від формальдегіду до метиленового синього.

Продуйте за допомогою скляної трубки та гумової груші через реакційну суміш повітря – барвник знову відновить свій колір.

Дослід 3. Дія каталази на пероксид водню.

Каталаза - це фермент, що каталізує розкладання пероксиду водню:

каталаза



Пероксид водню утворюється в деяких рослинних і тваринних клітинах як побічний продукт обміну речовин. З'єднання це токсично для клітин, і каталаза забезпечує ефективне його видалення. Це один із найбільш швидко працюючих ферментів: при 0 °С одна молекула каталази розкладає в 1 до 50 000 молекул пероксиду водню.

Налийте в пробірки по 2 мл розчину перекису водню.

У першу пробірку опустіть за допомогою пінцета шматочок сирого м'яса. Що спостерігаєте? Піднесіть до отвору пробірки лучину, що тліє. Що спостерігаєте?

У другу пробірку опустіть шматочок сирої картоплі і піднесіть до отвору тліючу лучинку. Що спостерігаєте?

Візьміть шматочок сирої картоплі, приблизно такої ж, якою використовували у попередньому досвіді, покладіть її у ступку з невеликою кількістю дрібного чистого піску. Подрібніть маточкою пісок з картоплею і перенесіть отриманий матеріал у третю пробірку. Можна подрібнити картоплю на великій тертці. Зверніть увагу на велику активність подрібненої тканини картоплі порівняно з її цілим шматочком. Чому?

У четверту та п'яту пробірки опустіть по шматочку вареного м'яса та вареної картоплі. Що спостерігаєте? Чому?

Дослід 4. На предметне скло покласти лист елодеї, додати краплю H_2O_2 накрити предметним скельцем і розглянути через мікроскоп.

Спостереження оформити у вигляді таблиці. Зробіть висновки.

Що робили	Що спостерігали	Висновки
В пробірку з розчином H_2O_2 покласти шматочок сирої картоплі.		
В пробірку з розчином H_2O_2 поклали шматочок вареної картоплі.		

В пробірку з розчином H_2O_2 поклали шматочок сирого м'яса.		
В пробірку з розчином H_2O_2 поклали шматочок сирого м'яса.		
На предметне скло поклали лист єлодеї, додали краплю H_2O_2 накрили накривним скельцем і розглянули через мікроскоп.		

Контрольні питання

1. Як біологічна роль ферментів пов'язана з їхньою будовою? Чи змінюється фермент у ході реакції?
2. Яку роль відіграє фермент-субстратний комплекс?
3. Від яких факторів залежить активність ферментів?
4. Які проблеми розв'язує інженерна ензимологія?

Лабораторне заняття №15

Тема: Визначення аскорбінової кислоти (вітаміну С) в капусті та ретинолу (вітаміну А) в риб'ячому жирі.

Мета : дослідження властивостей водо- і жиророзчинних вітамінів.

Вітаміни — біоорганічні сполуки, що є життєво необхідними компонентами обміну речовин; на відміну від інших біомолекул, вітаміни не синтезуються в організмі людини і тварин, або синтезуються в незначній кількості, тому вони повинні надходити з компонентами харчування. На відзнаку від таких поживних речовин, як вуглеводи, ліпіди та білки, вітаміни належать до мікрокомпонентів харчування, їх добові потреби для людини складають міліграмові або мікрограмові кількості.

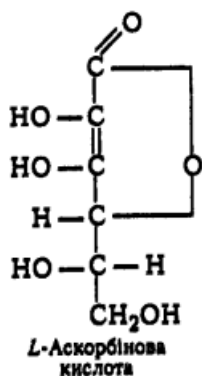
Залежно від фізико-хімічних властивостей (розчинності у воді або в ліпідах) вітаміни поділяють на дві великі групи: водорозчинні та жиророзчинні.

Емпірична назва вітаміну — аскорбінова кислота вказує на його профілактичну дію щодо цинги, або скорбуту — специфічного патологічного

процесу, спричиненого екзогенною недостатністю вітаміну. У водних розчинах L-аскорбінова кислота (L-АК) зворотно перетворюється на дегідроформу — L-дегідроаскорбінову кислоту (L-ДАК), яка повністю зберігає біологічні властивості вітаміну С; подальші окислювальні перетворення L-ДАК є незворотними і призводять до утворення похідних, що не мають вітамінних властивостей.

Біологічна дія вітаміну С переважно пов'язана з гідроксилюванням біомолекул в ході таких біохімічних перетворень:

- біосинтезу колагену, а саме в посттрансляційній модифікації білка з утворенням зрілого колагену шляхом гідроксилювання залишків проліну та лізину до відповідних гідроксіамінокислот; в процесі гідроксилювання проліну до 4-гідроксипроліну бере участь Fe^{2+} ;
- аскорбатзалежний фермент пролілгідроксилаза, роль вітаміну С полягає в регенерації відновленої форми іона заліза, необхідного для каталітичного циклу;
- біосинтез дофаміну, норадреналіну та адреналіну (етапи гідроксилювання в циклі та бічному кільці катехоламінів);
- біосинтезу стероїдів (численні реакції гідроксилювання на етапах утворення холестерину та біологічно активних стероїдних гормонів);
- біосинтезу серотоніну (реакція гідроксилювання триптофану);
- катаболізму тирозину (через стадію утворення гомогентизинової кислоти).



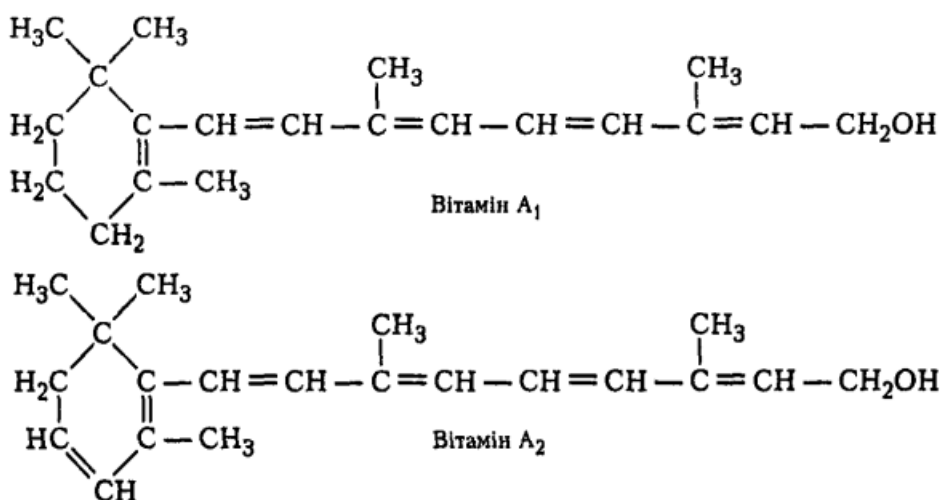
Вітамін С міститься в більшості продуктів харчування, особливо рослинного походження, і недостатність у вітаміні розвивається, як правило, за умов нерациональної дієти (відсутність свіжих рослинних продуктів) або

неправильної кулінарної підготовки харчових блюд. Особливо шкідливими для вмісту L-АК є термічна обробка продуктів в умовах високої температури, наявності кисню (кисню) та металів (нагрівання продуктів у металевому посуді).

Добова потреба в L-аскорбіновій кислоті становить 50-70 мг.

У рослинних організмах містяться провітаміни (біологічні попередники) вітаміну А — жовті пігменти α , β та γ -каротини (вперше були виявлені в моркві — *carota*; лат.).

Найбільш активним провітаміном вітаміну А є β -каротин, при гідролізі якого за участю ферменту β -каротинази стінки тонкої кишки та печінки людини утворюються дві молекули вітаміну А1.



Після надходження в організм людини (з тваринною їжею або у вигляді рослинних каротинів) ретинол та дегідроретинол депонуються в тканинах (переважно в печінці) у вигляді складних жирнокислотних ефірів, які, у міру фізіологічної потреби, утворюють активні молекулярні форми вітаміну А: спирт (ретинол), альдегід (ретиналь) та ретиноеву кислоту:

Біологічна активність вітаміну А полягає, переважно, в регуляції таких функцій організму:

- процесів сутінкового (нічного) зору — недостатність вітаміну А супроводжується порушенням сутінкового зору і розвитком "курячої сліпоти" (гемералопії);
- процесів росту та диференціювання клітин;

- процесів утворення глікопротеїнів, що є компонентами біологічних слизів організму.

Характерним проявом недостатності вітаміну А у людини та тварин є виражена сухість слизових оболонок, вкритих одношаровим плоским епітелієм, що вистилає шлунково-кишковий та дихальний тракт, сечовивідні та статеві шляхи, очне яблуко, слезовий та слуховий канали тощо. Введення препаратів вітаміну А або продуктів, що його містять, протидіє вказаним патологічним проявам, зокрема сухості очного яблука ("антиксерофтальмічний" вітамін, "аксерофтол").

Вітамін А надходить в організм людини з продуктами тваринного походження (зокрема у складі вершкового масла, сметани, молока, печінки, риб'ячого жиру, яєчного жовтка) та у вигляді рослинних каротинів.

Добова потреба людини у вітаміні А складає 1,5-2,5 мг, або 3-5 мг каротинів.

Матеріали і реактиви: капуста чи картопля, тертка, фарфорова ступка, чашки Петрі, лійка (воронка) скляна, вата, вода дистильована, піпетка на 10 мл, колби на 50-100 мл, бюретка для титрування на 25 мл, 2% розчин HCl, 0,003 н. розчин йоду, 0,5% розчин крохмалю.

Хід роботи.

Дослід 1. Кількісне визначення вітаміну С методом йодометричного титрування.

Принцип методу. Аскорбінова кислота є сильним відновлювачем і може бути виявлена йодометрично при певному значенні рН розчину (рН 7). При титруванні йодом аскорбінова кислота окиснюється, утворюючи дегідроаскорбінову кислоту

1. Підготувати екстракт з харчових продуктів для виявлення вітаміна С.

Для цього 2 г капусти чи картоплі натерти на тертці в чашці Петрі чи дрібно порізати і розтерти в ступці з невеликою кількістю товченого скла чи піску. Потім, якщо подрібнили на тертці, зібрати масу з чашки Петрі в склянку, якщо в ступці – одразу в ступку додати 10 мл 2%-го розчину HCl. Добре перемішану масу відфільтрувати через скляну лійку з ватою в конічну колбу на 50 – 100 мл. Масу на фільтрі промити кількома краплями води. В фільтрат

додати 1 мл 0,5%-го розчину крохмалю і титрувати робочим розчином 0,003 н. йоду до появи синього кольору. Для цього в бюретку заповнюють робочим розчином йоду: у мірну колбу на 100мл перенести 10мл розчину йоду і розбавити дисцилірованою водою до мітки. Середнє значення розчину, витраченого на титрування, розраховувати як середнє арифметичне

(з трьох проб). Для розрахунку вмісту вітаміну С в розчині використовують формулу (М):

$$M = N \times E \times V_{\text{ср.}} \times V_{\text{к}} / V_{\text{п}} \times 1000$$

де: N – молярна концентрація еквівалента йоду моль/л; E - молярна маса еквівалента аскорбінової кислоти в г/моль, яка в даному випадку дорівнює 88 г/моль; V- середній об'єм витраченого на титрування йоду, в мл, V_к - об'єм колби, мл, V_п- об'єм проби, мл

Для перерахування на вміст вітаміна С в 100 г продукта (X) використовують формулу:

$$X = \frac{M \times 1000}{2} \text{ (г)}.$$

Отриманий результат порівняти з нормою: вміст вітаміну С в капусті у межах 45 ± 5 мг %, в картоплі – 20 ± 5 мг %. Отримати у викладача дійсну масу вітаміна С у розчині та розрахувати відносну похибку (%)

$$\epsilon_{\text{X}} = [X_{\text{дійсна}} - X_{\text{екс.}} / X_{\text{дійсна}}] \times 100\%$$

Зробити висновок(письмово)

—

Дослід 2. Колориметричне визначення вітаміну А в риб'ячому жирі.

Принцип методу. Метод ґрунтується на колориметричному виявленні інтенсивності забарвлення, яке утворюється при реакції вітаміну А з трихлористою сурмою в присутності оцтового ангідриду.

Матеріали і реактиви: риб'ячий жир – хлороформ (1:10), концентрат вітаміну А в риб'ячому жирі, хлороформ, оцтовий ангідрид, 33% розчин трихлористої сурми (стибію) у хлороформі, ФЕК або спектрофотометр, пробірки, піпетки.

Хід роботи

В пробірку до 0,4 мл хлороформового розчину риб'ячого жиру додають 1-2 краплі оцтового ангідриду (для попередження появи муті) і 4 мл 33% розчину трихлористої сурми у хлороформі. Через 10 хв на фотоелектроколориметрі або спектрофотометрі вимірюють оптичну густину або коефіцієнт екстинкції при довжині хвилі 620 нм (червоний світлофільтр) проти розчину трихлористої сурми.

Концентрацію вітаміну А в риб'ячому жирі знаходять за калібрувальним графіком, де кожному значенню знайденої екстинкції відповідає певний вміст вітаміну А в 0,4 мл розчина.

Побудова калібрувального графіка здійснюється за допомогою концентрату вітаміну А в риб'ячому жирі. Якщо вміст вітаміну А в 1 мл концентрату складає 500 од. (інтернаціональні одиниці), то для виготовлення початкового розчина беруть 10 мл риб'ячого жиру і розчиняють в 50 мл хлороформу. З 1 мл цього розчина готують розведення таким чином, щоб в 0,4 мл цього розчина містилося від 20 до 80 од. вітаміну А. Стандартні розчини обробляють трихлористою сурмою і виявляють оптичну густину. Отримані дані використовують для побудови калібрувальний графіка. Вміст вітаміну А в 1 мл риб'ячого жиру визначають за формулою:

$$C = \frac{a \times V}{Q},$$

де С - вміст вітаміну А в 1 мл риб'ячого жиру (в од.), а – кількість вітаміну А в 1 мл досліджуваного розчину – для цього кількість вітаміну А, знайдену за графіком в 0,4 мл розчина, поділити на 0,4, од.; V - загальний об'єм досліджуваного хлороформового розчину риб'ячого жиру, мл; Q - взята на

аналіз кількість риб'ячого жиру, мл. Зробити висновок, результати записати.
Дослід 3. Визначення наявності вітаміну С у яблучному соку.

Налийте в пробірку 2 мл соку та додайте води на 10 мл. Потім влийте трохи крохмального клейстеру (1 г крохмалю на склянку окропу). Далі по краплях додавайте 5%-ний розчин йоду. Техніка визначення полягає в тому, що молекули аскорбінової кислоти легко окислюються йодом. Який колір розчину спостерігається? Спостереження обґрунтуйте. (письмово)

Дослід 4. Визначення вітаміну D у риб'ячому жирі або курячому жовтку.

У пробірку з 1 мл риб'ячого жиру налейте 1 мл розчину бром. Як змінився колір? Чому? Надайте письмову відповідь.

Контрольні питання

1. Хімічні властивості вітаміну С.
2. Фізіологічні функції вітаміну С.
3. Властивості жиророзчинних вітамінів.

Лабораторне заняття №16

Тема: . Визначення нітрат-іонів у свіжевичавлених соках фруктів і овочів методом прямої потенціометрії.

Мета: визначення нітратів у свіжевичавлених соках фруктів і овочів методом прямої потенціометрії з використанням нітрат селективного електроду.

Метод прямої потенціометрії заснований на функціональній залежності потенціалу індикаторного електроду від концентрації нітрат- іонів.

Матеріали і реактиви: потенціометр універсальний, мірні колби на 50мл, хімічні склянки на 50 і 100мл, піпетка Мора, 0,1 М стандартний водний розчин нітрата калію, 1 % водний розчин алюмокалієвих галунів, дистильована вода, соки (кабачковий і апельсиновий)

Хід роботи

1 Підготовка електродів. Зібрати гальванічний елемент:

-хлорсрібний електрод- електрод порівняння. Потенціал його залишається постійним при зміні ЕРС(електрорушівна сила)

-нітрат-селективний електрод.Потенціал його залежить від концентрації нітрат-іонів досліджуваних соків.

2Підготування стандартних розчинів.У мірні колби на 50 мл і 100мл наливають нітрат калію(5 проб) по 10 мл і доводять дисцильованою водою до мітки : відповідна концентрація складає : нітрат- іона моль/л $10^{-2}, 10^{-3}, 10^{-4}$ і 10^{-5} . Послідовно виміряють ЕРС для кожного стандартного розчину окремо.Для цього у стакан електродної комірки приладу наливають по10 мл стандартного розчину відповідної концентрації та 10мл індиферентного електроліту

3.За одержаними даними будуємо градувальний графік :

-на осі ОХ відкладають Е,мВ від 50 до 400-450;

-на осі ОУ-рС нітрат –іонів від 0 до 6Для побудови графіку використовують таблицю Excel і визначають його (S) крутизну .

4.Визначення нітратів у соках.У стакан на 50 мл отбирають піпеткою 10 мл соку овочевого або фруктового,додають 10 мл індиферентного розчину і визначають Е1;Додають 0,10 мл стандартного розчину нітрату з концентрацією 0,1 моль/л,перемішують і визначають Е2.Проводять чотири визначення.Значення коефіцієнта активності нітрат-іонів знаходять у довіднику.Результати заносять у таблицю1

Таблиця1. Результати дослідження

Номер проби	Концентрація нітрат-іона,моль/л	Активність нітрат-іона,моль/л	ЕРС,мВ

Концентрацію нітрат- іону(моль/л) для кожного визначення розраховують за формулою

$$C_x = C_{ст} * V_{ст} / V_x + V_{ст} * (E/S - V_x / V_x + V_{ст})^{-1}$$

Де: Е-зміна ЕРС системи,S-крутизна графіку, V_x - об'єм розчину без додавання нітрату калію, $V_{ст}$ - об'єм розчину після додавання нітрату калію, $C_{ст}$ - концентрація стандартного розчину.

Вміст нітрат-іона у соку (г) розраховується за формулою

$$m = C_x * V_x / V_{ал} * M$$

де : C_x - концентрація нітрат –іону(моль/л), M -молекулярна маса нітрату(г/моль), V_x - об'єм соку (мл), $V_{ал}$ - об'єм проби(мл)

Контрольні питання

- 1.У чому полягає метод прямої потенціометрії?
- 2.Чому необхідно визначення нітрат-іонів у продуктах харчування?

Рекомендована література

Основна:

- 1.Органічна хімія:навч.посіб./О.Іващенко,Л.Копанцева,- Полтава:ПДМУ.2023-192с.
- 2.Кичкирук О.Ю.,Шляніна А.В.,Кусяк Н.В.Аналітична хімія:навч.посіб./О.Ю. Кичкирук ,А.В.Шляніна ,Н.В.Кусяк .Житомир:ЖДУ ім.Івана Франка,ПП «Євро-Волинь»,2022.240с.
- 3 Біологічна хімія:підручник/Ю.І.Губський,І.В.Ніженковська,М.М. Кордя;за ред.І.ВНіженковської-Вінниця:Нова Книга,2021-648с.
- 4 Циганков С.А.,Швидко А.В.Лабораторний практикум з неорганічної хімії.Ніжин:НДУ ім.М.Гоголя,2023.71с.
5. Харчова хімія.Розділ1.Частина2.Основи хімічного аналізу харчових систем:методичні вказівки до самостійної роботи та виконання лабораторних робіт для студентів спец.181 Харчові технології/укладачі:О.Ф.Аксьонова,І.С.Пілюгіна,Н.В.Мурликіна;Харків:ХДУ ХТ ,2021-76с.
- 6.Конспект лекцій з дисципліни “ Харчова хімія” для здобувачів, які навчаються за спеціальністю 181 «Харчові технології»_СВО «Бакалавр» денної та заочної форм навчання[Електронне видання] / В. А. Бачеріков . Одеса: МГУ, 2024. 130 с
- 7.Методичні рекомендації до проведення практичних робіт з дисципліни “ Харчова хімія” для здобувачів , які навчаються за спеціальністю 181 «Харчові технології»_СВО «Бакалавр» денної та заочної форм навчання[Електронне видання] / В. А. Бачеріков, Л.А. Тітомир.Одеса: МГУ, 2024. 47 с.
- 8.Методичні рекомендації до виконання самостійних занять з дисципліни“Харчова хімія” для здобувачів, які навчаються за спеціальністю 181 «Харчові технології» за освітньою програмою «Ресторанні технології» СВО «Бакалавр» денної та заочної форм навчання / В. А. Бачеріков ,Л.А. Тітомир– Одеса: МГУ, 2024. 18 с

Допоміжна

1. Практикум з органічної хімії :метод.вказівки з органічної хімії для студентів 2,3 ступенів ф-ту хімії та фармації/В.В. Ведута, н.Ф.Федько, О.В.Шевченко-Одеса:Одес. нац. у-т ім.І.І.Мечнікова, 2019-80с.
2. Ранський А.П., Соколов Г.В., Лабораторний практикум з органічної та біоорганічної хімії: на. посіб. для закладів вищої освіти 3 і 4 рівнів акредитації із фін. спец./А.П. Ранський, Г.В. Соколов –Вінниця: ТОВ «Твори», 2019-155с.
Загальна хімія: підручник/О.І.Панасенко, А.М. Голуб, О.О. Андрійко та ін.. Запоріжжя, 2016. 242с.
3. Яворський В.Т. Неорганічна хімія: підручник Львів: Вид-во Львівська політехніка, 2016. 32с.
4. Швед О.М., Ситник Н.С., Бахалова ЄА. Практикум з органічної хімії: навчальний посібник. Вінниця: ДонНУ ім. В. Стуса, 2017. 64с.