МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ «БІОЛОГІЧНО-АКТИВНІ ДОБАВКИ»

У підготовці бакалаврів за спеціальністю “Хімічна технологія та інженерія” дисципліна «Біологічно-активні добавки» є важливим курсом, бо цей клас речовин знаходить широке використання як окремі компоненти, як добавки в харчових продуктах та як складові косметичних засобів. Мета навчальної дисципліни – надати майбутнім бакалаврам теоретичні і практичні знання про властивості та процеси обміну біологічно-активних сполук, з метою визначення їх біологічної активності, технологічних функції та оцінки впливу на організм людини.

Для досягнення поставленої мети студенту необхідно ознайомитися з основними класами біомолекул та неорганічними біологічно- активними речовинами; їх біохімічними властивостями, впливом на організм людини; навчитися застосовувати хімічні методи аналізу для якісного виявлення та кількісного визначення біологічно-активних добавок в вихідних речовинах та різних видах продукції.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

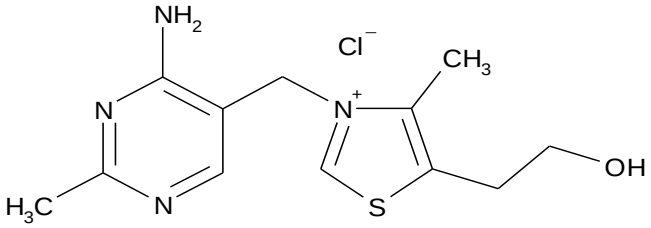
Тема: **Реакції виявлення вітамінів.**

Мета роботи: виявити вітаміни в біологічних об`єктах.

Порядок виконання роботи

Дослід 1. *Виявлення тіаміну (вітамін B_1) в харчових продуктах.*

Принцип методу: харчові продукти, які містять тіамін, при додаванні до них діазореактиву в лужному середовищі фарбуються в жовтогарячий або червоний колір внаслідок утворення складної сполуки тіаміну з діазобензолсульфокислотою.



Тіамін (вітамін B_1)

Дослід 2. Виявлення вітаміну С.

Принцип методу: виявлення вітаміну С ґрунтується на здатності аскорбінової кислоти легко вступати в окислювально-відновні реакції та відновляти такі сполуки, як метиленова синь, 2,6- дихлорфеноліндофенол, гексаціано-(III)ферат калію, нітрат срібла та ін.

2.1. Реакція з гексаціано- (III) фератом калію.

У пробірку помістити 5 крапель 1%-ного розчину вітаміну С. Потім додати 1 краплю 10%-ного розчину гідроксиду натрію та 1 краплю 5%-ного розчину гексаціано-(III)ферату калію. Перемішати, після чого додати 3 краплі 1%-ного розчину $FeCI_3$. Спостерігати зміну забарвлення.

2.2. Реакція з 2,6-дихлорфеноліндофенолом (реактив Тільманса).

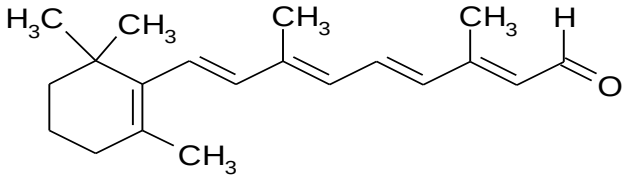
У пробірку з 2-3 мл картопляного соку (сиру картоплю миють, труть на терці, сік проціджують крізь 2 шари марлі) або аскорбінової кислоти, додають, перемішуючи, 0,02%-ний розчин 2,6-дихлорфеноліндофенолу, який має синій колір; синє забарвлення знебарвлюється, поки вся аскорбінова кислота, яка міститься у розчині, не буде окислена. Спостерігають знебарвлення рідини.

2.3. Реакція з метиленовою синню.

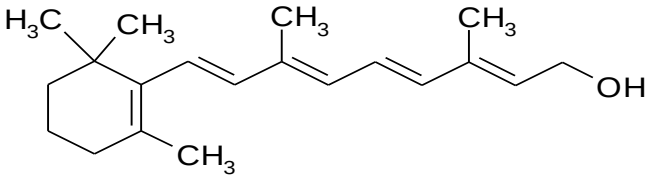
У пробірку помістити 1 мл розчину аскорбінової кислоти та додати 1 мл метиленової сині. Пробірку ставлять у термостат при 37-40^{0}С.Через деякий час спостерігають знебарвлення рідини.

Дослід 3. *Виявлення вітаміну А (реакція Друммонда).*

Принцип методу: сірчана кислота, що має водовіднімні властивості, сприяє перетворенню вітаміну А в забарвлений комплекс фіолетово-червоного кольору. Реакція не має специфічності.



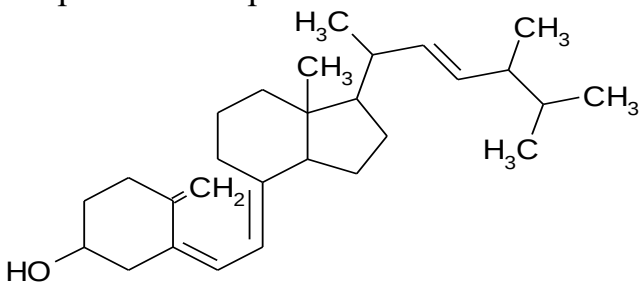
Ретиналь



Вітамін А (ретинол)

Дослід 4. *Виявлення вітаміну D (анілінова проба).*

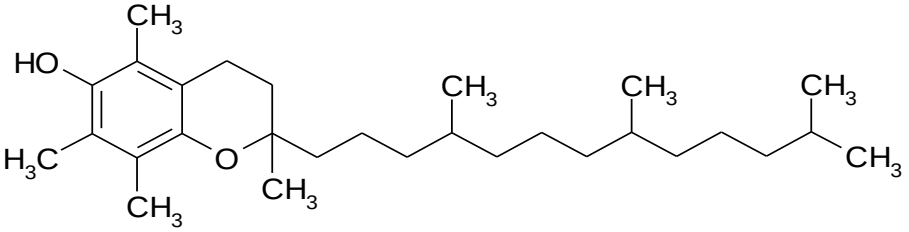
Принцип методу: вітамін D при взаємодії з аніліновим реактивом при нагріванні фарбується в червоний колір.



Вітамін $Д_2$ (ергокальциферол)

Дослід 5. *Виявлення вітаміну Е (реакція з азотною кислотою).*

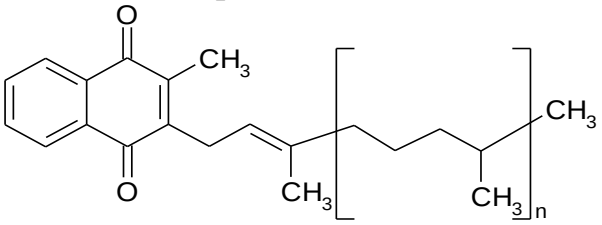
Принцип методу: при взаємодії спиртового розчину токоферолу з концентрованою азотною кислотою реакційна суміш фарбується в червоний колір, так як продукт окиснення токоферолу має хіноїдну структуру. Цю реакцію використовують ще й для кількісного визначення вітаміну.



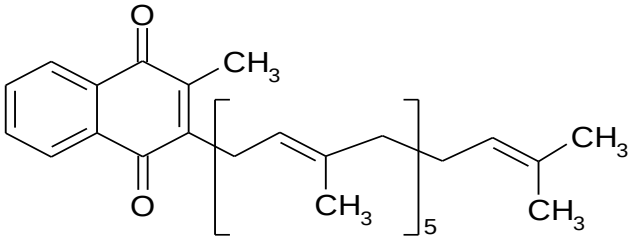
Вітамін Е (α-токоферол)

Дослід 6. *Виявлення вітаміну К (реакція з лужним розчином цистеїну*).

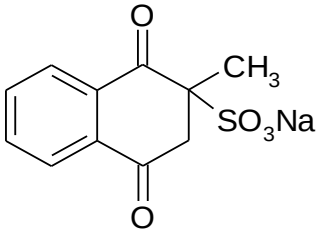
Принцип методу: при наявності цистеїну вікасол у лужному середовищі фарбується в лимонно-жовтий колір.



Вітамін $К_1$ (філохінон)



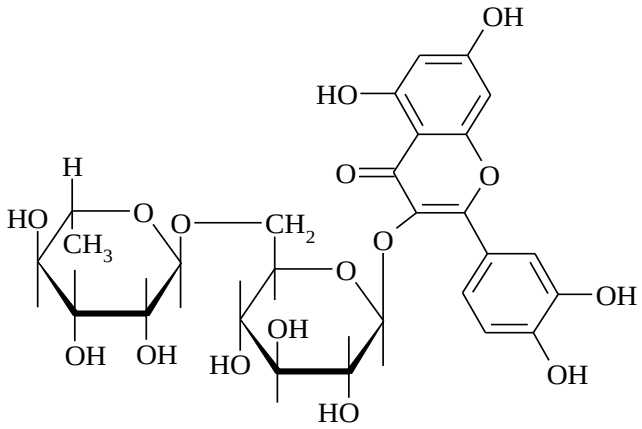
Вітамін $К_2$ (менахінон)



Вітамін $К_3$ –вікасол – водорозчинний аналог вітаміну К

Дослід 7. *Виявлення вітамінів групи Р (біофлавоноїди).*

Вітаміни групи Р – похідні флавона: рутин, еріодиктіол, гесперидин, кверцетин, епікахетін та інші. Одним з найбільш активних біофлавоноїдів є рутин – глікозид кверцетину та дисахарида рутинози:



Рутин

7.1. Реакція з хлоридом заліза

Принцип методу: Біофлавоноїди утворюють з хлоридом заліза комплексну сполуку, забарвлену в смарагдово-зелений колір. Координаційні зв'язки виникають між іоном заліза і атомами кисню фенольних гідроксильних груп молекули вітаміну.

7.2. Реакція з концентрованою сульфатною кислотою

Принцип методу: Концентрована сульфатна кислота утворює з біофлавоноїдами оксонієві (флавілієві) солі, розчини яких характеризуються яскраво-жовтим забарвленням.

Результати дослідів 1-7 занести в табл. 1, зробити висновок.

Таблиця 1

Вітамін	Реактив	Зміна забарвлення

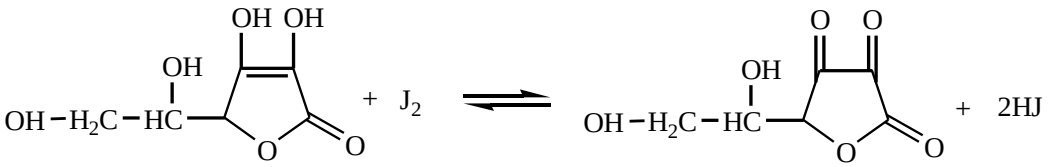
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Тема: **Кількісне визначення вітаміну С в фармацевтичному препараті.**

Мета роботи: ознайомитися із хімічними властивостями та методом визначення аскорбінової кислоти.

Кількісне визначення. Визначення аскорбінової кислоти здійснюється йодометричним методом, титрантом виступає розчин йоду.

Принцип методу: Титриметричне визначення препарату засноване на реакції окиснення аскорбінової кислоти йодом.



Хід аналізу. Точну наважку порошку (біля 0,4 г) кількісно переносять в конічну колбу, додають 10 мл дистильованої води, добре збовтують, додають 2 мл розчину крохмалю і титрують 0,1н. розчином I_2 до появи стійкого слабко-синього забарвлення. Титрування повторюють 2-3 рази.

Масова частка $C_6H_8O_6$ в порошку(пігулках) розраховують за формулою:

$$\omega(C_6H_8O_6)\% = \frac{C(\frac{1}{2}I_2)\cdot V(I_2)\cdot M(\frac{1}{2}C_6H_8O_6)\cdot 100}{1000\cdot m_{нав}}.$$

Контрольні питання

1. Що таке вітаміни? Яке їх біологічне значення?
2. Роль вітчизняних вчених у відкритті та вивченні вітамінів.
3. Класифікація вітамінів. Характеристика водорозчинних і жиророзчинних вітамінів.
4. Яка потреба організму в вітамінах і від чого вона залежить?
5. Вміст вітамінів у харчових продуктах.
6. Які види вітамінної недостатності вам відомі?
7. Гіпервітамінози. Токсична дія великих доз вітамінів.
8. Антивітаміни.
9. Принципи якісного й кількісного визначення вітамінів.
10. Застосовування вітамінів і антивітамінів у медичній практиці.
11. Коферментні функції вітамінів.
12. Вітамін B_1, будова і властивості. Участь у побудові коферментів. Гіпо- й авітамінози. Природжені порушення обміну вітаміну B_1.
13. Вітамін B_2, будова і властивості. Участь у побудові коферментів.
14. Вітамін B_6, будова і властивості, участь у побудові коферментів. Піридоксол, піридоксаль, піридоксамін. Явища гіпо- й авітамінозів.
15. Пантотенова кислота. Участь в обміні речовин.
16. Вітамін B_{12}, будова, участь у побудові кобамідних ферментів. Всмоктування вітаміну B_{12}. Роль кишкових бактерій у біосинтезі вітаміну.
17. Хімічна структура, джерела вітаміну С, профілактичні та лікувальні дози. Проявлення недостачі вітаміну С в організмі.
18. Вітамін Р. Будова, біологічне значення. Функціональний зв`язок між вітамінами С і Р.
19. Вітамін РР, будова і властивості. Участь у побудові коферментів. Гіпо- й авітамінози.
20. Вітамін А. Будова і властивості. Біохімічний механізм участі вітаміну А в здійсненні функції зору. Провітаміни А (каротини), їх перетворення в вітаміни. Гіпервітаміноз.
21. Вітамін D. Будова, перетворення в похідні з гормональною активністю. Добова потреба організму. Провітаміни. Порушення фосфатно-кальцієвого обміну при рахіті.
22. Вітамін Е. Будова , властивості, біологічна роль.

23. Вітамін К. Будова, властивості, джерела. Роль вітаміну К у здатності крові зсідатися. Гіповітаміноз.

24. Фолієва кислота. Проявлення недостачі її в організмі.

25. Біотин. Метаболічні функції та проявлення авітамінозу.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

***Тема*: Властивості вуглеводів**.

Мета роботи: вивчити фізико-хімічні та органолептичні властивості вуглеводів: моносахаридів, дисахаридів, полісахаридів.

Порядок виконання роботи

Дослід 1. *Визначення розчинності та органолептичних властивостей вуглеводів.*

В пробірки окремо насипати трохи глюкози, мальтози, лактози, сахарози та крохмалю. Додати до них дистильовану воду. Спостерігати розчинність названих вуглеводів при нормальних умовах. Визначити колір, смак, запах. Результати дослідів оформити у вигляді табл. 2, зробити висновки.

Таблиця 2

Вуглевод	Розчинність у воді за н.у.	Органолептичні показники		
		Колір	Смак	Запах

Дослід 2. *Відновлюючи властивості вуглеводів.*

2.1. Реакція Троммера.

Принцип реакції. Розчини гексоз, наприклад глюкози і фруктози в лужному середовищі відновлюють при нагріванні оксид міді (II) у геміоксид міді, а самі окиснюються до альдонових кислот.

Випадає осад гідроксиду міді (II), що при перемішуванні або струшуванні пробірки розчиняється, і розчин здобуває блакитний колір. При його обережному нагріванні в полум'ї пальника до кипіння спостерігається випадання жовтого осаду гідроксиду міді (I) або червоного осаду геміоксиду міді.

2.2. Реакція Фелінга.

Принцип реакції. У реактиві Фелінга іони міді (II) знаходяться у вигляді комплексної сполуки з тартрат іоном. Механізм реакції гексоз (і усіх вуглеводів, що редукують) з реактивом Фелінга такий же, як і в реакції Троммера. Перевагою реактиву Фелінга є те, що мідь при надлишку реактиву не випадає у вигляді оксиду міді (II).

Суміш перемішують і нагрівають у полум'ї пальника до кипіння. Спостерігають утворення червоного осаду геміоксиду міді.

2.3. Відновлення аміачного розчину гідроксиду срібла глюкозою.

Принцип реакції. Глюкоза відновлює аміачний розчин гідроксиду срібла, утворений при взаємодії нітрату срібла з гідроксидом натрію і водним розчином аміаку, до металевого срібла:

Спостерігають випадіння металевого срібла у вигляді чорного осаду або його осадження на стінках пробірки у вигляді блискучого дзеркального нальоту.

Дослід 3. *Якісні реакції на моносахариди.*

Реакція Селіванова на фруктозу.

Принцип методу: при нагріванні з концентрованою HCl фруктоза утворює оксиметилфурфурол, який дає з резорцином продукт конденсації вишнево-червоного кольору. Реакція Селіванова – характерна реакція на фруктозу, використовується для відзнаки фруктози від інших моносахаридів.

Суміш нагрівають на водяній бані протягом 5-10 хвилин при температурі 80°С. Спостерігати зміну кольору (на вишнево-червоний). Записати, зарисувати, зробити висновок.

Дослід 4. *Якісна реакція на сахарозу.*

Принцип реакції. Сахароза дисахарид, що складається з глюкози та фруктози, розповсюджена в коренях, стеблах, листях рослин, не являє собою редукуючий цукор.

Матеріали та реактиви. 3% розчин сахарози, 5 % розчин гідроксиду натрію, 2% розчин кобальту нітрату.

Обладнання. Штатив з пробірками, піпетки.

Хід роботи. У пробірку вводять 2 мл розчину сахарози, 1 мл гідроксиду натрію та по краплям додають розчин солі кобальту. Виникає фіолетове забарвлення, реакція специфічна на сахарозу.

Після проведення дослідів результати занести до зведеної таблиці 3.

Таблиця 3

№	Назва реакції	Реактиви	Забарвлення	Що відкриває дана реакція
1	Троммера			
2	Фелінга			
4	Толенса	Аміакат срібла		
5	Селіванова			
6	На сахарозу			

Дослід 5. *Гідроліз крохмалю*.

Принцип реакції. При нагріванні крохмалю з мінеральними кислотами відбувається гідроліз крохмалю з утворенням глюкози, яку можна знайти характерними реакціями на моносахариди, зокрема, реакцією Троммера або Фелінга.

Контрольні питання

1. Дати визначення вуглеводам.
2. Як поділяються вуглеводи за структурною класифікацією?
3. Написати емпіричні формули моносахаридів, олігосахаридів, полісахаридів.
4. Властивості моносахаридів.
5. Яка реакція є якісною на фруктозу?
6. Написати ациклічну формулу глюкози, фруктози, рибози.
7. У склад яких сполук входять пентози?
8. Біологічне значення гексоз.
9. Написати реакцію утворення дисахариду.
10. Властивості олігосахаридів.
11. Що означає: редукуючі(відновлюючи) властивості вуглеводів?
12. Які вуглеводи мають редукуючі властивості?
13. З залишків яких моноз складається сахароза?
14. Властивості полісахаридів.
15. Яка реакція є якісною на крохмаль?
16. Назвати головний структурний полісахарид рослин.
17. На які групи поділяються полісахариди, що зустрічаються у природі?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Тема: **Вивчення структурних компонентів простих білків**.

Мета роботи: вивчити якісні реакції на амінокислоти та білки.

Порядок виконання роботи

Кольорові (якісні) реакції на білки поділяють на:

а) *універсальні* – біуретова проба (на всі білки) та нінгідринова (на α-амінокислоти);

б) *специфічні* - тільки для окремих амінокислот.

Дослід 1. *Універсальні реакції на амінокислоти.*

1.2. Біуретова реакція на виявлення пептидних зв'язків у білках.

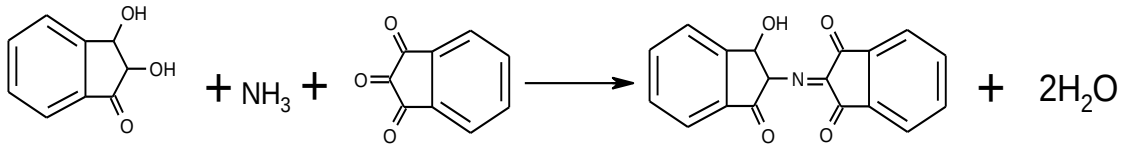
Принцип методу. Білки (поліпептиди або олігопептиди) у лужному розчині в присутності сульфату міді (II) утворюють комплексні сполуки міді, забарвлені від червоно-фіолетового до синьо-фіолетового (дипептиди – сині, трипептиди – фіолетові, тетрапептиди та інші – червоні), інтенсивність якого залежить від кількості пептидних зв’язків у молекулі білка (не менше 2 пептидних зв’язків). Біуретова реакція є доказом наявності пептидних зв`язків у білках і поліпептидах.

1.2. Нінгідринова реакція.

Принцип реакції. В результаті взаємодії α-амінокислот з нінгідрином (трикетогідрінденом) утворюється забарвлена комплексна сполука. При нагріванні до 70°С α-амінокислоти окислюються нінгідрином та вступають в

реакції окисного дезамінування з утворенням аміаку, диоксиду вуглецю та альдегіду, а нінгідрин відновлюється.

Відновлений нінгідрин, конденсується з аміаком та окисненим нінгідрином, утворюючи єнольну сполуку, що має синьо-фіолетове забарвлення.



Нінгідринова реакція застосовується для кількісного визначення α-амінокислот колориметричним та хроматографічним методами.

***Дослід 2**. Специфічні реакції на амінокислоти.*

2.1.Реакція Мілона.

Принцип методу. Реакція характерна на амінокислоту тирозин, до складу якої входить гідроксильна група. При цьому утворюється осад білого кольору (при взаємодії амінокислоти з нітратом ртуті), що переходить у цеглисто-червоний при нагріванні. Желатина та протамін цієї реакції не дають.

2.2.Ксантопротеїнова реакція.

Принцип реакції. Ксантопротеїнова реакція характерна для ароматичних амінокислот (тирозин і триптофан), при цьому утворюється жовта нітросполука, що при взаємодії з лугом переходить у жовтогарячу.

2.3. Реакція Фоля.

Принцип реакції. Реакція є специфічною на амінокислоти, що містять сірку (цистеїн, цистин).

2.4. Реакція Сакагучі.

Принцип реакції. В реакції з гіпобромітом аргінін, що має в своєму складі гуанідинову групу, окислюється та утворює з α-нафтолом сполуку, що забарвлена у червоний колір.

2.5. Реакція Адамкевича.

Принцип реакції. Триптофан в кислому середовищі вступає в реакцію з гліоксиловою кислотою (альдегідами), утворюючі при цьому червоно-фіолетовий продукт конденсації.

2.6. Реакція Вуазене.

Принцип метода. Триптофан, конденсуючись з формальдегідом, утворює забарвлений продукт конденсації біс-2-триптофанілметан, який окислюється до біс-2-триптофанілкарбінола

В присутності мінеральних кислот біс-2-триптофанілкарбінол утворює солі, що забарвлені у синьо-фіолетовий колір.

.2.7 Реакція Паулі.

Принцип реакції. При взаємодії сульфонілової кислоти в кислому середовищі з нітритом натру відбувається реакція діазотування з утворенням діазобензолсульфонової кислоти, яка в реакції з гістидином (або тирозином) утворює комплексну сполуку вишнево-червоного кольору.

2.8. Реакція з азотистою кислотою

Принцип реакції. В результаті взаємодії α-амінокислот з азотистою кислотою, що утворюється при взаємодії нітриту натру з оцтовою кислотою, відбувається утворення газоподібного азоту.

Після проведення роботи заповнюють таблицю 4.

Таблиця 4

№	Назва реакції	Реактиви	Зміна забарвлення	Що відкриває дана реакція
1	Біуретова			
2	Нінгідринова			
3	Мілона			
4	Ксантопротеїнова			
5	Фоля			
6	Сакагучі			
7	Адамкевича			
8	Вуазене			
9	Паулі			
10	З азотистою к-тою			

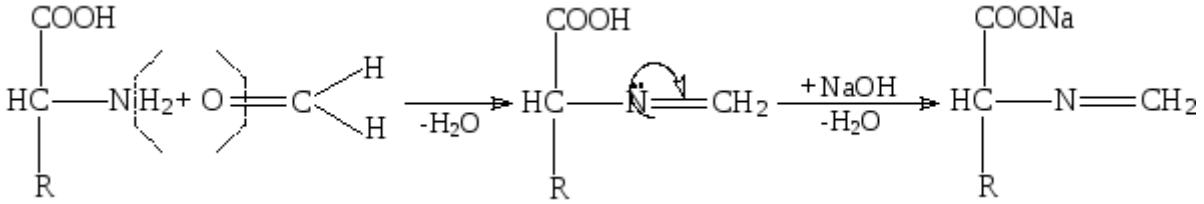
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Тема: **Визначення масової частки білка в концентраті сироваткового протеїну.**

Мета роботи: ознайомитися із методом формольного титрування по Серенсену (S. P. L. Sorensen, 1868-1939, датський хімік).

Принцип методу. Метод заснований на здатності амінокислот реагувати з нейтральним розчином формальдегіду з утворенням метиленамінокислоти. Цей метод застосовується для визначення карбоксильних груп амінокислот, які титруються розчином лугу, попередньо заблокувавши аміногрупи формальдегідом. Під час реакції з формальдегідом аміногрупа втрачає основні властивості, при цьому утворюється метиленамінокислота, яку титрують лугом. Визначаючи кількість карбоксильних груп титруванням, можна одночасно визначити і кількість α-аміногруп, так як кількість карбоксильних груп буде еквівалентна кількості зв'язаних з формальдегідом α-аміногруп.

Схематично реакції можуть бути представлені у вигляді:



Хід аналізу: На аналітичних вагах зважують досліджуваний протеїн та переносять у конічну колбу, додають 20 мл дистильованої води, 7-8 крапель 1%-го спиртового розчину фенолфталеїну і нейтралізують кислореагуючі речовини протеїну із бюретки 0,1 М розчином гідроксиду натрію до незникаючого при збовтуванні слабо-рожевого забарвлення. Фіксують об'єм V_1. Потім в колбу приливають 2 мл 40%-го розчину формаліну, свіжонейтралізованого лугом до слабо-рожевого забарвлення по фенолфталеїну. Вміст колби збовтують, протеїн повинен втратити забарвлення, і продовжують титрувати 0,1 М розчином NaOH до забарвлення рідини в колір, що ідентичний кольору протеїну до змішування з формаліном. Показники бюретки знову фіксують V_2 і розраховують загальну кількість гідроксиду натрію, витраченого на нейтралізацію.

Помноживши отриману величину на коефіцієнт 2,45 отримують масову частку білка (у %) в протеїні:

$$\omega, \% = (V_2 - V_1) \cdot 2{,}45,$$

де V_1- кількість розчину, витраченого на нейтралізацію до внесення формаліну, мл;

V_2- загальна кількість розчину, витраченого на нейтралізацію, мл;

2,45 – коефіцієнт перерахунку.

Контрольні питання

1. Назвіть α-амінокислоти, які входять до складу природних білків.
2. Назвіть кольорову реакцію, яка характерна для усіх α-амінокислот.
3. Назвіть сірковмісні амінокислоти.
4. Назвіть циклічні амінокислоти. Яка кольорова реакція є якісною на циклічні амінокислоти?
5. Якою кольоровою реакцією можна доказати наявність пептидних зв`язків у молекулі білка?
6. Що таке гідроліз білка й які види гідролізу ви знаєте?
7. Як встановити закінчення гідролізу білка?
8. Напишіть схему гідролізу дипептиду.
9. Назвіть типи зв`язків амінокислот у молекулі білка.
10. Що розуміють під первинною, вторинною, третинною, четвертинною структурами білка? Які зв`язки їх формують?
11. Види спіралей у молекулі білка.
12. Дисульфідний, водневий, іонний зв`язки, їх участь в утворенні структур білка.
13. Гідрофобні зв`язки в молекулі білка.
14. Приведіть докази наявності пептидних зв`язків у молекулі білка.
17. Чим визначаються видові особливості білка?
18. Біологічні функції білків.
19. Як поділяються білки за своїм складом?
20. Фізико-хімічні властивості білків.
21. Біологічне значення колоїдних властивостей білків.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

Тема: **Властивості та склад ліпідів.**

Мета роботи: вивчити фізичні і хімічні властивості ліпідів та їх складових компонентів.

Дослід 1. *Розчинність ліпідів і утворення емульсії.*

Принцип методу. Характерною властивістю жирів є їхня добра розчинність у багатьох органічних розчинниках (ацетон, хлороформ, діетиловий ефір і ін.) і нерозчинність у воді. Ліпіди легші води, так як мають більш низьку щільність, тому вони розтікаються по воді

При змішуванні жирів з водою утворюються емульсії, стійкість яких залежить від середовища, у якому вона утвориться. Наявність у воді речовин-емульгаторів (мила, жовчні кислоти, карбонати) робить емульсії більш стійкими. Утворення емульсій обумовлене тим, що поверхневий водний шар, що оточує жирні крапельки, спрямовує поверхнево-активні частки жовчних кислот, мила, карбонату, що обволікають крапельки жиру і перешкоджають їхньому злиттю.

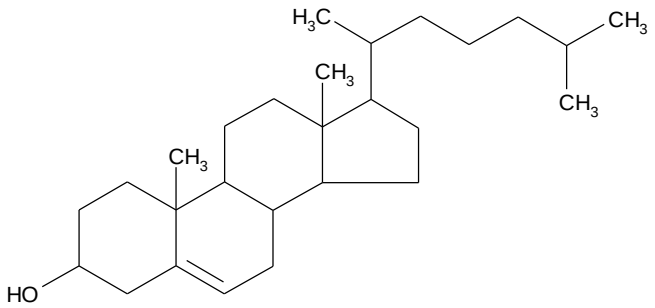
Хід роботи. а) у чотири пробірки поміщають по 0,2 - 0,3 мл рослинні олії, потім у першу додають 5 мл води, у другу - 5 мл спирту, у третю 5 мл бензолу, у четверту - 5 мл хлороформу. Вміст усіх пробірок енергійно струшують. У першій пробірці олія і вода швидко розділяються на два шари, у другий - утвориться мутний розчин унаслідок недостатньої розчинності олії в спирті, у третій і четвертій утворюються прозорі розчини.

б) До двох пробірок вносять декілька крапель олії. В одну з них додають 2 мл води, в другу – 2 мл розчину Na_2CO_3, в третю – стільки ж розчину мила. Вміст пробірок інтенсивно струшують і спостерігають утворення емульсії. Відзначають розходження в стійкості емульсій в пробірках.

Дати пояснення, записати в табл.5.

Дослід 2 . *Якісна реакція на холестерин.*

Холестерин (холестерол) є одноатомним циклічним спиртом, похідним циклопентанпергідрофенантрену:



Принцип методу: реакції якісного виявлення холестерину ґрунтуються на його здібності, відщеплюючи молекулу води, перетворюватися із вторинного спирту в неграничний вуглеводень.

Дослід 3. *Відкриття ненасичених жирних кислот у складі жиру.*

Принцип методу: ненасичені жирні кислоти вступають з йодом у реакцію приєднання (йодування) по місцю подвійних зв`язків.

Реакція йодування:

$$CH_3{-}(CH_2)_7{-}CH{=}CH{-}(CH_2)_7{-}COOH + I_2 \rightarrow CH_3{-}(CH_2)_7{-}\underset{\underset{I}{|}}{CH}{-}\underset{\underset{I}{|}}{CH}{-}(CH_2)_7{-}COOH$$

Олеїнова кислота

Результати дослідів 1-3 занести в табл.5, зробити висновок.

Таблиця 5

Вміст пробірок	Спостереження	Пояснення

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Тема: **Визначення йодного числа жиру.**

Мета роботи: ознайомитися із методом визначення йодного числа жиру.

Принцип методу. Йодним числом називають кількість грамів йоду, що прореагувало з 100 г жиру. Це число вказує на вміст у жирі ненасичених жирних кислот.

Визначення йодного числа ґрунтується на реакції приєднання йоду по місцю подвійного зв'язку, що протікає за рівнянням:

$$CH_3{-}R_1{-}CH{=}CH{-}R_2{-}COOH + I_2 \rightarrow CH_3{-}R_1{-}\underset{\underset{I}{|}}{CH}{-}\underset{\underset{I}{|}}{CH}{-}R_2{-}COOH$$

Хід роботи: У першу колбу поміщують наважку жиру 0,1– 0,2 г (досліджувана проба), у другу – 0,1– 0,2 мл води (контрольна проба), додають по 10 мл спиртового розчину йоду і перемішують. Через 15 хвилин вміст обох колб титрують розчином $Na_2S_2O_3$ спочатку до появи слабо-жовтого забарвлення, а потім, додавши 1 мл розчину крохмалю, титрують до зникнення синього забарвлення.

Йодне число жиру розраховують за формулою :

$$ЙЧ = \frac{(a-b)\cdot 0{,}0127}{m} \cdot 100,$$

де a – кількість 0,1 н. розчину тіосульфату натрію, яке пішло на титрування контрольної проби, мл;

b – кількість 0,1 н. розчину тіосульфату натрію, яке пішло на титрування проби з жиром, мл;

m – наважка жиру, г;

0,0127 – кількість йоду, яка відповідає 1 мл 0,1 н. розчину тіосульфату натрію.

Контрольні питання

1. Дати визначення ліпідів.
2. Розчинність ліпідів.
3. Структурна класифікація ліпідів.
4. Хімічна структура ліпідів.
5. Фізико-хімічні властивості ліпідів.
6. Чому ліпіди не розчиняються в воді та розтікаються по її поверхні?
7. Біологічні функції ліпідів в організмі людини й тварин.
8. Якою якісною реакцією можна виявити холестерин у біологічних об`єктах?
9. Що утворюють ліпіди з водою?
10. Дати визначення жирних кислот.
11. На які групи поділяються жирні кислоти? За якими ознаками?
12. Як утворюються гліцериди?
13. Напишіть реакцію омилення пальмітинової кислоти.
14. Значення ліпідів для морських ссавців.
15. Напишіть реакцію гідролізу тристеарину.
16. Як називається зв`язок, що виникає при утворенні ліпіду?
17. Що становлять собою складні ліпіди?
18. Структурна функція фосфоліпідів.
19. Значення ліпідних мономерів (терпенів, стероїдів, жирних кислот).
20. У чому міститься енергетична функція ліпідів?
21. Гормональна функція ліпідів.
22. Яка добова потреба людини у ліпідах?
23. У чому міститься вітамінна функція ліпідів?