

Міністерство освіти і науки України
Відокремлений структурний підрозділ
«Любешівський технічний фаховий коледж
Луцького національного технічного університету»



Харчова хімія

Методичні вказівки до виконання лабораторно- практичних робіт

для здобувачів освітньо-професійного ступеня фаховий молодший
бакалавр
галузь знань 24 «Сфера обслуговування»
спеціальності «Готельно-ресторанна справа»
денної форми навчання

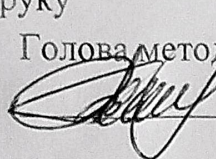
Любешів – 2023

УДК54(07)

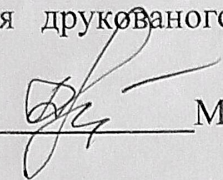
Ч 75

До друку

Голова методичної ради ВСП « Любешівський ТФК Луцького НТУ»

 Герасимик—Чернова Т.П.

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій коледжу

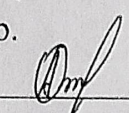
Бібліотекар  М.М. Деміх

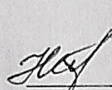
Затверджено методичною радою ВСП « Любешівський ТФК Луцького НТУ»

протокол № 9 від 25.05 2023 р

Рекомендовано до видання на засіданні циклової методичної комісії викладачів математичних та природничо-наукових дисциплін

протокол № 9 від 11.05 2023 р.

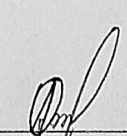
Голова циклової методичної комісії  Остимчук А.В.

Укладач:  Н.М. Чорноус

Рецензент: _____

Відповідальний

за випуск:

 Остимчук А.В., голова циклової методичної комісії викладачів математичних та природничо-наукових дисциплін

Харчова хімія [Текст]: Методичні вказівки до виконання практичної роботи для студентів 2 курсу зі спеціальності «Готельно-ресторанна справа» денної форми навчання/ уклад. Н.М.Чорноус – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ, 2023. – с. .

Видання містить Методичні вказівки до виконання практичної роботи , список рекомендованої літератури. Призначене для студентів галузі знань «Сфера обслуговування» денної форми навчання

Н.М.Чорноус, 2023

ВСТУП

Харчова хімія – це наука що вивчає склад і будову хімічних сполук, які входять до складу харчових систем; загальні закономірності хімічних процесів у харчових продуктах у результаті впливу різних чинників; методи виділення, ідентифікації та дослідження властивостей харчових речовин. У межах підготовки студентів спеціальності 102 «Хімія» і 181 «Харчові технології» курс «Харчова хімія» систематизує одержані студентами знання і навички з фундаментальних хімічних дисциплін.

Метою викладання дисципліни «Харчова хімія» є сформувані у студентів сучасні уявлення про хімічний склад харчової сировини та готових продуктів, а також загальні закономірності хімічних процесів, що відбуваються під час переробки і зберігання харчових продуктів.

Вивчення дисципліни передбачає засвоєння лекційного матеріалу, виконання лабораторних робіт, самостійне опрацювання інформаційних джерел, виконання індивідуальних завдань.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ТЕМА. Методи визначення масової частки вологи в харчових продуктах.

МЕТА. Ознайомитись з різними методами визначення вмісту вологи у харчових продуктах: висушуванням до постійної маси, прискореним та експресним методами.

І. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Вміст вологи у матеріалі

Вміст вологи у матеріалі характеризується показником *масової частки вологи* (W) – відношення маси вологи до маси наважки продукту, виражене у відсотках. Масова частка вологи в харчових продуктах змінюється в широких межах, %: м'ясо – 65...75; молоко – 87...88; часник – 65; огірки – 90; хліб – 35...50; мед -20; фрукти, овочі – 65...95; маргарин - 16...17; борошно – 12...14; кава у зернах – 5; сухе молоко – 4; цукор-пісок – 0,14...0,15; пиво, соки – 87...90; олія – 0,1; сир твердий – 37; вершкове масло – 16...20; сир м'який – 65...80.

Показник масової частки вологи є важливим для оцінки якості сировини, напівфабрикатів та готових виробів. Кількість вологи в продукті зумовлює консистенцію і структуру, визначає його енергетичну цінність (чим більше в ньому міститься води, тим менше корисних сухих речовин (білка, жиру, вуглеводів та ін.) в одиниці маси). З вмістом води тісно пов'язані стійкість продукту під час зберігання, його транспортабельність та придатність до

подальшої переробки. Адже надлишок вологи сприяє перебігу ферментативних та хімічних реакцій, активує діяльність мікроорганізмів, в тому числі тих, які викликають псування продуктів, зокрема пліснявіння. У зв'язку з цим вміст вологи у харчових продуктах зумовлює умови та терміни їх зберігання. Кількість води в сировині також впливає на техніко - економічні показники роботи підприємств.

Вміст вологи у готових виробах впливає на вихід продукції. Зі збільшенням кількості вологи вихід виробів зростає. Особливо цей фактор необхідно враховувати на хлібопекарських підприємствах, тому що збільшення масової частки вологи борошна на 1 % знижує вихід хліба на 1,5...2 %, а підвищення вологості м'якушки хліба на 1 % призводить до підвищення його виходу на 2...3 %. Враховуючи важливість цього показника, відповідні ГОСТи та ТУ встановлюють норми вмісту вологи, а також методії визначення, що робить обов'язковим знаходження цього показника під час контролю якості сировини та готових виробів.

Методи визначення масової частки вологи

Для визначення масової частки вологи існують прямі та непрямі методи. До **прямих методів** відноситься: **відгонка** (дистиляція) води з наважки із застосуванням висококиплячих органічних рідин (мінеральне масло, ксилол та ін.) з наступним визначенням об'єму перегнаної води та **хімічні методи**, в основі яких лежить взаємодія води з яким-небудь реагентом. Ці методи доцільно використовувати для визначення масової частки вологи в харчових продуктах, які містять багато жиру, легколетких речовин, вуглеводів, здатних до карамелізації (**наприклад**, прянощі, риба копчена і солонина, морські водорості, сухофрукти).

Прямі методи, як правило, потребують великих затрат часу та праці, непридатні для оперативного контролю. Тому використовують непрямі методи, які дозволяють швидко отримувати інформацію про масову частку вологи у матеріалі та автоматизувати процес вимірювання масової частки вологи. До **непрямих методів** відносяться: **термогравіметричні** (методи висушування), **фізичні** (визначення масової частки сухих речовин за величиною відносної густини чи рефрактометрично), **електричні**, в яких про масову частку вологи судять за електропровідністю чи електричною проникністю.

В непрямих методах визначається не сама волога в дослідному об'єкті, а показник, функціонально пов'язаний з масовою часткою вологи матеріалу. Найпоширенішим серед непрямих методів є **метод визначення масової частки вологи за сухим залишком**, тобто коли кількість вологи встановлюють за різницею у масі наважки до та після сушіння. Існує багато

модифікацій цього методу, які відрізняються тривалістю та температурою нагрівання наважки цілого чи подрібненого зразку, а також ступеню його подрібнення.

Всі варіанти висушування повинні забезпечувати можливість найбільш повного зневоднення продукту без суттєвих втрат його сухих речовин. Під час висушування харчових продуктів під дією теплоти видаляється волога та одночасно деяка кількість сухих речовин внаслідок розкладання органічних речовин під дією високої температури. Внаслідок окисних та гідролітичних процесів збільшується маса об'єкту.

Нові методи висушування

Експрес-метод. Для швидкого видалення вологи використовують сушіння в інфрачервоних променях, які сприймаються не тільки поверхнею, але й проникають в продукт на глибину до 2...3 мм, що зумовлює його інтенсивне прогрівання. Одним з джерел інфрачервоних променів можуть бути нагріті металеві поверхні, які дають опромінення в діапазоні довжин хвиль 0,76...343 нм.

Експрес-метод визначення масової частки вологи передбачає використання для висушування паперових пакетів та приладу Чижової. Попередньо вирізають з газети квадрати розміром 16×16 см, складають їх по діагоналі та загинають бокові сторони. Підготовлені 2 пакети просушують у приладі Чижової за температури 160 °С протягом 3 хв, охолоджують в ексикаторі 3 хв та зважують. Далі їх розкривають та поміщають в них наважки борошна по 5 г кожна з відхиленням не більше 0,01 г (проводять два паралельних визначення). Пакети закривають та розміщують у приладі для висушування за температури 160 °С на 4 хв (пресовані дріжджі на 7 хв, солод - на 10 хв).

Після висушування пакети охолоджують в ексикаторі, зважують і за різницею мас наважки до та після висушування розраховують масову частку вологи за формулою 1.9. Розбіжність між двома паралельними визначеннями не повинна перевищувати 1 %. Використання цього методу ефективне для оперативного контролю масової частки вологи в різних галузях харчової промисловості (хлібопекарської, макаронної, кондитерської, дріжджової, крохмально-патокової та ін.).

Висушування за допомогою ваг-вологоміра ADS. Застосовують для швидкого та точного аналізу продукції на масову частку вологи у лабораторіях, в процесі виробництва для контролю якості продукції. Метод базується на висушуванні зразка інфрачервоними променями. Ваг-вологомір складається з двох поєднаних приладів: ваги та сушарки. Завдяки вагам можна визначити масу зразка матеріалу, який знаходиться на шальці.

Сушарка зчитує результати вимірів ваги; здійснює процес сушіння зразка, вираховує та висвітлює на цифровому індикаторі кінцевий результат (вологість матеріалу).

Щоб виміряти вологість, зразок слід помістити на шальці одноразового використання, яка далі вкладається в камеру вагосушарки. Зразок повинен наноситися рівномірним шаром 2...5 мм, що відповідає масі 5...15 г, залежно від виду досліджуваного зразка. Зразок слід викладати якнайшвидше, щоб він не втратив вологу. Фільтри забезпечують рівномірне розташування рідини на шальці. У випадку аналізу твердих тіл фільтри запобігають згорянню зразків.

Перед початком процедури визначення масової частки вологи необхідно:

- встановити необхідні режими та параметри процесу сушіння (М);
- встановити на ваги порожню одноразову шальку;
- відтарувати ваги з порожньою одноразовою шалькою натисненням кнопки [T/ON];
- вийняти одноразову шальку та покласти на неї підготовлений зразок;
- поставити шальку зі зразком на вантажоприймальну триногу, закрити кришку сушарки та натиснути кнопку [O], при цьому на індикаторі висвітлюються значення пункту меню «Стан роботи ваг»;
- повторно натиснути кнопку [O] сушарки, на індикаторі висвічуються: номер режиму, час роботи, розраховане значення вологості, температура в сушильній камері;
- кінець процедури супроводжується звуковим сигналом та надписом «Кінець» на індикаторі сушарки. Значення вологості, отримане на цей момент, запам'ятовується та зберігається до натискання кнопки [C] або до запуску наступної процедури сушіння;
- роздрукування на принтері і виведення кінцевого звіту про параметри та результати процесу сушіння зразка на комп'ютері здійснюються після натискання кнопки [O].

Вологість та вологовміст

Будь-який харчовий матеріал складається з твердої, рідкої та газоподібної фаз. **Тверда фаза** має твердий скелет у вигляді кристалічної решітки або каркасу. **Рідка фаза** характеризується рухомістю частинок та майже незмінною густиною, яка мало залежить від тиску і температури. **Газоподібна фаза** відрізняється стисканням і високим значенням об'ємного розширення. Гази в харчових матеріалах можуть займати значний об'єм, але маса їх незначна в порівнянні з масою твердої речовини і рідини. Тому в

сушильних процесах **вологий матеріал** розглядають як суміш абсолютно сухої речовини і води:

$$M = M_c + W, \quad (1.1)$$

де M – маса вологого матеріалу, кг;

M_c – маса абсолютно сухого матеріалу, кг;

W – маса води, кг.

Вологість будь-якого матеріалу (w^0) визначають співвідношенням маси води до загальної маси вологого матеріалу:

$$w^0 = \frac{W}{M} = \frac{W}{M_c + W} \cdot 100\%, \quad (1.2)$$

якщо w^0 змінюється від 0 (при $W = 0$ – сухий матеріал) до 100% (при $M_c = 0$ – чиста вода).

Кількість випареної води можна визначити таким чином:

$$W = M_1 - M_2, \quad (1.3)$$

де W – кількість випареної води, кг;

M_1 – маса матеріалу вологістю w_1^0 , до сушіння, кг;

M_2 – маса матеріалу вологістю w_2^0 , після сушіння, кг.

Тоді **маса абсолютно сухої речовини** до сушіння:

$$M_{c1} = \frac{M_1(100 - w_1^0)}{100}, \quad (1.4)$$

і після сушіння:

$$M_{c2} = \frac{M_2(100 - w_2^0)}{100}. \quad (1.5)$$

Якщо M_c залишається незмінною в процесі сушіння, тоді

$$M_{c1} = M_{c2} \Rightarrow \frac{M_1(100 - w_1^0)}{100} = \frac{M_2(100 - w_2^0)}{100} \quad (1.6)$$

Підставивши значення у рівняння (1.3), одержимо **кількість випареної води**:

$$W = M_1 \frac{w_1^0 - w_2^0}{100 - w_2^0} = M_2 \frac{w_1^0 - w_2^0}{100 - w_1^0} \quad (1.7)$$

Вологість матеріалу (w^0) характеризує матеріал у стаціонарних умовах, але в процесі сушіння цією величиною не можна користуватися, тому що маса матеріалу в процесі сушіння постійно зменшується, а незмінною залишається тільки маса абсолютно сухої речовини M_c . Тому в сушильній техніці використовують таке поняття як **вологовміст матеріалу**:

$$w_0^c = \frac{100W}{M_c}, \quad (1.8)$$

якщо вологовміст матеріалу w_0^c змінюється від 0 при $W = 0$ (абсолютно сухий матеріал) до нескінченності при $M_c = 0$ (чиста вода).

Визначення у виробничих умовах фізико-хімічних показників продукції, яка випускається даним підприємством, дає можливість оперативно судити про його харчову цінність та споживчі властивості. Кількість вологи в харчових продуктах обумовлює їх стійкість в процесі зберігання, так як з підвищенням вологості інтенсивно будуть протікати гідролітичні та окислювальні процеси, активізуються мікроорганізми. Тому вологість в харчових продуктах завжди нормується.

II. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Методи визначення масової частки вологи висушуванням належать до термогравіметричних методів (термогравіметрія з латинської thermo – тепло, gravi – вага, metry – метод). **Гравіметричний метод** визначення масової частки вологи базується на вимірюванні втрати маси продукту або речовини після висушування при певній температурі. При цьому стверджують, що частка втраченої маси відповідає масі води в даному харчовому концентраті. При визначенні вологості харчових концентратів цим методом при температурі 105°C з продукту видаляється в основному адсорбована волога, більша частина сорбованої вологи.

Гравіметричні методи є найбільш поширеними та універсальними. Існує два основних методи визначення масової частки вологи висушуванням: **висушування до постійної маси** за температури 100...105 °C та **прискорене висушування** за підвищених температур (130...160 °C). Перший метод дає найбільш точні результати, оскільки сушіння відбувається необмежений час, на відміну від прискореного способу, а до повного видалення вологи. Однак він досить тривалий та трудомісткий, тому під час контролю виробництва використовують ряд прискорених методів. Недоліком методів визначення вологи термічним способом є те, що дуже важко видалити всю воду з харчового продукту, особливо колоїдно-зв'язану.

Прилади, обладнання, матеріали: сушильна шафа з терморегулятором, ваги лабораторні з похибкою зважування $\pm 0,01\text{г}$, аналітичні ваги, скляні палички, бюкси алюмінієві, ексикатор, лопатка або шпатель, годинник, зразок продукту за вибором студентів (наприклад «Суп овочевий», «Желе фруктове», «Сушені овочі та фрукти»).

Дослід 1. Визначення вологи висушуванням до постійної маси

Визначення вологості продуктів, в рецептуру яких входить цукор, проводять з додаванням піску, який очищають завчасно. А для тих, які не містять цукру, допускається визначати без додавання піску.

Методика виконання роботи

1. Приготувати наважку для висушування.
2. Провести відповідні розрахунки.

Приготування наважки

Чистий порожній бюкс зі скляною паличкою та з 5-10 г піску висушують разом з кришкою (у відкритому вигляді) при 100-105 °С в сушильній шафі до постійної маси. Відважують в бюкс $5,000 \pm 0,001$ г аналітичної проби харчового матеріалу, обережно перемішують з піском та ставлять у відкритому вигляді з кришкою в сушильну шафу на 4 год при температурі $103 \pm 2^\circ\text{C}$. Кожне повторне зважування проводять через 1 год., а під кінець аналізу – через кожних 30 хв. Під час зважування бюкси з наважкою кришка повинна бути закрита, висушують об'єкт з відкритою кришкою.

Масу досліджуваної наважки, що висушують, вважають постійною тоді, коли різниця між двома останніми зважуваннями не перевищує 0,001 г. За кінцевий результат приймають середнє арифметичне 2...3-х паралельних визначень. Розбіжність між паралельними визначеннями за цим методом повинна бути в межах 1 %. Розрахунки здійснюють з точністю до 0,01 %. Після висушування бюкс обережно виймають, закривають кришкою, охолоджують в ексікаторі протягом 20-30 хв та зважують.

Опрацювання результатів

Масову частку вологи (в %) знаходять за формулою:

$$x = \frac{(m_1 - m_2)}{m} 100\%, \quad (1.9)$$

де m_1 – маса бюкса з наважкою до висушування, г;

m_2 – маса бюкса з наважкою після висушування, г;

m – маса наважки дослідного концентрату, г.

Результатом аналізу є середнє арифметичне двох паралельних визначень, відхилення між якими не повинно перевищувати 0,5%.

Дослід 2. Визначення вологи методом пришвидшеного (разового) висушування

Для пришвидшення процесу висушування для деяких харчових продуктів встановлюють фіксований час висушування, протягом якого видаляється основна маса вологи, а подальше висушування веде лише до незначного зменшення маси. На результати аналізу впливають: коливання температури, тривалість сушіння, конструктивні особливості сушильної шафи, розміри та форма бюкси тощо.

Прискореними методами визначають масову частку вологи в зерні (ГОСТ 13586.5-85), крохмалі (ГОСТ 7699-78 та ГОСТ 7697-82), макаронних виробах (ГОСТ 14849-69) і т.д. Для кожного продукту залежно від фізико-хімічних властивостей підібрані свої температура висушування та тривалість

процесу. Частіше тривалість висушування складає 50 хв. Застосування прискореного методу сушіння до об'єктів з підвищеною вологістю дає занижені результати через недосушування продукту (наприклад для хліба).

Методика виконання роботи

1. Приготувати наважку для висушування.
2. Провести відповідні розрахунки. Дані розрахунків занести в таблицю 1.1 та порівняти їх зі стандартними.
3. Зробити висновок про відповідність масової частки вологи в продукті вимогам стандарту.

Приготування наважки

В бюкс, попередньо висушений до постійної маси та зважений (з піском чи без піску в залежності від виду концентрату), поміщають $5,00 \pm 0,01$ г аналітичної проби концентрату. Відкритий бюкс з наважкою поміщають разом з кришкою в сушильну шафу, попередньо нагріту до температури $143 \pm 2^\circ\text{C}$. Температуру в шафі після поміщення бюкса протягом 10 хв доводять до $130 \pm 2^\circ\text{C}$ і цей момент вважають початком сушіння. Тривалість сушіння при $130 \pm 2^\circ\text{C}$: для молочних концентратів та концентратів дитячого харчування – 40 хв, для інших – 45 хв. Після закінчення висушування бюкс закривають кришкою, охолоджують в ексікаторі та зважують з похибкою $\pm 0,01$ г.

Для в'язких речовин (патока, цукрові сиропи та ін.) висушування ускладнюється внаслідок утворення на поверхні матеріалу твердої кірки. Для полегшення та прискорення процесу сушіння в таких випадках застосовують наповнювачі (на 1 г в'язкого продукту беруть 25 г наповнювача), під час змішування з якими в'язкі продукти стають крихкими. В якості наповнювачів використовують прожарений кварцовий пісок або звичайний річковий пісок. Іноді для висушування в'язких рідин використовують ролики з фільтрувального паперу.

Опрацювання результатів

Масову частку вологи (в %) знаходять за формулою:

$$x = \frac{(m_1 - m_2)}{m} 100\%, \quad (1.10)$$

де m_1 – маса бюкса з наважкою до висушування, г;

m_2 – маса бюкса з наважкою після висушування, г;

m – маса наважки дослідного концентрату, г.

Таблиця 1.1. Визначення масової частки вологи прискореним методом

Номер зразка	Номер бюкси	Маса бюкси, г			Маса наважки, г	Масова частка вологи в продукті, %	
		Порожньої, висушеної до постійної маси	З наважкою до висушування	З наважкою після висушування		Досліджуваний зразок	Норма за стандартом

Опрацювання результатів

Масову частку вологи в продукті x (в %) розраховують за формулою:

$$x = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} \cdot K \cdot 100\%, \quad (1.11)$$

де m_1 – маса бюкса з кришкою, паличкою і піском (або без них) і пробой до висушування, г;

m_2 – маса бюкса з кришкою, паличкою і піском (або без них) і пробой після висушування, г;

m_3 – маса бюкса з кришкою, паличкою і піском (або без них);

K – поправочний коефіцієнт (табл. 1.3).

Запитання для самоконтролю

1. Що таке вологість матеріалу?
2. Який показник характеризує вміст вологи у харчовому матеріалі?
3. На що впливає кількість вологи в продукті?
4. Яке значення має вміст вологи у матеріалі при зберіганні?
5. Назвіть параметри, які характеризують стан вологого повітря.
6. Який фізичний зміст вологовмісту матеріалу? Як його визначити?
7. Охарактеризуйте метод визначення вологи висушуванням до постійної маси. Які він має переваги та недоліки?
8. Чим відрізняється метод пришвидшеного висушування і гравіметричного?
9. Які особливості визначення вологи методом висушування до досягнення заданого часу сушіння при заданій температурі?
10. Чому необхідно дуже ретельно дотримуватись умов зберігання харчових продуктів?
11. Назвіть переваги та недоліки різних методів висушування.
12. Які особливості прискореного методу висушування для в'язких продуктів?

13. У чому суть експрес – методу висушування?

14. Як визначають масову частку вологи за допомогою ваг – вологоміру?

Лабораторна робота 2. Вивчення білків харчової сировини

Мета виконання роботи: навчитися виділяти білки з різних харчових продуктів

1. Виділення овальбуміну

Матеріали й реактиви: білок одного курячого яйця, дистильована вода, хімічні склянки об'ємом 100 і 500 см³, мірна колба на 100 см³, лійка, скляна паличка, фільтри (біла стрічка).

Хід роботи

Обережно відокремити білок від жовтка, додати 500 см³ дистильованої води й ретельно розмішати. Відстояти протягом 10–15 хв. Осад яєчного глобуліну двічі відфільтрувати. Отриманий фільтрат, який містить приблизно 10% розчин овальбуміну використовувати для подальших дослідів.

2. Отримання сухого овальбуміну

Матеріали й реактиви: білок одного–двох курячих яєць, дистильована вода, хімічні склянки об'ємом 100 см³, пробірки, мірна колба на 100 см³, воронка, скляна паличка, воронка Бюхнера, амонію сульфат (концентрований розчин), амонію сульфат х.ч., фільтри (біла стрічка).

Хід роботи

У пробірку налити 20 крапель нерозведеного яєчного білку, додати такий самий об'єм концентрованого розчину амоній сульфату, добре перемішати (випадає осад яєчного глобуліну). Через 5 хв осад відфільтрувати. У фільтраті має залишитися альбумін. Для його висолювання до повного насичення додати сухий амонію сульфат (доки сіль не припиняє розчинятися). У результаті із розчину виділиться альбумін у вигляді осаду. Відфільтровують та висушують на фільтровальному папері. У разі додавання води альбумін знову розчиниться.

3. Виділення казеїну з молока

Матеріали й реактиви: молоко цільне знежирене, 10 % розчин оцтової кислоти, 1 % розчин натрію гідроксиду, 5 % розчин купруму сульфату, індикаторний папір, пробірки, мірна пробірка, лійка, фільтри (біла стрічка), рНметр універсальний.

Хід роботи

У пробірку відібрати 2 см³ молока, додати 2 см³ дистильованої води, добре перемішати. До отриманого розчину по краплях додати 10 % розчин

оцтової кислоти до рН=4,6 (контролювати за допомогою рН-метра, не допускати надлишку кислоти). Осад казеїну відфільтрувати й промити декілька разів дистильованою водою (на фільтрі), висушити.

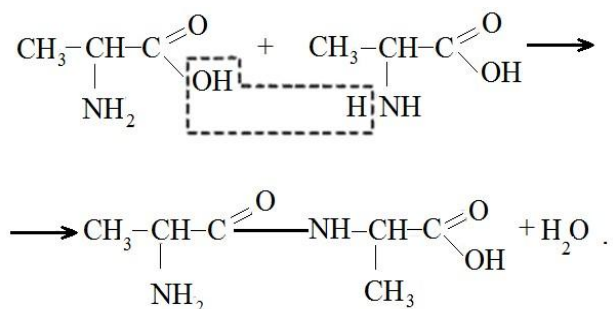
Лабораторна робота 2(І). Якісні реакції на білки й амінокислоти

Для визначення білків застосовують два типи реакцій: кольорові та реакції осадження. Кольорові реакції виявляють структурні елементи білків – амінокислоти, або хімічні угруповання, які вони утворюють.

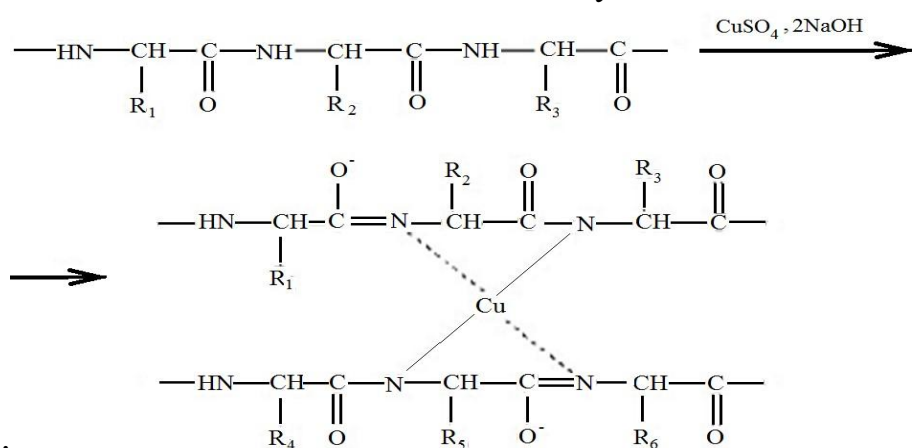
Мета виконання роботи: дослідити якісні реакції визначення білків й амінокислот

1. Біуретова реакція (реакція Піотровського)– реакція на пептидні зв'язки у білкових молекулах.

Утворення пептидного зв'язку:



У сильнолужному середовищі у присутності купруму сульфату утворюються комплексні сполуки купруму з пептидними зв'язками червонофіолетового або синю-фіолетового забарвлення. Його інтенсивність забарвлення залежить від довжини поліпептиду:



Матеріали й реактиви: розчин овальбуміну, 10 % розчин натрію гідрооксиду, 1 % розчин купруму сульфату, штатив із пробірками, піпетки.

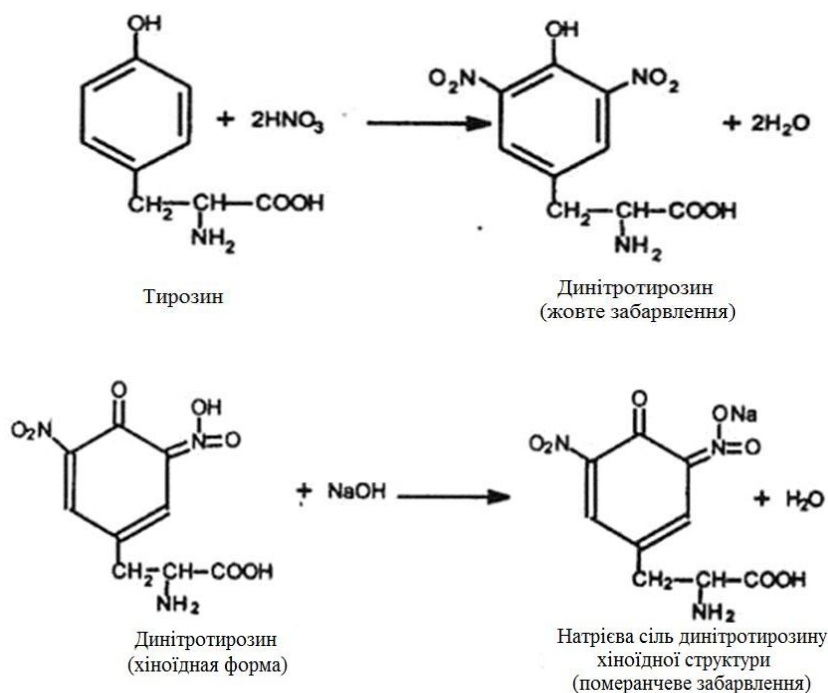
Хід роботи

У пробірку додати 5 крапель розчину білка, 5 крапель 10 % розчину натрію гідроксиду й по краплях додавати розчин купруму сульфату до появи (у разі збовтування) рожево-фіолетового або синю-фіолетового забарвлення. Надлишок купруму сульфату приводить до появи стійкого синього забарвлення з подальшим випадінням осаду купруму(II) гідроксиду.

У пробірку додати 20 крапель 10 % розчину натрійгідроксиду, потім–1–2 краплі розчину купрум сульфату й перемішати. Розчин білка за допомогою піпетки обережно долити по стінці пробірки так, щоб він нашарувався на суміш; позначити на межі розподілу появу фіолетового кола.

2. Ксантопротеїнова реакція (реакція Мультера)

Ксантопротейнова реакція –якісна реакція на амінокислоти тирозин і триптофан, які в разі нагрівання з концентрованою нітратною кислотою дають нітропохідні жовтого забарвлення, які у випадку додавання лугу змінюють забарвлення на помаранчеве:

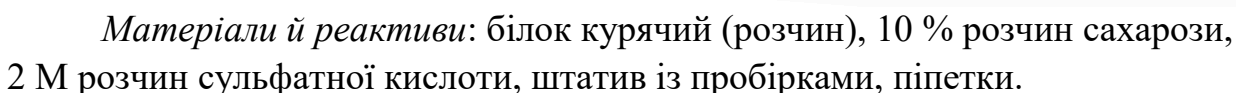


Матеріали й реактиви: розчин яєчного альбуміну, нітратна кислота концентрована, 10 % розчин натрію гідроксиду, штатив із пробірками, піпетки.

Хід роботи

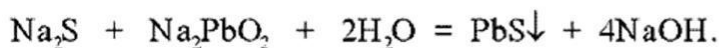
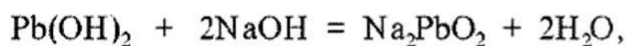
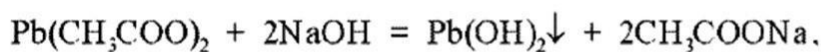
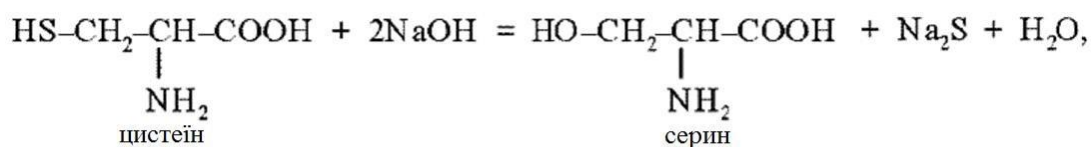
У пробірку додати 5 крапель розчину білка і 3 краплі концентрованої нітратної кислоти. У результаті утвориться осад білка, який у процесі нагрівання набуває жовтого забарвлення та поступово розчиняється – відбувається гідроліз білка. Вміст пробірки охолодити і додати по краплях 10 % розчин натрію гідроксиду, до появи помаранчевого забарвлення, зумовленого утворенням натрієвої солі динітротирозину.

Утворення оксиметилфурфуролу з фруктози в присутності концентрованої сульфатної кислоти відбувається за такою реакцією:



У пробірку до 1 краплі розчину білка додати 1–2 краплі 10 % розчину сахарози й обережно по стінці із піпетки прилити 1 мл сульфатної кислоти. Легким струшуванням пробірки змішати обидві рідини. У результаті виділення тепла під час розчинення H_2SO_4 у воді відбудеться саморозігрівання рідини і з'явиться вишнево-червоне забарвлення. Необхідно простежити, щоб рідина не нагрілася вище 70°C , у випадку перегрівання в результаті впливу сульфатної кислоти відбудеться обуглювання органічної речовини і розчин побуріє.

15



Матеріали й реактиви: білок курячий (розчин), 5 % розчин плюмбум ацетату, 10% розчин натрію гідроксиду, штатив із пробірками, піпетки.

Хід роботи

У пробірку налити 10 крапель 5% розчину плюмбум ацетату і по краплях додати 10% розчин натрію гідроксиду до розчинення осаду плюмбум гідроксиду, утвореного в результаті їх взаємодії. Долити кілька крапель білка і прокип'ятити суміш. Через деякий час рідина буріє і випадає чорний осад PbS.

Оформлення результатів роботи

Результати роботи оформити у вигляді таблиці (табл. 1). У висновках вказати, на чому ґрунтуються кольорові реакції на білки. Написати формули визначуваних амінокислот.

Таблиця 1. Якісні реакції на білки й амінокислоти

№	Назва	Реактиви й умови	Забарвлення	Визначувані амінокислоти

Лабораторна робота 2(2). Осадження білків

Мета виконання роботи: визначити вплив різних чинників на процес осадження білка.

1. Реакції осадження білків у разі нагрівання

Матеріали й реактиви: 10 % розчин овальбуміну, 1% розчин оцтової кислоти, 10 % розчин оцтової кислоти, насичений розчин натрію хлориду, 10 % розчин натрію гідроксиду, індикаторний папір, штатив із пробірками, піпетки на 1, 5 і 10 см³.

Хід роботи

У 5 пробірок налити по 10 крапель розчину білка.

У першій пробірці нейтральний розчин білка нагріти. Опалесценція має посилитися ще до закипання рідини. Під час кип'ятіння може випасти осад. Розчини білків киплять нерівномірно, поштовхами. Оскільки білок біля стінок згортається і відбувається перегрівання, то нагрівання потрібно

проводити обережно, весь час струшуючи пробірку. Посилення опалесценції можна пояснити укрупненням зважених частинок білка.

До нейтрального розчину білка в другій пробірці додати 1–2 краплі 1% розчину оцтової кислоти (до слабкокислої реакції за індикаторним папером), осад при цьому не утвориться. У процесі нагрівання спочатку з'являється опалесценція, а в разі подальшого кип'ятіння випадає білий пластівчастий осад білка, оскільки в слабкокислому середовищі білки перебувають в ізоелектричному стані і, денатуруючи під час нагрівання, легко втрачають свою розчинність у результаті агрегації.

Нейтральний розчин білка в третій пробірці підкислити 10% розчином (1–3 краплі) оцтової кислоти до сильнокислої реакції середовища і нагріти до кипіння. Осад не утвориться, оскільки в разі надлишку водневих іонів, білки, що мали в початковому розчині негативний заряд, перезарядяться і набудуть позитивного заряду, що надає їм стійкість.

Розчин білка в четвертій пробірці підкислити 10% розчином оцтової кислоти до сильнокислої реакції середовища, додати 2–3 краплі насиченого розчину натрій хлориду і закип'ятити. З'явиться білий пластівчастий осад білка в результаті екранування позитивного заряду перезарядження частинок білка протилежно зарядженими іонами Cl^- шляхом їх адсорбції. Крім того, вагоме значення в цій реакції має водозв'язувальний вплив натрій хлориду.

До розчину білка в п'ятій пробірці додати 2–4 краплі 10% розчину гідроксиду натрію (до лужної реакції) і прокип'ятити. Осад не утвориться, тому що в лужному середовищі пригнічується основна дисоціація білка і посилюється кислотна, в результаті негативний заряд на колоїдних частинках білка зростає ще більше.

Результати заносять у табл. 3.

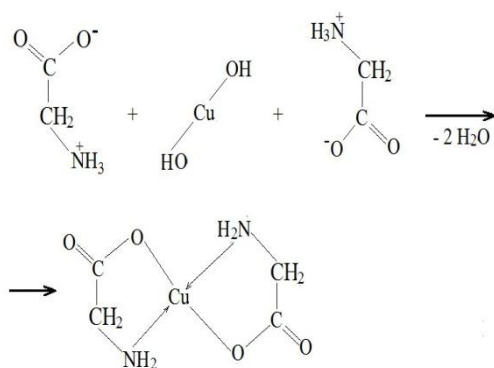
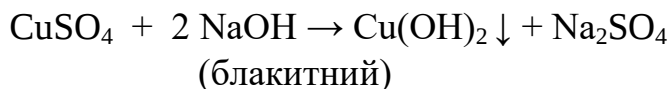
Таблиця 3. Вплив реакції середовища на осадження білка у разі кип'ятіння

Нейтральне середовище	Слабкокисле середовище	Сильнокисле середовище	Сильнокисле середовище за наявності електроліту	Лужне середовище

2. Осадження білків солями важких металів

Білки, взаємодіючи із солями важких металів (мідь, залізо, свинець, цинк, срібло, ртуть та ін.) денатуруються й утворюють нерозчинні у воді комплексні сполуки, які випадають в осад. Поява нерозчинних у воді комплексів обумовлена адсорбцією важкого металу на поверхні білкової молекули.

У результаті поєднання свіжоприготованого купрум (II)гідроксиду із амінокислотами в м'яких умовах отримують внутрішньокомплексні (хелатні) солі міді (II) синього кольору, які добре кристалізуються:



гліцинат міді (II)

Матеріали й реактиви: 10 % розчин овальбуміну, 5% розчин купрум сульфату, 5% розчин плюмбум ацетату, 3% розчин аргентум нітрату, штатив із пробірками, скляні палички, піпетки на 1, 5 і 10 см³.

Хід роботи

У 3 пробірки налити по 10 крапель розчину білка. У першу додати 1–2 краплі 5% розчину купрум сульфату, у другу 1–2 краплі 5% розчину плюмбум ацетату і в третю 1–2 краплі 3% розчину аргентум нітрату. Має випасти осад білка у всіх трьох пробірках.

У кожену з трьох пробірок додати надлишок відповідного розчину солі, розчини перемішати скляною паличкою. У першій і другій пробірках осад розчиниться (пептизація), у третій –ні.

3. Реакції осадження білків органічними речовинами

У разі додавання до розчину білка органічних розчинників, наприклад спирту, випадає осад білка. Залежно від природи останнього для його осадження потрібні різні концентрації спирту. Осадження відбувається тільки у нейтральних або слабкокислих розчинах (у слабкокислому середовищі заряд на колоїдних частинках білка найменший) і більш повно в присутності електролітів, наприклад натрій хлориду, що пов'язано з послабленням внутрішньомолекулярних іонних зв'язків за рахунок надлишку аніонів й катіонів.

Матеріали й реактиви: 10 % розчин овальбуміну, 10% розчин сульфосаліцілової кислоти, 10 % розчин трихлороцтової кислоти, 96 %

етиловий спирт, 5 % розчин ацетону, штатив із пробірками, піпетки на 1, 5 і 10 см³.

Хід роботи

У 5 пробірок налити по 2 см³ розчину білка. У першу і другу пробірки додати 1 – 2 см³ 10% розчину сульфосаліцілової кислоти, 10 % розчин трихлороцтової кислоти відповідно, у третю – 3 см³ розчину етилового спирту, у четверту – 3 см³ розчину ацетону. У першій і другій пробірках має випасти осад білка, у третій і четвертій – помутніння розчинів.

4. Осадження білків мінеральними кислотами

У результаті взаємодії з концентрованими мінеральними кислотами, крім ортофосфорної, білки денатурують і осаджуються з розчину. Випадання білка в осад обумовлено дегідратацією білкових молекул та інших причин, наприклад утворенням нерозчинних комплексних солей із білка і кислот. У надлишку сульфатної та хлоридної кислот відбувається розчинення утворених осадів білка. Надлишок нітратної кислоти не розчиняє осад, тому для виявлення білка в досліджуваному матеріалі використовують нітратну кислоту.

Матеріали й реактиви: 10% розчин овальбуміну, концентрована нітратна кислота, 1 М розчин сульфатної кислоти, 1 М розчин хлоридної кислоти, штатив із пробірками, піпетки на 1, 5 та 10 см³.

Хід роботи

У пробірку налити приблизно 1 см³ (15 – 20 крапель) концентрованої нітратної кислоти і нахиливши її (під кутом 45°), обережно долити по стінці такий самий об'єм розчину білка. У місці контакту двох рідин має з'явитися білий аморфний осад білка у вигляді кільця (проба Геллера). Обережно струсити пробірку і додати надлишок нітратної кислоти. Осад не зникне.

Повторити дослід, узявши замість нітратної кислоти розчини сульфатної та хлоридної кислот. Осади білка, утворені в надлишку сульфатної або хлоридної кислоти, розчиняються.

Запитання для самоконтролю

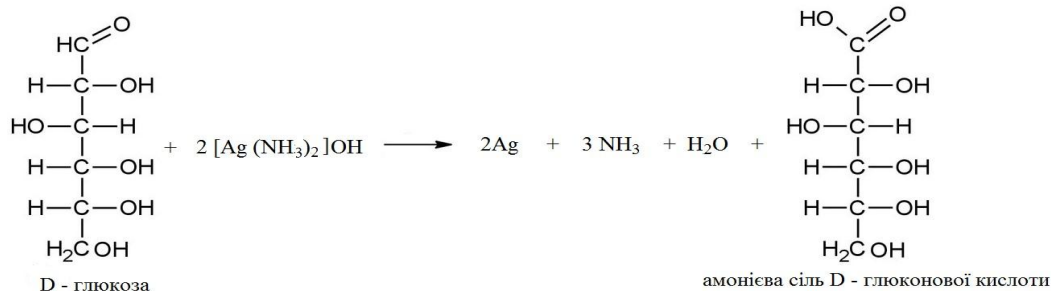
1. Які основні функції білків в організмі людини?
2. Вплив нестачі та надлишку білків в раціоні людини.
3. Які є кількісні методи визначення масової частки білка в харчових продуктах?
4. Який принцип методу визначення Нітрогену за методом К'ельдаля? Переваги та недоліки даного методу.
5. Як здійснити перерахунок вмісту Нітрогену на білки?
6. На чому ґрунтується біуретовий метод визначення білка?
7. У чому полягає техніка визначення масової частки білка біуретовим методом?

Лабораторна робота 3. Якісні реакції на вуглеводи

Мета виконання роботи: вивчити характерні реакції вуглеводів

1. Реакція «срібного дзеркала»

Як і у всіх альдегідів, окиснення моносахаридів обумовлює утворення відповідних кислот. Так, у разі окиснення глюкози аміачним розчином Ag_2O утворюється глюконова кислота.



Матеріали й реактиви: 0,2Н розчин аргентум нітрату, 2Н розчин натрію гідроксиду, 2Н розчин амонію, 0,5% розчин глюкози, 0,5 % розчин фруктози, штатив із пробірками, піпетки, сухий спирт.

Хід роботи

У велику пробірку помістити 3 краплі 0,2 Н розчину AgNO_3 , 5 крапель 2 Н NaOH і додати по краплях 2 Н NH_4OH до повного розчинення утвореного осаду. Отриманий безбарвний розчин – аміачний розчин гідрату оксиду аргентуму.

Потім до аміачного розчину гідрату оксиду аргентуму додати 3–4 краплі 0,5% розчину глюкози і злегка підігріти. Металеве срібло має виділитися або у вигляді осаду чорного кольору, або у вигляді блискучого дзеркального нальоту, якщо стінки пробірки хімічно чисті. Повторити дослід із розчином фруктози.

2. Реакція Селіванова (відкриття фруктози)

Матеріали й реактиви: 0,5 % розчин фруктози, 0,5 % розчин глюкози, реактив Селіванова (0,5 % розчин резорцину в 20 % соляній кислоті), штатив із пробірками, піпетки, сухий спирт.

Хід роботи

У першу пробірку внести 2 см³ 0,5% розчину фруктози, у другу пробірку – 2 см³ 0,5% розчину глюкози. В обидві пробірки внести свіжоприготованого реактиву Селіванова (0,5% розчин резорцину в 20% хлоридній кислоті). Обережно нагріти. На 1-й стадії із фруктозою утвориться оксиметилфурфурол, який на 2-й стадії, конденсуючись із резорцином, дасть червоне забарвлення.

3. Проба Бенедикта на глюкозу

Матеріали й реактиви: 5 % розчин глюкози, реактив Бенедикта (у колбу на 1 дм³ налити 700 см³ дистильованої води, додати 173 г натрій цитрату ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$), 100 г безводного (або 200 г кристалічного) натрій карбонату. Нагріти до розчинення. Окремо розчинити 17,3 г купрум сульфату в 100 см³ води. Змішати обидва розчини в мірній колбі на 1л, безперервно збовтуючи, і після охолодження довести до мітки дистильованою водою), штатив із пробірками, піпетки, водяна баня.

Хід роботи

У пробірку налити 5 см³ реактиву Бенедикта і додати 0,5 см³ 5% розчину глюкози. Перемішати і нагріти 1 хв над полум'ям або 5 хв на водяній бані. Розчин охолодити і через 5 хв зафіксувати результати. За наявності глюкози розчин забарвиться в зелений, жовтий або червоний колір, на дні утвориться осад.

4. Кольорова реакція з ваніліном на фруктозу

У результаті конденсації продуктів розщеплення фруктози з ваніліном, залежно від концентрації вуглеводу, виходить світлорозове і червоне забарвлення.

Матеріали й реактиви: 1 % розчин фруктози, ваніліновий реагент (розчинити 0,2 г ваніліну в суміші 25 см³ концентрованої хлоридної кислоти, 75 см³ 85% фосфатної кислоти, зберігати в закритій темній склянці), штатив із пробірками, піпетки, водяна баня, лід.

Хід роботи

1 см³ розчину фруктози 1% змішати з 5 см³ ванілінового реагенту і нагріти 2 хв на водяній бані, після чого швидко охолодити в крижаній воді.

5. Проба Гайнеса

Виявлення глюкози засноване на її властивості відновлювати купрум(II) гідроксид в купрум(I) гідроксид (жовтий колір) або оксид міді(I) (червоний колір).

Матеріали й реактиви: 5 % розчин глюкози, реактив Гайнеса (13,3 г кристалічного купрум сульфату розчинити в 400 см³ води; 15 г гліцерину розвести в 200 см³ води, 50 г NaOH розчинити в 400 см³ води, змішати перший і третій розчини і додати другий), штатив із пробірками, піпетки, водяна баня.

Хід роботи

До 1 – 2 см³ реактиву Гайнеса додати 10 крапель 5% розчину глюкози, прокип'ятити на водяній бані. У присутності глюкози рідина має набути жовтого або червоного забарвлення, має з'явитися осад.

6. Дослідження відновлювальної здатності сахарози

У невідновлюваних дисахаридів глікозидний зв'язок утворюється за рахунок напівацетальних ОН-груп обох моносахаридів. Вони не містять вільного напівацетального гідроксилу і не виявляють характерних реакцій альдегідної групи.

Матеріали й реактиви: 0,5 % розчин сахарози, 2 Н розчин натрію гідроксиду, 2 Н розчин купрум(II) сульфату, штатив із пробірками, піпетки, сухий спирт.

Хід роботи

У пробірку внести 0,5 сахарози і 6 крапель 2 Н розчину натрію гідроксиду. Потім по краплях додати 0,2 Н розчину купрум(II) сульфату до повного його розчинення. Обережно нагріти пробірку. Описати процеси.

8. Дослідження перетравлення сахарози ферментами дріжджів

Матеріали й реактиви: 0,5 % розчин сахарози, витяжка з дріжджів; 5 % розчин купрум(II) сульфату; 10 % розчин натрій гідроксиду, штатив із пробірками, піпетки, сухий спирт.

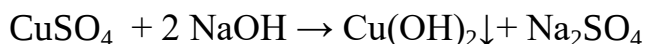
Хід роботи

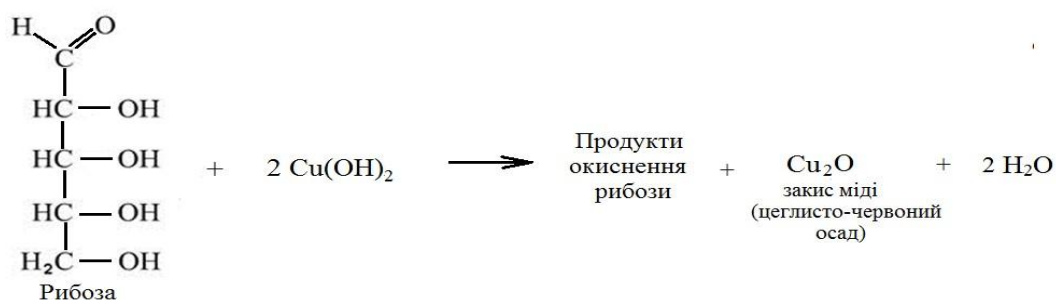
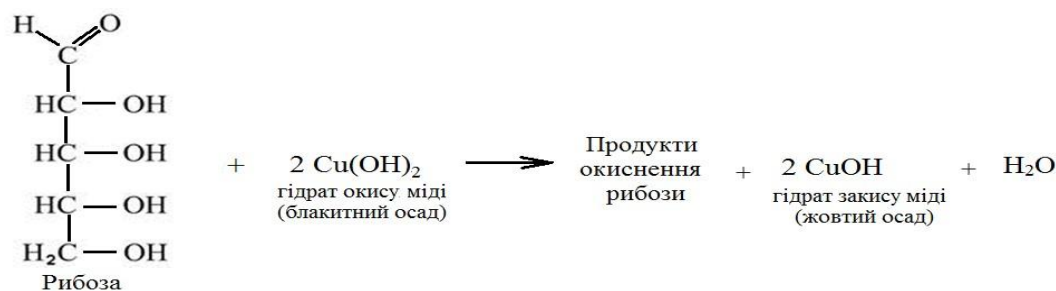
У дві пробірки налити по 3 см³ 0,5% розчину сахарози. У першу додати 2 см³ витяжки із дріжджів. Поставити їх у термостат на 15 хв за температурою 37°C. Згодом провести пробу Троммера на наявність редукуючих вуглеводів. У пробірку налити 1 – 2 см³ розчину глюкози і рівний об'єм 10% розчину натрій гідроксиду. До суміші обережно додати по краплях 5% розчин купрум(II) сульфату до появи незникаючої муті купрум(II) гідроксиду. Обережно нагріти верхню частину вмісту пробірки. З'явиться жовте забарвлення, яке перейде у червоне, що свідчить про позитивну реакцію Троммера.

9. Взаємодія вуглеводів із купрум(II) гідроксидом (реакція Троммера)

Усі моносахариди, а також складніші цукри, які мають вільну карбонільну (альдегідну або кетоніву) групу, можуть відновлюватися в лужному середовищі.

Суть реакції Троммера полягає у відновленні окисної міді в закисну. У ході реакції купрум(II) сульфат реагує з лугом, утворюючи блакитний купрум(II) гідроксид. У разі його нагрівання колір змінюється на жовтий, а потім – на червоний.





Матеріали й реактиви: 1% розчини глюкози, мальтози, фруктози, лактози, сахарози та крохмалю, 10 % розчин натрій гідроксиду, 5 % розчин купрум(II) сульфату, штатив із пробірками; нагрівальний прилад.

Хід роботи

У пробірки (за кількістю наявих у лабораторії вуглеводів) налити по 1 см³ глюкози, лактози, мальтози, фруктози, сахарози, крохмалю, додають такий же об'єм натрій гідроксиду і 0,5 см³ купрум сульфату до появи блакитного осаду купрум(II) гідроксиду. Усі пробірки обережно нагріти. Моносахариди й відновлені дисахариди (лактоза і мальтоза) відновлюють купрум(II) гідроксид до купрум(I) гідроксид – осаду жовтого кольору, який за тривалого нагрівання перетворюється на оксид купрум(I) – осад цеглисто-червоного кольору. Сахароза й крохмаль (невідновлені вуглеводи) не змінюють забарвлення купрум(II) гідроксиду.

10. Дослідження дії реактиву Фелінга на вуглеводи

У присутності відновників після нагрівання з'являється осад оксиду або гідроксиду міді (I); колір осаду – від жовтого до червоного, іноді зеленого залежно від ступеня дисперсності й розміру його частинок. Аналогічно реагують кетози (останні в лужному середовищі легко ізомеризуються в альдози), багатоатомні феноли, фенілгідазин та ін. Органічні похідні гідазину, а також гідазиди карбонових кислот. Кетони (за винятком кетоспиртів), одноатомні феноли і більшість ароматичні альдегідів не відновлюють реактив Фелінга. Для виявлення вуглеводів іноді використовують так званий нейтральний реактив Фелінга, який замість NaOH містить Na₂CO₃.

У разі додаванні до осаду купрум(II) гідроксиду розчину глюкози осад спочатку розчиняється, а у випадку нагрівання розчин набуває забарвлення від бурого до жовто-помаранчевого.

Матеріали й реактиви: 5% розчин глюкози, 1% розчин крохмалю, формалін, дистильована вода, реактив Фелінга (розчин CuSO_4 і каліюнатріютартрату в 10% розчині NaOH), пробірки, піпетки, крапельниці.

Хід роботи

Пронумерувати 4 пробірки. У першу налити 1 см^3 розчину глюкози, в другу – 1 см^3 розчину крохмалю, у третю – 1 см^3 розчину формаліну, у четверту – 1 см^3 води. У кожен пробірку додати 1 см^3 реактиву Фелінга. Нагріти пробірки і зробити висновки.

5. Ізомеризація глюкози на фруктозу

Глюкоза й фруктоза – моносахариди. Глюкоза – виноградний, а фруктоза – плодовий цукор. Моносахариди, які містять альдегідну групу, називають альдозами (глюкоза), а ті, що містять кетонну групу, – кетозами (фруктоза). Усі альдоза й кетози – ізомери. Вони мають відкриті ланцюги, однакову кількість атомів карбону в молекулі, а отже, й однакову молекулярну формулу.

Усі моносахариди, які мають в окисній формі вільний глюкозидний гідроксил, а у відкритій – вільну карбонільну групу, у тому числі глюкоза й фруктоза, у разі нагрівання в лужному розчині легко розщеплюються подібно до альдегідів і кетонів, утворюючи розчин чорного кольору. У результаті осмолювання утворюється складна суміш речовин, при цьому вуглеводи ізомеризуються в різних напрямках. Зазнаючи впливу дуже слабких лугів, вуглеводи суттєво не змінюються, проте можуть ізомеризуватися. Так, глюкоза в таких умовах частково ізомеризується у фруктозу.

Матеріали й реактиви: 10% розчин моносахаридів (глюкоза, фруктоза); концентрований розчин лугу, розведена сульфатна кислота (10 %), штатив із пробірками, піпетки, крапельниці, водяна баня.

Хід роботи

Дослід провести одночасно з кількома різними вуглеводами, використавші готові 5–10 % розчини моносахаридів.

До $1 - 2\text{ см}^3$ розчину вуглеводу додати удвічі менший об'єм концентрованого розчину лугу, нагріти суміш до кипіння і прокип'ятити 2–3 хв. Фіксують зміну забарвлення розчину (за наявності). Потім охолодити рідину й підкислити її розбавленою сульфатною кислотою, при цьому забарвлення має посвітлішати і з'являється запах карамелі (паленого цукру).

Хімія [Текст]: Методичні вказівки до виконання практичної роботи для студентів 2 курсу зі спеціальності «Готельно-ресторанна справа» денної форми навчання/ уклад. Н.М.Чорноус – Любешів: ВСП «Любешівський ТФК Луцького НТУ, 2023. – 25 с. .

Комп'ютерний набір і верстка : Н.М.Чорноус

Редактор: Н.М.Чорноус

Підп. до друку _____ 2023 р. Формат А4.
Папір офіс. Гарн.Таймс. Умов.друк.арк. 3,5
Обл.вид.арк. 3,4. Тираж 15 прим.