

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

05-02-235M

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять
із освітньої компоненти

«Біохімія рослин»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
денної та заочної форм навчання

Частина 1

Рекомендовано науково-
методичною радою з
якості ННІАЗ.

Протокол № 4 від
15.11.22 р.

Рівне – 2022

Методичні вказівки до лабораторних занять із освітньої компоненти «Біохімія рослин» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форм навчання. Частина 1 [Електронне видання] / Володимирець В. О. – Рівне : НУВГП, 2022. – 59 с.

Укладач: Володимирець В. О., к.біол.н., доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

Відповідальний за випуск: Колесник Т. М., к.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

Гарант ОП

Колесник Т. М.

© Володимирець В. О., 2022
© НУВГП, 2022

З М І С Т

Вступ	4
Лабораторне заняття № 1. Правила техніки безпеки в біохімічній лабораторії. Методи очистки органічних речовин	5
Лабораторне заняття № 2. Визначення вмісту сирій золи в рослинному матеріалі	10
Лабораторне заняття № 3. Визначення в сирій золі рослин вмісту валових форм фосфору	15
Лабораторне заняття № 4. Визначення в сирій золі рослин вмісту сумарного заліза	19
Лабораторне заняття № 5. Якісне визначення Карбону (вуглецю) та Гідрогену (водню) у складі вуглеводнів	24
Лабораторне заняття № 6. Вивчення властивостей спиртів. Отримання простих ефірів	27
Лабораторне заняття № 7. Вивчення властивостей альдегідів	32
Лабораторне заняття № 8. Вивчення властивостей карбонових кислот. Отримання складних ефірів	36
Лабораторне заняття № 9-10. Якісні реакції на моно- та полісахариди. Якісне та кількісне визначення вуглеводів	41
Лабораторне заняття № 11. Фізико-хімічні властивості ліпідів	51
Додаток 1. Правила техніки безпеки під час роботи в біохімічній лабораторії	57

ВСТУП

«Біохімія рослин» є однією із найважливіших фундаментальних освітніх компонентів у підготовці фахівців із агрономії. Вона вивчає специфічні біологічні процеси в рослинах на молекулярному рівні, речовинний склад та обмін речовин рослинних організмів.

Мета викладання освітньої компоненти “Біохімія рослин” полягає у вивченні здобувачами освіти речовинного складу рослинних організмів, структури, властивостей і біологічної ролі найважливіших сполук, які входять до складу рослин, окремих процесів метаболізму, що забезпечують повноцінне функціонування організму.

Основними завданнями освітньої компоненти є: розуміння біологічної ролі та значення різних груп органічних сполук у життєдіяльності рослинних організмів; з'ясування будови та структури найважливіших біохімічних компонентів у взаємозв'язку з їхньою роллю; характеристика шляхів перетворення основних біохімічних сполук; з'ясування механізмів дії біологічно активних сполук рослин; знання біохімічної характеристики найважливіших життєвих процесів (фотосинтезу, дихання, різних видів бродіння, синтезу білків, нуклеїнових кислот); встановлення залежності біохімічних процесів від внутрішніх і зовнішніх регуляторів.

Метою проведення лабораторних занять із освітньої компоненти є закріплення теоретичних знань шляхом набуття практичних навичок із статичної, динамічної й, у деякій мірі, функціональної біохімії рослин, опанування основними методами біохімічного аналізу. Під час проведення лабораторних занять здобувачі засвоюють методи якісного та кількісного визначення окремих біохімічних компонентів, досліджують їхній метаболізм.

Лабораторне заняття № 1

Тема: Правила техніки безпеки в біохімічній лабораторії. Методи очистки органічних речовин.

Мета заняття: Ознайомитись із основними правилами техніки безпеки під час роботи в біохімічній лабораторії; засвоїти окремі методи очистки та розділення органічних речовин.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Під час перебування та проведення навчальної й навчально-дослідної роботи в біохімічній лабораторії, необхідно дотримуватись відповідних правил техніки безпеки (дивись Додаток 1). Це дозволяє безпечно для здоров'я виконувати та проводити передбачені роботою операції, уникати небезпеки для працюючих осіб і зберігати від пошкодження наявні матеріальні цінності.

Органічні речовини, що виділені з природних джерел або одержані синтетично, часто забруднені різними сторонніми речовинами та домішками. Для виділення та очищення органічних сполук застосовуються такі методи: кристалізація, сублімація, екстракція, перегонка, хроматографія (на папері, на колонках з адсорбентом, тонкошарова) та ін. Показниками ступеня чистоти одержаної органічної речовини є фізичні константи: температура плавлення (загустіння), температура кипіння (замерзання), густина, показник заломлення світла, молекулярна рефракція та ін.

Кристалізація є одним із найбільш застосовуваних методів очищення твердих речовин, а також розділення сумішей. Принцип цього методу ґрунтується на різній розчинності речовин у розчиннику залежно від його температури. Для успішного проведення кристалізації важливе значення має правильний вибір розчинника. Одна з головних вимог до розчинника полягає в тому, щоб останній розчиняв речовину, яку потрібно кристалізувати, значно краще під час нагрівання, ніж за кімнатної температури.

Розчинник не повинен розчиняти домішки (у цьому випадку вони залишаться на фільтрі під час фільтрування) або, навпаки, повинен розчиняти їх дуже добре (у цьому випадку під час охолодження розчину вони не будуть кристалізуватись разом із очищеною речовиною та залишаться в маточному розчині). Гарячий розчин, насичений речовиною, яку потрібно кристалізувати, відфільтровують від нерозчинених домішок, потім фільтрат охолоджують. Осад, що випадає під час охолодження, відділяють фільтруванням, промивають свіжим розчинником, а потім сушать. Для більш повного виділення осаду охолодження можна проводити в охолоджуючих сумішах.

Сублімацію застосовують для очищення твердих речовин, які під час нагрівання минаючи рідку фазу (не плавлячись), переходять відразу в газоподібний стан (пару), а під час охолодження легко знову конденсується у твердий стан. У цьому процесі домішка не повинна випаровуватись. За певної температури одна з речовин у суміші сублімується з вищою швидкістю, ніж інша. Пари очищеної речовини конденсують на охолоджуваній поверхні.

Перегонка є одним із найбільш важливих методів виділення та очищення органічних речовин. У процесі перегонки речовина доводиться до кипіння, переводиться в газоподібний стан, а потім її пари конденсуються в рідину. Під час перегонки парова фаза містить більшу кількість низькокиплячого компонента, ніж рідина. Під час конденсації такої пари отримують рідину нового складу, збагачену низькокиплячою фракцією. У процесі перегонки чистої речовини температура кипіння постійна, тому що склад рідини та пари однаковий. Переганяти можна як рідкі, так і тверді речовини. Необхідною умовою використання цього методу є стійкість речовин до нагрівання. Якщо речовини, які розділяють, відрізняються за своєю леткістю мало, то їх неможливо добре розділити під час одноразового процесу випаровування та конденсації, тобто простою перегонкою. В цих випадках процеси випаровування та конденсації

повторюють багато разів (ректифікація). Залежно від умов проведення розрізняють три види перегонки: за звичайного атмосферного тиску, за пониженого тиску (перегонка у вакуумі), з водяною парою.

Екстракція ґрунтується на використанні відмінності в розчинності органічних речовин і домішок у тому або іншому розчиннику. Для екстракції підбирають відповідний розчинник, який добре розчиняє необхідну речовину та погано розчиняє домішки. Найчастіше екстрагування проводять із водних розчинів. Для виділення органічних речовин, які розчинені у воді, використовують ділильну лійку. Як розчинник для екстракції часто використовують ефір, ацетон, бензол, хлороформ, тетрахлорметан або чотирихлористий вуглець та інші.

Метод хроматографії останнім часом набув широкого поширення й використовується для розділення сумішей, у тому числі твердих речовин. Якщо метод розділення сумішей шляхом кристалізації ґрунтується на різній розчинності компонентів, то метод хроматографії ґрунтується на різній їхній адсорбованості з компонентів суміші певним адсорбентом. Іноді ця відмінність настільки велика, що, обробивши розчин невеликою кількістю адсорбенту, можна повністю вилучити один компонент суміші, залишивши інший у розчині. Однак, у більшості випадків відмінність в адсорбційній здатності компонентів суміші недостатня для їхнього повного розподілу в процесі одноразової обробки розчину адсорбентом. Багаторазова ж обробка розчину невеликими кількостями адсорбенту незручна та пов'язана з великими втратами. Замість цього розчин суміші пропускають через стовп адсорбенту (алюмінію оксид, силікагель і ін.), що заповнює вертикальну скляну трубку. Це і є хроматографічна колонка, де відбувається поглинання компонентів суміші адсорбентом. У цьому випадку компоненти, що володіють найбільшою адсорбційністю, поглинаються першими – верхніми шарами адсорбенту, а компоненти, що володіють меншою адсорбційністю, проходять далі й затримуються

наступними шарами. Стовп адсорбенту з такими шарами називається хроматограмою. Далі колонку промивають серією розчинників із поступово збільшуваною десорбційною здатністю (петролейний ефір, бензол, хлороформ і т. д.). У цьому випадку компоненти, пересуваючись вниз із різною швидкістю, розділяються набагато повніше (проявлення хроматограми). Таким способом компоненти суміші можна виділити, розділивши шари на частини механічним шляхом. Іноді компоненти суміші по чергово повністю вимивають із адсорбенту (проводять елювання). Хроматографічні методи розділення сумішей отримали широке застосування в хімії складних природних сполук, оскільки багато з цих сполук не переганяються без розкладання та важко кристалізуються. Техніка хроматографії постійно вдосконалюється; особливо це стосується розподільної хроматографії, зокрема хроматографії на папері.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1. Очистка сахарози від домішок крохмалю методом кристалізації.

Принцип методу. Цей метод ґрунтується на різній розчинності сахарози та крохмалю у воді. Для отримання очищеної кристалічної сахарози використовують охолодження.

Обладнання та реактиви: Фарфорові чашки, лійки, хімічні стакани на 100 мл та 250 мл, скляні палички, термометр, фільтрувальний папір, водяна баня, годинник, холодильна камера, дистильована вода, суміш сахарози та крохмалю.

Хід роботи. Суміш сахарози та крохмалю перенести в хімічний стакан на 250 мл. Сюди додати приблизно 70-100 мл дистильованої води та поставити його на водяну баню із температурою до 35⁰ С. Суміш помішувати склянню паличкою до повного розчинення сахарози. Після розчинення стакан зняти із водяної бані та охолодити до кімнатної температури. Після охолодження суміш профільтрувати в хімічний стакан

на 100 мл. Отриманий фільтрат розлити у фарфорові чашки. Чашки для кристалізації помістити в холодильну камеру на 30 хвилин. У процесі охолодження на дні чашок з'являються дрібні кристали сахарози. Зробити відповідні висновки.

2. Екстракція та розділення рослинних пігментів із використанням ділильної лійки.

Принцип методу. Цей метод ґрунтується на використанні різної розчинності суміші рослинних пігментів у тому або іншому розчиннику. Підбирають відповідний розчинник, який краще розчиняє одну речовину й гірше розчиняє інші речовини. Для екстракції рослинних пігментів із рослинної маси застосовують етанол, а для розділення екстрагованої суміші використовують ділильну лійку.

Обладнання та реактиви: Технохімічні ваги, штатив металевий із затискачем, ніж, водяна баня, хімічний стакан на 100 мл, мірний циліндр на 50 мл, градуйована пробірка, скляна паличка, чашка Петрі, ділильна лійка із корком на 100 мл, водопровідна вода, 96%-вий розчин етанолу, суміш рослинного матеріалу.

Хід роботи. На технохімічних вагах відважити 20 г суміші рослинного матеріалу та перенести його в чашку Петрі. За допомогою ножа матеріал грубо подрібнити та помістити в хімічний стакан на 100 мл. За допомогою мірного циліндру в стакан прилити 50 етанолу та поставити на водяну баню. В процесі нагрівання суміш помішувати скляною паличкою. Нагрівання продовжувати до забарвлення розчину та поступового знебарвлення рослинного матеріалу. Після цього суміш у стакані охолодити до кімнатної температури, потім розчин перелити в ділильну лійку ємністю 100 мл, за допомогою градуйованої пробірки прилити сюди 5-10 мл водопровідної води. Лійку закрити корком і перевернути краном уверх, підтримуючи однією рукою корок, а другою – кран. Лійку енергійно струшувати 2-3 хв. У процесі струшування необхідно кілька разів на короткий час відкривати корок для випускання пари спирту. Після цього перевернути лійку корком уверх, закріпити її в штативі на 10

хв. для розділення водного та спиртових шарів різного кольору. Потім відкрити корок і через кран злити спочатку увесь водний шар в колбу, а ефірний шар через верхній отвір лійки злити в іншу колбу.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Необхідність отримання чистих речовин у біохімії.
2. Методи та способи виділення та очищення речовин.
3. Показниками ступеня чистоти одержаної органічної речовини.
4. Характеристика основних способів очищення речовин.

Інформаційні ресурси:

Кобилецька М. С., Терек О. І. Біохімія рослин. Львів : Вид.-во Львівського нац. ун-ту, 2017.

Холодова Ю. Д., Шатурський Я. П. Біоорганічна хімія. Київ : Альфа-Принт, 2000.

Черних В. П., Зіменковський Б. С., Гриценко І. С. Органічна хімія. Харків : Вид-во НФаУ, 2008.

Лабораторна робота 1 методи виділення і очищення органічних речовин. URL: <https://studfile.net/preview/5375508/page:10/>.

Методи розділення і очищення органічних речовин. URL: <https://moyaosvita.com.ua/himiya/metodi-rozdilennya-i-ochishhennya-organichnix-rechovin/>.

Методи розділення і очищення органічних речовин. URL: <https://jak.koshachek.com/articles/metodi-rozdilennja-i-ochishhennja-organichnih.html>.

Лабораторне заняття № 2

Тема: Визначення вмісту сирої золи в рослинному матеріалі.

Мета заняття: Засвоїти методику отримання сирої золи з рослинного матеріалу сухим способом, визначити її вміст у запропонованих рослинних

зразках.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

У рослинних організмах виявлені практично всі природні ізотопи хімічних елементів, тобто ізотопи понад 70 елементів. Крім того, в організмах можуть бути присутні й штучно створені радіоізотопи елементів, які поступають у них із забрудненого середовища існування. Найбільше поширення в організмах мають 47 хімічних елементів. Ці елементи називаються біофільними або біогенними, оскільки вони утворюють основну масу тіла рослин. За участю хімічних елементів формується речовинний склад рослин.

Речовинний склад рослинних організмів є надзвичайно різноманітним. Тут виявлено понад 10 тисяч різних речовин, водночас внаслідок біохімічного вивчення рослин із кожним роком із них виділяють усе нові речовини. Особливою різноманітністю вирізняються органічні речовини. Всі речовини, що містяться в організмі рослин, поділяють на неорганічні та органічні. З неорганічних речовин найбільше значення мають вода та різні мінеральні солі. Склад органічних речовин досить різноманітний.

Залежно від поведінки хімічних елементів під час спалювання рослинного матеріалу їх поділяють на органогенні та зольні. Перші під час спалювання матеріалу звітряються у вигляді газів (сюди належить водень, кисень, вуглець, азот, сірка), а другі залишаються в складі рослинної золи (сюди належить решта елементів). Частка органогенних елементів становить 95-96% від сухої маси рослин. Залишок нелетких форм речовин після спалювання називається сирою золою та утворений саме зольними хімічними елементами, що входили здебільшого до складу органічних і органо-мінеральних сполук.

Отримання та аналіз сирої золи дозволяє оцінювати вміст суми мінеральних речовин у різні фази росту та розвитку рослин, їхніх окремих органах, прослідковувати її динаміку, характеризувати хімічний склад урожайної частини.

Сиру золу використовують для визначення у ній вмісту окремих зольних елементів, що дозволяє встановити винос їх із ґрунту в процесі формування урожаю та обґрунтувати потребу рослин у добривах. Такі аналізи мають досить важливе практичне значення.

Елементний і речовинний склад рослин, вміст сирової золи, залежать від виду рослин, від екологічних умов зростання, від функціонального стану організму, від віку та фази розвитку, агротехніки вирощування культур і деяких інших факторів.

Золу рослин можна отримати шляхом окиснення рослинного матеріалу. Для цього використовують сухе спалювання або речовини, що є сильними окиснювачами, наприклад мінеральні кислоти.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1. Отримання та визначення вмісту сирової золи в рослинних зразках сухим способом.

Принцип методу. Цей метод ґрунтується на отриманні сирової золи сухим способом. Попередньо висушений рослинний зразок спалюють у муфельній печі за температури 500-525⁰ С. За такої температури відбувається окиснення органічних речовин, утворені леткі форми звітрюються у вигляді газів, залишаються переважно мінеральні форми речовин, які сформовані зольними елементами. Отримана зола називається сировою, оскільки містить домішки піску, глини, вугілля та інші.

Обладнання та реактиви: Електронні та технохімічні ваги, фарфорові тиглі, металічні бюкси, ножиці, подрібнювач, металічні щипці, ексікатор, муфельна піч, рослинний матеріал.

Хід роботи. На електронних вагах зважити (старувати) попередньо прожарений фарфоровий тигель і записати його номер і масу (m). На технохімічних вагах відважити 2-5 г запропонованого рослинного матеріалу, ножицями його грубо порізати (на відрізки довжиною до 0,5 см) або подрібнити (якщо матеріал представлений у вигляді зерна або плодів).

Підготовлений зразок пухко вкласти у тарований фарфоровий тигель. На електронних вагах зважити фарфоровий тигель разом із рослинним матеріалом і записати цю масу (m_0). Тигель із рослинним матеріалом поставити у холодну муфельну піч і поступову збільшувати її нагрів до температури 200-250⁰ С. За цієї температури проводити попереднє озолування впродовж 1-1,5 год. Після цього температуру у муфельній печі поступово довести до 500-525⁰ С і за цієї температури проводити спалювання впродовж 3,5-4 год. Після спалювання тиглі щипцями витягти з печі, помістити в ексікатор і охолодити до кімнатної температури. Після охолодження фарфоровий тигель разом із сирою золою зважити на електронних вагах і записати цю масу (m_1).

На технохімічних вагах зважити металічний бюкс для визначення в рослинному матеріалі вмісту гігроскопічної води, записати його номер і масу (m_T). Подрібнити та вкласти у бюкс рослинний матеріал (аналогічно як і для тигля). На технохімічних вагах зважити бюкс разом із рослинним матеріалом і записати його масу (m_B). Бюкс разом із рослинним матеріалом поставити у сушильну шафу з температурою 105⁰ С і висушувати за такої температури упродовж 6 год. Після висушування бюкс із рослинним матеріалом помістити в ексікатор для охолодження до кімнатної температури. Охолоджений бюкс із рослинним матеріалом зважити на технохімічних вагах і записати цю масу (m_C).

За отриманими значеннями спочатку обчислити вміст гігроскопічної води ($w(H_2O)$) та коефіцієнт гігроскопічності (K_T):

$$w(H_2O) = \frac{m_B - m_C}{m_C - m_T} \cdot 100\%$$

$$K_T = 1 + \frac{w(H_2O)}{100\%} .$$

Знаючи значення K_G , розрахувати вміст сирової золи ($w(\text{золи})$) у зразку:

$$w(\text{золи}) = \frac{m_1 - m}{m_0 - m} \cdot K_G \cdot 100\%.$$

Порівняти між собою отримані значення вмісту сирової золи для різного рослинного матеріалу та зробити відповідні висновки.

Для зручності дані зважувань і результати обчислень записати в таблиці:

Рослинний матеріал	№ бюкса	Маса порожнього бюкса (m_r), г	Маса бюкса з матеріалом до висушування (m_b), г	Маса бюкса з матеріалом після висушування (m_c), г	Вміст гігроскопічної води ($w(\text{H}_2\text{O})$), %	Коефіцієнт гігроскопічності (K_G)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>

Рослинний матеріал	№ тигля	Маса порожнього тигля (m), г	Маса тигля з матеріалом до спалювання (m_0), г	Маса тигля з матеріалом після спалювання (m_1), г	Вміст сирової золи ($w(\text{золи})$), %
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Елементний і речовинний склад рослин, його залежність від різних факторів.
2. Органогенні та зольні елементи.
3. Практичне значення аналізу на визначення вмісту сирової золи.
4. Отримання сирової золи рослин.

Інформаційні ресурси:

Холодова Ю. Д., Шатурський Я. П. Біоорганічна хімія. Київ : Альфа-Принт, 2000.

Робота №27. Визначення вмісту золи у різних органах рослин. URL: <http://um.co.ua/12/12-8/12-84698.html>.

Робота 64. Визначення вмісту золи у різних органах рослин. URL: <https://studfile.net/preview/2266810/page:11/>.

Лабораторне заняття № 3

Тема: Визначення в сирій золі рослин вмісту валових форм фосфору.

Мета заняття: Засвоїти методику кількісного визначення валових форм фосфору в сирій золі рослин, визначити його вміст у запропонованих зразках.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Фосфор є важливим біогенним елементом, який входить до складу багатьох органічних сполук, а також у клітині знаходиться в неорганічних формах. Фосфор приймає безпосередню участь у більшості реакцій метаболізму, які пов'язані з виділенням або поглинанням енергії, зокрема в реакціях фосфорилювання. Фосфор приймає участь в обміні білків, амінокислот, нуклеїнових кислот, вуглеводів, ліпідів і багатьох інших речовин. Як структурний компонент фосфор входить до складу нуклеїнових кислот і нуклеотидів, АТФ, фосфоліпідів, окремих вітамінів, фітину. Максимальна кількість фосфору міститься в репродуктивних органах рослин, де його міститься в 3-6 разів більше, ніж у вегетативних і молодих частинах. У рослини фосфор надходить із ґрунтового розчину здебільшого у формі іонів H_2PO_4^- та HPO_4^{2-} . У клітині вони включаються в обмін різних метаболітів.

Біогеохімічна поведінка фосфору значно відрізняється від поведінки таких елементів, як азот, вуглець, кисень, сірка.

Це пов'язано, насамперед, із тим, що фосфор майже не утворює стійких газоподібних форм, хоча інколи вони з'являються в болотних ландшафтах (найчастіше фосфін). Через відсутність леткості в природних сполуках фосфору, в його колообізі не приймає участь атмосфера. Фактично фосфор циркулює в біосфері в єдиній хімічній формі – у вигляді ортофосфат-іона PO_4^{3-} . Перетворення сполук фосфору не зачіпають атмосфери.

Загальні запаси фосфору у ґрунті дуже малі (до 0,3%); 10-20% із них є доступними для рослин, 50-60% – малодоступними й 20-40% – недоступними. У ґрунті фосфор є одним із дефіцитних елементів, його вносять як мінеральне добриво. Наукові дані та досвід землеробства свідчать, що фосфор практично завжди є лімітуючим у ґрунтах і водах та обмежує біологічну продуктивність планети. Дефіцит його для рослин загострюється низькою фізіологічною доступністю, а також необмінною фіксацією (зафосфаченістю кореневмісних шарів). Родючість ґрунтів звичайно лімітується вмістом у них засвоюваних фосфатів, які первинно потрапляють у них під час природного процесу вивітрювання ґрунтоутворюючих порід. Внесення фосфорних добрив разом із азотними й калійними збільшує врожаї та виноси фосфору разом із врожаєм. Мінеральні сполуки фосфору піддаються процесові ретроградації, за якого вони перетворюються у практично нерозчинні фосфати й гідроксофосфати. З цих сполук фосфор здатні засвоювати лише деякі рослини. Процес ретроградації, таким чином, омертвляє фосфорні запаси ґрунтів і є тупиковою гілкою його колообігу. Біогеохімічна рухливість фосфору залежить від умов середовища, форм його знаходження, наявності карбонатної кислоти, біогенності середовища, температури. Органічні сполуки фосфору стають доступними рослинам після мінералізації цих сполук мікроорганізмами.

Під час спалювання рослинного матеріалу фосфор залишається у складі золи, яку використовують для його

визначення. Визначення фосфору в різних частинах рослини дозволяє оцінити його винос із ґрунту рослинами.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1. Визначення в сирій золі рослинних зразків вмісту валових форм фосфору методом Деніже.

Принцип методу. Спочатку за допомогою хлоридної кислоти фосфор вилучають (екстрагують) із золи рослин, на наступному етапі визначають вміст фосфору в екстракті методом Деніже. Цей метод ґрунтується на утворенні фосфоромолібденової кислоти $((\text{MoO}_2 \cdot 4\text{MoO}_3)_2 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$ із іонів фосфору та амоній молібдату, яка шляхом відновлення у хлоридному середовищі за допомогою іонів олова (Стануму) набуває синьоблакитного кольору. Безпосередньо вміст фосфору у зразку визначають спектрофотометричним способом за калібрувальним графіком, який будують за відомими концентраціями фосфору.

Обладнання та реактиви: ФЕК, хімічні стакани на 50 і 100 мл, мірні колби на 100 мл, скляні палички, лійки, піпетки градуйовані, фільтрувальний папір, 25%-ий розчин хлоридної кислоти (HCl), 1%-ий розчин амоній гідроксиду (NH₄OH), 2,5%-ий розчин амоній молібдату $((\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4)$, розчин хлористого олова або олова(II) хлориду (SnCl₂), фенолфталеїн, дистильована вода, рослинні зразки у формі сирої золи.

Хід роботи. Для аналізу використати сиру золу, отриману на попередньому занятті. Сиру золу у фарфоровому тиглі злегка змочити декількома краплями дистильованої води із хімічного стакана на 50 мл. Сюди ж у тигель піпеткою поступово прилити 5 мл розчину хлоридної кислоти, помішуючи склянню паличкою його вміст. Вміст тигля профільтрувати у мірну колбу на 100 мл. Тигель і паличку три рази сполоснути дистильованою водою з хімічного стакана, кожного разу виливаючи її на фільтр. Після цього вміст колби дистильованою водою довести до мітки та обережно збовтати.

Із цієї колби піпеткою відібрати 10 мл розчину в іншу мірну колбу на 100 мл. Сюди додати 2-3 краплі фенолфталеїну

та нейтралізувати вміст колби розчином амоній гідроксиду до появи блідорожевого кольору. Після цього вміст колби довести дистильованою водою до мітки та обережно збовтати.

Із цієї колби піпеткою відібрати 10 мл в іншу мірну колбу на 100 мл, до половини її об'єму долити води, додати сюди 2 мл розчину амоній молібдату та 5 крапель олова(II) хлориду. Після цього вміст колби дистильованою водою довести до мітки та обережно збовтати. Розчин набуде синьо-блакитного кольору.

Через 10 хв. методом спектрофотометрії визначити оптичну густину розчину дослідного зразка з останньої колби, пропустивши його на ФЕКу з червоним світлофільтром (довжина хвилі 650 нм). Порядок роботи на ФЕКу описаний в інструкції до приладу. Використовуючи отримане значення на приладі, за калібрувальним графіком визначити вміст фосфору у перерахунку на P_2O_5 в мг на 100 мл розчину (а) та обчислити його вміст ($w(P_2O_5)$) у % від сухої речовини за формулами:

$$w(P_2O_5) = \frac{a}{m_E} \cdot 100\% ;$$

$$m_E = \frac{(m_1 - m) \cdot V_0 \cdot V}{V_1 \cdot V_2},$$

де m_E – наважка сухої речовини, що відповідає кількості розчину, взятого для визначення фосфору, мг; $(m_1 - m)$ – маса сирієї золи, г (взяти із попереднього заняття); V_0 – об'єм витяжки взятої для розбавлення з першої колби, мл; V – об'єм витяжки взятої з другої колби для аналізу, мл; V_1 та V_2 – об'єм відповідно 1 і 2 колб.

Результати аналізу записати в таблицю:

Вид рослини, урожайна частина	Вміст валових форм фосфору в сирій золі, %

Порівняти між собою отримані значення вмісту фосфору для різного рослинного матеріалу та зробити відповідні висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Біологічна роль фосфору як біогенного елемента.
2. Форми знаходження фосфору в рослинній клітині.
3. Біогеохімічна поведінка фосфору.
4. Вміст і форми знаходження фосфору в ґрунті.

Інформаційні ресурси:

Холодова Ю. Д., Шатурський Я. П. Біоорганічна хімія. Київ : Альфа-Принт, 2000.

Рухомий фосфор як індикатор якості ґрунту. URL: <https://podilagrohimservis.com.ua/tpost/npsb9jrpj31-ruhomii-fosfor-yak-ndikator-yakost-runtu>.

Вплив фосфору на зріст та розвиток рослин. URL: <https://www.agroglass.com.ua/home/udobreniya/vpliv-fosforu-na-rist-ta-rozvitok-ros/>.

Методи визначення фосфору в рослинах та ґрунті. URL: <https://d-learn.pnu.edu.ua> > data > users > Лекція

Лабораторне заняття № 4

Тема: Визначення в сирій золі рослин вмісту сумарного заліза.

Мета заняття: Засвоїти методику кількісного визначення сумарного заліза в сирій золі рослин, визначити його вміст у запропонованих зразках.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Залізо (Ферум) є також важливим біогенним елементом (біометалом), який із усіх металів має найбільший вміст в організмі рослин (наприклад, його вміст у листках становить 50-300 мг/кг у перерахунку на суху масу). Розподіл заліза в рослині нерівномірний. Так, у коренях його концентрація в кілька разів вища, ніж у пагонах. У гороху та кукурудзи в

клітинах кореня й пагона залізо в основному (понад 60% загального заліза в клітині) зосереджене в клітинних стінках.

Залізо входить до складу багатьох ферментів, передусім оксидоредуктаз (пероксидази, каталаза, цитохромоксидаза, рибонуклеотидредуктаза), і таким чином відіграє досить важливу роль в окисно-відновних процесах рослинного організму, особливо в хлоропластах, мітохондріях (аеробне дихання) та пероксисомах. Залізо є складовим компонентом комплексу нітрогенази азотфіксуючих бактерій. Участь заліза в окисно-відновних реакціях визначається його легкою здатністю до зміни ступеня окиснення (з Fe^{2+} до Fe^{3+} і навпаки) та високою здатністю до комплексоутворення. Залізовмісними сполуками є різні цитохроми, ферредоксини та інші білки. В складі білків залізо може знаходитись у геміновій формі або в негеміновій формі. Залізо бере участь у синтезі хлорофілу та в метаболізмі нуклеїнових кислот.

За нестачі заліза в листках рослин порушується утворення хлорофілу, внаслідок чого в різних сільськогосподарських культур, і особливо в плодових дерев, розвивається хлороз листя, який проявляється в першу чергу на молодих верхніх листках та пагонах (лиски втрачають зелене забарвлення, бліднуть і передчасно опадають), крім того, в рослинах затримується синтез ростових речовин – ауксинів. Особливо чутливі до нестачі заліза кукурудза, бобові культури, картопля, капуста, помідор, виноград, плодови, цитрусові та декоративні культури. За гострої нестачі заліза неминуче настає загибель рослин. У дерев і кущів зелене забарвлення верхівкових листків зникає повністю, вони стають майже білими та поступово всихають. Водночас надлишок заліза зумовлює відмирання листків без зміни їхнього темно-зеленого забарвлення, також пригнічується ріст рослин, вони утворюють мало квіток, в'януть, верхівки пагонів відмирають.

Залізо є мікроелементом, який засвоюється рослинами в найбільшій кількості. З урожаєм культур із ґрунту виноситься від 0,6 до 9 кг/га заліза. Критичний рівень нестачі заліза,

оптимальний вміст і рівень його токсичної концентрації для більшості рослин знаходяться відповідно в межах значень: 10-115; 30-250 і 250-500 мг/кг ґрунту. Оскільки розчинність заліза невелика, його мобілізації допомагають корені рослин. Корені односім'ядольних (ліліопсидних) рослин синтезують хелатори – фітосидерофори типу нікотинаміну та виділяють їх у зовнішнє середовище. Мікробні сидерофори зв'язують головним чином Fe^{3+} , а фітосидерофори – Fe^{2+} і переводять його в розчинну форму.

Кларк заліза в земній корі становить 4,65 (за Кларком), в осадових породах – 3,33 (за Виноградовим). За цими показниками залізо займає друге місце серед металів і четверте серед елементів (після кисню, кремнію, алюмінію). Залізо зустрічається у природі в складі різних хімічних сполук (оксидів, гідроксидів, сульфідів, хлоридів, ферритів та ін.). Хімічно найбільш активною є колоїдна форма гідроксиду заліза, що обумовлює її здатність багаторазово змінювати ступінь дисперсності. У ґрунті валовий вміст заліза коливається від 1 до 10%, однак поширені переважно його важкорозчинні сполуки. Обмінно-поглинені форми заліза – це іони Fe^{2+} і Fe^{3+} , $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$, $\text{Fe}(\text{OH})^+$, співвідношення окиснених і відновлених форм залежить від окисно-відновних умов у ґрунті. Із зростанням значення рН розчинність заліза зменшується, а в нейтральних і карбонатних ґрунтах залізо випадає в осад у формі $\text{Fe}(\text{OH})_3$, тому в таких ґрунтах існує загроза дефіциту заліза. З іншого боку, в кислих ґрунтах залізо легкорозчинне, що може викликати отруєння рослин через надмірне надходження цього елемента в організм. Дефіцит заліза найчастіше спостерігається саме на карбонатних ґрунтах і на ґрунтах із високим вмістом засвоюваних фосфатів, які сприяють переведенню заліза в малодоступні для рослин форми. Дефіцит заліза ліквідовують шляхом проведення позакореневих підживлень.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1. Визначення в сирій золі рослинних зразків сумарного вмісту форм заліза.

Принцип методу. Спочатку за допомогою сульфатної кислоти залізо вилучають (екстрагують) із золи рослин і переводять усі його форми у форму Fe^{3+} , на наступному етапі визначають вміст цієї форми. Визначення вмісту цієї форми ґрунтується на утворенні в кислому середовищі з Fe^{3+} та калій роданіду комплексної сполуки червоного кольору. Безпосередньо вміст заліза в зразку визначають спектрофотометричним способом за калібрувальним графіком, який будують за відомими концентраціями заліза.

Обладнання та реактиви: ФЕК, бюретка, конічні колби на 50 мл, градуйовані пробірки з притертим корком, лійки, піпетки градуйовані, хімічний стакан на 50 мл, скляні палички, беззольний фільтр, 0,5 н розчин сульфатної кислоти (H_2SO_4), розбавлений (1 : 1) розчин хлоридної кислоти (HCl), розчин калій роданіду (калій тіоціанату) (KSCN) (40 г його кристалічної солі розчинити в 200 мл дистильованої води), дистильована вода, рослинні зразки у формі сирої золи.

Хід роботи. Для аналізу використати сиру золу, отриману на попередньому занятті. Сиру золу у фарфоровому тиглі розчинити шляхом обережного додавання за допомогою бюретки 7 мл розчину сульфатної кислоти, помішуючи скляною паличкою його вміст.

Вміст тигля профільтрувати у конічну колбу на 50 мл через беззольний фільтр. У градуйовану пробірку з притертим корком налити 1 мл досліджуваного фільтрату (за дуже низького вмісту заліза розчин має слабкий жовтий відтінок або прозорий).

У пробірку долити 3 мл розбавленої хлоридної кислоти, 1 мл розчину калій роданіду та дистильованою водою довести об'єм пробірки до 10 мл. Уміст пробірки закрити кором і перемішати.

Через 5 хв. методом спектрофотометрії визначити оптичну густину розчину дослідного зразка з пробірки,

пропустивши його на ФЕКу із зеленим світлофільтром (довжина хвилі 540 нм). Порядок роботи на ФЕКу описаний в інструкції до приладу. Використовуючи отримане значення на приладі, за калібрувальним графіком визначити вміст сумарного заліза у робочому розчині (а) у мг та обчислити його вміст (w(Fe)) у мг/кг сирової золи за формулою:

$$w(\text{Fe}) = \frac{a \cdot V}{V_1 \cdot (m_1 - m)},$$

де V – загальний об'єм розчину, мл; V₁ – об'єм розчину, взятого для аналізу, мл; (m₁ – m) – маса сирової золи, г (взяти із заняття № 2).

Результати аналізу записати в таблицю:

Вид рослини, урожайна частина	Вміст сумарного заліза в сирій золі, мг/кг

Порівняти між собою отримані значення вмісту сумарного заліза для різного рослинного матеріалу та зробити відповідні висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Біологічна роль заліза як біогенного елемента.
2. Форми знаходження заліза в рослинній клітині.
3. Біогеохімічна поведінка заліза.
4. Вміст і форми знаходження заліза в ґрунті.

Інформаційні ресурси:

Холодова Ю. Д., Шатурський Я. П. Біоорганічна хімія. Київ : Альфа-Принт, 2000.

Мікроелементи. Залізо (Fe). URL: <https://growex.ua/ua/blog/mikroelementi-zalizo-fe>.

Наслідки нестачі мікроелементів с. г. рослин Fe(залізо).
URL: <https://uarostok.ua/statt/nasldki-nestach-mkroelementv-v-s.g.-roslin/nasldki-nestach-mkroelementv-s.-g.-roslin-fe-zalzo/>.

Кругообіг заліза. URL: https://lifelib.info/microbiology/microbiology_2/51.html.

Кругообіг мікроелементів. Кругообіг заліза (феруму) в природі. URL: https://eduknigi.com/ekol_view.php?id=174.

Лабораторне заняття № 5

Тема: Якісне визначення Карбону (вуглецю) та Гідрогену (водню) у складі вуглеводнів.

Мета заняття: Дослідним шляхом встановити наявність у складі вуглеводнів Карбону та Гідрогену.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Вуглеводні – це органічні сполуки, молекули яких складаються лише з атомів вуглецю (Карбону) та водню (Гідрогену). В рослинних організмах вуглеводні не мають великого поширення, в більшості видів рослин їхній уміст є незначним. Однак, в окремих видів вуглеводні можуть утворюватись у процесі метаболізму. В цілому для рослин характерні вищі насичені вуглеводні (алкани) з непарним числом атомів вуглецю. Утворюються вони шляхом декарбоксілювання (відщеплення –COOH групи) жирних кислот, серед яких, як відомо, переважають сполуки з парним числом атомів Карбону. Вуглеводень етан (C₂H₆) у невеликих кількостях синтезується в соснових голках. Одна з його функцій – відлякування комах. Однією з найпоширеніших сполук у рослинному світі можна назвати етилен (C₂H₄). Він є рослинним гормоном (фітогормоном), який регулює певні фізіологічні процеси в усьому рослинному світі. Вуглеводні є основою природнього каучуку або латексу.

Залежно від будови вуглецевого скелета вуглеводні поділяють на ациклічні (аліфатичні), аліциклічні та

ароматичні. Аліфатичні вуглеводні мають відкритий (незамкнений) вуглецевий ланцюг (лінійний або розгалужений). За ступенем насиченості вуглець-вуглецевих зв'язків їх поділяють на алкани (насичені вуглеводні), алкени (вуглеводні з подвійним зв'язком), алкадієни (вуглеводні з двома подвійними зв'язками), алкіни (вуглеводні з потрійним зв'язком). Аліциклічні та ароматичні вуглеводні мають замкнений вуглецевий ланцюг. Ароматичні вуглеводні (арени), залежно від кількості бензенових (бензольних) ядер, поділяють на одноядерні та багатоядерні. Всі інші вуглеводні циклічної будови, крім ароматичних, відносять до аліциклічних.

Наявність вуглецю та водню у складі молекул вуглеводнів можна виявити експериментально у лабораторних умовах.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1. Виявлення вуглецю (Карбону) та водню (Гідрогену) у складі вуглеводнів.

Принцип методу. Органічні речовини, зокрема вуглеводні, за наявності окисників під час нагрівання здатні окиснюватись. У цьому випадку водень, який входить до складу вуглеводнів, сполучаючись із киснем, перетворюється на воду. Вона виявляється за допомогою безводного купрум (II) сульфату, який має білий колір, а після приєднання води, що утворилася внаслідок окиснення вуглеводню, перетворюється в кристалогідрат блакитного кольору. Вуглець внаслідок окиснення перетворюється в CO_2 , який можна виявити за допомогою вапняної води. Сполучаючись із CO_2 , вапняна вода мутніє.

Обладнання та реактиви: технохімічні ваги, фарфорова чашка, лопатки для реактивів, пробірки, корок із газовідвідною трубкою, спиртівка, штатив для закріплення пробірок, вата, свіжоприготовлений розчин вапняної води (насичений водний розчин кальцій гідроксиду ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)), порошок купрум (II) оксиду, порошок безводного купрум(II)

сульфату, парафін.

Хід роботи. У фарфоровій чашці добре перемішати 1-2 г купрум (II) оксиду та 0,2 г парафіну, потім суміш помістити на дно сухої пробірки, зверху ще трохи насипати купрум (II) оксиду. У верхню частину пробірки у вигляді корка помістити трохи вати та насипати на неї небагато білого порошку безводного купрум(II)сульфату. Пробірку закрити корком із газовідвідною трубкою та закріпити на штативі. Кінець трубки повинен майже впиратися в шматок вати із купрум(II) сульфатом. Нижній кінець газовідвідної трубки занурити у пробірку із свіжоприготовленим розчином вапняної води, яку також закріпити на штативі (рис. 5.1).

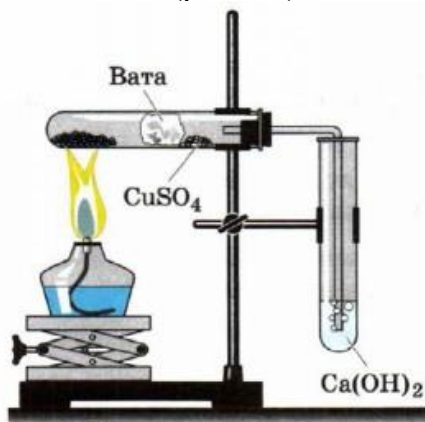


Рис. 5.1. Установка для виявлення вуглецю та водню

Пробірку нагрівати упродовж 2-3 хвилин. Якщо корок щільно закриває пробірку, то через кілька секунд із газовідвідної трубки почнуть виділятися бульбашки газу. Як тільки вапняна вода помутніє, пробірку з нею потрібно відставити. Пробірку продовжувати нагрівати, поки пара води не досягне білого порошку купрум(II) сульфату і не зумовить його посиніння. На основі спостережень зробити відповідні висновки про наявність вуглецю та водню у досліджуваній органічній сполуці.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Вуглеводні, поширення в рослинах, біологічна роль.
2. Особливості структури різних груп вуглеводнів, їхня номенклатура.
3. Фізичні властивості різних груп вуглеводнів.
4. Хімічні властивості різних груп вуглеводнів.

Інформаційні ресурси:

Боднарюк Ф. М. Органічна хімія. Рівне : НУВГП, 2002.

Холодова Ю. Д., Шатурський Я. П. Біоорганічна хімія.

Київ : Альфа-Принт, 2000.

Чирва В. Я. та ін. Органічна хімія. Львів : БаК, 2009.

Алкани (парафіни). URL:

https://studopedia.com.ua/1_137542_klasifikatsiya-za-funktsionalnoyu-grupoju.html.

Класифікація вуглеводнів. URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=2zR7Nbg4UFw>.

Алкани: загальна характеристика і фізичні властивості.

URL: <https://www.youtube.com/watch?v=1rheC7hCbXc>.

Етилен і ацетилен. Молекулярні та структурні формули, фізичні властивості. URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=Gkr6I6F9u20>.

Лабораторне заняття № 6

Тема: Вивчення властивостей спиртів. Отримання простих ефірів.

Мета заняття: Дослідити характерні властивості спиртів; за допомогою відповідних реактивів отримати простий ефір.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Спирти (алкоголі) – це похідні вуглеводнів, у молекулах яких один або кілька атомів водню заміщені на гідроксильні групи (R–OH). У молекулах фенолів (відповідно гідрокси похідних бензену і нафталену) гідроксильні групи

сполучені безпосередньо з атомами вуглецю ароматичного ядра, на відміну від ароматичних спиртів, де гідроксигрупа сполучена з бічним вуглеводневим радикалом.

Спирти, наприклад спирти нормальної будови, що містять до 11 атомів вуглецю в ланцюгу, за звичайних умов є рідкими. Вищі гомологи є твердими речовинами. Густина всіх спиртів менша одиниці. Розчинність спиртів у полярних і неполярних розчинниках залежить від того, яка частина загальної маси молекули припадає на гідроксильну групу. Нижчі спирти (до пропанолу включно) змішуються з водою в будь-яких співвідношеннях (необмежено розчинні у воді) завдяки утворенню водневих зв'язків між молекулами спирту і води. Наступні гомологи, починаючи з C₄, обмежено розчинні у воді. З підвищенням молекулярної маси розчинність у воді поступово зменшується і для вищих спиртів практично дорівнює нулю. Насичені спирти незабарвлені. Запах нижчих спиртів – характерний різкий «алкогольний», середніх гомологів – сильний неприємний «сивушний»; третинні спирти мають характерний запах плісняви; вищі – позбавлені запаху. За фізіологічним впливом деякі спирти мають отруйну або наркотичну дію.

Спирти піддаються повному (горіння) або неповному окисненню. За участю –ОН-групи спиртів вони взаємодіють із активними металами, з галогеноводнями, зазнають внутрішньомолекулярної та міжмолекулярної дегідратації, з карбоновими кислотами вступають у реакцію естерифікації.

Прості ефіри можна розглядати і як похідні спиртів, у яких водень гідроксильної групи заміщений одновалентним вуглеводневим радикалом: R–OH на R–O–R, і як похідні води, в якій обидва атоми водню заміщені одновалентними вуглеводними радикалами: H–O–H на R–O–R.

Залежно від того, чи є в молекулі ефіру однакові або різні вуглеводневі радикали, їх поділяють на прості й змішані ефіри. Метиловий і метилетиловий ефіри – гази, далі – рідкі речовини, з (C₁₇H₃₅)O – тверді. Прості ефіри реакційно малоактивні, не гідролізуються, легко займаються. Ефіри

легко реагують із йодидною кислотою, під впливом якої зв'язок С–О розривається. Прості ефіри виявляють підвищену здатність до автоокиснення за присутності кисню з утворенням пероксидів.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1. Розчинність спиртів у воді.

Принцип методу. Розчинність спиртів із підвищенням їхньої молекулярної маси та збільшенням вуглеводневого радикалу зменшується. Тому найкраще у воді розчиняються метанол і етанол, частково бутанол, пентанол та ізомерні спирти.

Обладнання та реактиви: пробірки, пробірки градуйовані на 10 мл, штатив для пробірок, концентровані розчини етанолу, н-бутанолу, пентанолу, ізоамілового спирту, вода.

Хід роботи. В чотири пробірки налити по 2 мл етанолу, бутанолу-1, пентанолу та ізомерного спирту. До спиртів у кожену пробірку додати по 5 мл води. Пробірки збовтати та спостерігати розчинність спиртів у воді. Зробити відповідні висновки про розчинність різних спиртів.

2. Утворення етиленгліколем та гліцерином комплексу з купрум(II) гідроксидом.

Принцип методу. Багатоатомні спирти (наприклад, етиленгліколь, гліцерин), проявляючи слабкі кислотні властивості, взаємодіють із купрум(II) гідроксидом із утворенням комплексної сполуки яскравого синього кольору.

Обладнання та реактиви: пробірки, пробірки градуйовані на 10 мл, штатив для пробірок, 5%-ий розчин купрум(II) сульфату (CuSO_4), 5%-ий розчин натрій гідроксиду (NaOH), етиленгліколь, гліцерин, 96%-ий розчин етанолу.

Хід роботи. В кожену з трьох пробірок налити по 1 мл розчину купрум(II) сульфату та 1,5 мл розчину натрій гідроксиду. До драглистого осаду купрум(II) гідроксиду блакитного кольору, що утворюється в результаті реакції, додати: в першу пробірку – декілька крапель етиленгліколю; в

другу – декілька крапель гліцерину; в третю – розчину етанолу. В першій та другій пробірках спостерігається утворення розчинів синього кольору, в третій пробірці осад не розчиняється. Зробити відповідні висновки.

3. Взаємодія фенолу з лугом.

Принцип методу. Внаслідок обмеженого розчинення фенолу у воді, він утворює з водою емульсію білого кольору та виявляє слабкі кислотні властивості. За рахунок цього він взаємодіє з лугами, утворюючи розчинні у воді феноляти металів. Нейтралізація лугів, наприклад, сульфатною кислотою, зумовлює зворотню появу фенольно-водної емульсії.

Обладнання та реактиви: пробірки, пробірки градуйовані на 10 мл, штатив для пробірок, лопатка, кристалики фенолу, 2 н розчин натрій гідроксиду (NaOH), концентрована сульфатна кислота (H_2SO_4), вода.

Хід роботи. В пробірку помістити декілька кристаликів фенолу, сюди долити 1 мл води та збовтати. До водної емульсії фенолу білого кольору краплями додати, постійно струшуючи пробірку, розчин натрій гідроксиду до розчинення суспензії. Потім до утвореного розчину додати декілька краплин розчину сульфатної кислоти. В результаті реакції знову з'являється біла емульсія фенолу. Зробити відповідні висновки.

4. Кольорова реакція на фенол.

Принцип методу. Під час взаємодії фенолів із ферум(III) хлоридом утворюються забарвлені комплексні сполуки, колір яких залежить від числа та розміщення груп –ОН біля бензольного ядра. Ці реакції є якісними реакціями на різні феноли.

Обладнання та реактиви: пробірки, пробірки градуйовані на 10 мл, штатив для пробірок, 1%-ий розчин ферум(III) хлориду, насичений водний розчин фенолу, 1%-ий розчин гідрохінону.

Хід роботи. В пробірку налити 2 мл розчину фенолу, додати сюди 2-3 краплі розчину ферум(III) хлориду. В

результаті реакції спостерігається поява червоно-фіолетового забарвлення. Аналогічну реакцію провести з розчином гідрохінону. В цьому випадку з'являється синє забарвлення. Зробити відповідні висновки.

5. Добування етилового ефіру.

Принцип методу. Під час взаємодії спиртів між собою за наявності водовідбираючих речовин (наприклад, сульфатної кислоти) та температури, нижчої за 100°C, відбувається міжмолекулярна дегідратація та утворення простих ефірів, присутність яких можна встановити за характерним запахом.

Обладнання та реактиви: пробірки, пробірки градуйовані на 10 мл, спиртівка, штатив для пробірок, пробіркотримач, 96%-ий розчин етанолу, концентрована сульфатна кислота (H₂SO₄).

Хід роботи. В суху пробірку внести однаковий об'єм (2-3 краплини) розчину етанолу (можна ректифікату) та концентрованої сульфатної кислоти, потім на спиртівці обережно нагрівати пробірку до початку кипіння. Після початку кипіння віднести пробірку від джерела нагрівання, до гарячої суміші додати 2-3 краплини етилового спирту, на нюх визначити характерний запах етилового ефіру, що з'являється без додаткового нагрівання. Зробити відповідний висновок.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Спирти, поширення в рослинах, біологічна роль.
2. Особливості структури спиртів, їхня номенклатура.
3. Фізичні властивості різних груп спиртів.
4. Хімічні властивості різних груп спиртів.
5. Прості ефіри.

Інформаційні ресурси:

Боднарюк Ф. М. Органічна хімія. Рівне : НУВГП, 2002.
Холодова Ю. Д., Шатурський Я. П. Біоорганічна хімія.
Київ : Альфа-Принт, 2000.
Чирва В. Я. та ін. Органічна хімія. Львів : БаК, 2009.

Спирти, феноли. URL:
<http://de.khnu.km.ua/labrun.aspx?a=194&b=4&c=101>.

Хімічні властивості насичених одноатомних спиртів.
URL: <https://www.youtube.com/watch?v=BnfUmEe40SE>.

Поняття про багатоатомні спирти на прикладі гліцеролу, його хімічні властивості. URL:
https://www.youtube.com/watch?v=s3MTr_fti-Y.

Лабораторне заняття № 7

Тема: Вивчення властивостей альдегідів.

Мета заняття: Дослідити характерні властивості альдегідів.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Альдегіди є органічними речовинами, що містять карбонільну функціональну групу $\text{C}=\text{O}$ або оксогрупу, однак тут одна з валентностей вуглецю карбонільної групи сполучена з воднем. Альдегіди характеризуються великою реакційною здатністю, більшість їхніх реакцій обумовлена саме присутністю активної карбонільної групи.

Метаналь (формальдегід) є газом із гострим запахом. Альдегіди з C_2 до C_{15} є безбарвними рідинами, починаючи з альдегіду C_{16} , речовини є твердими, Альдегіди переважно розчинні у воді, зі збільшенням молекулярної маси їхня розчинність зменшується. Альдегіди з C_3 по C_6 мають неприємний запах, вищі альдегіди мають приємний запах. Вищі альдегіди та кетони добре розчинні в органічних розчинниках.

Альдегіди доволі легко окиснюються навіть за дії таких слабких окиснювачів, котрими є іони Ag^+ і Cu^{2+} , перетворюючись на карбонові кислоти. За подвійним зв'язком в альдегідній групі відбувається приєднання водню, внаслідок чого утворюються первинні спирти. Альдегіди легко приєднують спирти з утворенням напівацеталю (продуктів приєднання до карбонільної групи) та ацеталю, що

утворюється внаслідок відщеплення води від напівацеталу за присутності кислот. Для альдегідів характерні реакції полімеризації, під час яких відбувається розрив подвійного зв'язку карбонільної групи, атом кисню однієї молекули сполучається з атомом карбонільного вуглецю іншої молекули, в результаті яких можуть утворитися лінійні та циклічні продукти. Також для альдегідів характерні реакції конденсації.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1. Окиснення формаліну аміачним розчином аргентум оксиду (реакція «срібного дзеркала»).

Принцип методу. Альдегіди мають здатність відновлювати аміачний розчин аргентум гідроксиду, що утворюється під час взаємодії аргентум нітрату з натрій гідроксидом та водним розчином аміаку, до металічного срібла. Альдегіди в цьому випадку окиснюються до карбонових кислот. Ця реакція (реакція «срібного дзеркала», реакція Толленса) є якісною реакцією на альдегіди.

Обладнання та реактиви: пробірки, пробірки градуйовані на 10 мл, штатив для пробірок, водяна баня, 5%-ий розчин аргентум нітрату, 5%-ий розчин натрій гідроксиду, 10%-ий водний розчин аміаку, 1%-ий розчин формаліну, ацетон.

Хід роботи. В ретельно вимиту пробірку внести 1 мл розчину аргентум нітрату, 1 мл розчину натрій гідроксиду та краплями водний розчин аміаку до розчинення сірого осаду, що утворюється. Потім до вмісту пробірки додати 0,5 мл формаліну. Пробірку помістити на водяну баню з гарячою водою. Через деякий час у пробірці спостерігається випадання металічного срібла у вигляді чорного осаду або його осадження на стінках пробірки у вигляді блискучого дзеркального нальоту. Повести аналогічну реакцію, в якій ацетальдегід замінити на ацетон. Зробити відповідні висновки.

2. Відновлення купрум(II) гідроксиду формаліном (реакція Феллінга).

Принцип методу. Сполуки купрум(II) здатні окиснювати альдегіди до карбонових кислот, а самі в цьому випадку відновлюються до купрум(I) оксиду червоного кольору. Завдяки сегнетовій солі (реактив Фелінга) іони купруму перебувають у вигляді комплексної сполуки з тартратами (солями винної кислоти), тому за надлишку купрум(II) сульфату не випадають в осад у вигляді купрум(II) оксиду.

Обладнання та реактиви: пробірки, пробірки градуйовані на 10 мл, штатив для пробірок, водяна баня, скляна паличка, розчин купрум(II) сульфату (40 г перекристалізованого купрум(II) сульфату розчинити в дистильованій воді об'ємом 1 л), розчин із суміші сегнетової солі та натрій гідроксиду (200 г сегнетової солі та 150 г натрій гідроксиду розчинити в дистильованій воді та довести об'єм до 1 л), 1%-ий розчин формаліну, вода.

Хід роботи. В пробірку внести 1 мл розчину купрум(II) сульфату, сюди долити 1 мл розчину із суміші сегнетової солі та натрій гідроксиду. В результаті реакції утворюється купрум(II) гідроксид блакитного кольору. До отриманого осаду додати декілька краплин розчину формаліну. Вміст пробірки перемішати та нагріти на водяній бані. Через деякий час у пробірці спостерігається випадання червоного осаду купрум(I) оксиду. Зробити відповідні висновки.

3. Отримання йодоформу з ацетальдегіду та ацетону.

Принцип методу. Карбонільна група альдегідів легко реагує з розчином йоду в лужному середовищі з утворенням йодоформу жовтого кольору, який нерозчинний у воді та випадає в осад. Йодоформна проба на ацетон дуже чутлива та дозволяє виявити ацетон у водних розчинах вже за умови його вмісту приблизно 0,04%.

Обладнання та реактиви: пробірки, пробірки градуйовані на 10 мл, штатив для пробірок, піщаний годинник, розбавлений розчин оцтового альдегіду, водний розчин

ацетону (3 частини ацетону та 1 частина води), розчин Люголя, 10%-ий розчин натрій гідроксиду,

Хід роботи. В пробірку внести 3-4 мл розбавленого розчину оцтового альдегіду та долити сюди такий же об'єм реактиву Люголя (розчин йоду в калій йодиді). Через 5 хв. сюди додати розчину натрій гідроксиду до зникнення забарвлення від вільного йоду. В результаті реакції виявляється йодоформ у вигляді жовтого помутніння.

У пробірку внести 1 краплю реактиву Люголя і майже до знебарвлення натрій гідроксиду. До суміш додати 1 краплю водного розчину ацетону. В пробірці спостерігається випадання жовтувато-білого осаду з характерним запахом йодоформу. Зробити відповідні висновки.

4. Взаємодія альдегідів із фуксинсульфітною кислотою.

Принцип методу. Фуксинсульфітна кислота або реактив Шіффа є якісною реакцією на альдегіди, в результаті якої утворюється сполука червоно-фіолетового кольору. Її широко використовують в органічній і біологічній хімії для якісного й кількісного визначення альдегідів у біологічних рідинах, тканинах і клітинах.

Обладнання та реактиви: пробірки, пробірки градуйовані, штатив для пробірок, 1%-ий розчин основного фуксину (парафуксину), 1%-ий розчин формаліну, розчин сульфітної кислоти (H_2SO_3) (у пробірку з газовідвідною трубкою, кінець якої занурити в пробірку з дистильованою водою, помістити 0,5-1 г кристалічного натрій сульфїту і додати 3-4 краплі концентрованої сульфатної кислоти).

Хід роботи. В пробірку внести 3 мл розчину основного фуксину (парафуксину), сюди додати кілька крапель сульфїтної кислоти. В результаті реакції розчин знебарвлюється, оскільки утворюється фуксинсульфітна кислота. Потім у пробірку внести кілька крапель розчину формальдегіду, після чого вміст пробірки забарвлюється у червоно-фіолетовий колір. Зробити відповідні висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Альдегіди та кетони, поширення в рослинах, біологічна роль.
2. Особливості структури альдегідів, їхня номенклатура.
3. Фізичні властивості альдегідів.
4. Хімічні властивості альдегідів.

Інформаційні ресурси:

Боднарюк Ф. М. Органічна хімія. Рівне : НУВГП, 2002.

Холодова Ю. Д., Шатурський Я. П. Біоорганічна хімія.

Київ : Альфа-Принт, 2000.

Чирва В. Я. та ін. Органічна хімія. Львів : БаК, 2009.

Лекція 14 Альдегіди і кетони. URL:

https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/44616/4/%D0%9F%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86_14_%D0%BE%D1%80%D0%B3_2018.pdf.

Альдегіди – органічні сполуки, які містять у своєму складі ... URL:

https://kegt.rshu.edu.ua/images/dustan/2020/ss_02.pdf.

Альдегіди і кетони. URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=gMPtDH4JWd0>.

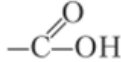
Лабораторне заняття № 8

Тема: Вивчення властивостей карбонових кислот. Отримання складних ефірів.

Мета заняття: Дослідити характерні властивості карбонових кислот; за допомогою відповідних реактивів отримати складний ефір.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Карбонові кислоти є органічними сполуками, що містять у молекулі функціональну групу (COOH):



На відміну від альдегідів серед насичених кислот немає газоподібних речовин. Нижчі члени ряду (до пальмітинової кислоти) – рідини з гострим запахом, добре розчинні у воді. Збільшення молекулярної маси обумовлює зниження розчинності у воді. Вищі кислоти (починаючи з пальмітинової) – тверді речовини без запаху, нерозчинні у воді. Дикарбонові кислоти – білі кристалічні речовини. Температури кипіння карбонових кислот вищі, ніж відповідних спиртів. Відсутність газоподібних речовин серед кислот, їхня добра розчинність і високі температури кипіння пояснюються утворенням більшого числа водневих зв'язків між молекулами кислот порівняно зі спиртами.

Розчини карбонових кислот у воді мають кислий смак, забарвлюють лакмус і метиловий оранжевий у червоний колір, проводять електричний струм, взаємодіють із металами з виділенням водню. Це свідчить, що органічні кислоти вступають у реакції, характерні для мінеральних кислот.

Метали, що розташовані в ряду стандартних електродних потенціалів ліворуч від водню, витісняють його з карбонових кислот. Звичайно, реакція відбувається повільніше, ніж із сильними кислотами, з утворенням солей. Внаслідок взаємодії кислот із основними оксидами та основами також утворюються солі. В карбонових кислот атоми водню, що сполучені з атомом вуглецю, сусіднього з карбоксильною групою, легко заміщуються атомами хлору або бромю.

Характерною властивістю карбонових кислот є їхня взаємодія зі спиртами з утворенням складних ефірів або естерів (реакція естерифікації). Реакція естерифікації є оборотною. Складний ефір, який утворюється, в кислому середовищі піддається гідролізу до вихідних кислоти та спирту. Для зміщення рівноваги в сторону утворення складного ефіру або використовують надлишок одного з

реагентів (звичайно спирту), або видаляють із реакційного середовища воду. Найлегше складні ефіри утворюються з первинних спиртів і нижчих карбонових кислот. Вторинні спирти та вищі кислоти реагують повільніше.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1. Порівняльна оцінка сили кислот.

Принцип методу. Внаслідок зміщення електронних пар у карбоксильній групі карбонових кислот зв'язок між атомами водню та кисню дуже послаблюється. Тому кислоти виявляють сильніші кислотні властивості, ніж спирти, зокрема змінюють колір індикаторів.

Обладнання та реактиви: піпетки, скляна або пластикова пластинка, універсальний індикаторний папір, розведений розчин хлоридної (соляної) кислоти, розведений розчин мурашиної кислоти, 9%-ий розчин оцтової кислоти, розведений розчин щавлевої кислоти, вода.

Хід роботи. Смужку універсального індикаторного паперу положити на скляну або пластикову пластинку, на папір нанести поряд по одній краплі розчинів кислот хлоридної, мурашиної, оцтової, щавлевої та дистильованої води. За зміною кольору індикаторного паперу визначити значення рН перерахованих речовин і зробити відповідні висновки.

2. Утворення солей карбонових кислот.

Принцип методу. Карбонові кислоти, виявляючи кислотні властивості, взаємодіють із карбонатами металів, утворюючи солі карбонових кислот із виділенням вуглекислого газу.

Обладнання та реактиви: пробірки, пробірки грудуйовані на 10 мл, штатив для пробірок, лопатка, порошок натрій карбонату (Na_2CO_3), 9%-ий розчин оцтової кислоти.

Хід роботи. В пробірку помістити порошок натрій карбонату та долити сюди 1 мл розчину оцтової кислоти. В результаті реакції спостерігається виділення пухирців вуглекислого газу.

3. Відношення карбонових кислот до дії окисників.

Принцип методу. Карбонові кислоти по-різному відносяться до дії окисників. Мурашина кислота легко окиснюється розчином калій перманганату, що зумовлено її будовою; оцтова кислота – стійка проти дії окисників (знебарвлення розчину калій перманганату не відбувається); щавлева кислота досить швидко знебарвлює розчин калій перманганату.

Обладнання та реактиви: пробірки, пробірки градуйовані на 10 мл, штатив для пробірок, бюретка, 1%-ий розчин калій перманганату (KMnO_4), 10%-ий розчин сульфатної кислоти, розведений розчин мурашиної кислоти, 9%-ий розчин оцтової кислоти, розведений розчин мурашиної кислоти.

Хід роботи. В три пробірки внести по 3-4 мл розчину калій перманганату, в кожен з них додати по 0,3 мл розведеної сульфатної кислоти, потім додати в першу з них 1 мл мурашиної кислоти, в другу – 1 мл оцтової кислоти, в третю – 1 мл щавлевої кислоти, вміст пробірок перемішати та спостерігати за зміною кольору. Зробити відповідні висновки.

4. Розкладання щавлевої кислоти під час нагрівання.

Принцип методу. Розкладання щавлевої кислоти під час нагрівання відбувається з виділенням вуглекислого газу, який можна виявити за допомогою вапняної води. Сполучаючись із CO_2 , вапняна вода мутніє.

Обладнання та реактиви: технічні ваги, пробірки, штатив для пробірок, корок із газовідвідною трубкою, лопатка, пробіркотримач, спиртівка, кристалики щавлевої кислоти, свіжоприготовлений розчин вапняної води (насичений водний розчин кальцій гідроксиду (Ca(OH)_2)).

Хід роботи. В суху пробірку насипати 2 г кристаликів щавлевої кислоти, закрити її корком із газовідвідною трубкою, кінець якої занурити в пробірку з вапняною водою. Пробірку зі щавлевою кислотою нагріти на спиртівці. В процесі нагрівання спостерігається помутніння вапняної води у пробірці. Зробити відповідні висновки.

5. Реакція саліцилової кислоти з ферум(III) хлоридом.

Принцип методу. Саліцилова кислота взаємодіє з ферум(III) хлоридом із утворенням комплексної сполуки фіолетового кольору.

Обладнання та реактиви: пробірки, пробірки градуйовані на 10 мл, штатив для пробірок, кусочки саліцилової кислоти або аспірину, 96%-ий розчин етанолу, 1%-ий розчин ферум(III) хлориду.

Хід роботи. В пробірку внести кусочки саліцилової кислоти або аспірину, додати сюди 2-3 краплі розчину етанолу та 1-2 краплі розчину ферум(III) хлориду. В результаті реакції вміст пробірки забарвлюється в фіолетовий колір. Зробити відповідні висновки.

6. Отримання етилоцтового та ізоамілоцтового ефірів.

Принцип методу. Складні ефіри або естери можна отримати реакцією естерифікації під час взаємодії спиртів і карбонових кислот. Для зміщення рівноваги в сторону утворення складного ефіру з реакційного середовища видаляють воду, додаючи сульфатну кислоту, що зв'язує воду. Утворення ефіру визначається за появою специфічного запаху.

Обладнання та реактиви: пробірки, пробірки градуйовані на 10 мл, штатив для пробірок, колби на 100 мл, скляні палички, водяна баня, піщаний годинник, концентрована оцтова кислота, концентрована сульфатна кислота, 96%-ий розчин етанолу, ізоаміловий спирт, вода.

Хід роботи. У дві пробірки влити 1-2 мл концентрованої оцтової кислоти, в одну з них додати 1-2 мл розчину етанолу, а в другу – 1-2 мл ізоамілового спирту. Потім у першу пробірку обережно додати 1-2 мл, в другу – 0,5-1 мл сульфатної кислоти. Вміст пробірок перемішати скляною паличкою та нагрівати пробірки впродовж 2-5 хв. на киплячій водянній бані. Після цього пробірки вийняти, їхній вміст вилити в колби з холодною водою. В результаті цього на поверхні води з'являється пляма оліїстої речовини, що має відповідний запах. Зробити відповідні висновки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Карбонові кислоти, різноманітність, поширення в рослинах, біологічна роль.
2. Особливості структури карбонових кислот, їхня номенклатура.
3. Фізичні властивості карбонових кислот.
4. Хімічні властивості карбонових кислот.

Інформаційні ресурси:

Боднарюк Ф. М. Органічна хімія. Рівне : НУВГП, 2002.

Холодова Ю. Д., Шатурський Я. П. Біоорганічна хімія. Київ : Альфа-Принт, 2000.

Чирва В. Я. та ін. Органічна хімія. Львів : БаК, 2009.

Лекція № 8. Карбонові кислоти. URL: http://chemistry.univer.kharkov.ua/files/Lecture_Intro_to_Organic_Chemistry_2020_08.pdf.

1.3.3. Карбонові кислоти. URL: <https://lifelib.info/biochemistry/textbook/10.html>.

Оксигеновмісні сполуки. Карбонові кислоти: загальна характеристика і фізичні властивості. URL: https://www.youtube.com/watch?v=ruVxk_yf4gM.

Лабораторне заняття № 9-10

Тема: Якісні реакції на моно- та полісахариди. Якісне та кількісне визначення вуглеводів.

Мета заняття: Засвоїти методи якісного та кількісного визначення вмісту різних груп вуглеводів у рослинному матеріалі.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Вуглеводи є важливою складовою частиною живих організмів. Основна маса органічного вуглецю в біосфері знаходиться саме в складі вуглеводів. У рослинних тканинах їхній вміст становить понад 80% від сухої маси. Вуглеводи є тими речовинами, що первинно утворюються в зелених

рослинах у процесі фотосинтезу та дають початок іншим органічним речовинам.

Вуглеводи як запасні речовини нагромаджуються в коренях, бульбах, плодах, насінні багатьох дикорослих і культурних рослин. Значна маса вуглеводів зосереджена в клітинних оболонках у вигляді целюлози, геміцелюлоз, пектинів. У середині протопласта вуглеводи можуть нагромаджуватись у вигляді включень крохмалю, інуліну та інших форм. У гіалоплазмі вуглеводи знаходяться у вільній формі або в формі похідних сполук вуглеводів, а їхні залишки входять до складу більш складних речовин і надмолекулярних комплексів (наприклад, рибоза й дезоксирибоза входять до складу нуклеотидів, різні олігосахариди входять до складу плазмалеми).

У різних органах і тканинах рослин співвідношення між окремими групами вуглеводів має свої особливості. Так, у плодових і овочевих культурах переважають моносахариди та сахароза, в насінні зернових і бобових культур, а також у бульбах картоплі – крохмаль, у деревині та соломі злаків – целюлоза, геміцелюлози та пентозани. В плодах, як правило, переважають розчинні форми вуглеводів.

В організмі рослин вуглеводи виконують ряд важливих функцій – енергетичну (у результаті окислення 1 г вуглеводів виділяється приблизно 16,9 кДж енергії), будівельну (використовуються для синтезу багатьох важливих речовин), захисну (є основними компонентами клітинних оболонок, утворюють різні слизи й рослинні клеї, камеді), опорну (складають основу цитоскелету рослин), регуляторну (різні групи вуглеводів регулюють величину продихових щілин, осмотичний тиск), запасуючу (в рослинах органічні речовини найчастіше відкладаються в формі різних вуглеводів). Крім названих функцій, вуглеводи можуть виконувати й деякі специфічні функції.

За хімічною природою вуглеводи представляють собою альдегіди та кетони багатоатомних спиртів, їхні похідні та полімери цих сполук.

За складністю будови вуглеводи, як правило, поділяють на моносахариди (сюди відносяться вуглеводи та їхні похідні, що не здатні розщеплюватись без втрати своїх характерних властивостей), полісахариди I порядку або олігосахариди (сюди відносяться вуглеводи, що гідролізуються з утворенням 2-10 моносахаридів) і полісахариди II порядку або глікани (сюди відносяться високомолекулярні полімерні вуглеводи, що складаються від 11 до декількох тисяч залишків моносахаридів або їхніх похідних).

У рослинних організмах із моносахаридів найчастіше зустрічаються: арабіноза, ксилоза, рибоза й дезоксирибоза, глюкоза, манноза, галактоза, рибулоза, фруктоза; з олігосахаридів – мальтоза, целобіоза, сахароза, трегалоза, рафіноза, стахіоза; з гліканів – крохмаль, целюлоза, геміцелюлоза, пектини, агар-агар.

Кожній із груп вуглеводів притаманні свої характерні фізичні та хімічні властивості, що лежать в основі методів їхнього якісного й кількісного визначення в рослинному матеріалі.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1. Якісна реакція на глюкозу (реакція Троммера).

Принцип методу. Розчини гексоз, наприклад, глюкози та фруктози в лужному середовищі відновлюють у процесі нагрівання купрум(II) оксид в купрум(I) оксид, а самі окиснюються до альдонових кислот.

Обладнання та реактиви: Штатив із пробірками, пробірки градуйовані на 10 мл, скляні палички, крапельниця, спиртівка, пробіркотримач, 5%-ий розчин глюкози, 5%-ий розчин натрій гідроксиду, 5%-ий розчин купрум(II) сульфату.

Хід роботи. В пробірку внести 3 мл розчину глюкози, додати сюди 1 мл розчину натрій гідроксиду, 5 крапель розчину купрум(II) сульфату й суміш перемішати. В результаті реакції спостерігається випадання осаду купрум(II) гідроксиду, який під час перемішування або струшування пробірки розчиняється й розчин набуває синього кольору.

Потім вміст пробірки обережно нагріти на спиртівці до кипіння. В результаті спостерігається випадання жовтого осаду купрум(I) гідроксиду або червоного осаду купрум(I) оксиду.

2. Якісна реакція на глюкозу (реакція Фелінга).

Принцип методу. В реактиві Фелінга присутні іони міді, що перебувають у вигляді комплексної сполуки з тартратами (солями винної кислоти). Механізм реакції гексоз (і всіх редуруючих вуглеводів) із реактивом Фелінга такий, як і в реакції Троммера. Перевагою реактиву Фелінга є те, що мідь за надлишку реактиву не випадає у вигляді купрум(II) оксиду. Дисахариди та полісахариди взаємодіють із реактивом Фелінга після кип'ятіння з мінеральними кислотами.

Обладнання та реактиви. Штатив із пробірками, пробірки градуйовані на 10 мл, скляні палички, спиртівка, пробіркотримач, 5%-ий розчин глюкози, реактив Фелінга (для його приготування змішати однакові об'єми двох розчинів безпосередньо перед роботою; для приготування першого розчину 200 г сегнетової солі та 150 г натрій гідроксиду розчинити в дистильованій воді та довести об'єм до 1 л; для приготування другого – 40 г перекристалізованого купрум(II) сульфату розчинити в дистильованій воді об'ємом 1 л).

Хід роботи. В пробірку внести 1 мл розчину глюкози та 1 мл реактиву Фелінга. Суміш перемішати та нагріти до кипіння на спиртівці. В результаті спостерігається випадання червоного осаду купрум(I) оксиду.

3. Відновлення аміачного розчину аргентум гідроксиду глюкозою.

Принцип методу. Глюкоза відновлює аміачний розчин аргентум гідроксиду, що утворюється під час взаємодії аргентум нітрату з натрій гідроксидом та водним розчином аміаку, до металічного срібла.

Обладнання та реактиви. Штатив із пробірками, пробірки градуйовані на 10 мл, скляні палички, крапельниця, спиртівка, пробіркотримач, 5%-ий розчин аргентум нітрату,

5%-ий розчин натрій гідроксиду, 10%-ий водний розчин аміаку, 5%-ий розчин глюкози.

Хід роботи. В пробірку внести 1 мл розчину аргентум нітрату, 1 мл розчину натрій гідроксиду та краплями водний розчин аміаку до розчинення сірого осаду, що утворюється. Потім до вмісту пробірки додати 3 мл розчину глюкози, перемішати та обережно нагріти на спиртівці до появи бурого забарвлення. Далі реакція відбувається без нагрівання. В результаті спостерігається випадання металічного срібла у вигляді чорного осаду або його осадження на стінках пробірки у вигляді блискучого дзеркального нальоту.

4. Реакція з α -нафтолом (реакція Мілиша).

Принцип методу. Під час взаємодії концентрованих сульфатної або хлоридної кислот із вуглеводами та їхніми похідними відбувається дегідратація й утворення з них фурфуролу або оксиметилфурфуролу. Ці сполуки, вступаючи в реакцію з α -нафтолом, утворюють продукти конденсації фіолетового кольору.

Обладнання та реактиви: Штатив із пробірками, пробірки градуйовані на 10 мл, концентрована сульфатна кислота, 1%-ий розчин глюкози, 3%-ий розчин сахарози, 1%-ий спиртовий розчин α -нафтолу.

Хід роботи. У дві пробірки внести відповідно по 1 мл розчину глюкози та розчину сахарози. В кожен з них додати 1 мл розчину α -нафтолу. Потім в обидві пробірки обережно по стінках пробірки додати по 1 мл концентрованої сульфатної кислоти, що опускається на дно пробірок. На дні або на межі розділу рідин спостерігається утворення фіолетового або фіолетово-червоного кільця.

5. Реакція на пентози.

Принцип методу. Всі пентози під час їхнього кип'ятінні в кислому середовищі за присутності бензидину дають червоне забарвлення, що з'являється внаслідок взаємодії бензидину з фурфуролом. Останній утворюється внаслідок дегідратації пентоз під впливом концентрованих кислот.

Обладнання та реактиви: Штатив із пробірками, пробірки градуйовані на 10 мл, крапельниця, водяна баня, годинник, 5%-ий розчин арабінози, 4%-ий розчин бензидину в оцтовій кислоті.

Хід роботи. В пробірку внести 0,5 мл розчину бензидину в оцтовій кислоті та додати сюди 1-2 краплі розчину арабінози. Пробірку кип'ятити на водяній бані впродовж 5 хв. В результаті з'являється червоне забарвлення.

6. Реакція на сахарозу.

Принцип методу. В результаті додавання до розчину сахарози в лужному середовищі кобальт нітрату утворюється комплексна сполука фіолетового кольору. Ця реакція є специфічною та характерна лише для сахарози.

Обладнання та реактиви: Штатив із пробірками, пробірки градуйовані, крапельниця, 3%-ий розчин сахарози, 2%-ий розчин кобальт нітрату, 5%-ий розчин натрій гідроксиду.

Хід роботи. В пробірку внести 2 мл розчину сахарози, 1 мл розчину натрій гідроксиду та декілька крапель кобальт нітрату. В результаті спостерігається поява фіолетового забарвлення.

7. Реакція крохмалю з йодом.

Принцип методу. Під час взаємодії крохмалю з йодом утворюються комплексні адсорбційні сполуки, що забарвлені в синій колір. Під час нагрівання забарвлення зникає, однак з'являється знову під час охолодження, що свідчить про утворення нестійкого комплексу крохмалю з йодом. Знебарвлення відбувається також у результаті додавання натрій або калій гідроксидів. Зникнення забарвлення під час нагрівання та додавання лугу, обумовлене тим, що в утворенні комплексів приймає участь молекулярний йод, але не йодид-йони.

Обладнання та реактиви: Штатив із пробірками, пробірки градуйовані, крапельниця, скляні палички, водяна баня, реактив Люголя (1 г йоду та 2 г калій йодиду розчинити в 15 мл дистильованої води й потім довести розчин водою до

об'єму 300 мл), 1,0%-ий розчин крохмалю, 10%-ий розчин натрій гідроксиду.

Хід роботи. В пробірку внести 2 мл розчину крохмалю. Потім сюди додати 1-2 краплі розчину Люголя. Вміст пробірки перемішати. В результаті спостерігається поява синього забарвлення. З цієї пробірки перенести 1 мл рідини в іншу пробірку та долити в неї 1 мл розчину натрій гідроксиду. В результаті спостерігається знебарвлення вмісту пробірки. Суміш, яка залишилась у попередній пробірці, нагріти на водяній бані. Внаслідок цього також спостерігається зникнення забарвлення, що знову з'являється під час охолодження.

8. Гідроліз крохмалю.

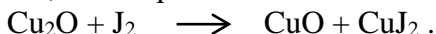
Принцип методу. Під час нагрівання розчину крохмалю з мінеральними кислотами відбувається гідроліз крохмалю з утворенням глюкози, яку можна виявити характерними реакціями на моносахариди, а саме реакцією Троммера (реакція 1).

Обладнання та реактиви: Штатив із пробірками, пробірки градуйовані, крапельниця, скляні палички, водяна баня, спиртівка, пробіркотримач, годинник, концентрована хлоридна кислота, 1%-ий розчин крохмалю, 15%-ий розчин натрій гідроксиду, 1%-ий розчин купрум(II) сульфату.

Хід роботи. В дві пробірки внести по 5 мл розчину крохмалю. В одну з них додати 2-3 краплі концентрованої хлоридної кислоти та кип'ятити на водяній бані впродовж 15 хв. Друга пробірка є контрольною. Потім в обидві пробірки прилити 2 мл розчину натрій гідроксиду та 5 крапель розчину купрум(II) сульфату й нагріти (проробити реакцію Троммера). В пробірці, де проводився гідроліз крохмалю хлоридною кислотою, в результаті нагрівання спостерігається утворення червоного осаду купрум(I) оксиду (реакція Троммера позитивна), а в контрольній пробірці такий осад не утворюється (реакція Троммера від'ємна).

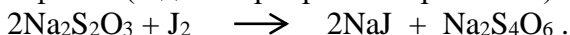
9. Визначення вмісту глюкози за допомогою реакції відновлення купрум(II) оксиду в купрум(I) оксид.

Принцип методу. Метод ґрунтується на здатності солей міді в певних умовах кількісно окиснювати глюкозу. В його основі лежить реакція Троммера (реакція 1). В цій реакції відбувається утворення як альдонових кислот, так і купрум(II) гідроксиду, що вказує на відсутність кількісного зв'язку між глюкозою та купрум(I) оксидом. Однак, якщо до реакційної суміші додати сегнетову сіль, то утворюється комплекс, у якому мідь реагує з глюкозою в стехіометричному співвідношенні. Кількісно купрум(I) оксид, який еквівалентний окисненій глюкозі, визначають йодометричним методом, згідно реакції



Ця реакція за присутності солей щавлевої або винної кислот протікає практично до кінця.

Кількісно надлишок йоду, що не прореагував із купрум(I) оксидом, можна визначити титруванням натрій тіосульфатом (індикатор – розчин крохмалю) згідно реакції



Обладнання та реактиви: Піпетки градуйовані, крапельниця, водяна баня, мікробюретка, конічні колби об'ємом 50 мл, піщаний годинник, досліджуваний розчин глюкози (із вмістом 1-4 мг/мл), реактив Фелінга, насичений розчин щавлевої кислоти, 0,05 моль/л спиртовий розчин йоду, 0,05 моль/л розчин натрій тіосульфату, 1%-ий розчин крохмалю.

Хід роботи. В дві колби внести по 5 мл реактиву Фелінга. В одну з колб (проба) додати 10 мл досліджуваного розчину глюкози, а в другу (контроль) – 10 мл дистильованої води. Вміст обох колб нагріти до кипіння, кип'ятити 5 хв., а потім охолодити. Після цього в обидві колби долити по 10 мл насиченого розчину щавлевої кислоти та по 10 мл розчину йоду й після перемішування відстояти впродовж 5 хв. Після

закінчення терміну відстоювання в колби внести по 5 крапель розчину крохмалю та відтитрувати розчином натрій тіосульфату до зникнення забарвлення, що з'явилося після додавання крохмалю.

Вміст глюкози (w , мг/мл) у досліджуваному розчині розрахувати за формулою

$$w = \frac{(V_k - V_p) \cdot f \cdot E \cdot V}{V_0},$$

де V_k і V_p – об'єми розчину натрій тіосульфату, затраченого на титрування відповідно контролю та проби, мл; f – поправочний коефіцієнт на титр 0,05 моль/л розчину натрій тіосульфату; E – маса глюкози (3,52 мг), яка еквівалентна 1 мл 0,05 моль/л розчину натрій тіосульфату; V – загальний об'єм проби, мл; V_0 – об'єм досліджуваного розчину, взятого для аналізу, мл.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Вміст, поширення та біологічна роль вуглеводів у рослинних організмах.
2. Поняття про вуглеводи, їхня класифікація.
3. Моносахариди, їхня класифікація та загальні властивості.
4. Стереоізомери моносахаридів, їхні циклічні форми.
5. Будова та поширення найважливіших рослинних моносахаридів.
6. Будова, загальні властивості та поширення найважливіших рослинних полісахаридів I і II порядків.

Інформаційні ресурси:

Биологическая химия. Практикум / под. ред. Ю. Е. Хмелевского. Киев : Выща школа, 1985.

Біохімія рослин / М. М. Сирий, М. М. Кулешов, Н. М. Гаджисва. Харків : Харківський нац. аграр. ун.-т. ім. В.В. Докучаєва, 2006.

Биохимия / Н. Е. Кучеренко и др. Киев : Выща школа, 1988.

Биохимия. Практикум / Н. Е. Кучеренко и др. Киев : Выща школа, 1988.

Боечко Ф. Ф. Біологічна хімія. Київ : Вища школа, 1995.

Володимирець В. О. Біохімія рослин. Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. Рівне : НУВГП, 2006.

Гребинский С. О. Биохимия растений. Львов : Выща школа, 1975.

Кобилецька М. С., Терек О. І. Біохімія рослин. Львів : Вид.-во Львівського нац. ун-ту, 2017.

Красільнікова Л. О., Авксентьева О. О., Жмурко В. В. Біохімія рослин. Харків : Вид. група «Основа», 2007.

Холодова Ю. Д., Шатурський Я. П. Біоорганічна хімія. Київ : Альфа-Принт, 2000.

Черних В. П., Зіменковський Б. С., Гриценко І. С. Органічна хімія. Харків : Вид-во НФаУ, 2008.

Лекція №2-3 Вуглеводи. URL: https://kegt.rshu.edu.ua/images/dustan/m_1_3_2_3.pdf.

6.1 Класифікація і характеристика вуглеводів. URL: https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/harch_himia_lekcii/430.html.

39. Вуглеводи. URL: <http://zno.academia.in.ua/mod/book/view.php?id=3811&chapterid=1636>.

Лекція 3 Тема. Вуглеводи: будова, властивості, перетворення в харчових технологіях. URL: <https://d-learn.pnu.edu.ua/data/users/7288/L-%D0%A5%D0%A5-5.pdf>
<https://d-learn.pnu.edu.ua/data/users/7288/L-%D0%A5%D0%A5-5.pdf>.

Лабораторне заняття № 11

Тема: Фізико-хімічні властивості ліпідів.

Мета заняття: З'ясувати основні фізико-хімічні властивості ліпідів.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Ліпіди об'єднують неоднорідні за хімічним складом речовини, до яких відносять жири та жироподібні речовини або ліпоїди. За своєю будовою ліпіди переважно представляють собою складні ефіри вищих жирних кислот із гліцеролом або деякими іншими спиртами специфічної будови. З вищих жирних кислот у складі ліпідів найчастіше зустрічаються насичені (пальмітинова, стеаринова, арахінова, бегенова) та ненасичені (олеїнова, ерукова, лінолева, ліноленова) кислоти. Зі спиртів, крім гліцеролу, в складі ліпідів зустрічаються миристиновий, цитиловий, стеариновий, олеїновий, нервоновий спирти, а також циклічний шестиатомний спирт інозитол.

Вміст ліпідів у клітинах листків, коренів і плодів становить 0,1-0,5% від сирової маси рослин. Однак, у насінні рослин вміст ліпідів може складати десятки відсотків (наприклад, у насінні сої – 20-30%, соняшника – 30-50%, маку та рицини – 50-60%). Дослідження показали, що приблизно в 90% видового складу вищих рослин основною запасуючою речовиною в насінні є саме ліпіди. Рослинні жири або олії є головним запасним продуктом у насінні більшості рослин. В окремих видів рослин олії можуть становити до 30-40% від загальної маси насінини.

Загальною властивістю, що об'єднує всі ліпідні речовини, є їхня добра розчинність у неполярних органічних розчинниках (ефір, ацетон, хлороформ, бензол та ін.) і нерозчинність у воді. Всі вони мають добре виражені гідрофобні властивості, оскільки містять у своєму складі багато гідрофобних радикалів і груп.

Компоненти, що входять до складу ліпідів, містять різне число атомів вуглецю, можуть мати один або декілька

ненасичених зв'язків. Саме від складу та хімічної будови залежать їхні фізичні та хімічні властивості.

У рослинних організмах ліпіди виконують ряд важливих функцій – енергетичну (внаслідок окиснення 1 г жиру виділяється 39 кДж енергії), запасуючу (відкладаються в клітинах у вигляді ліпідних крапель), захисну (восковий наліт на поверхні листків, плодів, бруньок та інших органів захищає від надлишкового випаровування й проникнення мікроорганізмів), структурну (в комплексі з білками є основними структурними компонентами різного типу мембран), регуляторну (впливають на активність ферментів).

Враховуючи значну різноманітність ліпідних речовин, їх поділяють на декілька груп: 1) нейтральні жири та вільні жирні кислоти; 2) фосфоліпіди; 3) гліколіпіди; 4) стероїди; 5) воски; 6) терпени.

Із стероїдів, які є похідними пергідроциклопентанфенантрону, в рослинах поширені фітостероли (найчастіше ситостерол і стигмастерол) та екдізони, що відіграють роль гормонів комах.

Воски представляють собою складні ефіри вищих моноатомних спиртів і вищих жирних кислот. У своєму складі вони також містять вільні вищі спирти, вільні вищі жирні кислоти з довгим ланцюгом, насичені вуглеводні, пахучі та фарбуючі речовини.

Терпени представляють собою сполуки, що утворені ізопреновими залишками. До терпенів відносять різні ефірні олії, смоляні кислоти та каучук, різні рослинні пігменти, а також вітамін А.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1. Розчинність ліпідів і утворення емульсії.

Принцип методу. Характерною властивістю жирів є їхня добра розчинність у багатьох органічних розчинниках (ацетон, хлороформ, діетиловий ефір та ін.) і нерозчинність у воді. Під час змішування жирів із водою утворюються емульсії, стійкість яких залежить від середовища їхнього утворення.

Наявність у воді речовин – емульгаторів (мила, жовчні кислоти, карбонати) робить емульсії більш стійкими. Стабілізація таких емульсій обумовлена тим, що в поверхневий водний шар, який оточує жирові краплини, спрямовуються поверхнево-активні частинки жовчних кислот, мила, карбонатів, які обволокують краплини жиру та перешкоджають їхньому злиттю.

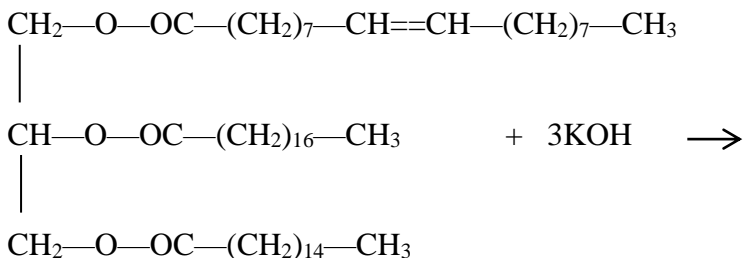
Обладнання та реактиви: Штатив із пробірками, пробірки градузовані, крапельниця, олія, етиловий спирт, бензол, хлороформ, 1%-ий розчин натрій карбонату, дистильована вода.

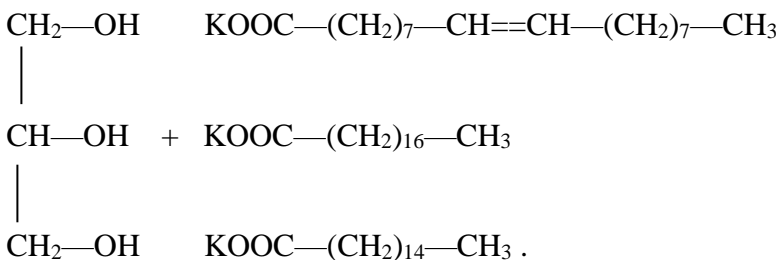
Хід роботи. В чотири пробірки внести по 0,2-0,3 мл олії, потім у першу додати 5 мл води, в другу – 5 мл спирту, в третю – 5 мл бензолу, в четверту – 5 мл хлороформу. Вміст усіх пробірок енергійно струсити. В першій пробірці олія та вода швидко розділяються на два шари, в другій – утвориться мутний розчин внаслідок недостатньої розчинності олії в спирті, в третій і четвертій – утворяться прозорі розчини.

У дві пробірки внести по декілька крапель олії. В одну з них додати 2 мл води, в іншу – 2 мл розчину натрій карбонату. Вміст пробірок інтенсивно струсити та спостерігати утворення емульсії. Спостерігати відмінності в стійкості емульсій у кожній із двох пробірок. Зробити відповідні висновки.

2. Омилення жиру.

Принцип методу. Жири під впливом лугів гідролізуються з утворенням мила та гліцеролу



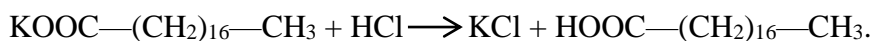


Обладнання та реактиви: Колба об'ємом 50 мл, пробірки градуйовані, мірний циліндр, водяна баня, годинник, олія, 0,5 моль/л спиртовий розчин калій гідроксиду (для приготування цього реактиву розчинити 40 г КОН у 30 мл води; залежно від концентрації спиртового розчину взяти відповідний об'єм водного розчину КОН і розбавити перегнаним у присутності NaOH (на 100 г спирту 5 г NaOH) спиртом. Спирт із таким співвідношенням NaOH кип'ятити зі зворотнім холодильником упродовж години, а потім перегнати. Спиртовий розчин КОН відстояти добу, відфільтрувати та зберігати в скляній посудині з темного скла, добре закупоривши (щоб захистити від попадання вуглекислого газу повітря)).

Хід роботи. В колбу з 1 мл олії додати 20 мл спиртового розчину калій гідроксиду, вміст колби перемішати, поставити на водяну баню та кип'ятити впродовж 60 хв. Після омилення розчин розвести до об'єму 20 мл дистильованою водою й у такий спосіб одержати розчин калієвого або натрієвого мила (калієвих або натрієвих солей жирних кислот).

3. Утворення вільних жирних кислот.

Принцип методу. Під час додавання до мила концентрованої хлоридної кислоти утворюються вільні жирні кислоти

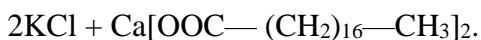
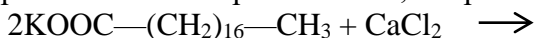


Обладнання та реактиви: Штатив із пробірками, пробірки градуйовані, розчин калієвого мила (використовують розчин, отриманий у попередньому досліді під час омилення жиру), концентрована хлоридна кислота.

Хід роботи. В пробірку з 2 мл розчину калієвого мила додати 0,5 мл концентрованої хлоридної кислоти. Жирні кислоти, що утворюються в цій реакції, нерозчинні у воді й будуть збиратися у верхній частині вмісту пробірки.

4. Утворення нерозчинних кальцієвих мил.

Принцип методу. Під час додавання до розчину калієвого мила розчину солей кальцію утворюються нерозчинні солі жирних кислот, наприклад,



Обладнання та реактиви: Штатив із пробірками, пробірки градуйовані, розчин калієвого мила (отриманий у попередньому досліді під час омилення жиру), 5%-ий розчин кальцій хлориду.

Хід роботи. В пробірку з 2 мл розчину калієвого мила внести 1 мл розчину кальцій хлориду. В результаті спостерігається утворення нерозчинних кальцієвих мил.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Вміст і поширення ліпідів у рослинних організмах.
2. Поняття про ліпіди, їхні загальні фізичні властивості.
3. Біологічні функції ліпідів.
4. Структурні компоненти ліпідів. Класифікація ліпідів.
5. Будова та властивості нейтральних жирів.

Інформаційні ресурси:

Биологическая химия. Практикум / под. ред. Ю. Е. Хмелевского. Киев : Выща школа, 1985.

Біохімія рослин / М. М. Сирий, М. М. Кулешов, Н. М. Гаджиева. Харків : Харківський нац. аграр. ун.-т. ім. В.В. Докучаєва, 2006.

Биохимия / Н. Е. Кучеренко и др. Киев : Выща школа, 1988.

Биохимия. Практикум / Н. Е. Кучеренко и др. Киев :
Вища школа, 1988.

Боечко Ф. Ф. Біологічна хімія. Київ : Вища школа, 1995.

Володимирець В. О. Біохімія рослин. Інтерактивний
комплекс навчально-методичного забезпечення. Рівне :
НУВГП, 2006.

Гребинский С. О. Биохимия растений. Львов : Вища
школа, 1975.

Кобилецька М. С., Терек О. І. Біохімія рослин. Львів :
Вид.-во Львівського нац. ун-ту, 2017.

Красільнікова Л. О., Авксентьева О. О., Жмурко В. В.
Біохімія рослин. Харків : Вид. група «Основа», 2007.

Холодова Ю. Д., Шатурський Я. П. Біоорганічна хімія.
Київ : Альфа-Принт, 2000.

Черних В. П., Зіменковський Б. С., Гриценко І. С.
Органічна хімія. Харків : Вид-во НФаУ, 2008.

Лекція 3. Тема. Ліпіди (жири та олії). URL:
[https://chemeducation.pnu.edu.ua/wp-
content/uploads/sites/14/2020/02/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%
D1%86%D1%96%D1%8F_3.pdf](https://chemeducation.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/14/2020/02/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F_3.pdf).

Тема 3 Ліпіди. Будова, властивості, їх перетворення в
харчових технологіях. URL: [https://kc.pnu.edu.ua/wp-
content/uploads/sites/11/2021/02/lecture_-3.pdf](https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2021/02/lecture_-3.pdf).

1. Будова та класифікація ліпідів. URL:
[https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/206181/mod_resource/conte
nt/1/%D0%9B%D1%96%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%B8%
201.pdf](https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/206181/mod_resource/content/1/%D0%9B%D1%96%D0%BF%D1%96%D0%B4%D0%B8%201.pdf).

Додаток 1

Правила техніки безпеки під час роботи в біохімічній лабораторії

Лабораторні заняття проводяться під керівництвом викладача та лаборанта. Перед початком лабораторних занять здобувачі проходять інструктаж із техніки безпеки, який оформлюється в спеціальному журналі. Крім того, під час кожної роботи вони одержують усний інструктаж від викладача.

Здобувачі несуть дисциплінарну відповідальність у випадку недотримання вимог із охорони праці, техніки безпеки та протипожежної профілактики.

Працювати в лабораторії здобувачі повинні на постійному робочому місті тільки в халатах, застебнутих на всі гудзики. Волосся має бути підібране під косинку або шапочку.

Під час виконання лабораторних робіт необхідно дотримуватися наступних правил роботи з хімічними реактивами:

1. Обережно поводитись з хімічними реактивами:

- уникати потрапляння цих речовин на руки, не торкатися ними обличчя та очей, після роботи руки необхідно ретельно вимити;

- не пробувати хімічні реактиви на смак;

- усі речовини потрібно нюхати дуже обережно, не нахилиючись над посудиною та не вдихаючи на повні груди, а спрямовуючи до себе пари або газу рухом руки;

- не користуватися невідомими реактивами (без написів і етикеток);

- ніяких речовин із лабораторії не можна виносити.

2. Реактиви для дослідів потрібно брати лише в тих кількостях, які зазначені в методичці. Сухі реактиви потрібно брати за допомогою шпателя, розчини – піпеткою, для кожного реактиву необхідно мати окремий шпатель або піпетку. Набирати отруйні та їдкі рідин у піпетки не ротом, а

за допомогою гумової груші. Подрібнювати сухі луги можна лише в запобіжних окулярах. Брати твердий луг тільки пінцетом або щипцями.

3. Надлишок реактиву не виливати й не висипати назад у посуд, із якого вони взяті; поміщати в посуд для зливу або спускати зі струмом води в каналізацію.

4. Дотримуватися обережності в роботі з розчинами кислот, лугів та інших їдких рідин:

– готуючи розчини сульфатної кислоти необхідно лити концентровану кислоту у воду, а не навпаки, оскільки, внаслідок сильного місцевого розігрівання, можливе розбризкування кислоти. Крім того необхідно користуватися тонкостінною склянкою або фарфоровим посудом;

– у випадку попадання кислоти на шкіру або слизові оболонки спочатку промити уражене місце великою кількістю води, а потім розчином соди (натрій гідрокарбонату);

– у випадку попадання лугу на шкіру або слизові оболонки спочатку промити уражене місце водою до тих пір, поки ділянка не перестане бути слизькою, а потім розчином оцтової кислоти.

5. Проведення дослідів у брудному лабораторному посуді забороняється.

6. Нагріваючи рідини, необхідно тримати пробірку отвором від себе й людей, які знаходяться поруч. Не нахилятися над посудом, у якому щось кипить або в який наливається рідина, оскільки бризки можуть потрапити в очі.

7. Категорично забороняється нагрівати або охолоджувати будь-які розчини в герметично закритих місткостях, а також закривати колби з гарячою рідиною.

8. Переносити посуд із гарячою рідиною потрібно використовуючи рушник, тримаючи посудину обома руками: однією – за дно, іншою – за горловину. Великі хімічні стакани з рідиною потрібно піднімати лише двома руками так, щоб відігнуті краї склянки опиралися на вказівні пальці.

9. Роботу з леткими речовинами (етером, бенzenом, ацетоном та ін.), концентрованими лугами та кислотами

проводити акуратно та під витяжною шафою, не зливати їх у каналізацію без попереднього розведення.

10. Роботу з легкозаймистими рідинами проводити під витяжною шафою та подалі від нагрівальних приладів. У випадку загорання спирту, ефіру та інших легкозаймистих рідин не гасити полум'я водою, а скористатися піском.

11. Обережно працювати зі скляним лабораторним посудом, що легко б'ється. Рештки розбитого лабораторного скляного посуду потрібно ретельно змести в спеціальний збірник. Сировину або напівфабрикати, в які могли потрапити скляні уламки, необхідно викинути в спеціальний збірник.

12. Негайно прибрати все пролите, розбите та просипане на столах або на підлозі в лабораторії:

– якщо кислота проллється на стіл або на підлогу, її необхідно нейтралізувати лугом або содою;

– ртуть, пролитий у результаті поломки приладів або розбиття термометрів, збирають за допомогою амальгамованих пластинок із міді або білої жести.

13. У дослідах із використанням електроприладів необхідно переконатися в їхній справності, правильності підключення до електромережі та контуру заземлення. Під час виконання роботи не можна переносити увімкнуті електроприлади та залишати їх без нагляду. У випадку перерви в подачі електроенергії всі пристрої мають бути негайно вимкнуті.

14. Після закінчення роботи в лабораторії необхідно вимкнути всі електроприлади, якими користувалися, витягну шафу, воду, прибрати свої робочі місця та здати їх лаборанту або завідувачу лабораторії. Обов'язково ретельно вимити руки.

Про всі випадки відхилення від нормального ходу лабораторного зайняття, порушення даних правил, повідомляти передусім викладачу, черговому лаборанту або завідувачу лабораторією.