

РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН

Ріст – це незворотне збільшення розмірів і маси клітин, тканин і органів рослин, пов'язане з новоутворенням елементів їхньої структури. Розвиток – це якісні зміни в структурі та життєдіяльності рослин в онтогенезі. З наведених означень зрозуміло, що ріст і розвиток належать до інтегральних процесів, вивчення яких потребує багатогранного підходу, їх слід досліджувати на різних рівнях організації – субклітинному (молекулярному, надмолекулярних комплексів, окремих органел), тканинному, органному та рівні організму. Це можливо у разі застосування сучасних методів молекулярної біології, біохімії, цитології, гістології, імунології, біофізики, фізіології та ін. Лише всебічний аналіз процесів дає можливість проникнути в глибинні механізми росту та розвитку і відкриває можливості регуляції життєдіяльності рослин.

Ріст і розвиток детермінуються генетично та реалізуються під впливом багатоваріантних умов довкілля, фактори якого моделюють експресію геному. Серед них велике значення мають метеорологічні фактори, трофічна, електрофізіологічна і фітогормональна регуляції.

Ріст пов'язаний з локально розташованими твірними тканинами, тому частина лабораторних робіт розділу знайомить студентів із зонами росту рослин і цитологічними особливостями їхніх клітин. Звернуто увагу на початковий етап онтогенезу рослин – проростання насіння і методи визначення його життєздатності, явище апікального домінування, гео- і фототропічні реакції. Низка завдань присвячена вивченню ролі фітогормонів і вегетативному розмноженню рослин. Ці дослідження потребують значного інтервалу часу, їх доцільно проводити під час літньої виробничої практики.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 14

ВИРОЩУВАННЯ РОСЛИН НА ПОВНІЙ ПОЖИВНІЙ СУМІШІ З ВИКЛЮЧЕННЯМ ОКРЕМИХ ПОЖИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

За даними В. І. Вернадського, до складу живої матерії речовини рослин входять 37 хімічних елементів; тепер встановлено, що кількість їх ще більша – у організмі рослин знаходяться майже всі елементи, які зустрічаються в земній корі. Відомо, що присутність хімічних елементів у золі та визначення їх відсоткового вмісту не є доказом того чи іншого елемента для життєдіяльності рослини. Для того щоб з'ясувати, які елементи живлення необхідні рослинам, проводять експерименти з водними культурами. Було встановлено, що рослини нормально розвиваються при наявності в поживному розчині шести мікроелементів (азоту, калію,

кальцію, фосфору, магнію і сірки) та семи мікроелементів (бору, марганцю, цинку, міді, молібдену, заліза і кобальту).

Особливістю методу водних культур є те, що всі необхідні елементи мінерального живлення вносять у вигляді солей, які добре розчиняються у воді. Склад живильного середовища може змінюватися будь-який час експерименту згідно зі схемою досліджу.

Реакція рослин (зміна обміну речовин, затримка росту, розклад структур) при вилученні різних елементів із поживного середовища неоднакова. Найшвидше проявляється нестача азоту і кальцію. Обмін азоту безпосередньо пов'язаний з ростом завдяки тому, що він входить до складу ростових речовин, білків і нуклеїнових кислот. Кальцій не є таким необхідним, як азот, але він не придатний для повторного використання (реутилізації) Високий ступінь реутилізації властивий фосфору, сірці, калію, натрію, меншій – магнію. Тому, навіть при повному вилученні цих елементів помітити зміни в рослині можна не раніше, як через два тижні. Важко ре утилізуються залізо, молібден, кобальт, мідь, цинк і марганець.

Для визначення ролі добрив використовують крім водних, ще піщані і ґрунтові культури, тобто культивують рослини у вегетаційних посудинах, заповнених піском або ґрунтом. Доцільність використання тієї чи іншої модифікації витікає із завдань експерименту.

Мета роботи: освоїти техніку водних культур та виявити необхідність окремих елементів для росту рослин.

Прилади і матеріали: 7-денні проростки кукурудзи, сухі солі $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KCl , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 , Fe_2Cl_6 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, NaCl , 3%-й розчин H_2O_2 , аналітичні терези, банки з пропарафінованими кришками з двома отворами (4 шт), негігроскопічна вата, лінійка, чорний і білий папір.

Хід роботи

1. Чотири літрові скляні банки обгорнути спочатку чорним папером (запобігаючи розвитку водоростей), а потім – білим (щоб не допустити перегріву коренів під дією сонячних променів). На кожному банку прикріплюють етикетки і наливають по 700 мл водопровідної води.

2. Приготувати повну поживну суміш Кнопа (варіант №1):

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ – 1 на 1 літр води;

KCl – 0,125 г

MgSO_4 – 0,25 г

KH_2PO_4 – 0,25 г

Fe_2Cl_6 – 0,0125 г (додати приблизно 6 крапель 1 %-ого розчину).

3. У варіанті №2 використовують суміш без азоту. Замість солі, що містить у своєму складі азот - $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, у суміш додають сіль $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Сіль-замінник необхідно додати в еквівалентній кількості. Вміст кальцію в суміші має залишатися без змін.

Приклад розрахунку кількості солі-замінника:

Спочатку розраховують кількість кальцію (молекулярна маса 40) в 1 г солі $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (молекулярна маса 164):

$$164 - 40$$

$$1 - x$$

$$x = \frac{40 \cdot 1}{164} = 0,24 \text{ (г)}$$

Потім установлюють кількість солі $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (молекулярна маса 172), яка містить 0,24 г кальцію:

$$172 - 40$$

$$x - 0,24$$

$$x = \frac{172 \cdot 0,24}{40} = 1,03 \text{ (г)}$$

Отже, для вивчення впливу азоту у варіанті №2 замість солі $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ беруть 1,03 г солі $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

4. У варіанті №3 зі суміші вилучають *фосфор*. Замість солі $\text{KН}_2\text{PO}_4$ беруть сіль KCl в еквівалентній кількості за вмістом калію.

5. У варіанті №4 із суміші вилучають *калій*. Для цього замість солей KCl і $\text{KН}_2\text{PO}_4$ використовують NaCl і $\text{NaН}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ в еквівалентній кількості за вмістом хлору і фосфору.

6. Склад поживних середовищ представлено в таблиці

Реактив г/л	№1 повний розчин	№2 без N	№3 без P	№4 без K
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1,0	-	1,0	1,0
$\text{KН}_2\text{PO}_4$	0,25	0,25	-	-
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,25	0,25	0,25	0,25
KCl	0,125	0,125	0,255	-
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	-	1,03	-	-
$\text{NaН}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	-	-	-	0,25
NaCl	-	-	-	0,09
Fe_2Cl_6	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125

7. Наважки солей розчинити у невеликій кількості води і налити у відповідні банки. Розчини перемішати, банки заповнити водою, не доливаючи до мітки 2-3 см.

8. Відібрати 8 однакових проростків кукурудзи. Від дослідних рослин треба обережно відрізати ендосперм. Виміряти довжину проростків,

визначити їх масу, а також кількість, загальну довжину і колір листків. Після вимірів рослини обгорнути біля кореня негігроскопічною ватою і закріпити в отворах кришок (на кожній кришці по дві рослини). Корені мають бути занурені в розчин, ватна пробка залишається сухою.

9. Протягом досліду двічі на тиждень необхідно доливати воду до певного об'єму і 5 хв. продувати за допомогою гумової груші для насичення киснем (цю операцію можна замінити додаванням 3-4 крапель 3%-го розчину перекису водню, який при розщепленні виділяє молекулярний кисень)

10. У кінці досліду (через тиждень) описати рослини, підрахувати масу надземної частини і кореня.

11. Результати досліду представити в таблицю.

№ варіанта	Довжина стебла, см		Кількість листків		Загальна довжина листків, см		Колір листків	Сира маса рослини, г
	початк ова	кінцев а	початк ова	кінцев а	початк ова	кінцев а		

Контрольні запитання

1. Які хімічні елементи належать до мікроелементів, а які до макроелементів?
2. Нестача яких мікроелементів виявляється швидше за інші та чому?
3. Для яких елементів властива швидка реутилізація в рослині?
4. На листках якого ярусу найшвидше спостерігаються симптоми нестачі фосфору і калію?
5. Які функціональні зміни спостерігаються при незбалансованому живленні рослин?

ВІТАМІНИ

Вітаміни - це органічні речовини різноманітної природи, які необхідні для нормальної життєдіяльності людей і тварин у невеликих кількостях. Вітаміни та їх похідні є незамінними учасниками обміну речовин і потрібні для забезпечення нормальних функцій і будови організму. Зараз відомо близько 20 різних вітамінів, які разом із основними харчовими речовинами – білками, вуглеводами та ліпідами повинні забезпечувати нормальний ріст і життєдіяльність організмів. Джерелами вітамінів для людей і тварин є переважно продукти рослинного походження. Окремі вітаміни містяться лише в організмах тварин (А, Д). Деякі тварини, крім людей, мавп, синтезують вітамін С із глюкози.

За фізико-хімічними властивостями вітаміни поділяють на водорозчинні та жиророзчинні (добре розчинні в неполярних розчинниках і жирах). До водорозчинних вітамінів належать такі, як тіамін (вітамін В1), рибофлавін (вітамін В2), нікотинова кислота (вітамін В5, РР), пантотенова кислота (вітамін В3), піридоксин (вітамін В6), біотин (вітамін Н), фолієва кислота (вітамін Вс), кориноїди (вітаміни групи В12), аскорбінова кислота (вітамін С). Усі ці ферменти беруть участь в утворенні коферментів. До жиророзчинних належать вітаміни груп: А (каротиноїди), Д (кальцифероли), К (філохінони), Е (токофероли).

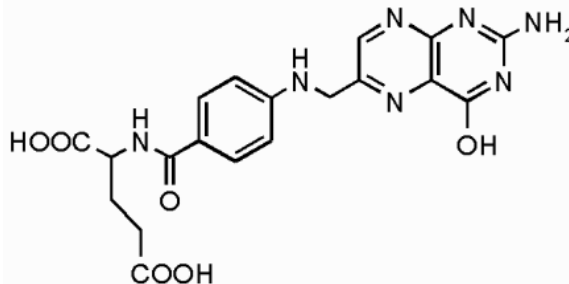
Крім добре відомих цих вітамінів існують інші речовини, які необхідні для нормальної життєдіяльності живих організмів, але вони не вважаються вітамінами - це вітаміноподібні речовини. До них належить карнітин, інозитол, ліпоєва кислота, рутин, катехін, вітамін В₁₃ (оротова кислота), вітамін В₁₅ (пангамова кислота) тощо.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 15

ВОДОРОЗЧИННІ ВІТАМІНИ. ФОЛІЄВА КИСЛОТА

Мета роботи. Виділити фолієву кислоту (вітамін В₉) з дріжджів.

Фолієва кислота (вітамін В₉, В₁₀, В₁₁, птеройлглутамінова кислота) вперше була виділена із листя шпинату. Молекула фолієвої кислоти складається із глутамінової кислоти, *p*-аміно бензойної кислоти та гетероциклічної сполуки – заміщеного птеридину.



Структурна формула фолієвої кислоти (вітамін В₉).

Фолієва кислота погано розчиняється в холодній воді, етанолі, краще – в гарячій воді. Фолієва кислота не має коферментних властивостей, однак при відновленні перетворюється на тетрагідрофолієву кислоту. Тетрагідрофолієва кислота – переносник одно вуглецевих груп: метильної, метиленової, формільної, формінної. Тетрагідрофолієва кислота бере участь у біосинтезі азотистих основ нуклеїнових кислот, креатину, метіоніну, в утворенні серину з гліцину тощо. Фолієва кислота біохімічно пов'язано із обміном і функціями вітаміну В₁₂.

Відсутність у їжі фолієвої кислоти викликає анемію та лейкопенію (порушення синтезу еритроцитів і лейкоцитів) та інші зміни обміну речовин. Добова потреба людини у фолієвій кислоті становить 0,2-0,5 мг. У значних кількостях фолієва кислота міститься в листі рослин, овочах, фруктах, особливо великий вміст у суниці.

Принцип методу. Фолієва кислота добре розчиняється в лужних розчинах, зокрема NaOH (0,1 моль/л). Екстрагована фолієва кислота із дріжджів за ультрафіолетового опромінення здатна викликати інтенсивну блакитну флюоресценцію.

Матеріали та реактиви. Пекарські дріжджі, кварцевий пісок, концентрована оцтова кислота, 0,4% розчин перманганату калію, 3% розчин пероксиду водню, розчини гідроксиду натрію (0,1 моль/л та 0,005 моль/л), лакмусовий папірець.

Обладнання. Штатив для пробірок, центрифужні пробірки, центрифуга, флюорисцента лампа, порцелянова ступка, піпетки.

Хід роботи.

В порцеляновій ступці розтирають 10 г дріжджів із 10 мл розчину NaOH (0,1 моль/л) та 2 г кварцевого піску протягом 5 хвилин. Отриману рідину центрифугують при 800g протягом 15 хвилин. Надосад обережно переносять в інші пробірку та використовують у подальших реакціях.

До 10 крапель надосадової рідини додають 20 крапель концентрованої оцтової кислоти (рН 3,0) та 10 крапель розчину KMnO_4 так, щоб рожеве забарвлення не зникло протягом 10 хвилин. Якщо рожеве забарвлення розчину є нестійким, то необхідно додати ще декілька крапель KMnO_4 . Через 10 хвилин надлишок перманганату калію видаляють шляхом додавання 4-5 крапель розчину H_2O_2 та додають 4-5 мл розчину гідроксиду натрію (0,005 моль/л) до рН 4,0 — 4,5, використовуючи лакмусовий папірець.

Фолієва кислота в лужному розчині за умови опромінення в ультрафіолетовому діапазоні світла здатна до флюоресценції (виникає блакитне світіння). Зробити висновок роботи.

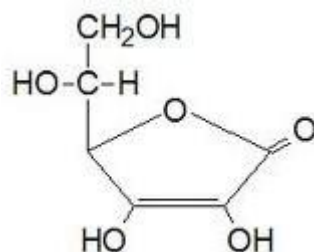
Контрольні запитання та завдання.

1. Характеристика водорозчинних вітамінів. Навести приклади.
2. Написати структурні формули водорозчинних вітамінів: тіаміну (вітамін B_1), рибофлавіну (вітамін B_2), нікотинової кислоти (вітамін B_3 , PP), пантотенової кислоти (вітамін B_5), піридоксину (вітамін B_6), біотину (вітамін H), фолієвої кислоти (вітамін B_9), кобаламіну (вітамін B_{12}).

ВОДОРОЗЧИННІ ВІТАМІНИ. ВІТАМІН С

Мета роботи. Визначити кількість вітаміну С (аскорбінової кислоти).

Вітамін С або аскорбінова кислота вперше було виділено із лимонного соку (1933р). Завдяки антискорбутним властивостям (попередження розвитку цинги) цей вітамін назвали аскорбіновою кислотою.



Структурна формула аскорбінової кислоти (вітаміну С).

Молекула вітаміну С за будовою подібна до гексоз і є лактоном дієнол гулонової кислоти. Ця кислота може віддавати два атоми водню, перетворюючись на дегідроаскорбінову кислоту. Аскорбінова кислота добре розчиняється у воді та метанолі, гірше – в етанолі. Вона добре окислюється киснем повітря, особливо у присутності іонів важких металів (міді, заліза) з підвищенням рН і температури середовища. Без кисню аскорбінова кислота може витримати нагрівання до 100 °С.

Біологічна роль аскорбінової кислоти – приймає участь в окисно-відновних процесах, завдяки її властивості віддавати та приєднувати атоми водню. Основна роль цього вітаміну – це підтримання сульфгідрильних груп ферментативних білків у відновному стані, що забезпечує активність ряду ферментів. Коферментну роль аскорбінової кислоти виявлено у реакціях гідроксилування біомолекул.

Більшість тварин та усі рослини можуть синтезувати цей вітамін з глюкози. У організмі людей, мавп, мурчаків і деяких інших хребетних тварин цей вітамін не синтезується. Мікроорганізми не мають і не потребують цього вітаміну.

Середньодобова потреба дорослих у вітаміні С становить 50-70 мг. Найкращим джерелом вітаміну С є шипшина, чорна смородина, томати, цитрусові, білокачанна капуста, зелені овочі, горіх грецький, перець червоний.

Принцип методу. Визначення аскорбінової кислоти ґрунтується на її окисно-відновних властивостях, а саме при окисленні аскорбінова кислота відновлює йодат калію до вільного йоду, кількість якого розраховують за реакцією з крохмалем.

Матеріали та реактиви. Фрукти (яблука, мандарини, апельсини), овочі (морква, цибуля, редис), 2% розчин HCl, 1% розчин KI, 0,5% розчин крохмалю, 0,1 н розчин KIO₃ (0,3568 г KIO₃ розчиняють у 1 л води, 100 мл цього розчину переносять у колбу на 1 л і доводять водою до мітки), їдкий натрій, фенолфталеїн.

Обладнання. Порцелянова ступка, колби мірні об'ємом на 100 мл, фільтрувальний папір, мірні циліндри, піпетки, мікробюретки.

Хід роботи.

Наважку 2-10 г (залежно від вмісту вітаміну С) рослинного матеріалу розтирають з невеликою кількістю дистильованої води у порцеляновій ступці. Отриману суміш переносять в мірну колбу об'ємом на 100 мл, вміст колби доливають дистильованою водою до мітки і фільтрують через сухий фільтр в сухий стаканчик або конічну колбу об'ємом на 100 мл. Для титрування використовують 10 мл фільтрату до якого приливають 1 мл 2% розчину HCl, 0,5 мл 1% розчину KI, 2 мл 0,5% розчину крохмалю і 6-7 мл дистильованої води. Вміст колби 1 титрують 0,01н розчином йодату калію з мікробюретки до виникнення стійкого синього забарвлення. Паралельно необхідно зробити контрольну пробу. Для цього у колбу 2 замість фільтрату вносять 10 мл дистильованої води, додають всі реактиви згідно протоколу та вміст колби 2 також титрують до виникнення стійкого синього забарвлення.

Кількість вітаміну С (мг %) визначають за формулою:

$$C = \frac{(a - b) \cdot T \cdot V_1 \cdot 100 \cdot 0,8806}{H \cdot V_2},$$

де С – кількість вітаміну С; (а – b) - кількість 0,01 н йодату калію, витраченого на титрування дослідного та контрольного зразків, мл; Т – поправка до титру 0,01 н йодату калію; V₁ – загальний об'єм витяжки, мл; V₂ – об'єм витяжки взятої для титрування (10 мл); Н – наважка рослинного матеріалу, г.

Примітка. 1 мл 0,01н розчину йодату калію відповідає 0,8806 мг аскорбінової кислоти. Якщо вміст аскорбінової кислоти низький, беруть 0,001 н йодат калію (1 мл відповідає 0,088 мг вітаміну С).

Перевага цього методу в порівнянні з методом Муррі, полягає в тому, що визначення вітаміну С можна проводити в забарвлених екстрактах рослин. Зробити висновок роботи.

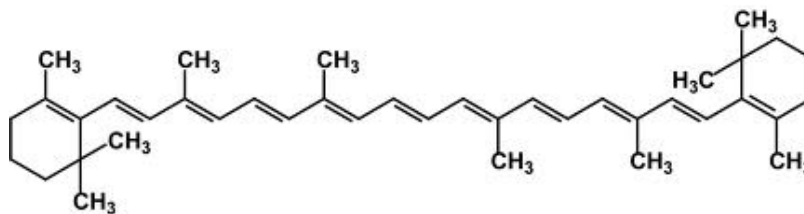
Контрольні запитання та завдання.

1. Написати структурну формулу аскорбінової кислоти.
2. Біохімічна роль фолієвої та аскорбінової кислот.

ЖИРОРОЗЧИННІ ВІТАМІНИ. ВІТАМІН А

Мета роботи. Визначити концентрацію вітаміну А.

Вітамін А (каротиноїди, антиксерофтальмічний фактор), під цією назвою об'єднується група похідних рослинних пігментів – каротинів. Біологічне значення для людини мають α -, β - і γ -каротини.



Структурна формула β -каротину

В організмі людини та тварин β -каротин може ферментативно перетворюватися на вітамін А₁, тому каротини називають провітамінами – попередниками вітаміну А. Вітамін А термостабільний, може витримувати нагрівання до 100-120 0С у безкисневому середовищі, стійкий до дії лугів, легко окиснюється киснем повітря, однак у кислому середовищі та під дією сонячного світла швидко руйнується.

Вітамін А бере участь в окисно-відновних процесах, тканинному диханні, процесах біосинтезу білків, нуклеїнових кислот, кортикостероїдів та входить до складу зорового пігменту людини - родопсину. Біологічна роль вітаміну А полягає у зоровій функції у формах ретинолу, ретиналю, ретинолової кислоти.

Середньодобова потреба дорослої людини у вітаміні А становить 0,75-1,5 мг. У разі перевищення рекомендованих доз вітаміну у 20-30 разів спостерігаються токсичні ефекти та загибель людей. Особливо багато вітаміну А міститься в печінці риб і ссавців, які живуть у водах Арктики.

Принцип методу. Вітамін А екстрагують із рослинного матеріалу органічними розчинниками та визначають його кількість спектрофотометричним методом за інтенсивністю поглинання світла при довжині 700 нм, оскільки інтенсивність забарвлення екстракту пропорційна вмісту у ньому вітаміну.

Матеріали та реактиви. Морква, кварцевий пісок, ацетон, бензин, безводний сульфат натрію, порошок каротину.

Обладнання. Порцелянова ступка, скальпель, фільтрувальний папір, лійка, мірна колба об'ємом на 100 мл, піпетки, розподільна лійка, пробірки, спектрофотометр, кювета.

Хід роботи.

За допомогою скальпеля дрібно нарізають 1 г сирі моркви та розтирають у порцеляновій ступці із кварцевим піском, додавши 5 мл ацетону. Отриману суміш фільтрують через складчастий паперовий фільтр у мірну колбу об'ємом на 100 мл. Осад промивають новими порціями ацетону до тих пір, поки останній не перестане забарвлюватися у жовтий колір.

До ацетонової витяжки каротину за допомогою піпетки додають 10 мл бензину та 3 мл води. Колбу закривають і струшують протягом 2-3 хвилин. Вміст колби переносять у розподільну лійку. Після розшарування рідин у лійці, нижній шар, що містить ацетон і воду, обережно зливають. Верхній бензиновий шар, який містить екстракт каротину, переносять у пробірку для подальших досліджень. Для зневоднення бензинової витяжки в пробірку додають 1 г безводного сульфату натрію.

Вимірюють оптичну густину поглинання проб на спектрофотометрі чи фотоелектроколориметрі при червоному світлофільтрі (625-740 нм). Як контрольну пробу використовують кювету з бензином. Стандартний розчин каротину: 0,203 мг каротину розводять в 100 мл бензину.

Вміст каротину розраховують за формулою:

$$A = \frac{E_2 \cdot V \cdot 0,203}{E_1 \cdot m \cdot 100},$$

де E_2 - екстинція каротинової витяжки дослідної проби, E_1 - екстинція каротинової витяжки стандартного розчину, V -об'єм витяжки, мл (3 мл); m -наважка моркви, г (1 г).

Зробити висновок роботи.

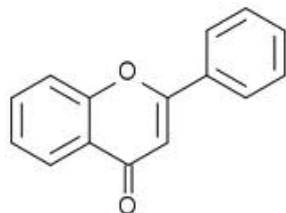
Контрольні запитання та завдання.

1. Характеристика жиророзчинних вітамінів. Навести приклади.
2. Написати структурні формули жиророзчинних вітамінів: вітаміну A_1 (каротиноїди), вітаміну D_3 (холекальциферол), вітаміну K_1 (філохінон), вітаміну E (токоферол).

ВІТАМІНОПОДІБНІ РЕЧОВИНИ. ВІТАМІН Р

Мета роботи. Визначити концентрацію вітаміну Р в чаї (за методом Левенталя).

Біофлавоноїди – це сполуки рослинного походження. Більшість біофлавоноїдів добре розчинні у воді, нерозчинні в етиловому ефірі, хлороформі і бензолі. На сьогодні відомо близько 150 біофлавоноїдів, які характеризуються Р-біологічною активністю – це катехіни, халкони, флавіни, флаволи тощо.



Структурна формула вітаміну Р.

Біофлавоноїди характеризуються наявністю у хімічній формулі ароматичних бензольних кілець і ядра, які з'єднані між собою трьох вуглецевим фрагментом. Флавоноїди поділяються на декілька груп в залежності від хімічної структури. Біологічна роль біофлавоноїдів: антиоксидантні та протизапальні властивості, нормалізують ліпідний, вуглеводний та білковий обміни у клітині, стабілізують основну речовину сполучної тканини, інгібуючи гіалуронідазу, при недостатній кількості біофлавоноїдів підвищується проникність кровоносних судин, що супроводжується кровотечами.

До речовин, що мають Р-вітамінну активність, належать широко поширені в рослинному світі глікозиди — рутин і геспередин, а також танін, що міститься в чайному листі і винограді.

Принцип методу. Рутин здатен окислюватись перманганатом калію, як індикатор використовують індигокармін, який взаємодіє із KMnO_4 після того, як окислиться весь рутин. Встановлено, що 1 мл розчину перманганату калію (0,02 моль/л) окислює 6,4 мкг рутину.

Матеріали та реактиви. Чай, 0,01 моль/л розчин перманганату калію, індикатор індигокармін (1г індигокарміну розтирають і додають 50 мл

концентрованої сірчаної кислоти, об'єм до 1 л доводять дистильованою водою, фільтрують і зберігають в темному скляному посуді).

Обладнання. Водяна баня, фільтрувальний папір, колби, мікробюретки.

Хід роботи.

Наважку чаю 100 мг заливають 50 мл гарячої дистильованої води і доводять до кипіння на водяній бані. Отриманий екстракт охолоджують і фільтрують. У колбу 1 (дослід) наливають 10 мл фільтрату чаю, а у колбу 2 (контроль) 10 мл дистильованої води. В обидві колби додають по 10 мл дистильованої води і 5 крапель індигокарміну. У колбі 1 утворюється синє забарвлення. Вміст обох колб ретельно перемішують та титрують розчином KMnO_4 до появи стійкого жовтого забарвлення. Різниця між дослідним і контрольним титруванням (без екстракту) являє собою кількість мл 0,01 моль/л KMnO_4 , що витрачається на окислення рутину.

Для визначення вмісту (мкг) вітаміну Р використовують формулу:

$$X = A \cdot V_1 \cdot k / V_2 \cdot P,$$

де k - стандартний коефіцієнт титрування (3,2), A - різниця кількості 0,01 моль/л розчину KMnO_4 , що пішло на титрування дослідної і контрольної проб, V_1 - об'єм (мл), в якому розчинена дослідна наважка чаю, V_2 - об'єм рослинного матеріалу (мл), взятий для аналізу, P - кількість чаю, г, взятого для аналізу.

Зробити висновок до роботи.

Контрольні запитання та завдання.

1. Що таке вітаміноподібні речовини? Навести приклади.
2. Написати структурні формули вітаміноподібних речовин: карнітину, інозиту, ліпоєвої кислоти, рутину, катехіну, вітаміну B_{13} (оротова кислота), вітаміну B_{15} (пангамова кислота).

Контрольні запитання до розділу «Вітаміни».

1. Що таке вітаміни? Що є їх джерелом?
2. Що відбувається в організмі людини при нестачі та надлишку вітамінів?
3. Біологічні функції вітамінів.
4. Класифікація вітамінів.
5. Чому рослини із високим вмістом піридоксину (вітамін B_6) слід зберігати у темному місці?
6. Які вітаміни є стійкими до дії високих температур, а які – ні? Як це впливає на їх біологічні властивості?