



## Лабораторна робота № 3

**Тема:** Мінеральне живлення.  
Стійкість рослин.  
Ріст та розвиток.

# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



## МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИННОГО ОРГАНІЗМУ

**Мета заняття:** Дослідити основні елементи мінерального живлення рослин за їх значенням та функціональною активністю, оволодіти основними методами визначення вмісту та значення окремих мінеральних елементів та неорганічних сполук.

### 5.1 Мікροхімічний аналіз золи рослин

В основі мікροхімічного аналізу лежить властивість деяких солей утворювати характерної форми кристали, за якими можна судити про наявність у складі золи того або іншого елемента.

Матеріали і обладнання: 1) мікроскопи; 2) скляні тонкі палички з відтягнутими кінцями; 3) предметні скельця; 4) пробірки; 5) воронки; 6) паперові фільтри; 7) маркер для скла; 8) етанол; 9) дистильована вода; 10) 10%-вий розчин HCl; 11) 1 % розчини кислот  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $H_2C_2O_4$ ; 12) 1 % розчини солей  $NaHC_4H_4O_6$ ,  $K_4[Fe(CN)_6]$ ,  $(NH_4)_2MoO_4$ ,  $(CH_3COO)_2Pb$ ,  $AgNO_3$ ,  $Na_2HPO_4$ ; 13) суміш наступного складу: 1 г  $Na_2HPO_4$ , 4 г  $NH_4Cl$ , 6 г  $NH_4OH$ , 2 г лимонної кислоти в 250 мл води (реактив на магній).

#### Хід роботи

З рослинної золи готують в пробірках два розчини — водний для виявлення  $Cl^-$  і  $K^+$  і солянокислий для визначення всієї решти іонів. Одну другу частину золи (приблизно 1 мл) заливають 3 мл дистильованої води, перемішують і фільтрують в чисту пробірку. До золи, що залишилася, додають 3 мл 10% HCl, перемішують і фільтрують розчин в чисту пробірку.

З розчинами проробляють всі якісні реакції. Поява типових кристалів показує наявність в золі відповідних елементів.

Техніка проведення реакції показана на рисунку 5.1

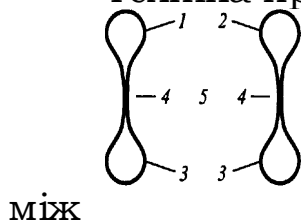


Рисунок. 5.1. Техніка проведення реакції:  
1 — витяжка із золи; 2 — розчин, що містить елемент; 3 — реактив на елемент; 4 — «місток» розчином і реактивом; 5 — предметне скло між

На різні кінці предметного скла розміщують по краплі необхідного реактиву на іон, який хочуть виявити. Поряд з однією з них наносять краплю якої-небудь солі, що містить даний іон (контроль), а з іншою — краплю солянокислого або водного екстракту золи.

Чистою препарувальною голкою кінцем дві сусідні краплі сполучають перемичками. В результаті взаємодії розчинів утворюються продукти реакції, які при повільному підсушуванні препарату випадають в осад з утворенням характерних

# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



кристалів. Слід уникати повного перемішування крапель розчинів: найкрупніші і правильно сформовані кристали утворюються в тонких перемичках між краплями.

Дуже важливо правильно підсушити препарат. Для цього його тримають високо над полум'ям пальника і підігрівають до повного випаровування води, злегка переміщаючи з одного боку в інший. Підсушування припиняють, як тільки зникне остання крапля рідини. Кристали розглядають під мікроскопом на сухому препараті без покривного скла, замальовують і порівнюють з контрольним варіантом.

Проробляють всі якісні реакції з розчинами і з екстрактами золи. Поява типових кристалів показує наявність відповідних елементів в золі.

## 5.1.1 Виявлення іонів калію:

а) реактивом на іони калію може бути гідротартрат натрію  $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ , який з нейтральним розчином солей калію дає осад гідротартрату калію  $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$  у вигляді крупних призм і пластинок (мал. 2.2).

Кристали гідротартрату добре розчиняються в кислотах і лугах, тому для визначення іона калію беруть водний екстракт;

б) іони калію можна знайти також за допомогою хлориду платини  $\text{PtCl}_4$ . В цьому випадку випадають кристали хлороплатинату калію  $\text{K}_2\text{PtCl}_6$  (див. рис. 5.2) у вигляді тетраедрів, октаедрів і кубів жовто-зеленуватого кольору.

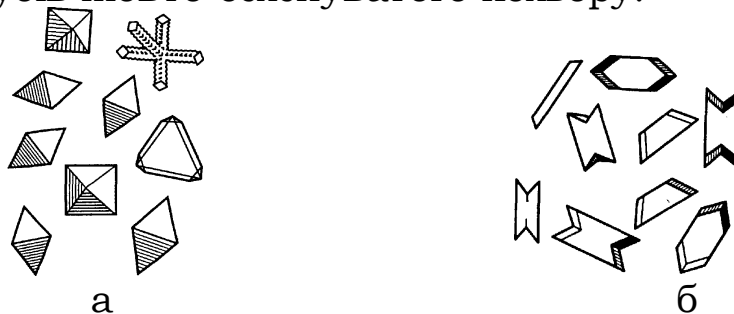


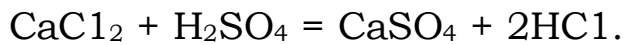
Рисунок 5.2 Кристали гідротартрату калію (а) і хлороплатинату калію (б)

## 5.1.2 Виявлення іонів кальцію:

а) на предметному склі краплю дослідного розчину і контрольного розчину сполучають з краплями щавлевої кислоти. При повільному нагріванні випадають кристали оксалату кальцію  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  у вигляді октаедрів, кубів, іноді хрестів (рис. 5.3);



б) більш характерним реактивом на кальцій є сірчана кислота. В результаті цієї реакції при тій же техніці виконання випадають голчаті кристали гіпсу  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , які іноді маються свій в розпорядженні групи, що нагадують сніжинки;



### 5.1.3 Виявлення іонів магнію.

Краплі дослідного розчину і контрольної солі сполучають з реактивом, що складається з гідрофосфату натрію, хлориду амонію, лимонної кислоти і гідроксиду амонію.



Рис.5.3 Кристали оксалату кальцію (а) і гіпсу (б)

При повільній кристалізації випадають кристали фосфату магнію-амонію у вигляді трапецій, призм і октаєдрів; при швидкій кристалізації — у вигляді зірок, хрестів і утворень, що гілкуються (рис. 5.4):

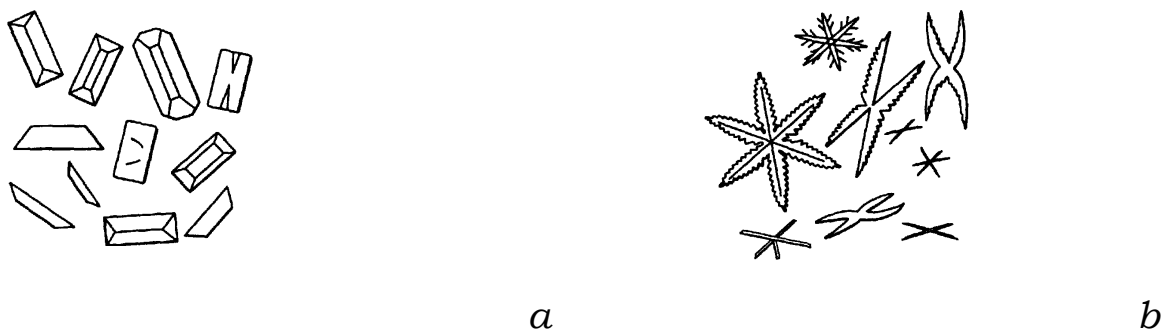


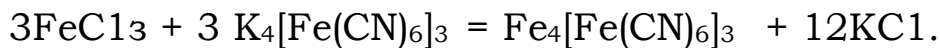
Рисунок 5.4 Кристали фосфату магнію-амонію, отримані: а — при повільній, б — при швидкій кристалізації



## 5.1.4 Виявлення іонів заліза.

Присутність у витяжці іонів заліза  $Fe^{3+}$  знаходять при взаємодії з гексоціанофератом (II) калія  $K_4[Fe^{2+}(CN)_6]$ . В результаті утворюється інтенсивно-синій осад гексоціаноферату (II) заліза  $K_4[Fe(CN)_6]_3$ .

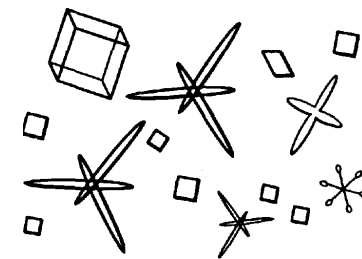
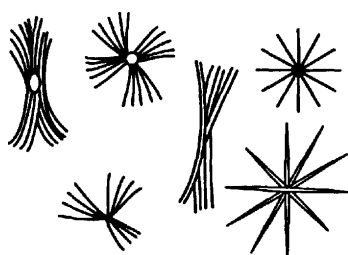
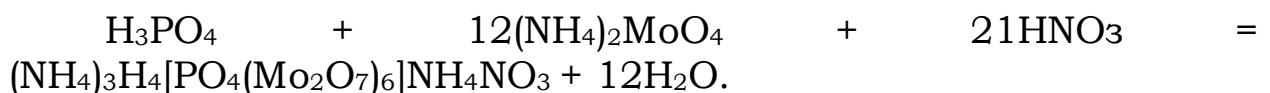
Заліза в деяких зразках золи мало, тому початкову витяжку слід нанести на скло кілька разів і упарити. Наявність іонів заліза виявляють за синім забарвленням:



Реакцію на залізо можна проводити в пробірці з частиною солянокислого екстракту, до якого по краплях додають розчин гексоціаноферату (II) калію.

## 5.1.5 Виявлення фосфору:

Йони  $PO_4^{3-}$  можна знайти в розчині при взаємодії з молібдатом амонію  $(NH_4)_2MoO_4$ . Краплю розчину фосфорної кислоти, злегка підкисляючи азотною кислотою, сполучають з краплею розчину молібдату амонію. В результаті випадають зеленувато-жовті дрібні кристали складної комплексної солі (рис. 5.5):



а

б

Рисунок 5.5 Кристали фосфату ртуті (а) і фосфат-молібдату амонію (б)

## 5.1.6 Виявлення іонів $SO_4^{2-}$ :

а) як реактив використовують розчин ацетату свинцю  $(CH_3COO)_2Pb$ . Випадають дуже дрібні кристали сульфату свинцю у вигляді довгих голок, зірок і ромбів;



б) у присутності нітрату срібла  $AgNO_3$  осідають кристали сульфату срібла  $Ag_2SO_4$  у формі витягнутих шестикутників і ромбів (рис. 5.6).

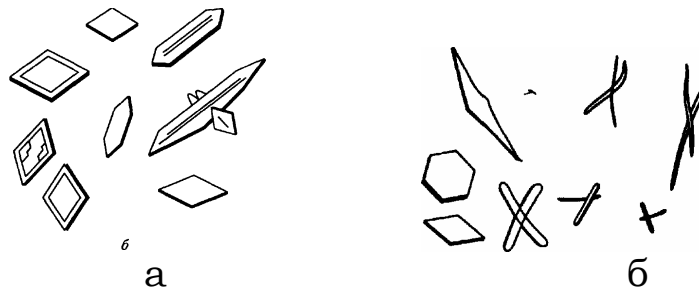


Рисунок 5.6 Кристали сульфату свинцю (а) і сульфату срібла (б)

## 5.1.7 Виявлення іонів хлору..

Аніони хлору виявляють у водному розчині золи за допомогою нітрату срібла. При взаємодії хлору з цим реактивом випадає білий осад, який і служить доказом присутності іонів хлору в розчині.

**Завдання:** при оформленні роботи замалювати характерні форми кристалів усіх іонів. У висновку відзначити які елементи

## 5.2 Виявлення нітратів в рослинах

Інтенсифікація землеробства в ХХ в. породила нітратну проблему. Азотні добрива, що вносяться без дотримання дози і правил, призвели до збільшення змісту нітратів в рослинних продуктах до розмірів, що загрожують здоров'ю людини.

Попадання великої дози нітратів в організм загрожує гострим отруєнням. Нерідкі отруєння динями, кавунами і іншими продуктами з підвищеним вмістом нітратів; можливо отруєння питною водою за рахунок попадання підвищеної кількості добрив у водні джерела.

Гранично допустима доза нітратів для дорослої людини за добу складає 500 мг, токсична - 600 мг, для немовляти доза в 10 мг може бути смертельною. Відомості про вміст нітратів в овочах, їх розподілі по органах і тканинах дані в таблицях 5.2 і 5.3.

.Солі азотної кислоти, що поглинаються коренями з ґрунту, відновлюються в рослині до аміаку, який використовується для синтезу амінокислот і інших сполук. Для відновлення нітратів потрібен АТФ, що утворюється в процесі окислювального або фотосинтетичного фосфорилування.



# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



При достатньому вмісті розчинних вуглеводів і високій активності відповідних ферментів перераховані біохімічні процеси відбуваються в клітинах кореня. Проте за несприятливих умов частина нітратів (нерідко вельми значна) може пройти через паренхіму кори кореня в незміненому вигляді. В цьому випадку нітрати потрапляють в судини ксилеми і підіймаються з висхідним струмом до листя, де і відбувається їх відновлення.

Визначення вмісту нітратів в соку, віджатому із стебел, черешків і пластинок листа, дозволяє судити про відновлення нітратів в коренях: чим менше в них виявляється нітрат-іонів, тим активніше відбувається цей процес в клітинах кореня. Зіставлення вмісту нітратів в різних органах рослини, наприклад в черешках, пластинках листа, коренях, дає уявлення про нітратредуктазну активність цих органів.

Для виявлення нітратів можна використовувати реактив з дифеніламіном, який у присутності іона  $\text{NO}_3^-$  дає синє забарвлення., за інтенсивністю якого можна судити про кількість нітратів в досліджуваному об'єкті.

Дані таблиці 5.1 дозволяють за допомогою цього реактиву оцінити кількість нітратів в рослині на різних стадіях розвитку і зробити висновок про необхідність азотної підкормки. Мала кількість нітратів на початку вегетації рослин означає нестачу азотного живлення. Така ж мала кількість їх у фазі цвітіння є нормою і не вимагає підкормки рослин.

Таблиця 5.1 Шкала для визначення нітратів в зрізах і соку рослин (за Церлінгом)

Бал	Забарвлення зрізу або соку	Необхідність в азотних добривах	
		На початку вегетації	У фазу цвітіння
0	Немає забарвлення	Дуже сильна (60 кг/га)	Середня (30 кг/га)
1	Блідо-голуба швидко зникає	Сильна (60 кг/га)	Слаба (30 кг/га)
2	Голуба провідних судин	Середня (30 кг/га)	Не мають потреби
3	Голуба, зникає через 2-3 хвилини	Слаба (30 кг/га)	Не мають потреби
4	Синя, зберігається декілька хвилин	Слаба (30 кг/га)	Не мають потреби

# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



5	Темно-синя, зберігається якийсь час	Не мають потреби	Не мають потреби
6	Темно-синя, стійка	Надлишок нітратів	

У зв'язку з небезпекою, яку представляють нітрати для здоров'я людини, наводимо відомості про межі вмісту їх в овочах і баштанних культурах (табл. 5.2), а також дані про розподіл нітратів по тканинах і органах зелених рослин (табл. 5.3). Ці відомості дозволять уникнути токсичних доз нітратів

Таблиця 5.2 Граничні кількості нітратів в овочах, мг/кг

Культура	Мінімум	Максимум	Культура	Мінімум	Максимум	Культура	Мінімум	Максимум
Кавуни	44	572	Перець солодкий	44	352	Крес-салат	320	4840
Баклажани	88	264	Петрушка	1760	1892	Картопля	44	968
Бруква	398	528	Ревінь	1760	2420	Лук Зелень.	44	1320
Горошок зелений	22	88	Редька чорна	1540	1760	Лук	66	880
Гірчиця салатна	320	1760	Редиска	440	2640	Морква	176	2200
Дині	44	484	Ріпа	660	880	Огірки	88	528
Капуста біла	66	2860	Салат	396	2860	Патисон	176	880
Гарбуз	308	1320	Квасоля	22	880	Шпинат	660	3960
Кріп	396	2200	Часник	44	308	Щавель	264	396
Кабачки	196	704	Буряк	44	2640	Естрагон	1320	2200



# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



Таблиця 5.3 Вміст нітратів в різних органах зелених овочів, мг/кг

Орган	Культура		
	Шпинат	Коріандр	Кріп
Корінь	74	90	384
Стебло	833	163	487
Черешок листа	814	165	441
Пластинка листа	213	14	95

У столового буряка і редиски необхідно видаляти верхню і нижню частини коренеплоду. В капусті найбільша кількість нітратів зосереджена у верхньому криючому листі і кочережці. Кабачки, огірки і патисони накопичують нітрати в шкірці і в частині, прилеглій до плодоніжки. Їх необхідно чистити і зрізати 2—3 см разом з плодоніжкою.

В картоплі нітратів нагромаджується менше, проте його вживають частіше за інші овочі і у великій кількості. Для зниження кількості нітратів в картоплі його слід замочувати на ніч в розчині NaCl.

Мета роботи: познайомитися з простим і доступним засобом визначення нітратів в рослинній сировині і грамотно оцінити їх кількість. Це необхідне для визначення дози внесення азотних добрив в період вегетації рослин, а також для вивчення того, як локалізовані нітрати в різних частинах і органах рослини, і оцінки їх кількості в харчових продуктах.

Матеріали і обладнання: 1) розчин KNO<sub>3</sub> або NaNO<sub>3</sub> в концентраціях, мг/л: 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 50, 10 в невеликих склянках; 2) 1 % розчин дифеніламіну в концентрованій H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в крапельниці (берегти в темряві на підставці); 3) пінцет; 4) скляні палички; 5) фарфорові випарювальні чашки; 6) шматок скла; 7) кольорові олівці; 8) фільтрувальний папір; 9) ножиці; 10) ніж; 11) скальпель; 12) бритва.

## 5.2.1 Норми вмісту нітратів в продуктах

Міністерством охорони здоров'я встановлені наступні нормативи за змістом нітратів в сільськогосподарській продукції

# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



(в мг/кг по нітрат-іону). В чисельнику приводяться норми для ранніх і тепличних овочів, в знаменнику — для пізньої продукції відкритого ґрунту:

картопля — 250	огірки — 400/150	лук-перо — 800/600
капуста — 900/500	кавуни — 60	лук ріповий — 80
морква — 400/250	дині — 90	кабачки — 400
томати — 300/150	перець солодкий — 200	

## Хід роботи

На поверхню предметного скла наносять краплі контрольних розчинів  $KNO_3$  і додають одну краплю дифеніламіну. Заповнюють концентраційну шкалу забарвлення, відповідну певному вмісту нітратів (табл. 5.4). За допомогою цієї шкали кількісно оцінюють вміст нітратів в рослинному матеріалі, порівнюючи з нею за кольором дослідну пробу.

Беруть краплю соку рослинного матеріалу додають до нього краплю дифеніламіну. Оцінюють кількість нітратів згідно даним концентраційної шкали забарвлення (див. табл. 5.4), заносять результати їх вмісту в таблицю 5.5. Змиваючи після закінчення сік, необхідно пам'ятати про властивості концентрованої сірчаної кислоти залишати опіки при попаданні на шкіру.

Таблиця 5.4 Концентраційна шкала забарвлення на нітрати

Концентрація $KNO_3$ , мг/л	Зображення кольору	Опис кольору
1		
1		
10		
50		
100		
200		
300		
400		
500		
600		
700		
800		
900		
1000		



# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



## СТІЙКІСТЬ РОСЛИН. РІСТ І РОЗВИТОК.

**Мета заняття:** Дослідити основні фізіолого-біохімічні показники стійкості рослин до дії різних абіотичних чинників навколишнього середовища, оволодіти основними методами визначення холодостійкості. .

Дослідити основні фізіолого-біохімічні характеристики рослин, які змінюються протягом онтогенезу, зокрема виходу зі стану спокою, ростових рухах та загального росту, оволодіти основними методами визначення типу рухових переміщень органів рослин та прискорення виходу зі стану спокою різних рослинних об'єктів

**Стійкість рослин** — це їх здатність адаптуватися до несприятливої дії зовнішнього середовища, зберігаючи стабільність всіх фізіологічних процесів. Чим менше відхилення якого-небудь процесу або реакції від норми в результаті дії екстремального чинника і чим швидше вони повертаються до норми, тим вище стійкість рослин. Механізми досягнення стійкості у них різні і можуть відбуватися як на генетичному, так і на фізіолого-біохімічному і морфологічному рівнях.

При стресовому впливі на тканині, наприклад при підвищенні температури, мембрани клітини, у тому числі і мембрани хлоропластів, втрачають властивість напівпроникності. Внаслідок цього іони водню, присутні в клітині, заміщають іон  $Mg^{2+}$  в молекулі хлорофілу, який перетворюється у феофітин, що має бурий колір. Чим більше хлорофілоносних клітин пошкоджено, тим більша площа листа буріє.

## 6.1 Стійкість рослин

### 6.1.1 Вплив кріопротекторів на життєздатність клітин рослинних тканин при заморожуванні.

Метод заснований на тому, що при пошкодженні клітин їх вміст (цитоплазма і сік вакуолі) виходить назовні. А якщо у вакуолі міститься багато пігментів, наприклад, антоціанів, як в коренеплоді столового буряка, то по інтенсивності забарвлення розчину можна встановити ступінь пошкодження клітин, а отже і стійкість.

Матеріали і обладнання: 1) кристалізатор; 2) ніж; 3) бритви; 4) термометр з шкалою від  $-50$  до  $+50$  °C; 5) водяна лазня; 6) електроплитка, 7) пробірки; 8) штатив для пробірок; 9) хімічні стакани; 10) лінійки; 11) пробкове свердло великого діаметра (8—

# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



10 мм); 12) NaCl; 13) сніг або кубики льоду; 14) 12%-вий розчин гліцерину; 15) 2М розчин сахарози; 16) піпетки на 5 – 10 мл.

## Хід роботи

З коренеплоду столового буряка пробковим свердлом діаметром 8 - 10 мм вирізають циліндр і розрізають його на диски завтовшки 2 - 3 мм. Всі диски (загальне їх число 35) повинні бути однаковими. Потім їх поміщають в хімічний стакан і ретельно промивають водою, щоб видалити клітинний сік, що витікає з пошкоджених клітин.

Відмиті кружечки по 5 штук поміщають в 7 пробірок, в кожній з яких знаходиться по 5 мл наступних рідин: дистильованої води; 2М розчину сахарози; 1М розчину сахарози; 12 % розчину гліцерину; 12 % розчину гліцерину і 2 М розчину сахарози в співвідношенні 1:1 (по 2,5 мл); 12 % розчину гліцерину і 1 М розчину сахарози в співвідношенні 1:1 (по 2,5 мл); 12 % розчину гліцерину і 0,5 М розчину сахарози в співвідношенні 1:1 (по 2,5 мл).

Склад сумішей розчинів сахарози і гліцерину можна міняти (у такому разі заповнюють додаткові пробірки), що може бути особливо необхідний при зміні об'єкту, оскільки кожний новий об'єкт вимагає індивідуального підбору кріопротекторів і їх сумішей.

Всі пробірки поміщають в охолоджуючу суміш, що складається з трьох частин снігу і однієї частини сухої кухонної солі (температура – 21 °С). Пробірки витримують в ній до повного замерзання вмісту.

Після цього пробірки розморожують при кімнатній температурі. Після відтаювання розчини ретельно перемішують і порівнюють інтенсивність їх забарвлення візуально (за сьомибальною системою – 1 – розчин з найсильнішими кріопротекторними властивостями, а 7 – з найслабшими) та за допомогою ФЕКу.

За отриманими результатами заповнюють таблицю 6.1:

Таблиця 6.1

№ п/п	Склад розчину	Забарвлення розчину після розмороження	Оптична густина розчину	Відносна кріопротекторна здатність розчинів
1.	Дистильована вода			
2.	2 М розчин сахарози			
3.	1 М розчин сахарози			

# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



4.	12 % розчин гліцерину			
5.	2 М розчин сахарози : 12 % розчин гліцерину = 1 : 1			
6.	1 М розчин сахарози : 12 % розчин гліцерину = 1 : 1			
7.	0,5 М розчин сахарози : 12 % розчин гліцерину			

**Завдання:** розташувати пробірки в ряд за збільшенням інтенсивності забарвлення розчинів. Встановити зв'язок між інтенсивністю забарвлення розчинів і складом сумішей, що знаходяться в цих пробірках. Зробити висновки про роль кріопротекторів (сахарози і гліцерину) і їх сумішей в збереженні життєздатності клітин рослинних тканин при їх заморожуванні.

## 6.2 Ріст та розвиток рослин

**Ріст та розвиток** — це процеси новоутворення структурних елементів організму. В ці поняття входять як розуміння виникнення нових органів, тканин, клітин, органоїдів, так і необоротне збільшення їх розмірів, тобто набуття якісних і кількісних відмінностей від попередніх онтогенетичних стадій.

### 6.2.1 Пошкодження бруньок як спосіб ранньої вигонки рослин

**Матеріали і обладнання:** 1) гілки рослин - бузку, форзиції, ліщини, каштана і спіреї; 2) розчин алкоголю - 5-10%; 3) 0,1% ефіри; 4) препарувальна голка; 5) банки або широкогорлі бутлі.

#### Хід роботи

Фізичне пошкодження сильно впливає на розпускання бруньок. Одним з непоганих і демонстраційних способів такого впливу є наколювання бруньок. Рослину уколюють, як правило, біля основи бруньки, так глибоко, щоб кінчик голки доходив до її середини. Вколена таким чином брунька починає швидко рости. Гілки рослин з пораненими бруньками ставлять в теплу оранжерею, і вони швидко ростуть.

Метод ін'єкції води дає ще кращі результати. Якщо таким же чином її ввести за допомогою шприца, то можна спостерігати, як ін'єктована крапелька води продавиться крізь всю бруньку і повисне на її кінчику.

Головна роль, очевидно, при цьому належить пораненню, вода ж посилює дію цього методу.



# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



При уприскуванні замість води слабого розчину алкоголю або ефіру вигнання значно прискорюється. Бруньки гілок акації, тополі, винограду, ін'єктовані таким чином, зацвітають на 15-30 днів раніше контролю.

**Завдання:** зробити висновок про вплив поранення бруньок на вихід гілок деревних рослин із спокою як спосіб ранньої вигонки рослин.

## 6.2.2 Скарифікація насіння

У ряді випадків спокій і непроростання насіння залежить від слабого проникнення покривів для води. Для прискорення проростання твердого насіння з метою руйнування насінних покривів або підвищення проникності шкірки насіння застосовують різні методи його механічної обробки, хімічні (обробка сірчаною або іншими кислотами) або фізичні (обшпарювання, прогрівання). Пошкодження покривів насіння для прискорення проростання насіння називають **скарифікацією**.

Матеріали і обладнання. 1) насіння гледичії; 2) сірчана кислота; 3) кипляча вода; 4) чашки Петрі; 5) фільтрувальний папір.

### Хід роботи

Для досліду беруть по 10 насіння гледичії на кожний варіант. Варіанти досліду: 1) непошкоджене насіння; 2) насіння з пошкодженою шкіркою; 3) насіння, яке занурюють на 10 с в киплячу воду; 4) насіння, яке обробляють протягом 30 хв концентрованою сірчаною кислотою, а потім ретельно відмивають водою; 5) насіння, яке протягом 30 хв струшують.

Після впливу перерахованих чинників насіння пророщують в чашках Петрі на вологому фільтрувальному папері у вологій камері. Через певну кількість днів обчислюють кількість насіння, яке проросло.

**Завдання:** в кінці досліду кількість насіння, яка проросло у варіантах, виражають у відсотках до кількості пророслого в контролі. Роблять висновок про вплив різних методів пошкодження шкірки насіння на його проростання.

## 6.2.3 Тропізми рослин

**Тропізми** - ростові рухи (вигини) органу рослин, які виникають під дією односторонніх фізичних, хімічних і інших подразників. Тропізми точно орієнтовані по відношенню до напрямку дії подразників.

Розрізняють такі види тропізмів: фототропізм, викликаний

# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



одностороннім освітленням; геотропізм, який виявляється під дією сили земного тяжіння, і відповідно з іншими подразниками - **гідро-, аеро-, хемо-, травмо-, електро- і магнітотропізм.**

Поява тропізмів залежить не тільки від подразника, але і від життєдіяльності рослини (фізіологічного стану органів і концентрацій фітогормонів в них). Порухення життєдіяльності рослини ослаблює реакції на подразнення, порушує його тропізми.

## **6.2.3.1. Дослідження геотропізму**

Властивість органів рослини займати певне положення по відношенню до центру Землі називають геотропізмом. Для коренів властивий позитивний геотропізм. Завдяки цьому при проростанні насіння вони завжди занурюються в ґрунт. Стебло має негативний геотропізм. Завдяки негативному геотропізму різні рослини при виляганні під впливом будь-якої механічної сили (вітру, дощу, граду) через деякий час підіймаються. Таке явище надзвичайно цінне для збереження врожаю. Воно можливе завдяки своєрідній будові стебла злаків (соломини), у вузлах якого (або над вузлом) тривалий час зберігається меристематична тканина, і тому може утворитися згин і рослина підіймається.

Геотропічні вигини, як і взагалі все тропізми, відбуваються лише в ростучих частинах стебла або кореня. Стебло або корінь прагнуть зайняти вертикальне положення щодо центру Землі. Таке положення називають *ортотропним*, а ці органи ортотропними. Проте не всі гілки і не всі корені характеризуються строго ортотропним положенням. Багато хто з них розташований під певним кутом до вертикальної осі. При цьому ті, що розташовуються під прямим кутом до неї, називають *діатропними*, а ті, що розташовані під тупим або гострим кутом - *плагіотропними*. Листя, бічні гілки і корінці займають одне з цих двох положень.

Геотропізм - важлива властивість рослин, яка виробилася в них в процесі історичного розвитку на самих ранніх етапах еволюції. Вже деяким водоростям властивий геотропізм.

Матеріали і обладнання. 1) насіння льону; 2) відрізок скла для закриття банки; 3) скляна пластинка, яка легко входить в банку; 4) темний м'який обгортувальний папір; 5) банки.

### Хід роботи

Обгорнути скляну пластину папером і прикріпити до неї коренями вниз 5-8 насінин, які вже почали проростати. Поставити її вертикально в банці, на дно якої налити небагато води. Банку зверху закрити склом. Коли корінці виростуть на 5-

# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



10 мм, пластинку з насінням повернути на 90°, а на другий день на 180°. Спостерігати геотропічні вигини коренів, а потім і стебел.

**Завдання:** зробити висновок про вплив земного тяжіння на ріст коренів.

## 1.2.3.2 Гідротропізм

Для коренів властивий гідротропізм. З його допомогою вони завжди ростуть у напрямку до більш зволоженої ділянки ґрунту. Гідротропічна чутливість рослин, як і геотропічна, зосереджена на кінці кореня.

Матеріали і обладнання. 1) насіння льону або гірчиці; 2) скляні пластинки; 3) шматок скла, не набагато більший отвори банки; 4) фільтрувальний папір; 5) банки.

### Хід роботи

В обидві банки наливають воду завтовшки приблизно 5 см, скляні пластинки обертають фільтрувальним папером, зволожують його і на одній із сторін розкладають в рядках сухе насіння льону або гірчиці. Стикаючись з вологою, насіння змочується і прилипає до паперу. Пластинку ставлять похило в банку, так, щоб насіння опинилось на нижній стороні пластинки. Одну банку накривають шматком скла, іншу залишають відкритою. Обидві банки ставлять в темне місце. В першій банці, де вологість рівномірна, корені будуть направлені вертикально до поверхні води по напрямку сили земного тяжіння. У відкритій банці, в якій верхні пласти повітря менш вологі, корені ростуть у напрямку до більшої вологості і стеляться по вологому фільтрувальному паперу.

**Завдання:** зробити висновки про причину росту кореня у певному напрямку.

## 6.2.4 Значення листя для вкорінення живців (за Руге)

Матеріали і обладнання: 1) традесканція; 2) стакани фаянсові або скляні, обгорнуті чорним папером; 3) лезо бритви.

Ауксини утворюються у верхівкових меристемах стебел, в зародках, що ростуть, у верхівках колеоптилів, а також в листі, причому з листя вони транспортуються в стебла, де і можуть викликати утворення додаткових коренів. Порівняно небагато рослин (тополя, деякі види верби) містять в стеблах великий запас ауксинів і здатні до вкорінення безлистих живців. Для вегетативного розмноження більшості рослин використовують зелені (облиственні) живці.

# ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН



## Хід роботи

Зрізати шість по можливості однакових живців традесканції з 5—6 листками. У двох живців видалити все листя, у двох інших залишити два верхні листи, у третьої пари залишити всі листки. Поставити живці в стакани з водопровідною водою і виставити на світло (у зв'язку з тим, що світло гальмує коренеутворення, потрібно використовувати фаянсові стакани або обернути скляні стакани чорним папером).

**Завдання:** через 1—2 тижні оглянути і замалювати рослини. Зробити висновок про значення листя для утворення додаткових коренів.

## **Розв'язати наступні задачі:**

1. Чому при будь-якому положенні насінини в ґрунті корені ростуть вниз. В якому напрямку ростимуть корінці проростків у стані невагомості.
2. Частину пагонів (невідокремлених від рослини) ізолювали від світла, решту залишали в умовах нормального освітлення. Що відбуватиметься з пагонами, ізолюваними від світла? Чи впливають на їхню життєдіяльність пагони, що залишились на світлі?
3. Чому в справжніх ксерофітів повільний ріст та незначні розміри?