

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Одеський державний екологічний університет

Збірник методичних вказівок  
до лабораторних робіт  
З дисципліни „Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології”

Одеса 2011

Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт з дисципліни „Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології” для студентів III-IV курсів за спеціальністю „Агрометеорологія” та за спеціалізацією „Агроекологія”. // Укладач к. с/г н. доц. Разумова С.Т., Одеса, ОДЕКУ, 2011 р., с. 52, укр. мовою.

## Зміст

Передмова.....	5
Розділ 1. Вчення про клітину і тканини рослин.....	6
Тема 1. Будова і функції рослинної клітини.....	6
Робота №1. Мікроскоп, його будова та робота з ним.....	6
Робота №2. Будова рослинної клітини.....	8
Робота №3. Хлоропласти (органели цитоплазми). Рух цитоплазми.....	9
Робота №4. Хромопласти. Лейкопласти.....	11
Робота №5. Крохмальні зерна.....	12
Робота №6. Кристали щавлевокислого кальцію.....	14
Тема 2. Життєвий цикл клітин.....	15
Робота №7. Фази мітозу.....	15
Тема 3. Тканини рослин.....	17
Робота №8. Первинна покривна тканина – епідерма.....	19
Робота №9. Вторинна покривна тканина – пробка. Комплекс-перидерма.....	19
Робота №10. Провідні тканини.....	20
Розділ 2. Морфологія та анатомія рослин.....	21
Тема 4. Корінь, його будова та функції.....	22
Робота №11. Зони ростучого кореня.....	22
Тема 5. Стебло і пагін.....	23
Робота №12. Бруньки. Типи розгалуження та форми росту стебла.....	24
Робота №13. Метаморфози пагону.....	26
Тема 6. Лист, будова, основні функції, метаморфози.....	27
Робота №14. Морфологія листа. Метаморфоза листа.....	28
Тема 7. Квітка – репродуктивний орган, орган статевого розмноження.....	29
Робота №15. Морфологія квітки.....	29
Розділ 3. Вплив екологічних факторів на фізіологічні процеси рослин.....	30
Тема 8. Вода, як екологічний фактор. Рослинна клітина як осмотична система.....	30
Робота №16. Тургор, плазмоліз, деплазмоліз.....	31
Робота №17. Визначення осмотичного тиску клітинного соку методом плазмолізу.....	32
Робота №18. Визначення смоктальної сили рослинних тканин спрощеним методом (за Уршпрунгом).....	35
Робота №19. Визначення стану продохів.....	37
Робота №20. Визначення інтенсивності транспірації за допомогою торзійних терезів.....	38
Тема 9. Світло як екологічний фактор. Фотосинтез як унікальна	

функція рослинного організму.....	41
Робота №21. Здобуття витяжки суміші пігментів. Властивості хлорофілу.....	41
Робота №22. Колориметричний спосіб порівняльного визначення хлорофілу у листях.....	44
Робота №23. Визначення інтенсивності дихання проростаючого насіння, листя та бруньок.....	47
Розділ 4. Адаптація рослин до несприятливих умов навколишнього середовища.....	48
Робота №24. Визначення жаростійкості рослин (за Мацковим).....	49
Робота №25. Захисна дія сахару на протоплазму при низьких температурах.....	50
Література.....	52

## Передмова

Дисципліна „Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології” дає повну уяву про взаємовідносини між рослинами та навколишнім середовищем. Ця наука тісно пов’язана з ботанікою, морфологією та фізіологією рослин, а також з геоботанікою рослин та охороною навколишнього середовища. Дисципліна має важливе значення як фундаментальна, яка дає наукове обґрунтування тісних взаємозв’язків з живою та неживою природою, про своєрідний розвиток рослин під впливом певних факторів довкілля.

Дисципліна „Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології” належить до природничо-наукових дисциплін, викладається при підготовці фахівців у галузі агрометеорології, екології, охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування, зі спеціальності агроєкології.

Задача цієї дисципліни – осягнення закономірностей життєдіяльності цілісного рослинного організму у навколишньому середовищі з метою виявлення засобів планомірного управління ростом та розвитком рослин, підвищенням їх продуктивності; а також дати повну уяву про високій ступінь адаптації рослин до різних умов довкілля на всіх рівнях організації рослин.

Мета лабораторних робіт з названої дисципліни – закріплення та розширення знань студентів з теоретичного курсу. В процесі виконання лабораторних завдань студенти оволодівають методиками досліджень та набувають навичок і інтересу до науково-дослідницької роботи. Вони повинні заздалегідь ознайомитися з літературою і методичними вказівками до кожного заняття. Студенти за спеціальністю „Агрометеорологія” в VI семестрі виконують лабораторні роботи №1-15, але ж деякі з них об’єднуються. Так, роботи №1,2,3 виконуються на першому занятті, роботи №4,5 на другому. Далі, на послідуючих заняттях об’єднуються роботи №8,9,10, слідує об’єднаннями будуть відповідно №12,13 і №14,15. Всього 16 годин лабораторних робіт згідно робочої програми. В VIII семестрі виконують усі лабораторні роботи №15-25, 34 години робочої програми. Студенти за спеціалізацією „Агроєкологія” в V семестрі виконують всі лабораторні роботи за №1-15, які не об’єднуються. Згідно робочої програми – 34 години. В VII семестрі ці студенти виконують роботи №15-25, але ж деякі об’єднуються: №15,16; далі №20,21,22, 17 годин робочої програми.

Звіт про виконання лабораторних робіт повинен бути представленим у відповідному зошиті, де вказана тема, відповідні записи та малюнки, зроблені при роботі з мікроскопом. Зараховується робота підписом викладача у зошиті.

## **Розділ 1. Вчення про клітину та тканини рослин**

Клітина – це структурна одиниця живих організмів, що є певним чином диференційованою ділянкою цитоплазми, оточеною клітинною оболонкою. Функціонально клітина є основною одиницею життєдіяльності організмів. Сукупність клітин, однакових за походженням, будовою та функціями, називають тканинами.

Відкриття та вивчення клітини стало можливим завдяки винаходу мікроскопа та вдосконаленню методів досліджень з його допомогою. До початку ХХ ст. в біології користувалися світловим мікроскопом, який дає максимальне збільшення у 2500 разів. Але ж винахід електронного мікроскопа, в якому замість світла є швидкісний потік електронів, дозволив побачити об'єкти при збільшенні у 500 000 разів. Так були відкриті в клітині нові органели-рибосоми, ендоплазматична мережа, вивчені більш досконально раніше відомі, встановлена мембранна природа більшості органел, досліджені найскладніші фізіологічні процеси, які в них відбуваються.

Однак, світловий мікроскоп не втратив свого значення. В навчальних та науково-дослідних лабораторіях рослинні об'єкти і зараз аналізують за допомогою світлового мікроскопа.

### **Тема 1. Будова і функції рослинної клітини**

Структуру рослинних клітин на лабораторних заняттях вивчають за допомогою світлового мікроскопа. Робота з ним потребує певних навиків. Знання будови мікроскопа та вміння правильно приготувати тимчасовий препарат – це початок лабораторно-практичних занять.

#### **Лабораторна робота 1. Мікроскоп, його будова та робота з ним**

Мета роботи: вивчити основні складові частини мікроскопа, їх призначення. Освоїти правила роботи з мікроскопом. Ознайомитися з постійними препаратами та виготовити тимчасові.

Світловий (або оптичний) мікроскоп – це прилад для одержання збільшеного зворотного зображення предмета, який вивчається.

В навчальній практиці найчастіше використовують біологічні мікроскопи М-9 та МБІ-1. Головною складовою мікроскопа є оптична система; допоміжними – освітлювальний та механічний пристрої.

До оптичної системи відносяться окуляр та об'єктиви. Окуляр складається із двох лінз, вставлених в циліндр (тубус), на якому

позначено збільшення 7х, 10х, 15х і т.д. На циліндрах об'єктивів вказані цифри 8, 20, 40, 90; вони також показують збільшення.

Через окуляр розглядаємо зображення предмета, одержане від збільшення за допомогою об'єктива. Щоб визначити показник загального збільшення, треба показник окуляра помножити на показник об'єктива. Освітлювальний пристрій служить для спрямування світла на об'єкт та регулювання сили освітлювання. До нього відносяться дзеркало, конденсор та ірисова діафрагма. Дзеркало рухомо закріплене у напівкруглій вилці і має плоску і вгнуту поверхню. При слабкому джерелі світла рекомендується користуватися вгнутою поверхнею дзеркала, при яскравому освітленні – плоскою. При роботі із штучним світлом (електрична лампочка) доцільно користуватися світлофільтрами (матові стекла білого та синього кольорів над дзеркалом). Промінь із дзеркала проходить крізь систему, розташовану над ним. В цій системі у наступному порядку розташовані конденсор, фільтр, ірисова діафрагма. За допомогою конденсора, який спеціальним гвинтом можна піднімати і опускати, концентруються промені світла, які йдуть від дзеркала. Конденсор складається із 2-3 лінз, вставлених у металічну оправу. Далі промінь проходить крізь ірисову діафрагму, яка складається із рухомих металічних пластинок і служить для регулювання інтенсивності освітлення за рахунок зміни діаметра отвору, через який проходить пучок світла. Правильне використання освітлювального пристрою дозволяє одержати чітке та добре освітлене зображення об'єкта, який вивчається.

Механічний пристрій включає штатив, предметний столик та механізм для точної наводки або установки. Штатив складається із основи (підшви) та тубусоутримувача (ручки). Основа додає стійкості мікроскопу. У тубусоутримувач вставляється тубус (труба) з циліндром окуляра. При перенесенні мікроскопа тубусоутримувач використовують як ручку, підтримуючи при цьому мікроскоп знизу. На протилежному від окуляра кінці тубуса розміщений револьвер, який обертається. Він має гнізда, куди вгвинчують циліндри об'єктивів.

Столик під револьвером називають предметним, оскільки на нього кладуть предмет дослідження або вивчення. У центрі столика є отвір для проходження світлових променів. На предметне скло кладуть об'єкт вивчення і розташовують в середині столика над отвором та фіксують клемми (затискувачами). В бокових частинах столика є два гвинта, якими здійснюють кругове переміщення його.

Для грубої (попередньої) наводки зображення предмета в мікроскопі користуються макрогвинтом або кремальєрою. Остаточне фіксування здійснюють мікрогвинтом.

Мікроскоп – прилад, який потребує бережливого та вмілого поводження. Його треба утримувати сухим, чистим, не допускати

попадання на нього реактивів. Ставити на стіл, пересувати та переносити його слід обережно, без різких поштовхів. Зберігати мікроскоп необхідно у спеціальному ящику або покрити його чохлам із щільної тканини.

Послідовність виконання роботи:

1. Встановити мікроскоп, як вказано вище.
2. На предметний столик помістити постійний препарат, тобто препарат фабричного виготовлення, вчитися знаходити чітке зображення, користуючись вище описаними вказівками.
3. Приготувати тимчасовий препарат епідермісу листа Бегонії широколистяної, розглянути його і замалювати.
4. Після закінчення роботи з мікроскопом треба зняти з предметного столика препарат, протерти мікроскоп сухою ганчіркою і поставити його у відведене місце.

## **Лабораторна робота 2. Будова рослинної клітини**

Клітини існують і як самостійні або універсальні, так і ті, що входять до складу багатоклітинних організмів (диференційовані). Універсальні клітини виконують всі функції живого організму. Диференційовані клітини спеціалізуються на виконанні окремих функцій і утворюють різні тканини. Клітини різняться за формою, розмірами, особливостями організації, функціями. Рослинні клітини за формою діляться на прозенхимні та паренхимні. Прозенхимні – видовжені клітини, паренхимні – округлі.

Мета роботи: Вивчити будову рослинної клітини та її складові частини.

Живі клітини шкірочки-епідерми соковитої луски цибулі ріпчастої (*Allium-sera*) є хорошим об'єктом вивчення будови рослинної клітини. Під мікроскопом видно паренхимні клітини, обмежені клітинною оболонкою у вигляді лінії, яка переривається більш світлими ділянками – порами. Це непотовщені місця оболонки, через які проходять плазмодесми (вони непомітні) і з'єднують сусідні клітини між собою. Порожнина клітини заповнена клітинним соком рожевого кольору. В ній видно ядро, заповнене ядерним соком або каріоплазмою і обмежене ядерною оболонкою.



### Послідовність виконання роботи:

1. Розрізати синю цибулину поздовж, взяти соковиту луску і з зовнішньої її сторони пінцетом або скальпелем зняти невеликий шматочок епідерми.

2. На середину предметного скла нанести краплину води, в неї покласти епідерму. Об'єкт можна накрити покривним склом.

3. Розглянути клітини епідерми при малому, а потім при великому збільшенні мікроскопа. Клітини мають дещо витягнуту форму і щільно прилягають одна до одної, у їх оболонці помітні пори.

Зерниста цитоплазма розташована повздовж оболонки. Ядро обов'язково оточене цитоплазмою. У ньому добре помітні ядерця. У клітині є одна центральна, або декілька менших вакуолю з клітинним соком.

Якщо була використана так звана синя цибуля, то клітинний сік має рожеве забарвлення розчиненого пігменту антоціану.

4. Провести пофарбувальну реакцію клітини епідерми розчином йоду в йодистому калію. Краплю розчину на скляній палиці піднести до краю покривного скла, а з протилежної сторони скла воду відсосати фільтрувальним папером. Прониклий під покривне скло розчин зафарбує цитоплазму у жовтий, а ядро – у світло-коричневий колір. Ця реакція підтверджує наявність білкових речовин у ядрі та цитоплазмі.

5. Замалювати декілька клітин епідерми та зробити позначення.

### **Лабораторна робота 3. Хлоропласти (органели цитоплазми). Рух цитоплазми**

Мета роботи: Вивчити форму та розташування хлоропластів у клітині. Простежити за рухом цитоплазми.

Пластиди (хлоропласти, хромопласти, лейкопласти) – обов'язкові органели рослинної клітини. Вони добре помітні у світловому мікроскопі. Хлоропласти – сечовидні тільця зеленого кольору. Цей колір обумовлений наявністю в них зеленого пігменту – хлорофілу. Саме в хлоропластах відбувається унікальний на Землі процес фотосинтезу. Наявність хлоропластів в цитоплазмі клітин доводить про автотрофний тип живлення. Пластиди розташовані у цитоплазмі. Цитоплазма – безкольорова зерниста рідина з біологічними властивостями живої матерії. В ній відбувається обмін речовин, вона росте і розвивається, володіє роздратованістю. У живій клітині цитоплазма постійно рухається. Швидкість руху залежить від фізіологічного стану самої клітини та від зовнішніх умов (температура, вологість, світло і т.д.).

### Послідовність виконання роботи:

1. Із фарфорової чашечки виловити один листочок Елодеї канадської (*Eloдея canadensis*), покласти у краплю води на предметному склі. Обережно накрити покривним склом.

2. Препарат розмістити на столику мікроскопу так, щоб був видний край листа. Роздивитися його при малому, а потім при великому збільшенні. По краю листка клітини розташовані одношарово, тому для їх вивчення не треба робити тонкого зрізу. Хлоропласти виглядають як округлі зелені тільця, ті що видні збоку, мають форму двовипуклої лінзи.

На цьому препараті при малому збільшенні простежити за рухом цитоплазми. Для цього посунути препарат так, щоб були добре видні центральні клітини. Зосередити увагу на хлоропласті однієї клітини, простежити за його рухом у току цитоплазми. Якщо порожнина клітини зайнята однією центральною вакуолею, то цитоплазма рухається тільки повздовж стінок вакуолі і клітини. Це обертальний або круговий рух. Якщо в клітині декілька вакуолей, то цитоплазма рухається повз них, і відбувається рух струмчатий або фонтануючий.

3. Замалювати декілька клітин листа Елодеї канадської. Показати хлоропласти і стрілочками напрям руху цитоплазми і визначити тип руху (обертальний, струмчатий).

### Контрольні питання

1. Перелічити основні складові частини світлового мікроскопу.
2. Як визначити показник загального збільшення досліджуваного об'єкту?
3. Як називають гвинти для попередньої грубої та для точної наводки зображення?
4. Як виглядають клітини соковитої луски цибулі ріпчастої під малим збільшенням зображення? Які частини клітини добре помітні при цьому?
5. В яких тканинах і органах рослин накопичуються кристали ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ;  $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{CaPO}_4$ ;  $\text{CaSO}_4$ )?

## Лабораторна робота 4. Хромопласти. Лейкопласти

Мета роботи: Вивчити особливості будови хромопластів м'якоті спілих плодів; а також форму і розташування лейкопластів в клітині листа Традесканції віргінської (*Tradescantia virginica*).

Хромопласти – оранжево-червоні або жовті пластиди, їх колір залежить від пігментів групи каротиноїдів. Вони випадають у кристалічний осад і розривають оболонку пластид. Цим обумовлена різноманітна форма хромопластів. Ці пластиди додають яскравий колір спілим плодам горобини, шипшини, томатів, коренеплодів моркви, буряка, пелюсткам настурції, жовтецям. Яскраві фарби привертають до квітів комах-запилювачів, а до плодів – птахів та тварин, які сприяють розповсюдженню насіння цих плодів.

Лейкопласти – безкольорові пластиди округлої форми. В них накопичується основна запасна поживна речовина – крохмаль у вигляді крохмальних зерен. Більш за все лейкопласти утворюються в клітинах запасуючих органів – бульбах, кореневищах, плодах, насінні.

Послідовність виконання роботи:

1. Виготовити препарат м'якоті плода Горобини звичайної (*Sorbus aucuparia*). Для цього на предметне скло піпеткою нанести краплю гліцерину. Він є просвітлюючою рідиною, тому якість зображення пластид значно покращується.

2. Препаруючого голкою взяти на її кінчик трохи м'якоті, помістити її у краплю гліцерину на предметному склі і злегка розтерти. Накрити покривним склом.

3. При малому збільшенні знайти місце, де клітини лежать найменш згруповано. Перевести мікроскоп на велике збільшення. При яскравому освітленні відрегулювати чіткість обрисів клітин з допомогою конденсора та ірисової діафрагми. Розділити голкою хромопласти на склі, відмітити характерні особливості їх форми та колір. Ядро та цитоплазма у таких клітин не завжди видимі.

4. Замалювати клітини м'якоті. Хромопласти зафарбувати.

5. Виготовити препарат для вивчення лейкопластів. На предметне скло нанести краплю слабкого розчину цукру, який застосовують замість чистої води для того, щоб лейкопласти не розбухали. Взяти лист кімнатної рослини Традесканції віргінської (*Tradescantia virginica*) та пінцетом або пре парууючою голкою з нижньої сторони листа зняти

маленький шматочок епідерми. Покласти його в краплю розчину на предметному склі і накрити покривним склом.

6. При малому збільшенні мікроскопу знайти блідо-лілові клітини. Клітинний сік у них пофарбований пігментом антоціаном.

7. Перевести мікроскоп на велике збільшення і розглянути одну клітину. Ядро в ній розташоване у центрі або притиснуте до однієї із стінок. У цитоплазмі, яка оточує ядро, помітні лейкопласти у вигляді маленьких пухирців, які дуже заломлюють світло.

8. Замалювати одну клітину, зробити позначення. Клітинний сік зафарбувати.

### **Лабораторна робота 5. Крохмальні зерна**

Мета роботи: Вивчити форму та будову крохмальних зерен різних рослин. Крохмальні зерна як включення в клітину.

Запасні поживні речовини рослин – жири, білки, вуглеводи необхідні рослинам і використовуються ними у різні періоди їх життя.

Жири у вигляді краплин олії відкладаються в органелах клітини – сферосомах. Особливо багаті жирами насіння та плоди таких рослин, як соняшник, рицина, горіхи, маслина, гірчиця, рапс, рижик.

Запасні білки – протеїни відкладаються у клітинному соку. При висиханні вакуолей утворюються алейронові зерна. Дуже багате ними насіння бобових та злакових рослин.

Вуглеводи – найпоширеніші запасні речовини. Розчиненні у воді вуглеводи – глюкоза, фруктоза, сахароза, інулін – накопичується у клітинному соку. Ними багаті плоди яблуні, груші, винограду та коренеплоди моркви, буряка, жоржини, земляної груші. Нерозчинений у воді вуглевод – крохмаль – у вигляді крохмальних зерен відкладається у лейкопластах. Ними багаті запасуючі органи рослин: насіння (злаки та бобові), бульби (картопля), цибулини (тюльпан, гіацинт), кореневища (півники, конвалія).

Крохмальні зерна мають різну форму та розміри. У залежності від числа центрів крохмалеутворення та характеру складності відрізняють прості та складні крохмальні зерна. Вони виникають спочатку як прості, а потім покриваються спільними шарами.

Форма, розміри та структура крохмальних зерен специфічна для кожного виду рослин. Ці особливості широко використовують для мікроскопічного аналізу складу борошена.

Включення найчастіше трапляються в рослинних клітинах і від органел відрізняються тим, що вони тимчасові і зазвичай не оточені мембраною. За хімічним складом розрізняють: вуглеводні, білкові та жирові.

### Послідовність виконання роботи:

1. Взяти бульбу картоплі (*Solanum tuberosum*), розрізати і місце розрізу поскребти препаруючою голкою.
2. На предметне скло у краплю води занурити голку так, щоб змити м'якоть. Обережно накрити покривним склом.
3. Розгледіти препарат при малому і великому збільшенні. У полі зору видимі великі і малі крохмальні зерна. Зменшуючи потік променів світла на препарат за допомогою конденсора і ірисової діафрагма, можна побачити шаруватість зерен. При висиханні крохмалю шаруватість зерен зникає.
4. Замалювати крохмальні зерна картоплі і показати на малюнку їх шаруватість.
5. На тому ж препараті, не знімаючи його зі столика, провести фарбувальну реакцію крохмалю розчином йоду у йодистому калію. Коли реактив проникає під покривне скло, відбувається блакитне пофарбування крохмальних зерен. При збитку реактиву крохмаль фарбується у чорний колір. Записати у зошиті назву реактиву та результати реакції.
6. Приготувати препарат з крохмальними зернами вівса посівного (*Avena sativa*). Препаруючого голкою візьмемо невелику кількість м'якоті зернівки вівса і помістити у краплю води на предметному склі, потім накрити покривним склом.
7. При великому збільшенні розгледіти складні крохмальні зерна вівса і прості, замалювати їх і позначити. Приготувати препарат з крохмальними зернами пшениці (*Triticum vulgare*); жита посівного (*Secale cereale*); крохмальні зерна цих злаків – прості, округлі, більш дрібні, ніж у картоплі.
8. Замалювати прості крохмальні зерна пшениці і жита.

### Контрольні питання

1. Яку форму і колір мають хлоропласти в клітинах листа Елодеї канадської?
2. Як рухаються хлоропласти в клітинах? Назвіть форми руху цитоплазми і хлоропластів.
3. Чим обумовлена форма і колір хромопластів в клітинах рослин?
4. Назвіть основні пігменти хлоро- і хромопластів.

## Лабораторна робота 6. Кристали щавлевокислого кальцію

Мета роботи: Ознайомитися з кристалами щавлевокислого кальцію, як кристалічними включеннями в рослинну клітину. Це солі органічних кислот. За певних умов всі види включень клітина в процесі життєдіяльності може використати, а потім нагромаджувати їх знову.

У сухих плівчастих лусках цибулини (*Allium* сера) у великій кількості зустрічаються кристали оксалату кальцію ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ). Вони призматичної форми, поодинокі або зростаються по два-три. Кристали утворюються із щавелевої кислоти, яка у вільному стані в клітинному соку, як правило, не залишається, а нейтралізується кальцієм.

Крім оксалату кальцію у рослинах розповсюджені також кристали вуглекислого кальцію ( $\text{CaCO}_3$ ) у деревині груші, бука, а також в клітинах деяких водоростей; фосфорнокислого кальцію [ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ] в бульбах жоржини, листах агави; сірчано-кислого кальцію ( $\text{CaSO}_4$ ) в листах тамариску, курячого проса.

Як продукти повторного обміну речовин у клітині, кристали накопичуються часто в тих органах рослин, які періодично скидаються – листя, корка, брунькова луска, волоски епідерми. Форма кристалів дуже різноманітна і часто специфічна для тих чи інших рослин.

### Послідовність виконання роботи:

1. Приготувати тимчасовий препарат сухої луски цибулі і при малому збільшенні розгледіти поодинокі або групові кристали оксалату кальцію. Замалювати декілька клітин з кристалами, зробити підписи.

2. Приготувати препарат епідерми з кусочком мезофілу листа Зібрини пурпурної, помістити в краплю води на предметному склі і розгледіти кристали призматичної форми, квадратні і у вигляді паралелепіпеду. Замалювати кристали, підписати.

### Контрольні питання

1. Яку роль у клітині виконують крохмальні зерна, як вони пов'язані з лейкопластами?
2. Крохмальні зерна бувають простими і складними. Яка різниця між ними в будові?
3. Які особливості будови мають крохмальні зерна бульби картоплі? (форма, розміри, наявність концентричних кілець).

4. Що називають ферментативним розпадом крохмальних зерен, та що при цьому утворюється?

## **Тема 2. Життєвий цикл клітини**

Розмноження, або утворення собі подібних, є невід'ємною властивістю всіх живих організмів. Тільки внаслідок розмноження (поділу) існуючих клітин можуть утворюватися нові. Розрізняють три способи ділення клітин: амітоз (пряме ділення), мітоз (непряме ділення), мейоз (редукційне ділення.)

Найбільш простий та найменш поширений спосіб ділення – амітоз. Суть його в тому, що ядро, а потім і клітина ділиться на дві частини – дочірні клітини, без яких-небудь попередніх змін структури органел і ядра. При цьому не відбувається рівномірний розподіл ядерної речовини між дочірніми клітинами, тобто не забезпечується їх біологічна рівноцінність. Однак утворені клітини не втрачають ні своєї структурної організації, ні життєздатності. Амітоз спостерігається у молодих, зовсім нормально розвинутих клітин (донце цибулини, тканини кореня). Частіше він властивий високо диференційованим та більш старим клітинам.

Мітоз – складний процес поділу ядра, внаслідок якого відбувається точний розподіл комплексу хромосом з наявною в них ДНК між дочірніми клітинами. Тобто при цьому діють біологічні механізми, які забезпечують спадкоємну схожість дочірніх клітин з материнською. Цей спосіб ділення характерний для соматичних клітин.

Мейоз – своєрідний тип поділу ядра еукаріотів, для яких властиве статеве розмноження. Характерним для нього є зменшення числа хромосом і кількості ДНК вдвічі. В результаті утворюються клітини з гаплоїдним (половинним) набором хромосом, вони перетворюються на гамети (статеві клітини), внаслідок злиття двох гамет утворюється зигота, в якій відновлюється диплоїдний набір хромосом. Отже, мейоз забезпечує підтримання сталості числа хромосом в усіх поколіннях організмів, які розмножуються статевим шляхом.

### **Лабораторна робота 7. Фази мітозу**

Мета роботи: Вивчити фази мітозу у меристематичних клітинах конусу наростання кореня та конусу наростання стебла.

Ріст органів рослин у довжину та товщину відбувається за рахунок збільшення числа клітин у результаті мітотичного ділення.

Клітини, у яких одне ділення слідує за другим, називаються меристематичними. Вони мають тонкі целюлозні оболонки, густу цитоплазму і великі ядра. У інтерфазному ядрі хромосоми деспіралізовані і тому у світловому мікроскопі невидимі. У період ділення вони спаралізуються, скорочуються та товщають. Тоді їх можна підрахувати, визначити форму і величину.

У безперервному процесі мітотичного поділу виділяють чотири фази: профазу, метафазу, анафазу, телофазу. Усі вони добре видимі у світловому мікроскопі.

Послідовність виконання роботи:

1. Постійний препарат з поздовжнім зрізом кінчика ростучого кореня цибулі ріпчастої (*Allium cepa*) покласти на предметний столик так, щоб корінь знаходився проти отвору.

2. Розгледіти кінчик кореня при малому збільшенні мікроскопу. Ззовні він покритий кореневим чохлаком, який складається із витягнутих з невеликими ядрами клітин. Чохликом прикрита велика група меристематичних клітин, у яких відбувається інтенсивне мітотичне ділення. Ці клітини майже однакові за формою, щільно прилягають одна до одної і мають великі ядра.

3. Серед меристематичних клітин знайти клітини в стані інтерфази. У них добре видно ядро і оболонка. Таких клітин більшість, через що інтерфаза продовжується у меристематичних клітин у багато разів довше, ніж фази мітозу.

4. Уважно роздивитися клітини, які діляться. Знайти клітини у всіх фазах мітозу і порівняти їх стан. В профазі у ядрі відмітити клубок ниток-хромосом, зникнення ядерця. У метафазі – відсутність ядерної оболонки, чіткі кордони ахроматичного веретена й темні товсті хромосоми. Вони розташовані по екватору клітини. Анафаза відрізняється від метафазы тим, що починається розходження хромосом від екватора до полюсів клітини.

У телофазі на полюсах клітини з'явилися темні згустки об'єднаних хромосом. З них формуються нові ядра, стають помітні ядерця. Знову з'являється ядерна оболонка. По екватору клітини утворюються цільні безкольорові частинки: йде процес формування клітинної оболонки. Відбувається остаточний поділ клітини на дві дочірні і цей процес називають цитокінезом.

5. Замалювати по дві клітини у кожній фазі мітотичного поділу. Підписати їх, позначити оболонку, ядро, хромосоми, ахроматинове веретено, ядерця, цитоплазму.

6. Роздивитися постійний препарат зрізу верхівки стебла Елодеї канадської (*Eloдея canadensis*). На конусі наростання знайти меристематичні клітини. Звернути увагу на те, що на відміну від кореня,



конус наростання стебла не має чохлика. Знайти на зрізі зачатки майбутнього листа (листові бугорки). Вони теж складаються із меристематичних клітин. Нижче конусу наростання у пазухах листа знайти зачатки бруньок. Їх клітини також меристематичні.

7. Схематично замалювати контури зрізу, визначити конус наростання, листові бугорки, листя та пазушні бруньки.

### Контрольні питання

1. Для яких клітин мітоз є основним способом ділення?
2. Чим відрізняється мітоз від мейозу?
3. В чому основна суть мітозу?
4. Які органели цитоплазми беруть участь в утворенні ахромати нового „верета поділу”?

### Тема 3. Тканини рослин

Тканинами називають групи клітин, які мають однакове походження, схожу будову та виконують в організмі одні і ті ж функції. У вищих рослин тканини утворюються внаслідок росту та ділення клітин. Всі клітини рослин поділяються на дві групи: твірні та постійні. Всі постійні тканини виникають із твірних (меристем). Їх ще називають диференційованими і ділять на 5 груп: покривні, основні, механічні, провідні, видільні.

Клітини твірних тканин інтенсивно діляться шляхом мітозу, з них утворюються всі постійні тканини. Твірні тканини бувають первинні та вторинні. Зародок насіння складається із первинної меристеми, вона присутня також на верхівці пагону і під кореневим чохликом ростучого кореня.

Вторинні меристеми більш спеціалізовані. Вони утворюються із первинних меристем або із постійних тканин. За розташуванням у рослині меристеми ділять на: верхівкові або апікальні; бічні або латеральні; вставні або інтеркалярні. Верхівкові та вставні меристеми забезпечують ріст органів у довжину, бічні – у товщину.

Покривні тканини є на поверхні усіх органів рослин. Наземні органи – листя та молоді погони вкриті епідермою; а ростучі корні вкриті епіблемою (також первинна покривна тканина). На зміну епідермі з'являється вторинна покривна тканина – пробка, входить вона до складу покривного комплексу – перидерми. Ця тканина покриває гілки, молоді стовбури дерев, коріння, коренеплоди, бульби. На багаторічних міцних стовбурах дерев і корінні утворюється ще більш надійний покривний комплекс – корок.

Основні тканини розташовуються у товщі органів та виконують різні функції. Їх клітини мають паренхімну форму, целюлозні оболонки, живий протопласт; це – асиміляційна, запасуюча, поглинаюча та повітряносна паренхіма.

Механічні тканини надають міцність органам рослин, це внутрішній скелет рослини. Ця тканина складається з мертвих клітин з потовщеними оболонками. Більшість клітин мають форму довгих волокон. До механічних тканин відносять коленхиму, склеренхиму та склереїди. Протопласт у склеренхимі та склереїдах відмирає, а оболонки клітин часто задеревенілі.

Провідні тканини слугують для пересування речовин по рослині. Вода з розчиненими мінеральними солями від коренів уверх по всій рослині підіймається по трахеїдах і судинам. Трахеїди - поодинокі клітини паренхімної форми. Судини являють собою трубки, утворенні багатьма клітинами, у яких розчиняються поперечні стінки. Протопласт в трахеїдах і судинах відмирає. А оболонки клітин деревеніють.

Органічні речовини, які утворюються в результаті фотосинтезу, пересуваються в рослинах по ситовидних трубках. Вони складаються із подовжених живих клітин, розташованих одна над одною. Поперечні перетинки трубок пронизані порами, як сито. Через них із клітини у клітину по плазмодесмам транспортуються органічні речовини. Поряд із ситовидною трубкою розташовуються клітини-супутниці з густою цитоплазмою та ядром.

Клітини провідних тканин у тілі рослини входять до складу спеціальних комплексів. Трахеї та трахеїди є частиною ксилеми. Ситовидні трубки з клітинами-супутницями – частиною флоєми. До складу ксилеми та флоєми, крім провідних тканин, входять клітини склеренхимі та паренхимі. Ксилема та флоєма у рослині розташовуються поряд, утворюючи провідні пучки.

До провідних тканин нерідко відносять ще і молочники, у яких утворюється молочний сік. До його складу входять алкалоїди, каучук, гутаперча та інші. До таких рослин, які виділяють молочний сік при пораненні відносяться кульбаба, мак, чистотіл, осот, бразильська гевея, кок-сагиз, тау-сагиз.

Видільні тканини рослин утворені спеціальними клітинами, місткістю, ходами. Тут утворюються смоли, слизи, ефірні масла, нектар. Ці речовини або виділяються зовні (ефірні масла, нектар) або накопичуються у ходах (смоли, бальзами, живиця хвойних).

## **Лабораторна робота 8. Первинна покривна тканина – епідерма**

Мета роботи: Вивчити будову епідерми та продихів

Епідерма складається із одного ряду щільно зімкнутих клітин без хлоропластів. Зовнішні стінки її клітин покриті кутикулою або восковим нальотом. Нерідко ці стінки перетворюються на спеціальні вирости – волоски. Епідерма захищає тканини від надмірного випарювання та пошкодження. Газообмін та транспірація здійснюється через продихи, які розташовуються між клітинами епідерми. Продихи – це найменші отвори між двома замикаючими клітинами, у яких обов'язково є хлоропласти. Замикаючі клітини можуть розсуватися та замикатися, відкриваючи або закриваючи щілину між ними. Рух цих клітин зв'язаний із зміною тургору, який залежить від процесу фотосинтезу в них.

Послідовність виконання роботи:

1. Приготувати тимчасовий препарат епідерми з нижньої сторони листа традесканції віргінської.

2. При малому збільшенні роздивитися епідерму та знайти продихи. Вони складаються із двох замикаючих клітин з хлоропластами. Їх особливість – нерівномірно потовщені клітинні оболонки: зовнішні товсті, а внутрішні тоненькі. При зростанні тургору в цих клітинах вони збільшуються у розмірах і зміщуються у сторону більш тонкої оболонки. Щілина продиху відкривається. Замалювати продихи.

3. Приготувати тимчасовий препарат епідермальних виростів листа та плода Лоха сріблястого. Розгледіти зірчастої форми вирости, замалювати їх. Зробити підпис.

## **Лабораторна робота 9. Вторинна покривна тканина – пробка. Комплекс-перидерма**

Мета роботи: Вивчити будову перидерми. Ознайомитися з її структурою.

Перидерма розвивається із вторинної меристеми – фелогену, який виникає з одного ряду клітин основної паренхимми, розташованої безпосередньо під епідермою, а іноді у більш глибоких шарах, або з клітин самої епідерми. Ці клітини діляться паралельно поверхні стебла і відділяють дочірні клітини переважно у відцентровому напрямку (фелема) і значно менш ніж у доцентровому (фелодерма). Фелема (пробка) складається із правильних радіальних рядів щільно

розташованих клітин, оболонки яких опробковіли, тобто просякнуті суберином, внаслідок чого живий вміст клітини відмирає. Таким чином, виникає комплекс із трьох шарів: фелеми – пробки, фелогену – пробкового камбію (вторинна меристема) і фелодерми (пробкової паренхіми). Цей комплекс називають перидермою. Для газообміну та транспірації у перидермі є спеціальні утвори – сочевички.

#### Послідовність виконання роботи:

1. Взяти гілку смородини чорної (*Ribes nigrum*), ліщини звичайної (*Corylus avellana*) і роздивитися покриваючу їх перидерму. Знайти сочевички. Замалювати сочевички на перидермі.

2. Знайти на постійному препараті поперечного зрізу гілки бузини при малому збільшенні перидерму. Її клітини зафарбувати спеціальними фарбами у яскраві кольори.

3. Вивчити при великому збільшенні будову перидерми. Зовні розташовані 6-8 (та більш) шарів фелеми коричневого кольору. Під ними лежить шар фелогену. Його клітини забарвлені у яскраво зелений або синій колір. Під фелогеном лежать ще один-два шари більш великих клітин такого ж кольору. Це фелодерма. Сукупність цих тканин і утворює перидерму. Захисну роль у ній виконує тільки фелема (пробка) – власно покривна тканина.

4. Замалювати ділянку перидерми. При цьому слід чітко уявити і відобразити на малюнку особливість розташування радіальних стінок клітин. Радіальні стінки усіх шарів перидерми збігаються (тобто є якби продовженням одна одної). На малюнку клітини фелеми зафарбувати світло-коричневим кольором, фелоген зробити блакитним (так позначають меристеми). Підписати назву цієї тканини.

### **Лабораторна робота 10. Провідні тканини**

**Мета роботи:** Вивчити будову судин, ситовидних трубок, клітин-супутниць на продольних зрізах

Судини та трахеїди – провідні тканини ксилеми. Вода по судинам рухається без перешкод, тому що поперечні перетинки між складовими судини клітинами відсутні. Із трахеїди у трахеїду вода підіймається повільно так як просякається через пори.

Стінки трахеїд та судин у молодому вівці целюлозні. Потім у них відбуваються зміни і з'являються вторинні потовщення. Накладаючись усередині клітини, вторинна стінка має вигляд спіралі, кілець, може бути сітчастою, дробинчастою, пористою або сітчато-пористою. Ці потовщення просякаються лігніном (деревеніють) і стінки здобувають міцність. У

залежності від потовщення трахеїди та судини так і називають спіральними, кільчатими, драбинчастими, сітчатими, пористими, сітчато-пористими. Ситовидні трубки з клітинами-супутницями – провідні тканини флоєми. Органічні речовин пересуваються по межах цитоплазми ситовидних трубок. Ядер у них немає. Можливо, що їх функцію виконують ядра клітин-супутниць.

#### Послідовність виконання роботи:

1. Взяти постійний препарат подовжного зрізу стебла гарбуза звичайного (*Cucurbitae* реро), роздивитися його при малому збільшенні, починаючи з епідерми. Знайти ділянку зрізу з судинами і перевести мікроскоп на велике збільшення.

2. Вивчити при великому збільшенні кільчаті, сітчаті, пористі та інші судини. Стінки кільчатих та спіральних судин целюлозні, незадеревенілі, на препараті вони блакитні. Задеревенілі потовщення стінок у вигляді спіралей забарвлені червоним кольором. Окремі світлі ділянки у них – пори. Замалювати типи судин, одеревенілі стінки зафарбувати червоним кольором. Зробити підпис.

3. Перейти до великого збільшення і вивчити будову ситовидних трубок та клітин-супутниць. Ситовидні пластинки жовтого кольору з дрібними отворами. Вузькі клітини-супутниці мають великі повздовж витягнуті ядра та густу цитоплазму.

4. Замалювати ситовидну трубку з тяжами цитоплазми, однією-двома ситовидними пластинками та клітинами-супутницями. Зробити позначення.

#### Контрольні питання

1. Що називають тканиною? Які тканини утворюють тіло рослин?
2. Яку функцію виконують покривні тканини рослин?
3. Наявність продохів – характерна особливість епідерми. Яку будову мають продохи і їх основна функція?
4. Які елементи провідної системи тканин складають ксилему та флоему?

## Розділ 2. Морфологія та анатомія рослин

Морфологія – наука про зовнішню будову рослин та її органи. Усі органи ділять на вегетативні та репродуктивні. До вегетативних відносяться корінь, стебло, лист і їх метаморфози. Репродуктивні органи – це квітка, плід, насіння.

Анатомія – наука, яка вивчає внутрішню будову органів рослин. Ці органи складаються із клітин, тому анатомічні дослідження проводять за допомогою мікроскопу. Сполучення морфологічних та анатомічних методів дозволяє зрозуміти закономірності будови органів, їх функції і значення у житті рослин.

#### **Тема 4. Корінь, його будова та функції**

Корінь – це вегетативний осьовий орган. Він закріплює рослину у ґрунті і поглинає воду із нього з мінеральними солями. Корінь може служити органом запасу поживних речовин та органом вегетативного розмноження. Він наростає верхівкою донизу і не несе на собі листя.

З зародкового корінця насіння утворюється головне коріння. При його розгалуженні виникають бокові корені. Коріння, яке утворюється на стеблі або на листах, називають додатковими. У залежності від походження коренів, відрізняють кореневі системи: головного кореня – головний корінь з боковими коріннями; додаткову систему, яка складається тільки із додаткових коренів; змішану систему – головний корінь, бокові та додаткові. За формою кореневі системи ділять на стрижневу та мичкувату.

При вегетативному розмноженні рослин цибулинами (цибуля, тюльпан, гіацинт), живцями або чубуками (тополя, верба, виноград), бульбами (картопля, земляна груша), відводками (горішник), утворюються додаткові корені, які складають мичкувату за формою кореневу систему.

Корені, у яких відкладаються запасні поживні речовини, як правило, мають характерну ріповидну або конусовидну форму. Це коренеплоди ріпи, моркви, цикорію, редиски, буряка.

#### **Лабораторна робота 11. Зони ростучого кореня**

Мета роботи: Вивчити будову кінчика молодого кореня рослин

У товщу ґрунту корінь заглиблюється своїм кінцем. Тут знаходиться верхівка меристеми, яка має вигляд конусу. Зовні корінь покритий кореневим чохлаком. Клітини меристеми діляться по типу мітозу і утворюють зону ділення кореня. Вище від неї розташована зона розтягнення. Тут клітини витягуються повздовж осі кореня. Наступну зону називають зоною диференціації, або зоною поглинання. В цій зоні кореневі волоски епіблеми всмоктують воду з мінеральними солями. Саме тут відбувається спеціалізація клітин і виникають постійні тканини. Вище зони поглинання знаходиться провідна зона, або зона бокових коренів. Тут кореневі волоски вже відмерлі, тому всмоктування

не відбувається. Вода з мінеральними солями по елементам провідної зони підіймається вгору. В цій зоні утворюються бокові корені, тобто відбувається розгалуження, вона найдовша.

#### Послідовність виконання роботи:

1. Взяти проросток пшениці (*Triticum vulgare*) або ячменю (*Hordeum sativa*), скальпелем відрізати кінець кореня довжиною 1,0-1,5 см, покласти у краплю води на предметне скло і накрити покривним. Розглянути об'єкт при малому збільшенні.

2. Помістити препарат так, щоб у полі зору був видний конус наростання, покритий кореневим чохлаком. Його клітини витягнуті, деякі відірвалися і вільно лежать поруч. Такий же процес відбувається у ґрунті: відірвані внаслідок тертя об ґрунт клітини як би вистилають шлях ростучому кореню. Кореневий чохлак прикриває зону ділення, в якій клітини дрібні, з густою цитоплазмою, з великими ядрами. На препараті вони темніші, ніж останні. В них відбувається мітотичне ділення безперервно.

3. Пересунути препарат так, щоб можна було б розглянути наступну зону – зону розтягнення. Тут клітини витягнуті повздовж кореня, вони більш за розміром і на препараті світліші, ніж у зоні ділення. У межах зони розтягнення добре видно первинну покривну тканину кореня – епіблему. Вона складається із одного ряду тонкостінних клітин, але корневих волосків тут немає.

4. Роздивитися корінь у зоні поглинення, звернути особливу увагу на вирости епіблеми – кореневі волоски. У центрі кореня можна побачити два повздовжніх тяжа сірого кольору. Це судинні елементи ксилеми. На препараті розглянути детально їх неможливо із-за товщини об'єкту.

5. Намалювати схематично кінчик ростучого кореня, відмітити кореневий чохлак, зони ділення, розтягнення, поглинення, кореневі волоски, епіблему.

### Тема 5. Стебло і пагін

Стебло – це надземний осьовий вегетативний орган вищих рослин, що володіє, як правило, верхівковим ростом. У зародковому стані стебло, як і корінь, є у зародку насіння і при проростанні його виходить на поверхню ґрунту. На ньому формуються листя, бруньки, квітки, плоди з насінням. Стебло з листям називають пагін. Стебло – сполучна ланка між листям (повітряне живлення - фотосинтез) та корінням (ґрунтове живлення). У стеблі відбувається постійне переміщення води з розчиненими мінеральними солями та пластичних речовин.

Розгалуження стебла обумовлює розвиток могутньої асиміляційної поверхні листя та орієнтування рослини відносно світла. В багатьох випадках стебло служить умістищем речовин, що накопичуються. Стебло, як і корінь може бути органом вегетативного розмноження.

На відміну від кореню у стеблі звичайно багато механічних тканин, більшого розвитку одержує центральний циліндр, корок залишається слабо розвинутим, а центр зайнятий паренхимною серцевиною.

## **Лабораторна робота 12. Бруньки. Типи розгалуження та форми росту стебла**

Мета роботи: Вивчити розташування та будову бруньок у різних рослин та основні типи галуження пагонів.

Бруньки – це зародковий пагін з дуже скороченим міжвузлом. За положенням на стеблі відрізняють верхівкові, пазушні (бокові) і додаткові бруньки. Порядок розташування пазушних бруньок на стеблі обумовлений черговим, супротивним та мутовчастим листорозташуванням.

Зовні брунька вкрита видозміненими листами - бруньковою лускою. Під нею розташований конус наростання, зародки листа та пагорбки пазушних бруньок.

На верхівці конусу наростання або у пазухах листа можуть виникати зародки квіток. У залежності від того, які зародкові органи є у бруньці, виділяють вегетативні, квіткові та змішані бруньки.

У процесі росту пагони розгалужуються. Відрізняються типи галуження: моноподіальне, симподіальне, хибно-дихотомічне і дихотомічне.

За характером росту стебла бувають прямостоячі, повзучі, а також ті, що стелються, в'ються і лазають.

Послідовність виконання роботи:

1. Взяти гілки живих або гербарних рослин: бузок звичайний (*Syringa vulgaris*), бузина червона (*Sambucus racemosa*), береза пухнаста (*Betula pubescens*), смородина чорна (*Ribes nigrum*) та ін. Уважно розглянути як розташовуються бруньки на гілках, знайти верхівкові та бокові.

2. Схематично замалювати стебла з бруньками та підписати тип розташування бруньок.

3. Взяти живу бруньку бузку або каштану. Препаруючою голкою зняти брунькову луску, а потім скальпелем розрізати бруньку повздовж,



покласти її на предметне скло і розгледіти при малому збільшенні. У бруньок добре видно скорочене стебло та жовто-зелене листя. Листя покриває собою зародкове суцвіття, яке розташовується на верхівці конусу наростання. У пазухах листя помітні пагорбки бокових бруньок. Бруньки з зародками квітів називають квітковими; без квітів – вегетативними.

4. Замалювати бруньки у розрізі, позначити її частини та назвати тип.

5. Взяти гербарну рослину Плауна булавовидного (*Lycopodium clavatum*) і уважно розглянути характер галуження листових і спороносних пагонів. Цей тип галуження називають дихотомічним, або вилчатим, так як точка росту ділиться на дві рівні частини.

6. Схематично замалювати рослину, позначити тип галуження.

7. Взяти живі або гербарні гілки ялини звичайної (*Picea abies*), цілу рослину конюшини лугової (*Trifolium pratense*). Ці рослини мають моноподіальне розгалуження з необмеженим верхівковим ростом пагонів. При цьому розгалуженні у ялини верхівкова брунька розвивається навесні у новий річний пагін, який продовжує наростання пагону попереднього року. У конюшини верхівкова брунька зберігає діяльність на протязі одного сезону, збільшуючи лінійні розміри пагону. Із пазушних бруньок у ялини та конюшини утворюються бокові пагони, але вони у своєму рості ніколи не переростають головний.

8. Схематично замалювати гілку ялини та пагін конюшини, підписати типи галуження та позначити головні та бокові пагони.

9. Взяти живі гербарні гілки Липи дрібнолистої (*Tilia cordata*), яблуні домашньої (*Malus domestica*), ліщини звичайної (*Corylus avellana*), рослини картоплі (*Solanum tuberosum*). На межі приростів гілок знайти відмерлі верхівкові бруньки. Наростання пагону у довжину на наступний рік відбувається за рахунок розкриття бокової бруньки, розташованої під верхівкою. Цей процес із року в рік повторюється. Головна ось має у результаті звивисту форму.

У картоплі наростання головного пагону у довжину припиняється тому, що на його верхівці утворюється суцвіття. Боковий пагін, що виникає із пазушної бруньки, обганяє у рості головний. Тип галуження в обох випадках симподіальний.

10. Замалювати у вигляді схем гілку ялини та пагін картоплі. Позначити типи галуження, головний та бокові пагони, суцвіття.

11. Взяти живі гілки бузку звичайного (*Syringa vulgaris*) та кінського каштану (*Aesculus hippocastanum*). Знайти відмерлу верхівку бруньку і два бокових пагони, виниклих із супротивних бокових бруньок. В результаті такого галуження дворічна гілка придбала вилчату форму. Цей тип галуження відрізняється від симподіального тим, що у ріст

рушаються одночасно дві бруньки. Такий тип розгалуження називають хибно-дихотомічним.

12. Намалювати схему гілки бузку та каштану, позначити тип галуження, головний та бокові пагони.

### **Лабораторна робота 13. Метаморфози пагону**

Мета роботи: Вивчити будову видозмін (метаморфозів) наземних та підземних пагонів.

Метаморфози пагонів можуть слугувати для вегетативного розмноження, бути для рослини уміщувачем запасних поживних речовин, і для перенесення несприятливих умов різної пори року. Найбільш поширені такі видозміни: кореневище, стеблові бульби, цибулина, бульбоцибулина, шпичаки, вуса, кладодії, соковиті стебла.

Послідовність виконання роботи:

1. Взяти живі або гербарні рослини суниці лісової (*Fragaria vesca*), живучки повзучої (*Ajuga reptans*), гарбуза звичайного (*Cucurbita pepo*), огірка посівного (*Cucumis sativus*), гілки гледу (*Crataegus*), яблуні дикої (*Malus silvestris*). Вивчити на них метаморфози надземних пагонів: вуса, вусики, шпичаки. Звернути увагу на різноманіття їх функцій.

2. Замалювати схематично видозміни пагону. Підписати назву рослин і метаморфозів.

3. Взяти бульбу картоплі (*Solanum tuberosum*) і вивчити її будову. Бульба – це видозміна підземного пагону – столона. Вона утворюється як потовщення на верхівці шнуровидного безкольорового столону, а на бульбі є вічка – бруньки, розташовані спіралью у пазухах недорозвиннутих листків – бровок.

4. Розрізати скальпелем бульбу вздовж і вивчити її будову під лупою. Зовні бульба покрита світло-коричневою перидермою, під якою розташоване кільце корока. До нього примикають провідні пучки, до центру від яких добре помітна маса запасної паренхіми, найбільш багатой крохмалем. Водяниста, темніша центральна частина бульби – серцевина.

5. Замалювати схему повздовжнього зрізу бульби. Підписати, вказати частини та тканини бульби.

6. На гербарних рослинах конвалії травневої (*Convallaria majalis*) та пирію повзучого (*Elitrigia repens*) вивчити будову підземних пагонів – кореневищ. На різницю від кореня верхівка кореневища закінчується брунькою. По довжині кореневища розташовані недорозвинуті плівчасті листя та додаткові коріння. Межа річних приростів особливо добре видима на кореневищах конвалії.

7. Скальпелем розрізати поперек живе коренище конвалії. На розріз капнути розчином йоду у йодистому калії. Тканини забарвлюються у синьо-чорний колір, що свідчить про великий вміст крохмалю.

8. Замалювати схеми вивчених кореневищ, підписати їх частини та назву рослин.

9. Взяти цибулину цибулі ріпчастої (*Allium cepa*). Скальпелем розрізати уздовж її. Уважно розглянути донце, суху та соковиту луску, а також зародок цибулини у пазухах соковитої луски.

10. Замалювати цибулину у розрізі, позначити її частини. Підписати.

## **Тема 6. Лист, будова, основні функції, метаморфози**

Лист – вегетативний боковий надземний, а іноді і підземний виріст стебла, разом з яким утворюється пагін. Через лист у рослин здійснюються найбільш складні процеси взаємодії з довкіллям. Лист має стебельне походження. Історично він виник внаслідок диференціації і зростання бокових гілок стебла в одній площині та пристосування до виконання специфічних функцій – фотосинтезу, дихання та транспірації. Крім цього сам лист та його видозміни у багатьох рослин виконують ще функції запасуючого органу (листя капусти, цибулі), органу захисту (шпичаки) та органу вегетативного розмноження.

До складу листа входять пластинка, черешок та прилистя.

Листя дуже різноманітні по розсіченості пластинки, формі, розміру, характеру краю пластинки, пушистості, тривалості життя.

Для листя характерним є наявність жилкування. Жилки листа – це провідні пучки, які пронизують пластинку. Розрізняють такі форми жилкування: просте(у хвойних, Елодеї канадської), дихотомічне (Гінкго дволопасний), сітчасте (у більшості рослин); дугове (подорожник), паралельне (злаки, осоки, конвалія).

Крім типового зеленого листя, у природі дуже розповсюджені метаморфози листа, виконуючі різноманітні функції. Так, пелюстки та чашолистки квітки слугують для захисту внутрішніх частин її та для принаднення комах. При допомозі вусиків рослини чіпляються за опору; брунькова луска оберігає від морозу та висихання ніжних зачатків листя та квітів. У м'ясистій лусці цибулини накопичуються запасні речовини, а плівчаста луска захищає цибулини від висихання. Шпичаки зменшують транспірацію і захищають рослини від поїдання тваринами; ловчі апарати допомагають комахоїдним рослинам мати додаткову їжу.

Анатомічна структура зеленого листа визначається основними функціями – фотосинтезом та трансформацією і залежить від місця мешкання рослин. Процес фотосинтезу відбувається у хлорофілоносній (асиміляційній) паренхимі листа, яку називають мезофілом. Він може

складатися із однорідних або дуже різних по розмірам і формі клітин, тобто із стовпчастої і губчастої паренхіми. Процес транспірації та газообміну здійснюється через багаточисленні продири, до яких підходять міжклітинники.

Необхідну міцність листовій пластинці додають механічні тканини – коленхима та склеренхима, а листам вічнозелених рослин також окремі опорні клітини – ідіобласти. Велика роль зеленого листа у формуванні врожаю сільськогосподарських культур. Чим краще розвинута фотосинтетична поверхня у рослин, тим більше органічних речовин накопичується у насінні, плодах, бульбах, коренеплодах.

#### **Лабораторна робота 14. Морфологія листа. Метаморфози листа.**

Мета роботи: Вивчити морфологічні особливості серединного листа. Ознайомитися з метаморфозами листа.

По розташуванню на стеблі листа ділять на: низові, серединні та верхові. Найбільш типовими листями для кожної рослини є серединні. Їх характеристика використовується при опису виду рослин.

Послідовність виконання роботи:

1. Взяти набір гербарного простого листа. Користуючись малюнками на таблицях дати характеристику кожного листа по формі, розсіченості листової пластинки, її верхівки, основи, краю, жилкування, пухнастості, наявності прилистників.

При усьому різноманітті простого листа при відмиранні вони опадають цілком з черешками.

2. Намалювати контур кожного листа, дати назву виду рослин та описати ознаки листа.

3. Взяти гербарний набір із складним листям, охарактеризувати їх. Складний лист має декілька листочків, які черешочками (рафідами) прикріплюються до центрального черешка. При відмиранні складного листа опадають спочатку листочки, а потім черешок центральний.

4. Намалювати контур кожного листа, написати назву рослини та основні ознаки листа.

5. Взяти гербарний набір з видозміненими листями. Вивчити їх морфологію, доказати листове походження, визначити функцію.

6. Схематично замалювати метаморфози листа, підписати.

## **Тема 7. Квітка – репродуктивний орган, орган статевого розмноження**

Репродуктивні (генеративні) органи виконують функцію статевого розмноження. Вищим досягненням еволюційного процесу розмноження у світі рослин є квітка та її утвори – плід та насіння.

Квітка – видозмінений скорочений пагін, пристосований для утворення мікро - та мегаспор, тобто гамет для перехресного та самозапилення рослин. У результаті запилювання та подальшого статевого процесу (запліднення) розвивається насіння і плід. Характерні ознаки квітки – наявність маточки з приймочкою та тичинок. Сукупність маточок називають гінецей (Gineseum), сукупність тичинок – андроцей (Androseeum). Власно квіткою називають гінецей та андроцей.

### **Лабораторна робота 15. Морфологія квітки**

Мета роботи: Вивчити частини квітки. Вміти відрізнити пряму та подвійну оцвітину, правильні та неправильні квітки

Послідовність виконання роботи:

1. Взяти гербарний набір квіток цибулі ріпчастої, конвалії травневої, гороху посівного, яблуні домашньої.

2. Знайти у кожній квітці квітконіжку, квітколоже, оцвітину, тичинки, маточку.

3. Роздивитися квітки під лупою, вивчити їх у такій послідовності:

а) Квітка цибулі. Тут не можна виділити чашечку і віночок, тому оцвітина проста. Вона складається із шести білих листочків, які не зростаються між собою. Це вільнопелюстна віночковидна оцвітина. Тичинок шість, маточка одна. В маточці добре помітні роздута зав'язь та стовпчик. Квітка правильна (актиноморфна).

б) Квітка гороху. Вона має спайнолистну чашечку із п'яти зелених чашолистиків і віночок із п'яти білих пелюстків. Найбільша пелюстка – прапор (парус). Два бокових – весла (крила) та два нижніх пелюстка, які зрослися між собою, утворюють човник. Оцвітина подвійна. Тичинок десять, причому дев'ять із них зростаються у тичиночну трубку, десята – вільна. Маточка одна. Зав'язь верхня. Квітка неправильна (зигоморфна).

в) Квітка яблуні. Оцвітина подвійна, складається із вільнолистной чашечки, вільнопелюсткового віночку. Чашелистиків та пелюстків по п'ять. Тичинок 17-20 та більш. У центрі квітки видимі п'ять стовпчиків, зав'язь зрослася з основою чашолистиків, пелюстків та

тичинок. Це нижня зав'язь. Її добре видно, якщо дивитися на квітку зі сторони квітконіжки. Квітка правильна (актиноморфна).

4. Схематично замалювати діаграми вивчених квіток та записати їх формули.

#### Контрольні питання

1. Яку функцію виконує корінь?
2. Які бувають кореневі системи за походженням?
3. Що таке пагін та які функції він виконує?
4. Які типи розгалуження стебла бувають у рослин?
5. Назвіть основні функції зеленого листа?
6. Типи жилкування листя рослин.
7. Назвіть метаморфози листя і їх функції.
8. Основні складові частини квітки, як органу статевого розмноження рослин.
9. В чому полягає суттєвість подвійного запліднення у квіткових рослин?

### **Розділ 3. Вплив екологічних факторів на фізіологічні процеси рослин.**

#### **Тема 8. Вода, як екологічний фактор. Рослинна клітина як осмотична система.**

В рослинних організмах всі фізіологічні процеси протікають лише при великому вмісту води у плазмі клітин. Саме вода зі своїми унікальними фізико-хімічними властивостями становить те внутрішнє середовище, де відбуваються всі життєві процеси. Вода – „матриця життя”. Тільки у водному середовищі можливе виникнення специфічних для біологічних систем протоплазматичних структурних формувань, тільки у воді можливе функціонування їх, причому сама вода є невід'ємною частиною таких структур.

Саме за рахунок води у рослині створюється гідростатичний тиск (тургор), від якого залежить характерна форма рослинних тканин та органів.

Вода – терморегулюючий фактор, вона захищає рослину від різних коливань температур зовнішнього середовища. До того ж вона виконує об'єднувальну транспортну функцію, тому що активний прояв життєдіяльності організмів можливий лише у водному середовищі, яке постійно поновлюється.

Рослинна клітина являє собою осмотичну систему, у якій протопласт виконує роль напівпроникливої оболонки, а осмотично

діяльним розчином є клітинний сік. Важливу роль у поглинанні та виділенні води рослиною клітиною грають явища дифузії та осмосу. Дифузія – незавадливе переміщення частинок у клітині, осмос – переміщення частинок через напівпрониливу перетинку (мембрану).

За законами осмосу вода проникає у вакуолю внаслідок того, що концентрація розчинених речовин у клітинному соку вища, ніж у оточуючому клітину розчині. Об'єм вакуолі при цьому збільшується і вона чинить тиск через цитоплазму на клітинну оболонку. Створюється стан напруги клітини, який називається тургором.

Якщо клітину помістити у розчин, концентрація якого вища концентрації клітинного соку, то вода буде виходити із вакуолю в зовнішній розчин, протоплазма почне відставати від клітинної оболонки, яка стає менш розтягнутою. Настає стан плазмолізу клітини. Це явище можна спостерігати тільки в лабораторних умовах. У природних умовах плазмоліз в рослинах не відбувається.

У плазмолізованій клітині можна відновити стан тургору, якщо її поступово промити водою. Цей процес називають деплазмолізом.

### **Лабораторна робота 16. Тургор, плазмоліз, деплазмоліз**

**Мета роботи:** Ознайомити студентів із станом рослинної клітини в залежності від ступеню насиченості її водою, концентрації клітинного соку та оточуючого клітину розчину. У результаті виконання роботи студенти здобувають практичні навички у виготовленні мікроскопічних препаратів, а також оволодівають методикою, яка дозволяє оцінити стан клітин різних органів рослини та судити про ступінь насиченості їх водою.

**Матеріали та обладнання:** Мікроскоп, предметне скло, покривне скло, 1-нормальний розчин сахарози, фільтрувальний папір, ботанічна голка, гострий ніж, скляна паличка, цибуля з фіолетовою лускою, колба з водою, кольорові олівці.

**Послідовність виконання роботи:**

Взяти цибулину, клітини якої містять пігмент антоціан. Роблять тоненький зріз з кусочка морфологічно нижнього епідермісу, кладуть на предметне скло у краплю води, покривають покривним склом. Розглядають під мікроскопом при малому збільшенні. Усі клітини препарату в цьому випадку будуть мати однаковий колір.

Потім з одної сторони покривного скла наносять краплю 1 н розчину сахарози, а з протилежної сторони, не пересуваючи препарат, починають відсмоктувати воду шматочком фільтрувального паперу. Увесь час слідкують під малим збільшенням мікроскопу за тим, що відбувається у клітинах епідермісу цибулі.

Спостерігається поступове відшарування протопласту від стінок клітин у куточках, а потім і від всієї поверхні стінок. Затим протопласт усередині клітини відділяється від оболонки і набуває кулястої форми. У цьому випадку протопласт плазмолізований.

Якщо зараз обережно помістити збоку препарату краплю чистої води та повільним всмоктуванням фільтрувальним папіром відмити препарат від плазмолітика, то плазмоліз зупиняється і протопласт починає знову заповнювати увесь простір клітини, тобто настає деплазмоліз. При вільному настанні деплазмолізу клітини залишаються живими. Якщо деплазмоліз настає швидко, протопласт механічно руйнується і клітини відмирають.

Після виконання роботи студенти оформляють результати у зошиті, малюють клітини у стані тургору, плазмолізу і деплазмолізу.

#### Контрольні питання:

1. Що таке тургор клітини, у якому випадку він спостерігається?
2. Яке явище у клітині називають плазмолізом і чим воно спричинено?
3. Що таке деплазмоліз?

#### **Лабораторна робота 17. Визначення осмотичного тиску клітинного соку методом плазмолізу.**

Мета роботи: Визначити осмотичний тиск в окремих клітинах і тканинах.

Тиск, який здатний розвивати розчин, всмоктуючи воду через напівпроникливу перетинку, називається осмотичним. Величина осмотичного тиску будь-якого розчину прямо пропорційна його концентрації (числу частинок, розчинених у одиниці об'єму) та абсолютній температурі. Концентрація клітинного соку, який представляє собою розчин великої кількості різних органічних та мінеральних речовин, найчастіше визначають по величині його осмотичного тиску.

Найпростіший метод його визначення – плазматичний. Це єдиний метод, який дозволяє визначити осмотичний тиск клітинного соку кожної окремої клітини. Метод дуже зручний за своєю простотою.



Матеріали та обладнання: цибулина синього кольору або листя традесканції, 1 н. розчин NaCl або сахарози, дистильована вода, дві бюретки з лійками, дев'ять баночок або бюксів для розчину, мікроскоп, предметні стекла, покривні стекла, скальпель, препарувальна голка, фільтрувальний папір, стакан або колбочка з дистильованою водою, термометр кімнатний, восковий олівець.

#### Послідовність виконання роботи:

Приготовити не менш як двадцять тонких зрізів якої-небудь тканини з пофарбованим клітинним соком (розміри зрізів 25 мм<sup>2</sup>, товщина – 2-3 шари клітин). Найкращим об'єктом для визначення осмотичного тиску є епідерміс із зовнішньої сторони луски фіолетової або синьої цибулини, листя такої ж по забарвленню капусти, листя традесканції. Добрі результати дають листочки моху мніум.

Зрізи занурюють у дистильовану воду. Потім приготують розчини кухонної солі або сахарози спадної концентрації, які відрізняються один від одного на 0,1 н. Початковий розчин має концентрацію 1 н.

Перед приготуванням розчинів складають таблицю 1.

Таблиця 1

Концентрація розчинів для досліду	На 10 мл розчину	
	Нормальний розчин сахарози, мл.	Вода, мл.
0,9	9,00	1,00
0,8	8,00	2,00
0,7	7,00	3,00
0,6	6,00	4,00
0,5	5,00	5,00
0,4	4,00	6,00
0,3	3,00	7,00
0,2	2,00	8,00
0,1	1,00	9,00

Для відмірювання розчинів користуються бюреткою (можна і мірним циліндром). Готові розчини, ретельно перемішані, наливають однакової кількості у стаканчики або бюкси, які зверху закривають скляними пластинками або кришками, щоб розчини не випаровувалися. Розчини ставлять у ряд по спадаючій концентрації (кожний стаканчик з розчином треба помітити з вказівкою концентрації). У розчини,

починаючи з найвищої концентрації і закінчуючи найнижчою, занурюють по 2 зрізи (перед тим, як занурити зрізи, їх треба злегка обсушити на фільтрувальному папері). Це роблять перед самою миттю занурення, але не раніше.

Після 30 хвилинного перебування зрізів у розчинах, їх досліджують під мікроскопом у краплі того ж розчину і помічають концентрацію двох сусідніх розчинів, в одному із яких немає плазмолізу, а у другому плазмоліз з'явився.

Ясно, що концентрація другого розчину вища, а першого – нижча за концентрацію клітинного соку. Отже, ізотонічна концентрація, тобто рівна концентрації клітинного соку, лежить між ними і дорівнює приблизно середньому концентрації двох сусідніх розчинів. Наприклад, при концентрації 0,3 н плазмолізу немає, при концентрації 0,4 н в клітинах відбувається плазмоліз. Отже, ізотонічним розчином, відповідним концентрації клітинного соку епідермісу цибулі, буде розчин з концентрацією 0,35 н.

Знаючи ізотонічну концентрацію, можна обчислити осмотичний тиск клітинного соку в атмосферах, користуючись рівнянням Клапейрона:

$$P = \left( \frac{RT}{V} \right) \times i$$

Де: P – осмотичний тиск, атм.

R – газова стала (0,082),

T – абсолютна температура, рівна  $273^\circ + t^\circ$  під час досліду

V – об'єм, у якому треба розчинити 1 г.моль речовини,

щоб одержати концентрацію, рівну концентрації знайденого ізотонічного розчину, л,

i – коефіцієнт електролітичної дисоціації, для сахарози він дорівнює 1; для NaCl коливається залежно від концентрації від 1,62 до 1,98.

Можна, замінивши молекулярний об'єм (V) на молекулярну концентрацію (C), яка представляє обернену величину ( $C=1/V$ ), дати рівняння у такому вигляді:

$$P = R \times T \times C \times i$$

Визначивши C і T, підставивши їх значення у формулу, розраховують осмотичний тиск клітинного соку епідермісу цибулини в атмосферах.

Результати досліду слід оформити у вигляді таблиці 2.

Таблиця 2.

Концентрація розчину, н	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
Ступінь плазмолізу									
Малярні клітини									

### Контрольні питання

1. Що таке осмотичний тиск клітинного соку?
2. Як визначається концентрація ізотонічного розчину?
3. У чому перевага плазматичного методу визначення осмотичного тиску?

### Лабораторна робота 18. Визначення смоктальної сили рослинних тканин спрощеним методом (За Уршпрунгом)

Мета роботи: Ознайомити студентів з швидким і наочним способом визначення смоктальної сили клітин різних тканин.

Сила, з якою клітина у даний момент всмоктує воду, називається смоктальною силою. При зануренні стрічки досліджуваної тканини у розчин, який має смоктальну силу, більшу за смоктальну силу клітин, розчин відбирає воду із клітин, і розміри стрічок зменшуються. Якщо смоктальна сила клітин більша від смоктальної сили розчину, то клітини всмоктують воду і збільшуються в об'ємі. При однаковій смоктальній силі клітин і розчину розміри стрічок залишаються без змін.

Матеріали та обладнання: бульба картоплі або коренеплід моркви, 1 н розчин сахарози, вода дистильована, дві бюретки з лійками, фільтрувальний папір, восковий олівець, термометр.

#### Послідовність виконання роботи:

Із паренхіми коренеплоду моркви або бульби картоплі стандартним ножем відрізають поперечні смужки тканини довжиною приблизно 4 см і у перерізі 4 мм<sup>2</sup>. Міліметровою лінійкою міряють їх довжину, після чого занурюють у розчин сахарози різної концентрації

(розчини готують так само, як і при визначенні осмотичного тиску). Одна чашка або бюкс з чистою водою, куди також занурюють смужки тканин.

Через 30 хвилин після перебування смужок у розчині вимірювання довжини їх повторюють. Осмотичний тиск розчину, у якому довжина смужок залишається без зміни, за своєю величиною буде дорівнювати смоктальній силі клітин даної тканини.

Розрахунок проводять так, як і у роботі по визначенню осмотичного тиску за формулою:

$$P = R \times T \times C \times i$$

Результати роботи слід занести у таблицю 3.

Таблиця 3

Концентрація сахарози, Н	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1	0
Початкова довжина смужки, мм							
Довжина смужки через 30 хв., мм							
Різниця, мм							
Тургор клітини							

### Контрольні питання

1. Що таке смоктальна сила клітини?
2. У якому випадку клітина всмоктує воду із зовнішнього розчину?
3. Співвідношення між тургором та смоктальною силою клітини.

Водний режим рослин. Нормально фізіологічні процеси протікають у рослинах лише при великій обводненості плазми клітин. Водний баланс рослин – це результат обміну води між рослинами і оточуючим середовищем, результат процесів втрати і поглинання води рослинним організмом. Процеси поглинання та пересування води у надземних органах рослин обумовлені, головним чином, осмотичними силами.

Втрата води у рослині відбувається в результаті транспірації – складного фізіологічного процесу, який має дуже важливе значення в житті рослин. Завдяки транспірації знижується температура листа та стебла у трав'янистих рослин. Транспірація сприяє пересуванню води та мінеральних речовин від коренів до листа і точок росту.

Існує зв'язок між процесами транспірації та забезпечення рослин вуглекислим газом, оскільки випаровування води та поглинання вуглекислоти відбувається через одні і ті ж отвори продихів. Стан продихів, ступінь їх відкритості є важливим показником рівня обводненості клітин та інтенсивності транспірації. У дослідницьких роботах облік транспірації слід супроводжувати контролем за станом продихів. При роботі у польових умовах для визначення стану продихів найчастіше користуються методом інфільтрації, рекомендованим Т. Молішем, та методом відбитків, розробленим Т.Х.Молотковським.

Для визначення транспірації в природних умовах користуються методом швидкого зважування за Л.А.Івановим.

### **Лабораторна робота 19. Визначення стану продихів**

Мета роботи: Ознайомити студентів з методом визначення ступеня відкритості продихів залежно від зовнішніх умов, які можна використати у польових дослідженнях

В лабораторії досліджуються листя різних ярусів одної і тої ж рослини і листя, витримане у різних умовах (свіже, підв'яле, освітлене, затемнене).

I. Метод відбитків (за Г.Х.Молотковським). Матеріали та обладнання: кімнатні рослини, деякі листи, які за 2-3 години до занять закривають світлонепроникливим чохлам, розчин кіноплівки у ацетоні, покривні стекла.

Послідовність виконання роботи:

На нижню поверхню листа дослідної рослини нанести тонкий мазок кіноплівки, розчиненої у ацетоні і швидко розмазати скляною паличкою. Після того, як мазок повністю висохне і утвориться тонка плівка, її знімають пінцетом з листа, поміщають на предметному склі без покривного під мікроскопом. На плівці добре видимі відбитки продихів. Під час роботи можна порівняти стан продихів у різних видів рослин, які знаходяться в однакових умовах лабораторії, а також стан продихів у листі, яке знаходиться в різних умовах (листя свіже, різних ярусів, підв'яле, освітлене та затемнене).

II. Метод інфільтрації (за І.Молішем). Матеріали та обладнання: Листя різних кімнатних рослин, бензол, ксилол, спирт етиловий у закритих скляночках, піпетки.

Послідовність виконання роботи:

На дві сусідні ділянки (розділені головною жилкою) нижньої сторони листа якої-небудь рослини нанести піпеткою послідовно краплі спирту, бензолу, ксилолу. Запам'ятати, де які краплі.

Якщо продиhi відкриті слабко, то крапля спирту не проходить у міжклітинники. Залишаючись на поверхні листа, вона випаровується, не залишивши сліду. У даному випадку пляма залишиться від бензолу. Бензол легше проходить через вузькі отвори, ніж спирт. Якщо продиhi ледь-ледь відкриті, то і бензол не проходить через дуже вузькі отвори, він випаровується, не залишивши сліду. Через такі отвори продиhiв проникне лише ксилол. Він залишить після себе коричневу пляму. Таким чином, застосовуючи послідовно три рідини, можна мати уяву про відносну відкритість продиhiв. Ці три рідини (спирт, бензол, ксилол) – органічні розчинники. Там, де вони проходять усередину листа, руйнуються хлоропласти і хлорофіл; залишаються коричневі плями.

Користуючись методом інфільтрації, можна простежити за рухом продиhiв проростків злаків, перекладаючи їх із темрява на світло. Провести спостереження необхідно одразу ж після того, як рослини перенесені із темряви, і вдруге – після дво-тригодинного перебування їх на світлі. Роботу можна провести у літній час.

Контрольні питання

1. Як впливають умови освітлення на ступінь відкритості продиhiв?
2. Як впливають умови зволоження на стан продиhiв?
3. На чому засновані методи визначення стану продиhiв (за І.Молішем та за Г.Х.Молотковським)?

### **Лабораторна робота 20. Визначення інтенсивності транспірації за допомогою торзійних терезів**

Мета роботи: Визначити вагомим методом масу води, яка випарюється рослиною за визначний проміжок часу

Ваговий метод обліку транспірації заснований на визначенні кількості випаровуваної води по зменшенню ваги цілої рослини або

зрізаного пагону чи окремого листа. Найточнішим вважається метод швидкого зважування (за Л.А.Івановим).

Інтенсивністю транспірації називають кількість води (виражену у грамах), випаруваної одиницею листової поверхні рослини ( $1\text{м}^2$ ) за одиницю часу (1 година).

Матеріали та обладнання: кімнатні рослини, терези торзіоні, ножиці, скальпель, пробочні свердла, шматочки картону, на яких роблять висічки листа.

#### Послідовність виконання роботи:

При визначенні інтенсивності транспірації зрізаного листа роблять облік зміни маси його за короткі проміжки часу, за 2-3 хвилини. Це дає можливість спостерігати транспірацію при тому стані насиченості водою листа, у якому він знаходиться на рослині.

Спостереження проводять протягом 6 хвилин після розрізу листа, оскільки при відсутності компенсування випареної води лист починає в'янути, що призводить до зменшення випарування. Для швидкого зважування, необхідного у цій роботі, дуже зручні торзіоні терези. Перед початком роботи терези встановлюють у вертикальному положенні та перевіряють їх нульову точку.

Зрізавши ножицями лист, маса якого повинна бути не більше як 500 мг, беруть його пінцетом, прикріплюють на гачок торзіонних терезів і зважують. Зваження роблять через кожні дві хвилини три рази. Визначають площу листа та розраховують інтенсивність транспірації.

Площу листа визначають методом висічок. Із зваженого листа пробочним свердлом із визначним діаметром висікають максимум дисків, які негайно зважують. Оскільки число, а також сумарна площа дисків відома і відома маса листа, то за співвідношенням їх маси можна визначити площу листа, якщо допустити, що товщина листа однакова по даній площі.

Приклад: початкова маса листа  $A_0$ , мг  
кінцева маса листа  $A$ , мг  
площа листа  $B$ ,  $\text{см}^2$   
число висічок  $N$ , шт  
маса висічки  $P$ , мг  
діаметр висічки  $D$ , см  
площа висічки  $G$ ,  $\text{см}^2$   
маса всіх висічок  $N \cdot P$ , мг

Площа висічки:

$$Г = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \times D^2}{4}.$$

Площа усіх висічок:

$$C = Г \times H .$$

Оскільки між масою та площею існує пропорціональність, то:

$$\frac{B}{C} = \frac{A}{HP}.$$

Площа листа

$$B = \frac{C \times A}{HP}.$$

Розрахунки інтенсивності транспірації. У нашому досліді інтенсивність транспірації (Т) – маса втраченої листом води у мг, віднесена до одиниці площі (см<sup>2</sup>) за 1 хвилину.

$$T = \frac{(A_0 - A)}{K \times B}.$$

де: К – час транспірації (6 хвилин)

Зазвичай інтенсивність транспірації розраховують у грамах на 1 м<sup>2</sup> за 1 годину:

$$T = \frac{(A_0 - A) \times 60 \times 10000}{K \times B \times 1000}.$$

У роботі можна порівняти транспірацію верхнього та нижнього листа рослин, вирощених у різних умовах.



## Контрольні питання

1. Що таке інтенсивність транспірації, у яких величинах вона виражається?
2. Чому зважують лист чи пагін не більш як за 5-6 хвилин?
3. Яким методом визначається площа листа, у чому його суть?

### **Тема 9. Світло як екологічний фактор. Фотосинтез як унікальна функція рослинного організму**

Цей унікальний процес на нашій планеті відбувається в зелених рослинах, насамперед в листі. Рушійною силою фотосинтезу є увібрана листями енергія сонячної радіації.

Фотосинтезом називають процеси утворення органічної речовини із неорганічних – вуглекислого газу та води, які здійснюються під впливом сонячної енергії у тканинах рослин, уміщуючих хлорофіл. На клітинному рівні цей процес відбувається в хлоропластах.

До складу хлоропластів входять пігменти: зелені – хлорофіл „а” та „б”, оранжевий – каротин та жовтий – ксантофіл. Для вивчення властивостей та кількісного визначення пігментів необхідно добути їх із рослини та відділити один від одного. Витягнення пігментів проводять спиртом або ацетоном, а потім для подальшого поділу на окремі компоненти пігменти переводять у петролейний ефір або бензин.

#### **Лабораторна робота 21. Здобуття витяжки суміші пігментів. Властивості хлорофілу.**

Мета роботи: Здобути суміш пігментів, розділити їх та ознайомитися з деякими властивостями пігментів.

Матеріали та обладнання: свіже листя різних рослин, етиловий спирт, бензин, їдкий калій або натр у баночці, 10% соляна кислота у крапельниці, оцтовокислий цинк або мідь, кварцовий пісок, ступка з макогончиком, лійка, скляна паличка, мірний циліндр, штатив з пробірками, піпетка, ножиці, спиртівка, утримувач для пробірки, вазелін, паперовий фільтр складчастий, сірники, кольорові олівці.

Послідовність виконання роботи:

Свіже листя якої-небудь рослини (китайська роза, пліщ виноградний, герань біла, бегонія рожева) дрібно нарізати ножицями і розтерти у фарфоровій ступці до зеленої маси. Для кращого розтирання, особливо жорсткого листа, треба додати кварцового піску і трошки

чистого етилового спирту. До розтертої маси приливають чистого етилового спирту і обережно продовжують розтинання, доки спирт не зафарбується у інтенсивно зелений колір. Спирту треба брати небагато, щоб не одержати дуже слабко забарвлену витяжку. Одержану спиртову витяжку фільтрують через сухий фільтр у чисту суху пробірку, колбочку або циліндр.

Якщо спиртову витяжку треба зберігати протягом декількох днів, то посуд, у якому вона знаходиться, треба закрити пробкою та поставити у темне місце, оскільки на світлі та при доступу повітря хлорофілова витяжка швидко руйнується, втрачає свій зелений колір і стає бурою.

Розглядання спиртової витяжки хлорофілу у прохідному та відбитому світлі. Пробірку із спиртового витяжкою хлорофілу роздивитись таким чином, щоб в око влучили проміні, які пройшли крізь неї. При такому освітленні вона повинна мати смарагдово-зелений колір. Якщо ж спиртову витяжку хлорофілу роздивитись у відбитому світлі, вона буде цегляно-червоного кольору. Для цього позаду пробірки поміщають темний фон і розглядають її з тої сторони, звідки падає світло. Це вказує на те, що хлорофіл має здатність до флуоресценції. Забарвлення концентрованого розчину спиртової витяжки пігментів у прохідному світлі у гранатово-червоний колір обумовлюється поглинанням усіх променів спектра, крім крайніх червоних. Приготування концентрованого розчину спиртової витяжки хлорофілу досить складне, тому високу концентрацію його замінюють товстим шаром.

Дослід ставлять так: 100 мл. спиртової витяжки наливають у вузьку хімічну склянку, яку поміщають над джерелом світла і розглядають зверху. Спиртова витяжка у прохідних променях у цьому разі буде мати гранатово-червоний колір.

Розділення пігментів (за методом Крауса). Здобута спиртова витяжка пігментів листа є сумішшю декількох пігментів: двох зелених – власно хлорофілів „а” і „б”, а також двох жовтих – каротину та ксантофілу. Для розділення їх існують декілька методів. Перший – метод Крауса, заснований на неоднаковій розчинності пігментів листа у спирті та бензині.

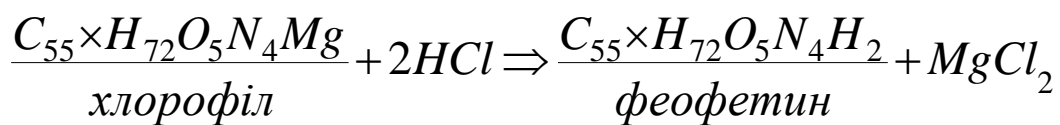
Наливаємо у пробірку 4-5 мл спиртової витяжки хлорофілу, приливаємо до неї 6-8 мл бензину або петролейного ефіру і декілька крапель води (2-5), закриваємо пробірку великим пальцем і збовтуємо суміш протягом 4-5 хвилин. Після цього дати відстоятися, рідина у пробірці розділяється на два шари: бензинова фракція, як легша буде зверху, а спиртова – знизу. Спиртовий шар буде забарвлений у жовтий колір від присутності у ньому ксантофілу. Другий жовтий пігмент – каротин – також перейде у бензинову фракцію.

Якщо розділення пігментів йде погано, то треба додавати у суміш ще води (3 краплі) і добре збовтати. Від надлишку води перший спиртовий шар може помутніти, тоді треба додати небагато спирту, перемішати і дати відстоятися.

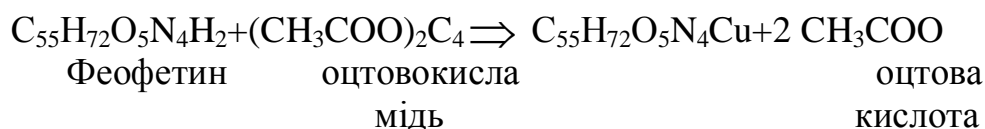
Дія лугів на хлорофіл. Провести розділення пігментів у спиртовій витяжці хлорофілу методом Крауса. Потім прибавити шматочок (0,2-0,5 г) їдкого натру або калію, закрити пробірку пробкою, ретельно збовтати, після чого дати відстоятися.

Відбувається зворотне розміщення шарів або фракцій: зверху буде жовтий бензиновий, що вміщує каротин, а знизу зелений, який містить продукти омилення хлорофілу спиртовим лугом. Ксантофіл також залишиться у нижньому шарі.

Одержання феофетину і зворотне заміщення водню атомом металу. До 5-6 мл спиртової витяжки хлорофілу прибавити краплю міцної або 4 краплі 20% соляної кислоти і обережно перемішати. Смарагдово-зелений колір зникне, витяжка зробиться бурюю. Під дією кислоти відбувається реакція заміщення, тобто в молекулі хлорофілу замість катіону Mg стане катіон водню, а в молекулі кислоти – замість водню буде Mg. Спиртова витяжка стане бурюю, бо це вже не хлорофіл, а утворюються феофетин, а замість кислоти – солянокислий Mg.



До побурілої від кислоти витяжки, тобто до феофетину, додати небагато оцтовокислої міді, або оцтовокислого цинку. Бурий колір поступово зникає, а витяжка знову набуває зеленого кольору. Тут знову відбувається реакція заміщення. В молекулі феофетину замість водню стане катіон цинку або міді. Колір встановлюється, але ж це не буде хлорофіл, бо немає катіону Mg. Катіони цинку і міді мають приблизно той же колір, що і катіон Mg. Оцтова кислота у даному разі необхідна як каталізатор.



## Контрольні питання

1. Які пігменти знаходяться в зелених пластидах-хлоропластах? Як їх витягти і розділити?
2. Чим визначається спроможність хлорофілу змінювати колір у прохідному та відбитому світлі?
3. Що таке феофетин і в яких випадках він утворюється в листі?

### **Лабораторна робота 22. Колориметричний спосіб порівняльного визначення хлорофілу у листях**

Мета роботи: Ознайомитися з методикою визначення суміші пігментів у спиртовій витяжці.

Для порівняльного визначення кількості хлорофілу у листях користуються колориметричним методом.

Сутність колориметрування полягає у порівнянні інтенсивності і кольору двох однорідно зафарбованих розчинів – досліджуваного та стандартного. При цьому враховують, що поглинання світла зафарбованим розчином прямо пропорційно його концентрації і товщині його шару. При різній концентрації поглинення світла двома розчинами (отож і колір їх) буде однакове у тому разі, коли концентрації їх обернено пропорціональні товщині шару.

$$\frac{C}{C_1} = \frac{E_1}{E},$$

де:  $C$  – концентрація досліджуваного розчину;  
 $C_1$  – концентрація стандартного розчину;  
 $E$  – товщина шару досліджуваного розчину;  
 $E_1$  – товщина шару стандартного розчину.

Звідси, знаючи концентрацію стандартного розчину, визначають концентрацію досліджуваного за формулою, мг/л розчину

$$C = \frac{C_1 \times E_1}{E}.$$

Матеріали та обладнання: свіже листя різних рослин, кварцовий пісок, терези, ножиці, ступка з макогончиком, етиловий спирт, мірний циліндр, лійка, паперовий фільтр, вазелін, колориметр клиновий.

## Послідовність виконання роботи:

1. Раніш, ніж почати роботу з колориметром, необхідно приготувати стандартний розчин, відповідний за кольором розчину, який вміщує 85 мг омиленого хлорофілу у 1л. Для цього 1г мідного купоросу розчиняють у воді, доводять у мірній колбочці до 100мл. Два грами двохромовокислого калію також розчиняють 100мл води. У мірну колбочку на 100мл беруть суміш приготовлених розчинів: мідного купоросу 28,5мл, двохромовокислого калію 50мл. Обережно добавляють аміак до одержання яскраво-зеленого кольору. Розчин доводять до риски (на 100мл), його можна зберігати тривалий час.

2. Для роботи беруть листя різних рослин або однієї і тієї ж рослини, але з різних місць мешкання, або з різних ярусів стебла ( а тому різного віку ). Для кожного визначення зрізують по 2 однакових листа, наприклад, супротивні у бузка, парні у бобів. У великого листа можна брати 2 проби з одного. Наважка досліджуваного листа (0,5-2,0г). Ретельно розтерти у ступці з невеликою кількістю спирту (2-3мл.). Носик ступочки знизу злегка змазують вазеліном, а одержаний зелений розчин по скляній палочці зливають через фільтр у мірну колбочку на 25мл. Так обережно, щоб не втратити жодної краплі, до розтертої маси знову добавляють спирт, знову розтирають і знову зливають. Так повторюють декілька раз до повного витягнення пігментів. Для визначення абсолютної кількості хлорофілу його треба омилити, що ускладнює роботу.

При порівнянному визначенні можна досліджувати сирий, не омилений хлорофіл. Витяжку у колбочці розбавляють спиртом до риски, перемішують та колориметрують.

3. Колориметрування проводять різними приборами: колориметром Дюбюека, фотоелектроколориметром, колориметром-нефелометром та ін. Ми будемо користуватися колориметром клиновим.

Принцип дії та опис конструкції, підготовка до роботи, порядок роботи. Визначення концентрації речовин засновано на порівнянні інтенсивності зафарбування досліджуваного розчину і стандартного, поміщеного у клиновидний посуд.

Корпус колориметра прямокутного перерізу має відкидну кришку. На передній стінці корпусу закріплений окуляр, через віконце роблять спостереження за показаннями шкали. На задній стінці розташований розсіювальний фільтр для рівномірного освітлення рідини. Всередині корпусу є дві напрямні та два кутника. В одній із напрямних знаходиться каретка для клину із зубчатою рейкою, двома притискувачами і шкалою. Пересування каретки вдовж корпусу здійснюється маховичком. Скляна кювета з досліджуваною рідиною міститься в другій напрямній.

Для визначення вмісту рідини у досліджуваному розчині попередньо відкалібрований клин вставляють в рухому каретку; досліджуваний розчин наливають у скляну кювету (відкриту для нелетких речовин і забезпечену притертою пробкою для летких речовин).

Пересуваючи каретку з клином, урівнюють яскравість обох половинок поля зору, знімають відрахунки по шкалі колориметра та по каліброваній кривій графіка знаходять кількість даної речовини у досліджуваному розчині.

При визначенні концентрації досліджуваних розчинів необхідно врахувати розведення та кількість вихідного матеріалу, взятого на аналіз.

Приблизна схема розрахунку:

1.  $C$  – концентрація хлорофілу у 1л розчину (мг/л), одержана з графіка
2. Кількість хлорофілу у 25мл розчину

$$P_{\text{мг}} = \frac{C \times 25}{1000} \quad \text{або} \quad P_{\text{г}} = \frac{C \times 25}{10000}$$

Знаючи об'єм розчинів, які досліджуються та взяті для екстракції наважки листа, розраховують вміст в них пігментів у відсотках на сиру або суху масу листа; або в мг на одиницю листової поверхні.

Якщо масу наважки сирого листа  $H_{\text{г}}$  взяти за 100%, а масу хлорофілу у наважці  $P_{\text{г}}$  взяти за  $x$ , то відсотковий вміст хлорофілу можна визначати із співвідношення:

$$X : 100\% = P : H, \quad \text{тоді} \quad X = \frac{P \times 100\%}{H}$$

або:

$$X - 100\% \quad X = \frac{P \times 100\%}{H}$$

$P - X$

Контрольні питання

1. У чому суть колориметричного методу визначення хлорофілу в листах?
2. У чому полягає принцип дії клинового колориметра?

3. Як розраховують вміст хлорофілу у відсотках на сиру або суху масу листа?

Дихання рослин. Процес дихання – одна з найважливіших сторін обміну речовин. Дихання – процес розпаду органічних сполук, який відбувається за участю вільного кисню і супроводжується виділенням вуглекислого газу, води та звільненням енергії; необхідної для життєдіяльності рослин. У хімічному відношенні процес дихання дуже складний; в нього залучаються багато речовин: вуглеводи, білки, жири, органічні кислоти і т.д. Перетворення їх у дихальному циклі супроводжується утворенням проміжних та побічних продуктів. Частина цих продуктів підлягає повному окисленню з утворенням  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$ , а друга частина використовується як вихідні речовини для синтезів. Завдяки цьому процес дихання треба розглядати не тільки як енергетичний, а як одну із сторін загального обміну речовин, що об'єднує в собі як енергетичну, так і хімічну сторони.

Інтенсивність дихання неоднакова у різних тканин, органів рослин, тому слід її визначати у різних рослинних об'єктах.

### **Робота 23. Визначення інтенсивності дихання проростаючого насіння, листя та бруньок.**

Мета роботи: Ознайомити студентів з методом визначення інтенсивності дихання по кількості виділеної вуглекислоти різними рослинними об'єктами (пророслим насінням, листям, бруньками).

Матеріали та обладнання: проросле та непроросле насіння гороху, пшениці, бруньки бузку, листя, квіти, терези; розчин бариту з концентрацією 7г на 1л води у бюретці, закритій пробкою; щавлева кислота, титр якої 2.8636г на 1л води, фенолфталеїн у крапельниці, три однакові конічні колби, дві мідні корзинки або шматки марлі розміром 10x10см, парафін, електроплитка.

Послідовність виконання роботи:

Інтенсивність дихання визначають по кількості виділеного  $\text{CO}_2$  у мг на 100г сирової маси рослинного матеріалу за 1 годину.

Для проведення досліду беруть скляну банку ємністю 250 мл, закриту гумовою або корковою пробкою. На внутрішній поверхні пробки є гачок, за який треба підвісити корзинку. Зняти пробку із скляної банки і влити в неї 25мл бариту  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  (концентрація його 7г на 1л води). Після цього проводять титрування бариту щавлевою кислотою у присутності

фенолфталеїну (титр її —  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  - 2,8636г на 1л дистильованої води. 1мл цього розчину відповідає 1мг  $\text{CO}_2$ ). Це так назване холосте титрування.

Виливши розчин з банки, знову наливають 25мл розчину бариту. У корзинку, підвішену за гачок пробки, помістити попередньо виважені 10-15г пророслого насіння, або бруньки, листя. Швидко закривають банку пробкою з корзинкою. Рослинний матеріал, підвішений над баритом у склянці, видержують 15-20 хвилин. Під час досліду банку обережно збовтують, щоб порушити плівку  $\text{BaCO}_3$  на поверхні бариту, яка перешкоджає повноті поглинення  $\text{CO}_2$ , що виділяє проросле насіння, або другий рослинний матеріал.

По закінченню досліду корзинку виймають. Розчин у банці титрують щавлевою кислотою. Різниця у мл  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  між двома титруваннями дає кількість  $\text{CO}_2$ , виділеного під час досвіду наважкою рослинного матеріалу. Роблять розрахунок на 100 г наважки на 1 годину часу.

Бажано вести дослід з двома наважками матеріалу у двох баночках, поставити їх у різні умови, щоб порівняти вплив різної температури, освітлення на інтенсивність дихання.

#### Контрольні питання

1. У чому суть процесу дихання?
2. Що таке інтенсивність дихання, як вона визначається?
3. Чи є різниця в інтенсивності дихання сухого та пророслого насіння?

#### **Розділ 4. Адаптація рослин до несприятливих умов навколишнього середовища.**

Адаптація – це сукупність морфофізичних, поведінкових, популяційних та інших особливостей виду, які забезпечують можливість специфічного способу життя в певних умовах довкілля. Сукупність способів адаптації надає будові та життєдіяльності організмів рис доцільності. Адаптацією називають також сам процес формування пристосувань організмів до умов існування. Вони виробляються на всіх рівнях організації живої матерії.

Стійкість рослин до несприятливих умов має різний характер. Вона може бути заснована на тому, що організм уникає їх впливу. Наприклад, кактуси запасують воду і уникають обезводнення при посухах або рослини з коротким періодом вегетації (ефемери) встигають пройти цикл розвитку за період випадіння опадів.



Більш важливе значення має стійкість, заснована на витривалості клітин рослини, тобто здатності у процесі адаптації перебудувати як швидкість, так і напрямок процесу обміну речовин таким чином, щоб в змінених умовах середовища виробляти усі необхідні продукти.

Із несприятливих умов, що викликають стрес у рослин, найчастіше буває нестача води, висока температура, низька температура, висока концентрація солей у ґрунті.

Ознайомимося з методикою визначення жаростійкості та здатності рослин переносити замороження.

#### **Робота 24. Визначення жаростійкості рослин ( за Мацковим )**

Мета роботи: Вивчити жаростійкість листя різних рослин доступним методом. Метод заснований на здатності протоплазм протистояти високим температурам.

Матеріали та обладнання: свіже листя різних рослин , 0,2Н розчин соляної кислоти, водяна баня, термометр, пінцет, п'ять чашок Петрі, склянка з водою, восковий олівець.

Послідовність виконання роботи:

Водяну баню нагрівають до 40°C і у воду опускають листя досліджуваних на жаростійкість рослин, там вони залишаються протягом 30 хвилин. В цей же час слід, регулюючи нагрівання, підтримувати температуру води на тому ж рівні – 40°C. Через 30 хвилин беруть першу пробу листя на жаростійкість. Їх витягують із водяної бані і тимчасово переносять у кристалізатор з холодною водою. Температуру води у бані підіймають на 5°C і через 10 хвилин після цього беруть другу пробу листя, також переносять у холодну воду. Так поступово температуру води у бані доводять до 60°C, взявши проби листя через інтервали часу в 5°C. Після цього холодну воду у кристалізаторі замінюють 0,2Н розчином соляної кислоти і через 20 хвилин листя витягують із розчину і розкладають на фільтрувальному папері. Живе листя після цього досліді залишається зеленим, а мертво буріє. Різний ступінь пошкодження визначають підрахунком на листі кількості бурих ділянок тканин.

При відмиранні клітин та коагуляції білків протоплазми, проникаюча у клітину соляна кислота витісняє Mg із молекул хлорофілу, утворюється феофетин, який надає бурого кольору тканинам листа, що і є критерієм пошкодження клітин.

У рослин з кислим клітинним соком побуріння може з'явитися без обробки листя соляною кислотою, оскільки клітинний сік проникає у

мертву протоплазму і під впливом його кислот відбувається утворення феофетину.

### **Робота 25. Захисна дія сахару на протоплазму при низьких температурах.**

Мета роботи: ознайомити студентів із значенням захисних речовин при заморожуванні тканин.

При замерзанні рослинних тканин у міжклітинниках утворюються кристали льоду, які витягують воду із протоплазми клітин. Якщо цитоплазма не має достатньої морозостійкості, то вона, не витримавши обезводнення та механічного тиску льоду, коагулює. Про ступінь пошкодження цитоплазми можна судити по її здатності утримувати клітинний сік. Стійкість колоїдів цитоплазми можна підвищити такою захисною речовиною, як сахароза.

Матеріали та обладнання: фіолетова цибуля, коренеплід буряка столового; 1н і 0,5н розчин сахарози, лід, кухонна сіль, термометр, скальпель, бритва, фарфорова чашка, три пробірки, склянка, мікроскоп, предметні та покривні стекла, восковий олівець, фільтрувальний папір.

Послідовність виконання роботи:

Роблять декілька поверхневих зрізів з листа ( соковитої луски ) фіолетової цибулі розміром 25мм, товщиною приблизно три шари клітин. Ці зрізи занурюють у три маленькі пробірки. Одна з них з чистою водою, у другій розчин сахарози концентрацією 1н, у третій - розчин сахарози 0,5н концентрації. Кількість рідини у всіх трьох пробірках однакова. Вміст всіх трьох пробірок заморозити в морозильній камері холодильника.

При замерзанні розчинів, приблизно через 12 – 20 хвилин, пробірки ставлять у стакан з водою і після того , як рідина в пробірках розтане, зрізи розглядають під мікроскопом на предметному склі.

Зрізи, заморожені у чистій воді, будують незабарвлені, тому що із клітинного соку вийде антоціан і вода частково буде забарвлена у фіолетовий колір. Це відбувається тому, що протоплазма втрачає свої властивості; колоїдна структура протоплазми змінюється і вона стає проникною. Клітини зрізів у 1н розчині сахарози майже цілком залишаються живими і будуть забарвлені. У зрізі 0,5н розчину сахарози спостерігається часткове відмирання клітин.

Життєздатність клітин перевіряється одержанням плазмолізу. На основі цих дослідів можна зробити висновок про значення сахарів як основної захисної речовини при замерзанні рослини.

## Контрольні питання

1. На чому заснований метод визначення жаростійкості листя рослин ?
2. У чому причина загибелі рослин від низьких негативних температур?
3. Які речовини підвищують морозостійкість цитоплазми і чому ?

## Література

1. Біологія. – Київ.: Вища школа, 2004
2. Блукет Н.А. и др. Практикум по ботанике. – М.:Колос, 1980
3. Викторов Д.П. Малый практикум по физиологии растений. – М.: Высшая школа, 1969
4. Генкель П.А. Физиология растений. – М.: Просвещение, 1975
5. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Физиология и экология растений». – Одесса.: ОГМИ, 1984
6. Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт з дисципліни „Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології”. – Одеса, 2000
7. Мусієнко М.М Екологія рослин. – Київ.: Либідь, 2006
8. Полевой В.В. Физиология растений. – Высшая школа, 1989
9. Чернова Н.М. Лабораторный практикум по экологии. – М.: Просвещение,1986



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до дисципліни „ЕКОЛОГІЯ РОСЛИН З ОСНОВАМИ БОТАНІКИ  
ТА ФІЗІОЛОГІЇ” для лабораторних робіт

для студентів III-IV курсів

Напрямок підготовки «Гідрометеорологія»  
Спеціалізація «Агрометеорологія»  
Напрямок підготовки «Екологія»  
Спеціалізація «Агроекологія»

Укладач: к. с/г. наук, доц.. Разумова С.Т.

Підп. до друку                      Формат 60×84/16    Папір офс.  
Умовн. друк. арк.                      Тираж                      Зам.№  
Надруковано з готового оригінал-макета

---

Одеський державний екологічний університет  
65016, Одеса, вул. Львівська, 15

---