

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни „ЕКОЛОГІЯ РОСЛИН З
ОСНОВАМИ БОТАНІКИ ТА ФІЗІОЛОГІЇ”

Напрямок підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування»

ПДВ Е-4 (траєкторія «агроекологія»)

Рівень підготовки – бакалавр

Одеса – 2017 р.

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет

Методичні вказівки
до лабораторних робіт з дисципліни **„Екологія рослин з основами
ботаніки та фізіології”**

Напрямок підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування»

ПДВ Е-4 (траєкторія «агроекологія»)

Рівень підготовки – бакалавр

„Затверджено”
на засіданні методичної комісії
гідрометеорологічного ін.-ту
Протокол №__ від____ 2017 р.

Одеса – 2017 р.

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни „Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології”. Для бакалаврів напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». ПДВ Е-4 (траєкторія «агроекологія»). Укладачі // к.геогр.н., доцент Свидерська С.М., ас. Колосовська В.В. – Одеса, ОДЕКУ, 2017. – 24 с.

Передмова

Вивченням впливу факторів навколишнього середовища на рослину, на основні процеси її життєдіяльності, а також пізнанням закономірностей життєдіяльності рослинного організму в онтогенезі в різних умовах середовища і займається „Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології”. Підґрунтям для цієї дисципліни є такі науки як ботаніка, анатомія та морфологія рослин, фізіологія, екологія рослин, мікробіологія, хімія, фізика та ін.

В даній методичній вказівці наводяться 10 тем, які присвячені рослинній клітині, яка являє собою осмотичну систему, у якій цитоплазма грає роль напівпрониклої перетинки (яка пропускає воду та затримує розчинені у воді речовини), а клітинний сік - роль осмотично діяльного розчину. За законами осмосу вода проникає у вакуолу внаслідок того, що концентрація розчинених речовин у клітинному соці вакуолі вище, ніж у оточуючому клітину розчині. Фотосинтез являється основним процесом життєдіяльності рослин. У процесі фотосинтезу у зелених пластидах утворюються органічні речовини із вуглекислого газу та води за рахунок поглиненої пігментами сонячної енергії. У рослинах відбувається безперервний процес обміну речовин з навколишнім середовищем. Для підтримки нормальної життєдіяльності клітин необхідна енергія. Цю енергію клітини одержують завдяки процесу дихання, яке представляє собою складну низку окислювально-відновлюючих реакцій, кінцевим продуктом яких є вуглекислота, вода та звільнена енергія.

Розглядаються теоретичні та практичні аспекти фізіологічних процесів, що протікають у клітині лише при великому вмісті води у плазмі клітин. Велику роль у поглиненні та виділенні речовин рослинною клітиною грають явища дифузії та осмосу. Дифузія - незавадливе переміщення частинок у клітині, осмос - переміщення частинок через напівпроникливу перетинку (мембрану).

Наводяться розрахунки осмотичного тиску в окремих клітинах і тканинах, смоктальної сили рослинних тканин спрощеним методом (по Уршпрунгу), стану продихів, інтенсивності транспірації, визначення хлорофілу у листах, визначення інтенсивності дихання насіння, листя та бруньок, визначення жаростійкості рослин (по Мацкову).

При виконанні лабораторної роботи «Тургор, плазмоліз, деплазмоліз» бакалаври повинні знати будову і функції рослинної клітини, компоненти клітини, неорганічні і органічні речовини, які входять до складу клітин, явища дифузії та осмосу, життєвий цикл клітини, обмін речовин та перетворення енергії у клітині. При виконанні лабораторної роботи «Визначення осмотичного тиску клітинного соку методом плазмолізу» бакалаври повинні знати будову і функції рослинної клітини, компоненти клітини, неорганічні і органічні речовини, які входять до складу клітин, життєвий цикл клітини, рослинні тканини, будову рослинних тканин, функції рослинних тканин, класифікація рослинних тканин. При виконанні лабораторної роботи «Визначення смоктальної сили рослинних тканин спрощеним методом (по Уршпрунгу)» бакалаври повинні знати рослинні

тканини, будову рослинних тканин, функції рослинних тканин, класифікація рослинних тканин. При виконанні лабораторної роботи «Визначення стану продихів» бакалаври повинні знати будову і функції рослинної клітини, компоненти клітини, неорганічні і органічні речовини, які входять до складу клітин, явища дифузії та осмосу, життєвий цикл клітини, обмін речовин та перетворення енергії у клітині. При виконанні лабораторної роботи «Визначення інтенсивності транспірації за допомогою торзійних терезів» бакалаври повинні знати метод швидкого зважування (по Л.А.Іванову), ваговий метод, метод висічок. При виконанні лабораторної роботи «Здобуття спиртової витяжки суміші пігментів. Властивості хлорофілу» бакалаври повинні знати будову і функції рослинної клітини, компоненти клітини, неорганічні і органічні речовини, які входять до складу клітин, пігменти які знаходяться у зелених пластидах – хлоропластах, феофетин який утворюється у листах. При виконанні лабораторної роботи «Колориметричний спосіб порівнянного визначення хлорофілу у листах» бакалаври повинні знати будову і функції рослинної клітини, компоненти клітини, неорганічні і органічні речовини, які входять до складу клітин, пігменти які знаходяться у зелених пластидах – хлоропластах, феофетин який утворюється у листах. При виконанні лабораторної роботи «Визначення інтенсивності дихання насіння, листя та бруньок» бакалаври повинні знати як відбувається процес дихання, інтенсивність дихання, життєвий цикл клітини, обмін речовин та перетворення енергії у клітині. При виконанні лабораторної роботи «Визначення жаростійкості рослин (по Мацкову)» бакалаври повинні знати стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища, витривалість клітин рослини, життєвий цикл клітини, обмін речовин та перетворення енергії у клітині. При виконанні лабораторної роботи «Захисний вплив сахару на протоплазму при низьких температурах» бакалаври повинні знати стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища, витривалість клітин рослини, життєвий цикл клітини, обмін речовин та перетворення енергії у клітині.

Вміти самостійно розраховувати осмотичний тиск в окремих клітинах і тканинах, смоктальну силу рослинних тканин спрощеним методом (по Уршпрунгу), стан продихів, інтенсивність транспірації, визначення хлорофілу у листах, визначення інтенсивності дихання насіння, листя та бруньок, визначення жаростійкості рослин (по Мацкову).

Лабораторні заняття проводиться на третьому курсі навчання.

Вступ

У біосфері пануюче положення займає рослинний світ – основа життя на нашій планеті. Рослини мають унікальну властивість накопичувати енергію світла в органічних речовинах в процесі фотосинтезу. Природа протягом багатомільйонної еволюції створила на Землі відрегульований кругообіг речовин та енергії, в якому провідна роль належить променевій енергії та зеленим рослинам.

Рослинні організми, як і інші живі системи, підпорядковані фізико-хімічним законам перетворення матерії та енергії, а особливості їх життя полягають у специфіці будови та способах взаємодії з довкіллям.

У рослинах нормальні фізіологічні процеси протікають лише при великому вмісті води у плазмі клітин. Велику роль у поглиненні та виділенні речовин рослинною клітиною грають явища дифузії та осмосу.

Рослинна клітина являє собою осмотичну систему, у якій цитоплазма грає роль напівпрониклої перетинки (яка пропускає воду та затримує розчинені у воді речовини), а клітинний сік - роль осмотично діяльного розчину. За законами осмосу вода проникає у вакуолу внаслідок того, що концентрація розчинених речовин у клітинному соці вакуолі вище, ніж у оточуючому клітину розчині. Об'єм вакуолі при цьому збільшується і вона чинить тиск через цитоплазму на клітинну стінку. Створюється стан напруги клітини, який називається тургором. Якщо клітину помістити у розчин, більш високої концентрації ніж клітинний сік, то вода буде виходити із вакуолей в оточуючий розчин, цитоплазма почне відставати від клітинної стінки, яка стає менш розтягнутою. Настає стан плазмолізу клітини. Це явище можна спостерігати у лабораторних умовах, у природних умовах плазмоліз в рослинах не відбувається.

Нормальні 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 поглинення води рослинним організмом. Процеси поглинення та пересування води у надземних рослинах обумовлені, головним чином, осмотичними силами.

Втрата води у рослині відбувається у результаті транспірації – складного фізіологічного процесу, який має дуже важливу роль у житті рослини. Завдяки транспірації знижується температура листя та стебла у трав'янистих рослин, транспірація сприяє пересуванню води та мінеральних речовин від коренів до листя і точок росту.

Існує зв'язок між процесами транспірації та забезпечення рослин вуглекислим газом, так як випаровування води та поглинання вуглекислоти відбувається через одні і ті ж отвори продихів.

У рослинах відбувається безперервний процес обміну речовин з навколишнім середовищем. Для підтримки нормальної життєдіяльності клітин необхідна енергія. Цю енергію клітини одержують завдяки процесу дихання, яке представляє собою складну низку окислювально-відновлюючих реакцій, кінцевим продуктом яких є вуглекислота, вода та звільнена енергія. Інтенсивність

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

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 збезводнення при засухах, або рослини з коротким періодом вегетації (ефемери) встигають пройти цикл розвитку за період випадання опадів. Більш важливе значення має стійкість, яка заснована на витривалості клітин рослини, тобто здібності у процесі адаптації перестроювати як швидкість, так і напрямок процесу обміну речовин таким чином, щоб із змінених умовах середовища вироблювати усі необхідні продукти.

Із несприятливих умов, що викликають стрес у рослин, частіше всього зустрічається нестача води, висока температура, низька температура, висока концентрація солей.

Тема 1. ТУРГОР, ПЛАЗМОЛІЗ, ДЕПЛАЗМОЛІЗ

Мета роботи: ознайомити студентів зі станом рослинної клітини в залежності від ступеню її насиченості водою, концентрації клітинного соку та оточуючого клітину розчину.

В результаті виконання роботи студенти придбають практичні навички у виготовленні мікроскопічних препаратів, а також оволодіють методикою, яка дозволяє оцінити стан клітин різних органів рослини та зможуть судити про ступінь їх насиченості водою.

Матеріали та обладнання: мікроскоп, предметне скло, покривне скло, 5 % розчин азотнокислого калію або молярний розчин сахарози, фільтрувальний папір, ботанічна голка, гострий ніж, скляна паличка, цибуля з фіолетовою лускою, колба з водою, кольорові олівці.

Хід роботи: взяти цибулю, клітини епідермісу якої містять антоціан. Роблять тоненький зріз з кусочка морфологічно нижнього епідермісу, кладуть на предметне скло у краплю води, накривають покривним склом: розглядають під мікроскопом при малому збільшенні. Усі клітини препарату в цьому випадку будуть мати однаковий колір.

Потім, з одної сторони покривного скла кладуть краплю 5 % розчину азотнокислого калію або сахарози, з протилежного боку, 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 відтарування протопласту від стінок клітин у купочках, а потім і від цієї поверхні стінок. В кінці кінців протопласт у середині клітини відділяється від оболонки і приймає кулясту форму. У цьому випадку

протопласт плазмолізований. Плазмоліз не є гладке відставання протопласту від оболонки. При його скороченні можна виявити тоненькі матки протоплазми, які з'єднують оболонку з протопластом, що відходить від неї при плазмолізі.

Якщо зараз обережно помістити збоку препарату краплю чистої води та повільним всмоктуванням відмити препарат від плазмолітика, то плазмоліз зупиняється і протопласт починає знову заповнювати увесь простір клітини, тобто настає деплазмоліз. При повільно наступаючому деплазмолізі клітини залишаються живими. Якщо деплазмоліз настає швидко, протопласти механічно руйнуються і клітини відмирають. Після виконання роботи студенти оформлюють результати у зошиті, малюють клітину у стані тургору, плазмолізу і деплазмолізу.

Загальні теоретичні відомості

У рослинах нормальні фізіологічні процеси протікають лише при великому вмісті води у плазмі клітин. Велику роль у поглиненні та виділенні речовин рослинною клітиною грають явища дифузії та осмосу. Дифузія - незавадливе переміщення частинок у клітині, осмос - переміщення частинок через напівпроникливу перетинку (мембрану).

Рослинна клітина являє собою осмотичну систему, у якій цитоплазма грає роль напівпрониклої перетинки (яка пропускає воду та затримує розчинені у воді речовини), а клітинний сік - роль осмотично діяльного розчину. За законами осмосу вода проникає у вакуолю внаслідок того, що концентрація розчинених речовин у клітинному соці вакуолі вище, ніж у оточуючому клітину розчині. Об'єм вакуолі при цьому збільшується і вона чинить тиск через цитоплазму на клітинну стінку. Створюється стан напруги клітини, який називається тургором. Якщо клітину помістити у розчин, більш високої концентрації ніж клітинний сік, то вода буде виходити із вакуолей в оточуючий розчин, цитоплазма почне відставати від клітинної стінки, яка стає менш розтягнутою. Настає стан плазмолізу клітини. Це явище можна спостерігати у лабораторних умовах, у природних умовах плазмоліз в рослинах не відбувається.

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

Контрольні питання:

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

3. Що таке деплазмоліз?

Тема 2. ВИЗНАЧЕННЯ ОСМОТИЧНОГО ТИСКУ КЛІТИННОГО СОКУ МЕТОДОМ ПЛАЗМОЛІЗУ

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

Тиск, який здібний розвивати розчин, всмоктуючи воду через напівпроникливу перетинку, називається осмотичним. Величина осмотичного тиску якого-небудь розчину прямо пропорціональна 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, частіше за все 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: цибуля синього кольору або листя традесканції, 1 М розчин NaCl або сахарози, дистильована вода, дві бюретки з лійками, дев'ять баночок або бюксів для розчину, мікроскоп, предметні та покривні стекла, скальпель, препарувальна голка, фільтрувальний папір, колбочка з кип'яченою водою, термометр кімнатний, восковий олівець.

Хід роботи. Приготовляють не менш як 20 тонких зрізів якої-небудь тканини з пофарбованим клітинним соком (розміри зрізів 25 мм², товщина 2-3 шари клітин). Найкращим об'єктом для визначення осмотичного тиску являться епідерміс із зовнішньої сторони луски фіолетової цибулі, листя червоної капусти, листя традесканції. Добрі результати дають листочки моху мніум.

Зрізи занурюють у кип'ячену воду. Потім przygotowляють розчини повареної солі або сахарози спадаючої концентрації, які відрізняють один від одного на 0,1 п. Початковий розчин береться нормальний (нормальний розчин NaCl вміщає 58.5 г солі на 1 л розчину, а сахарози - 342 г.). Перед приготуванням розчинів складають табл. 1.

Для відмірювання розчинів користуються бюреткою (можна і мірним циліндром). Готові розчини, ретельно перемішані, наливають однакової кількості у невеличкі стаканчики або баночки, які зверху закривають скляними пластинками або кришками, щоб розчини не випарувалися. Розчини ставлять у ряд по спадаючій концентрації (кожний стаканчик з розчином треба відмітити з вказівкою концентрації). У розчин, починаючи з самої високої концентрації і закінчуючи найнижчою, занурюють по 2 зрізи (перед тим, як занурити зрізи, їх треба злегка обсушити на фільтрувальному папері; це робиться за мить до занурення, але не раніше).

Після 30 хвилинного перебування зрізів у тому чи іншому розчині їх досліджують під мікроскопом у краплі того ж розчину і визначають концентрацію двох сусідніх розчинів, в одному із яких нема плазмолізу, а у другому плазмоліз з'явився.

Таблиця 1

| Концентрація розчинів для досліду | На 10 мл розчину | |
|-----------------------------------|--------------------------------|----------|
| | нормальний розчин сахарози, мл | вода, мл |
| 1,00 | 10,0 | - |
| 0,9 | 9,0 | 1,0 |
| 0,8 | 8,0 | 2,0 |
| 0,7 | 7,0 | 3,0 |
| 0,6 | 6,0 | 4,0 |
| 0,5 | 5,0 | 5,0 |
| 0,4 | 4,0 | 6,0 |
| 0,3 | 3,0 | 7,0 |
| 0,2 | 2,0 | 8,0 |
| 0,1 | 1,0 | 9,0 |

Ясно, що концентрація другого розчину вище, а концентрація першого розчину нижче концентрації клітинного соку. Отож, ізотонічна концентрація, тобто рівна концентрації клітинного соку, лежить між ними і дорівнює приблизно середньому арифметичному концентрації двох сусідніх розчинів. Наприклад, при концентрації 0,3 п плазмолізу немає, при концентрації 0,4 п плазмоліз з'явився. Значить, ізотонічна концентрація, відповідна концентрації клітинного соку епідермісу цибулі, рівна 0,35 п.

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

$$P = (R \cdot T / V) \cdot i, \quad (2.1)$$

де P – осмотичний тиск, атм.;

R – газова постійна (0,082);

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

V – об'єм у літрах, у якому треба розчинити 1 моль речовини, щоб одержати концентрацію, рівну концентрації знайденого ізотонічного розчину.

i – коефіцієнт електролітичної дисоціації; для сахарози він становить 1, для NaCl коливається в залежності від концентрації від 1,62 до 1,98.

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

$$P = R \cdot T \cdot C \cdot i \quad (2.2)$$

Визначив C і T , підставивши у формулу значення усіх букв, розраховують осмотичний тиск клітинного соку цибулі в атмосфері.

Результати досліду слід зробити у вигляді таблиці 2.

Таблиця 2

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Концентрація розчину, М | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 |
| Ступінь плазмолізу | | | | | | | | | | |
| Малюнок клітини | | | | | | | | | | |

Контрольні питання:

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

Тема 3. ВИЗНАЧЕННЯ СМОКТАЛЬНОЇ СИЛИ РОСЛИННИХ ТКАНИН СПРОЩЕНИМ МЕТОДОМ (ПО УРШПРУНГУ)

Мета роботи: ознайомити студентів з швидким та наглядним способом визначення смоктальної сили клітин різних тканин. Сила, з якою клітина у даний момент ссе воду, називається смоктальною силою. При занурені смужки тканини у розчин, який має смоктальну силу клітин, розчин віднімає воду із клітин і смужки зменшуються. Якщо смоктальна сила клітин більша смоктальної сили розчину, то клітини всмоктують воду і збільшуються в об'ємі: При рівності смоктальних сил клітин і розчину розміри клітин залишаються без зміни.

Матеріали та обладнання: бульба картоплі або корінь моркви. 1 м розчин сахарози, вода дистильована, дві бюретки з лійками, фільтрувальний папір, ніж, скальпель, пінцет, баночки або бюкси з кришками, смужки міліметрового наперу, восковий олівець, термометр.

Хід роботи. Із паренхіми кореня моркви або бульби картоплі вирізати поперечні смужки тканини довжиною, приблизно 4 см та перетину 4 мм².

Міліметровою лінійкою міряють їх довжину, після чого занурюють у розчин сахарози різної концентрації (розчини готують так само, як і при

визначенні осмотичного тиску). В одну чашку налити чисту воду. Через 30 хвилин після перебування смужок у розчині вимірювання повторюють. Осмотичний тиск розчину, у якому довжина смужок залишається без зміни, по своїй величині буде рівень смоктальної сили клітин даної тканини. Розрахунки проводять так, як і у роботі по визначенні осмотичного тиску за формулою:

$$P = R \cdot T \cdot C \cdot i \quad (3.1)$$

Результати роботи слід занести у таблицю 1.

Таблиця 1

| Концентрація сахарози, М | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0 |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| Картопля | | | | | | | |
| Початкова довжина смужки, мм | | | | | | | |
| Довжина смужки через 30 хв, мм | | | | | | | |
| Різниця, мм | | | | | | | |
| Тургор клітини | | | | | | | |
| Морква | | | | | | | |
| 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.

Тема 4. ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ПРОДИХІВ

Мета роботи: ознайомити студентів з методом визначення ступеня відкритості продихів залежно від зовнішніх умов, які можна використати при польових дослідженнях. В лабораторії досліджуються листя різних ярусів одної і тої ж рослини і листя, витримані у різних умовах (свіжі, підв'ялі, освітлені та затемнені).

1. Метод відбитків (по Г.Х. Молотковському)

Матеріали та обладнання: кімнатні рослини, деякі листя яких за 2 - 3 години до занять закривають світлонепроникливим чохлам; розчин кіноплівки у ацетоні скла.

Хід роботи. На нижній епідерміс досліджуваного листа наносять тонкий мазок кіноплівки у ацетоні і швидко розмазують скляною паличкою. Після того, як рідина цілком висохне і утвориться тонка плівка, її знімають пінцетом з листа, поміщають під мікроскоп без покривного скла. На плівці добре видно відбитки продихів. Під час роботи можна порівняти стан продихів у різних видів рослин, які знаходяться в однакових умовах лабораторії, а також листя, які знаходяться у різних умовах (листя свіжі різних ярусів, підв'ялі, освітлені та затемнені).

2. Метод інфільтрації (по Молішу)

Матеріали та обладнання: листя різних кімнатних рослин, ксилол, бензол, етиловий спирт у скляночках.

Хід роботи. На дві сусідні ділянки (розділені головною жилкою) нижньої сторони листа якої-небудь рослини наносять піпеткою послідовно спирт, бензол, ксилол.

Якщо продихи відкриті слабо, то крапля спирту не проходить у міжклітинники. Залишаючись на поверхні листа, вона випарюється не залишивши і сліду. У даному випадку пляма одержується лише від бензолу. Бензол легше проходить через більш вузькі отвори, ніж спирт. Якщо продихи ледве відкриті і бензол не проходить, наносять краплю ксилолу, який проходить через найвузчі щілини. Таким чином, застосовуючи послідовно три рідини можна мати уяву про відносну ступінь відкритості продихів.

Користуючись методом інфільтрації, можна простежити за рухом продихів проростків злаків, перекладаючи їх із темноти на світло. Провести спостереження необхідно одразу ж після того, як рослини будуть витягнуті із темноти, а потім після двох, тригодинного перебування їх на світлі. Роботу можна провести у літній час.

Контрольні питання:

1. Як впливають умови освітлення на ступінь відкритості продихів?
2. Як впливають умови вологості на стан продихів?
3. На чому засновані методи визначення стану продихів (по Г. Молішу та по Г.Х.Молотковському).

Тема 5. ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТРАНСПІРАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ТОРЗІЙНИХ ТЕРЕЗІВ

Мета роботи: Визначити ваговим методом масу води, яка випарюється рослиною за визначний проміжок часу. Ваговий метод обміну транспірації заснований на визначенні кількості випарованої води по зменшенню ваги цілої рослини, зрізаного пагону або окремого листа. Найточнішим вважається метод швидкого зважування (по Л.А.Іванову).

Інтенсивністю транспірації називається кількість води (виражена у грамах), випарена одиницею поверхні (1 м^2) рослини за одиницю часу (1 година).

Матеріали та обладнання: кімнатні рослини, терези торзійні, ножиці, скальпель, пробочні свердла, шматочки картону, на яких робляться висічки, листя.

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

Спостереження проводять на протязі 6 хвилин після зрізу, так як у подальшому при відсутності компенсування випареної води лист починає в'янути, що призводить до зменшення випарування. Для швидкого зважування, необхідного у цій роботі, дуже зручні торзійні терези. Перед початком роботи терези встановлюють у вертикальному положенні та перевіряють їх нульову точку.

Зрізавши ножицями лист, маса якого повинна бути не більш 500 мг, беруть пінцетом, прикріплюють на гачок торзійних терезів і зважують. Зважування роблять через кожні 2 хвилини три рази. Визначають площу листа та розраховують інтенсивність транспірації.

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

Площу листа визначають методом висічок. Із зваженого листа пробочним свердлом з визначеним діаметром висікають декілька дисків, які негайно, зважують. Так як число, а також сумарна площа дисків визначена і визначена маса листа, по співвідношенню 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 , см^2

число висічок N , шт
маса висічки P , мг
діаметр висічки D , см
площа висічки Γ см²
маса висічок $N \times P$, м²

Площа висічки $\Gamma = \pi D^2 / 4 = 3,14 D^2 / 4$ см

Площа усіх висічок $S = \Gamma N$ см²

Так як між масою та площею існує пропорційність, записуємо площа листа V /площа висічок $S =$ маса листа A / маса висічок $N \cdot P$ см²

Площа листа $V = S A / N P$ см²

Розрахунки інтенсивності транспірації

У нашому досліді інтенсивність транспірації $|T|$ - маса втраченої листом води у міліграмах віднесена до одиниці площі см² за хвилину:

$$T = (A_0 - A) / K \cdot V = \text{мг/см}^2 \text{ хвилину}, \quad (5.1)$$

де K – час транспірації (6 хвилин).

Звичайно інтенсивність транспірації розраховують у грамах на 1 метр квадратний за годину:

$$T = (A_0 - A) \cdot 60 \cdot 10000 / K \cdot V \cdot 1000 \quad (5.2)$$

Контрольні питання:

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

Тема 6. ЗДОБУТТЯ СПИРТОВОЇ ВИТЯЖКИ СУМІШІ ПІГМЕНТІВ. ВЛАСТИВОСТІ ХЛОРОФІЛУ.

Мега роботи: здобути суміш пігментів, розділити їх та ознайомитися з деякими властивостями пігментів.

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

Хід роботи. Свіжі листя якої рослин (плющ, аспідистра)

- у зимовий час та будь-яка трав'яниста рослина, особливо злаки;
- у літній час дрібно нарізати ножицями і розтерти у форфоровій ступці у зелену масу. Для кращого розтирання, особливо жорсткого листя, треба додати небагато кварцового піску і трошки чистого етилового спирту. До розтертої маси приливають чистого етилового спирту і обережно продовжують розтирання, доки спирт не зафарбується у інтенсивно зелений колір. Спирту треба брати небагато, щоб не одержати дуже слабо зафарбовану витяжку. Одержану спиртову витяжку фільтрують через сухий фільтр у чисту суху пробірку, колбочку або другий посуд.

Якщо спиртову витяжку треба зберігати на протязі декількох днів, то посуд, у якому вона знаходиться треба закрити пробкою та поставити у темне місце, так як на світлі та при доступі повітря хлорофілова витяжка швидко руйнується, втрачає свій зелений колір і робиться бурою.

Розглядання спиртової витяжки хлорофілу у прохідному та відбитому світлі

Хід роботи. Пробірку із спиртовою витяжкою хлорофілу роздивитись таким чином, щоб в око улучили 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 ж сторони, звідки падає світло. Це вказує на те, що хлорофіл володіє здібністю флюорисцювати. Зафарбування концентрованого розчину спиртової витяжки у прохідному світлі у гранатово- червоний колір обумовлюється поглиненням усіх променів спектру, крім крайніх червоних. Приготування конкретного розчину спиртової витяжки хлорофілу досить важке, тому високу концентрацію його замінюють товстим шаром.

Дослід роблять так: біля 1000 мл спиртової витяжки наливають у вузьку хімічну склянку, яку поміщають над джерелом світла і розглядають зверху. Спиртова витяжка у прохідних проміннях у цьому разі буде мати гранатово-червоний колір.

Розділення пігментів (метод Крауса)

Хід роботи. Здобута спиртова витяжка пігментів листа є суміш декількох пігментів: двох зелених - власно хлорофілів "а" і "в", а також двох живих - каротину та ксантофілу. Для розділення існують декілька методів. Перший -

метод Крауса – заснований на неоднаковій розчинності пігментів листа у спирті та у бензині.

Наливаємо у пробірку 4 - 5 мл спиртової витяжки хлорофілу, доливаємо до неї 6-8 мл бензину або петролейного ефіру і декілька крапель води (2-5), закриваємо великим пальцем і збовтуємо її на протязі 4 - 5 хвилин, потім даємо відстоятися; рідина у пробірці розділяється на 2 шари: бензин, як легший буде зверху, а спирт – знизу. Спиртовий шар буде зафарбований у жовтий колір від присутності у ньому ксантофілу, а верхній бензиновий буде зеленим від хлорофілу. Другий жовтий пігмент – каротин – також перейде у бензиновий шар.

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

Дія лугів на хлорофіл

Хід роботи. Провести розділення пігментів у спиртовій витяжці хлорофілу по методу Крауса. Потім долити (0,2 - 0,5 г.) їдкою натрію або калію, закрити пробірку пробкою, ретельно перемішати, після чого дати відстоятися.

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

Одержання феофетину і зворотне заміщення водню атомом металу

Хід роботи. 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 відділення від молекули хлорофілу магнію, на місце якого стає водень: одержана сполука - феофентин має бурий колір.

До побурілої від кислоти витяжки прибавити небагато оцтовокислого цинку або оцтовокислої міді і обережно нагріти на спиртівці. Бурий колір поступово зникає, а витяжка знову набуває зелений колір. Тут відбувається заміщення водню атомом металу. Оцтова кислота необхідна як каталізатор.

Загальні теоретичні відомості

Фотосинтез являється основним процесом життєдіяльності рослин. У процесі фотосинтезу у зелених пластидах утворюються органічні речовини із вуглекислого газу та води за рахунок поглиненої пігментами сонячної енергії.

До складу хлоропластів входять пігменти: зелені – хлорофіл "а" та "б", помаранчевий – каротин та жовтий - ксантофіл. Для вивчення властивостей та кількісного визначення пігментів необхідно добути їх з рослини та відокремити один від одного. Звичайно витягнення пігментів проводять спиртом або ацетоном, а потім для послідуочого розділення на окремі компоненти пігменти переводять у петролейний ефір або бензол.

Контрольні питання:

1. Які пігменти знаходяться у 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 у листях?

Тема 7. КОЛОРИМЕТРИЧНИЙ СПОСІБ ПОРІВНЯННОГО ВИЗНАЧЕННЯ ХЛОРОФІЛУ У ЛИСТЯХ

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

Для порівнянного визначення кількості хлорофілу у листях користуються колориметричним методом.

Сутність колориметрування складається 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 (атом і колір) буде однаковий у тому разі, коли концентрація їх обернена пропорційно товщині шару:

$$C/C_1 = E_1/E, \quad (7.1)$$

де C – концентрація досліджуваного розчину;

C_1 – концентрація стандартного розчину;

E – товщина шару досліджуваного розчину;

E_1 – товщина шару стандартного розчину.

Матеріали та обладнання: свіжі листя різних рослин, кварцовий пісок, терези, ножиці, ступка з макогончиком, етиловий спирт, мірний циліндр, лійка,

паперовий фільтр, вазелін, колориметр клиновий.

Хід роботи.

1. Раніш, ніж почати роботу з колориметром, необхідно приготувати стандартний розчин, відповідний по кольору розчину, який вміщує 85 мг омиленого хлорофілу у 1 л. Для цього 1 г. мідного купоросу розчиняють у воді, доводять у мірній колбочці до 100 мл. 2 г. Двохромовоокислого калію також розчиняються 100 мл. води. У мірну колбочку на 100 мл беруть суміш приготовлених розчинів: мідного купоросу 28,5 мл, двохромовоокислого калію 50 мл. Обережно додають аміак до одержання яскраво-зеленого кольору. У розчин доливають воду до риски, перемішують та переливають у чисту суху склянку з притертою пробкою. Його можна зберігати тривалий час.

2. Для роботи беруть листя різних рослин, або однієї і тієї ж рослини, але із різних місць мешкання, або із різних ярусів стебла (а тому різного віку). Для кожного визначення зрізують по 2 однакових листа; наприклад, супротивні у бузка, парні у бобів і т. д. З великого листа можна брати 2- проби з одного. Наважка досліджуваного листа (0,5 – 2,0 г.) ретельно розтирають у ступці з невеликою кількістю спирту (2-3 мл). Носик ступочки знизу злегка змазують вазеліном, а одержаний зелений розчин по скляній палочці зливають через фільтр у мірну колбочку на 25 мл. обережно, щоб це втратити ні однієї краплі. До розтертої маси знову доливають спирт, знову розтирають і знову зливають. Так повторюють декілька разів до повного витягнення пігментів. Для визначення абсолютної кількості хлорофілу його треба омилити, що ускладнює роботу. При порівнянню визначенні можна досліджувати сирий не омилений хлорофіл. Витяжку у колбочці розбавляють спиртом до риски, перемішують та колориметрують.

3. Колориметрування проводять різними приборами: колориметром Дюбоска, 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 січення має відкидну кришку. На передній стінці корпусу закріплюється окуляр, через вікно роблять спостереження за показанням шкали. На задній стінці розташований розсіювачий фільтр для рівномірного освітлювання рідини. У середині корпусу є

дві направляючі та два кутника. У одній із направляючих знаходиться каретка для клину із зубчатою рейкою, двома притискувачами і шкалою. Пересування каретки вдовж корпусу здійснюється маховичком. Склояна кювета з досліджуваною рідиною міститься у другій направляючій.

Для визначення вмісту рідини у досліджуваному розчині попередньо відкалібрований клин вставляють у рухливу каретку, досліджуваний розчин наливають у скляку кювету (відкриту для нелітучих речовин і забезпечену притертою пробкою для літучих речовин).

Пересуваючи каретку з клином, урівнюють яскравість обох половин поля зору, знімають дані по шкалі колориметру та по каліброваній кривій знаходять кількість даної речовини у досліджуваному розчині.

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

Примірна схема розрахунку:

1. С – концентрація хлорофілу у літрі розчину (мг/л), одержана по графіку;
2. Кількість хлорофілу у 25 мл розчину

$$P \text{ м}^2 = C \cdot 25/1000 \text{ або } P_2 = C \cdot 25/1000000; \quad (7.2)$$

Знаючи об'єм розчинів, які досліджуються, та взяти для екстракції наважку листа, розраховують вміст в них пігментів у відсотках на сиру або суху масу листа або в міліграмах на одиницю листової поверхні. Якщо масу наважки сирого листа Н г пристосувати за 100%, масу хлорофілу у наважці Р г прийняти за Х, то відсотковий вміст хлорофілу можна визначити із співвідношення:

$$X : 100 = P : H; \quad (7.3)$$

$$X = P \cdot 100\% / H; \quad (7.4)$$

Контрольні питання:

1. У чому сутність колориметричного методу визначення хлорофілу в листях?
2. У чому заключається принцип дії клинового колориметра?
3. Як розраховують вміст хлорофілу у відсотках на сиру або суху масу листа?

Тема 8. ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ДИХАННЯ НАСІННЯ, ЛИСТЯ ТА БРУНЬОК

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

Матеріали та обладнання: проросле та непроросле насіння гороху, пшениці, бруньки, листя, квітки, терези, розчин бари концентрацією 7 г на 1 л води у бюретці, закритій пробкою; щавельна кислота, титр якої 2,8636 г на 1 л води; фенолфталеїн у крапельниці, три однакові конічні колби, дві мідні корзинки або шматки марлі розміром 10 × 10 см, парафін, електроплитка.

Хід роботи. Інтенсивність дихання визначають по кількості виділеного CO_2 у мг на 100 г сирої маси рослинного матеріалу за 1 год. Для проведення досліду беруть скляну банку ємністю 250 мл, закриту гумовою пробкою з двома отворами, в один із яких вставляють скляну паличку, в другим – скляну трубочку, втягнуту у капіляр.

Витягнув скляну паличку і встромивши у отвір кінчик піпетки, з'єднаної з пляшкою з баритом $\text{Ba}(\text{OH})_2$ (концентрація його 7 г на 1 л води) вливають в баночку 25 мл розчину бариту. Після цього проводять титрування бариту щавелевою кислотою у присутності фенолфталеїну (титр $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ – 2,8636 на 1 л дистильованої води. 1 мл цього розчину відповідає 1 мг CO_2).

Валивши баночку, закривають тією ж пробкою, знову наливають 25 мл бариту, після чого отвір пробки закривають скляною паличкою. Виважують 10-15 г попереднього пророслого насіння гороху, зерен пшениці або другого рослинного матеріалу, наприклад, листя, бруньок, квітів. Зважений матеріал поміщають у маленьку корзинку, зроблену із мідної сітки. Прикріплюють корзинку до гачка другої каучукової пробки і швидко міняють пробки. Ставлять баночку з насінням, підвішеним над баритом, у визначні умови кімнатної температури, або у баночку з теплою водою (температура близько 30°C) на 15-20 хвилин. На протязі досліду час від часу обережно збовтують барит, щоб порушити плівку BaCO_3 на його поверхні, яка перешкоджає повноті поглинення CO_2 .

По закінченню досліду виймають корзинку. Швидко міняють пробки та титрують. Різниця у мл $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ дає кількість мг CO_2 , виділеного під час досліду наважкам насіння. Роблять розрахунок на 100 г наважки і на 1 годину часу.

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

Загальні теоретичні відомості

У рослинах відбувається безперервний процес обміну речовин з навколишнім середовищем. Для підтримки нормальної життєдіяльності клітин необхідна енергія. Цю енергію клітини одержують завдяки процесу дихання, яке представляє собою складну низку окислювально-відновлюючих реакцій, кінцевим продуктом яких є вуглекислота, вода та звільнена енергія. Інтенсивність дихання різних тканин та органів рослин різна, тому слід її визначати у різних рослинних об'єктах.

Контрольні питання:

1. У чому суть процесу дихання?
2. Що таке інтенсивність дихання, як вона визначається?
3. У якого насіння інтенсивність дихання більша, у того, що проросло, чи навпаки?

Тема 9. ВИЗНАЧЕННЯ ЖАРОСТІЙКОСТІ РОСЛИН (ПО МАЦКОВУ)

Мета роботи: вивчити жаростійкість листя різних рослин доступним методом. Метод заснований на здібності протоплазми протистояти високим температурам.

Матеріали та обладнання: свіжі листя різних рослин (калерія, гібіскус, бегонія, шефлера); 0,02 Н розчин соляної кислоти, водяна баня, термометр, пінцет, п'ять чашок Петрі, склянка з водою, восковий олівець.

Хід роботи. Водяну баню нагрівають до температури 40°C і у воду опускають листя досліджуваних на жаростійкість росли, там вони залишаються на протязі 30 хвилин. В цей же час слід, регулюючи нагрівання, піддержувати 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 піднімають на 5°C і через 10 хвилин після цього беруть другу пробу листя, також переносять у холодну воду.

Так поступово температуру води доводять до 60 °C, взявши проби через інтервали в 5 °C.

Після цього холодну воду у кристалізаторі замінюють 0,2 Н розчином HCl і через 20 хвилин знімають результати дослідів. Живі листя після цього залишаються зеленими, мертві буріють. Різну ступінь, пошкодження визначають

обліком на листях більшою або меншою кількістю бурих ділянок тканин. Всі отриманні результати заносять до таблиці 4 (у вигляді рисунків).

Таблиця 4 – Ступінь жаростійкості різних видів рослин за методом Мацкова

| Температура, °С | Калерія | Гібіскус | Бегонія | Шефлера |
|-----------------|---------|----------|---------|---------|
| 40 | | | | |
| 45 | | | | |
| 50 | | | | |
| 55 | | | | |
| 60 | | | | |

Метод заснований на властивості протоплазми протистояти дії високої температури. При відмиранні клітини та коагуляції білків протоплазми проникаюча у клітину соляна кислота витісняє магній із молекули хлорофілу, утворюється феафітін, який надає бурий колір тканинам листа, що і служить критерієм пошкодження клітин.

У рослин з кислим клітинним соком побуріння може з'являтися без обробки соляною кислотою, так як клітинний сік проникає у мертву протоплазму і під впливом її кислот відбувається утворення феофітину.

Загальні теоретичні відомості

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 збезводнення при засухах, або рослини з коротким періодом вегетації (ефемери) встигають пройти цикл розвитку за період випадання опадів. Більш важливе значення має стійкість, яка заснована на витривалості клітин рослини, тобто здібності у процесі адаптації перестроювати як швидкість, так і напрямок процесу обміну речовин таким чином, щоб із змінених умовах середовища вироблювати усі необхідні продукти.

Із несприятливих умов, що викликають стрес у рослин, частіше всього зустрічається нестача води, висока температура, низька температура, висока концентрація солей.

Тема 10. ЗАХИСНИЙ ВПЛИВ САХАРУ НА ПРОТОПЛАЗМУ ПРИ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Мета роботи: ознайомити студентів з роллю захисних речовин при заморожуванні тканин.

При замерзанні рослинних тканин у міжклітинниках утворюються кристали льоду, які витягують воду із протоплазми. Якщо цитоплазма не володіє достатньою морозостійкістю, то вона не витримавши збезводнювання та механічного тиску льоду, коагулює. Про ступінь пошкодження цитоплазми можна судити по її здібності утримувати клітинний сік. Стійкість колоїдів цитоплазми може бути підвищена такою захисною речовиною, як сахароза.

Матеріали та обладнання: листя червоної капусти, коренеплід буряка або ж фіолетова цибуля 1,0 та 0,5 м розчин сахарози, сніг або льод, сіль поварена, термометр, скальпель, бритва, фарфорова чашка, три пробірки, склянка, мікроскоп, предметні та покривні стекла, восковий олівець, фільтрувальний папір.

Хід роботи. Роблять декілька поверхневих зрізів з листа червоної капусти. Розміри: площа 25 мм², товщина приблизно три шари клітин. Ці зрізи занурюють у три маленькі пробірки і одна з водою, друга з 1 нормальним розчином сахарози, 0,5 нормальним розчином сахарози. Кількість рідини у всіх трьох пробірках повинна бути однакова. Вміст всіх трьох пробірок заморозити у охолоджувальній суміші (сніг + сіль).

Після замерзання розчинів, приблизно через 12 - 20 хвилин, пробірки ставлять у стакан з водою і після того, як рідина розтане зрізи розглядають під мікроскопом.

Зрізи, заморожені у чистій воді, незабарвлені дякуючи виходу антоціану із клітинного соку, вода злегка пофарбована у фіолетовий колір. Це відбувається тому, що протоплазма втрачає свої властивості, колоїдна структура протоплазми змінюється, вона стає проникливою. Клітини зрізів у 1-нормальному розчині сахарози майже цілком залишаються живими і будуть забарвлені. У зрізі у 0,5 м розчині сахарози спостерігається часткове відмирання клітин.

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

Контрольні питання:

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

Література основна

1. Разумова С.Т. Екологія рослин з основами ботаніки та фізіології. Конспект лекцій. Одеса, Вид-во «ТЕС», 2013. - 200 с.

Додаткова література

1. Блукет Н.А. Практикум по ботанике. – М.: Колос, 1980.
2. Викатаров Д.П. Малый практикум по физиологии растений. – М.: Высшая школа, 1969.
3. Генкель П.А. Физиология растений. – М.: Просвещения, 1975 – 236 с.
4. Двораковский М.С. Экология растений. – М.: Высшая школа, 1983 – 192 с.
5. Жуковский П.М. Ботаника. – М.: Высшая школа, 1982 – 623 с.
6. Калинин А.В., Котик Т.С. Биология. – Запорожье: Просвита, 1997 – 79 с.
7. Курнишникова Т.В., Петров В.В. География растений с основами ботаники. – М.: Просвещение, 1987 – 544 с.
8. Лебедев С.И. Физиология растений. – М.: Высшая школа, 1988 – 544 с.
9. Мотузний В.А. Біологія. – К.: Вища школа, 1991 – 503 с.
10. Мусієнко М.М. Екологія рослин. – К.: Либідь, 2006 – 430 с.
11. Павлов И.Ю., Вахненко Д.В., Москвичев Д.А. Биология. – Минск: Интерпрессервис, 2002 – 608 с.
12. Полевой В.В. Физиология Растений. – М.: Высшая школа, 1989 – 464 с.
13. Рифлекс Р. Основы общей экологии. – М.: Мир, 1979 – 424 с.
14. Слюсарев А.А. Биология с общей генетикой. – К.: Высшая школа, 1982 – 484 с.
15. Слюсарев О.О., Самсонов О.В. Біологія. – К.: Вища школа, 2004.
16. Тоцький В.М. Генетика. – Одеса: Астропринт, 2002 – 712 с.
17. Хржановский В.Г. Курс общей ботаники. – М.: Высшая школа, 1982 – 544 с.
18. Червона книга України. Рослинний світ / під ред Я.П. Дідуга – К.: Глобалконсалтинг, 2009 – 912 с.
19. Червона книга України. Тваринний світ / під ред. І.А. Алімова – К.: Глобалконсалтинг, 2009 – 624 с.

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

Напрямок підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування»

ПДВ Е-4 (траєкторія «агроекологія»)

Рівень підготовки – бакалавр

Укладачі: к.геогр.н, доц. Свидерська С.М., ас. Колосовська В.В.

Підп. до друку Формат 60x84/16 Папір офс.
Умовн. друк. арк. Тираж Зам. №
Надруковано з готового оригінал-макета

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