

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

ІНСТИТУТ ПРИРОДНИЧИХ НАУК

О. В. СТОГОДЮК

РОБО **ЧИЙ** ЗОШИТ З ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН

Навчально-методичний посібник
для студентів 3 курсу денної форми навчання
напряму підготовки 6.040102 - Біологія

Частина 1

Черкаси 2013

УДК 581.1(075.8)

ББК
573я73-1

С 81

Робочий зошит з фізіології рослин: навч.-метод. посібн. для студентів 3 курсу денної форми навчання напряму підготовки 6.040102 - Біологія / О. В. Стогодюк - Черкаси: ФОП Белінська О. Б., 2013. – 100 с.

Рецензенти:

Л. О. Босчко, доцент кафедри біології та біохімії Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького;

В. В. Осипенко, кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та біохімії Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького;

Н. І. Свояк, кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології Черкаського державного технологічного університету.

Обговорено і рекомендовано до друку
на засіданні кафедри біології та біохімії
Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького
(протокол № 2 від 18 вересня 2013 року)

Правила роботи в лабораторії фізіології рослин

1. Вхід в лабораторію під час занять стороннім особам забороняється.
2. До лабораторної роботи в лабораторії фізіології рослин допускаються лише ті студенти, які пройшли інструктаж з охорони праці.
3. Всі студенти, які працюють в лабораторії фізіології рослин повинні мати спецодяг.
4. В лабораторії дозволяється проводити лише ті досліди, які передбачені навчальним планом.
5. Приладами, без їх попередньої перевірки, користуватися в лабораторії не можна.
6. Видача студентам хімічних реактивів, необхідних для дослідів, проводиться лаборантом або викладачем в кількостях, необхідних для проведення даного експерименту.
7. Доступ студентів до місць зберігання реактивів забороняється.
8. Досліди, що супроводяться виділенням випарів, а також досліди з пахучими речовинами, проводяться під витяжною шафою.
9. Забороняється брати реактиви незахищеними руками. Для цього необхідно використовувати совочки, шпателі.
10. Концентровані кислоти та луги ні в якому разі не слід всмоктувати ротом, а набирати за допомогою спеціальних піпеток з грушею.
11. При розведенні концентрованих кислот у посудину спочатку наливають необхідну кількість води, а потім додають кислоту, щоб уникнути розбризкування.
12. Не можна виливати в раковину залишки кислот, лугів, органічних сполук, вогнебезпечних рідин, а також реакційні суміші, отримані після дослідів. Ці речовини та їх суміші, необхідно зливати у склянки для зливу.
13. Не можна кидати в раковину папір, пісок та інші тверді речовини.

14. При використанні будь-яких речовин для дослідів необхідно уважно прочитати етикетку.
15. Насипати або наливати реактиви слід на столі (сухі над листком паперу, рідини – над протвеном).
16. Розсипаний або розлитий випадково реактив висипати або зливати назад у банку з реактивами не слід.
17. Знімати з плитки посуд (стакани, колби) з рідиною, нагрітою до температури кипіння, необхідно обережно, використовуючи рушник.
18. Закріплювати посудину в тримачах штативу слід обережно, повертаючи посудину навколо своєї осі.
19. Під час нагрівання рідини не можна заглядати в посуд або пробірку зверху.
20. Отвір пробірки з рідиною, яка нагрівається, особливо з розчином лугу чи кислоти, направляти в бік від себе та від сусідів.
21. Забороняється тримати вогне- та вибухонебезпечні речовини поблизу відкритого вогню і нагрітої електроплитки.
22. Забороняється залишати без нагляду палаючі спиртівки і електроплитки, що нагріваються.
23. Після закінчення роботи слід терміново вимкнути обладнання, загасити спиртівки. Все одержане у викладача чи лаборанта майно повертати неушкодженим і в повному порядку.

Лабораторно-практичне заняття №1

Тема: Фізіологія рослинної клітини

Мета: В результаті особистих спостережень оволодіти методикою визначення осмотичних властивостей клітини.

План:

1. Виготовлення "штучної" клітини Траубе.
2. Явище плазмолізу і деплазмолізу в рослинних клітинах.
3. Ковпачковий плазмоліз.
 - а) антагоністичний вплив іонів калію та кальцію на цитоплазму рослинної клітини.
4. Проникність протопласта при пошкодженні клітини.
5. Вплив температури на проникність мембран клітини.
6. Визначення осмотичного потенціалу клітинного соку плазмолітичним методом.
7. Визначення всисної сили тканин методом вимірювання відрізків (за М. Ф. Лілієнштерн).

Робота 1

Виготовлення «штучної» клітини Траубе.

Мета роботи: навчитися виготовляти штучну «клітину» Траубе та спостерігати осмотичні властивості рослинних клітин.

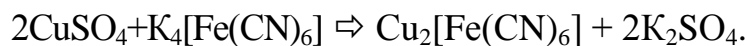
Обладнання, реактиви: мікроскопи, предметні скельця, пробірки, піпетки, скляні палички; 0,1 і 0,5н розчини CuSO_4 , 0,5 і 0,25н розчини $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, кристали $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Основні відомості. Всередині рослинної клітини розташована центральна вакуоля, оточена тонопластом. Вакуоля – своєрідний резервуар, заповнений клітинним соком, до складу якого входять 98% води, цукрів, органічних кислот, різних солей та інших речовин.

Водорозчинні сполуки, які зумовлюють осмотичний потенціал клітинного соку, вибіркова напівпроникність поверхневих мембран цитоплазми, еластичність клітинної оболонки дають змогу розглядати клітину як своєрідний природний осмометр.

Хід роботи

1. У пробірку налейте $\frac{3}{4}$ об'єму 0,5н розчину CuSO_4 і піпеткою, обережно по стінках пробірки, опустіть 1-2 краплі 1н розчину $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.
2. На поверхні краплі розчину $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, при додаванні її в розчин CuSO_4 , утворюється напівпроникна плівка купрум гексаціаноферату. Реакція відбувається за такою схемою:



3. Утворюється замкнений міхурець, який дістав назву «штучної» клітини. Плівка міхурця проникна для води і непроникна для солей. Оскільки концентрація розчину $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ у цій клітині більша, ніж концентрація розчину CuSO_4 , що оточує її, то вода з розчину надходить всередину «штучної» клітини. За цих умов, клітина збільшуватиметься в об'ємі доти, поки концентрація солі всередині і зовні міхурця не вирівняється.

4. Під час збільшення об'єму «штучної» клітини плівка часто не витримує тиску і розривається. На місці розриву, при стиканні розчину міхурця з розчином CuSO_4 , знову утворюється перегородка і вода надходить в міхурець до нового розриву. Якщо розглядати «штучну» клітину на світлі, то можна помітити, що під час її збільшення струминки розчину CuSO_4 опускаються на дно пробірки (Рис.1).

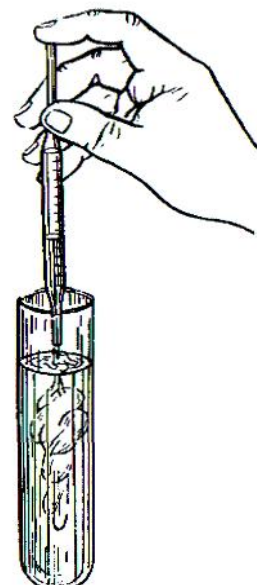
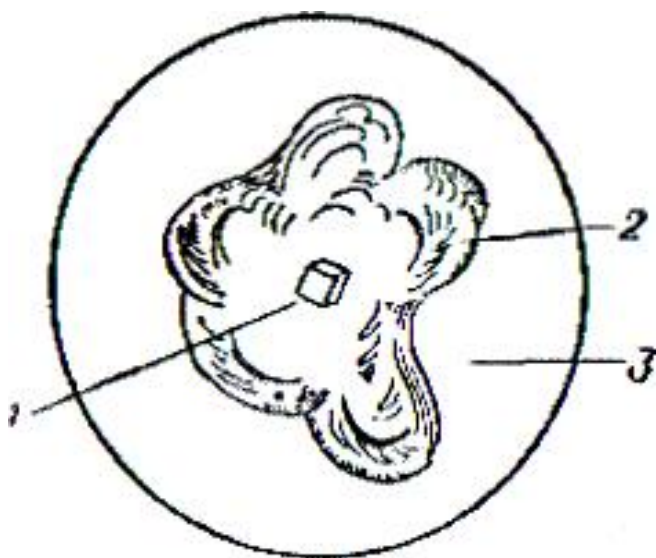


Рис.1.
Виготовлення
штучної клітини
Траубе в пробірці

5. Це явище відбувається тому, що під час збільшення об'єму міхурця в результаті надходження води концентрація навколишнього розчину збільшується і важчі його шари опускаються донизу.
6. Якщо розчин $K_4[Fe(CN)_6]$ взяти меншої концентрації, ніж розчин $CuSO_4$, то міхурець, навпаки, буде зменшуватися і струминки підніматимуться вгору, оскільки тут відбуватиметься протилежний процес.
7. «Штучну» клітину ще краще виготовляти під мікроскопом. Для цього, на предметне скло покладіть маленький кристалик жовтої кров'яної солі і нанесіть на нього краплину розчину мідного купоросу.
8. Препарат потрібно швидко розглянути під мікроскопом при малому збільшенні. В полі зору добре видно, як навколо кристалика $K_4[Fe(CN)_6]$ утворюється міхурець рожевого кольору, який весь час збільшується в об'ємі. Ця «штучна» клітина збільшується нерівномірно доти, поки не розчиниться кристалик і не вирівняється концентрація.
9. В процесі «росту» утворюються різноманітні форми так званих «штучних» клітин (Рис.2). «Штучну» клітину Траубе можна демонструвати на екрані.
10. Підпишіть рис. 2.



1. _____
2. _____
3. _____

Рис. 2. Виготовлення штучної клітини Траубе під мікроскопом

Висновки

Контрольні запитання:

1. Яку властивість живої цитоплазми можна вивчати на штучній моделі клітини Траубе?
2. Як виготовити «штучну» клітину Траубе?
3. Які властивості характерні для перегородки із гексоціаноферату міді?

Робота 2

Явище плазмолізу та деплазмолізу в рослинних клітинах.

Мета роботи: в результаті особистих спостережень визначити умови проходження плазмолізу та деплазмолізу в рослинних клітинах.

Обладнання, об'єкти, реактиви: скальпелі, препарувальні голки, предметні скельця, накривні скельця, мікроскопи; луски синьозабарвленої цибулі або інші об'єкти; 1М розчини плазмолітиків, скляні палички, стаканчики з водою, фільтрувальний папір, пінцети.

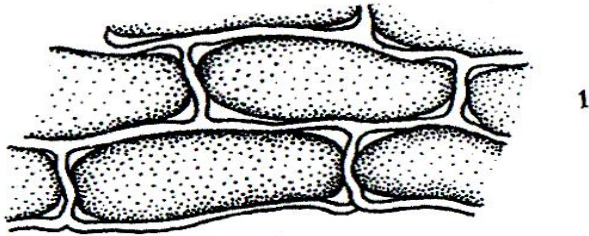
Основні відомості. Плазмоліз – це відокремлення протопласта від оболонки рослинної клітини. Явище протилежне деплазмолізу. Причиною плазмолізу є зменшення об'єму внутрішньоклітинного вмісту через втрату води під дією гіпертонічних розчинів. Плазмоліз можливий лише у життєздатній та

функціонально цілісній клітині. Процес повернення клітини до нормального стану у гіпотонічному розчині називають деплазмолізом.

У зів'ялих рослин плазмоліз не відбувається, але можна спостерігати явище циторізу, коли плазмалема не відокремлюється від оболонки і клітина зморщується.

Хід роботи

1. З розрізаної синьозабарвленої цибулі відокремте луски і пінцетом відділіть шматочок тонкої зовнішньої плівки (епідерми, розміром 0,5 x 0,5 см). Помістіть плівку в краплину води на предметне скло, накривши покривним скельцем.
2. Досліджуваний об'єкт на предметному склі розгляньте під мікроскопом. Відшукайте клітини з найінтенсивнішим забарвленням, не деформовані.
3. Замалюйте клітини епідерми цибулі.
4. Фільтрувальним папером відтягніть воду від препарату. З протилежного нанесіть піпеткою краплину 1 М розчину сахарози або NaCl. Поступово (за 1-4 хвилини) плазмолітик почне надходити в клітину.
5. Спостерігайте як цитоплазма починає відставати від оболонки в кутках клітини. Відокремлення збільшується, і протопласт набуває овальної конфігурації посередині клітини. Замалюйте клітини в стані плазмолізу.
6. Піпеткою біля покривного скла нанесіть декілька крапель води і фільтрувальним папером 3-4 рази обережно протягніть воду через препарат, щоб під покривним склом створити розчин з меншою концентрацією, ніж має клітинний сік.
7. Коли клітина насичується водою (в результаті заміни розчину плазмолітика) її вакуоля розтягується і протопласт поступово заповнює всю клітину.
8. Підпишіть рис. 3.

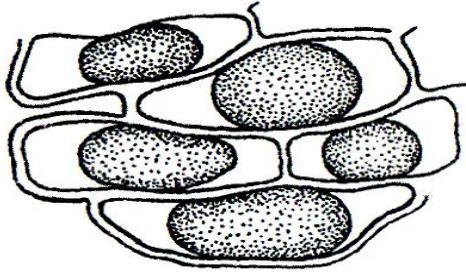


1

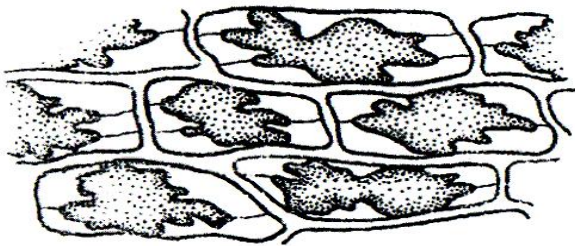
1. _____

2. _____

3. _____



2



3

Рис.3. Різні форми плазмолізу в клітинах епідерми цибулі.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Які існують форми плазмолізу?
2. Чи може проходити плазмоліз у неживих клітинах?
3. Пояснити явище циторізу.

Робота 3

Ковпачковий плазмоліз

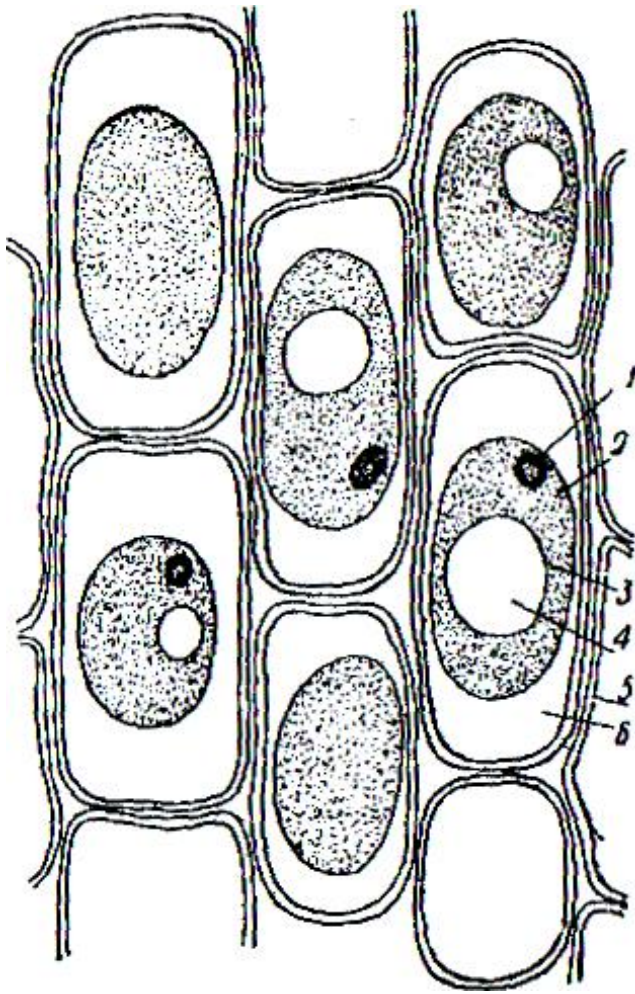
Мета роботи: проспостерігати явище ковпачкового плазмолізу, що відбувається під дією катіонів і аніонів солей, які проникають крізь плазмалему та мезоплазму рослинної клітини.

Обладнання, об'єкти, реактиви: мікроскопи, предметні та накривні скельця, бритви, скляні бюкси, піпетки; синя цибуля; 1 М розчин KNO_3 і $KCNs$.

Основні відомості. Цитоплазма рослинної клітини складається з таких головних шарів: плазмалеми, мезоплазми і тонопласта, які мають різну проникність. Найменш проникний тонопласт, про що свідчить явище утворення ковпачкового плазмолізу.

Хід роботи

1. Зрізи зі шкірочки цибулі помістіть у скляні бюкси з 1М розчином калій нітрату, закрийте кришкою і залиште на 30-60 хв.
2. Приготуйте препарати у цьому самому розчині і розгляньте їх під мікроскопом, використовуючи розчин калій роданіду, зрізи вивчайте відразу.
3. У полі зору в багатьох клітинах буде добре видно опуклий ковпачковий плазмоліз. На обох кінцях клітини видно набряклу цитоплазму, що має вигляд ковпачків. Утворення ковпачків є результатом набрякання колоїдів цитоплазми, зумовленого проникненням іонів K^+ і NO_3^- крізь плазмалему в мезоплазму. (Рис.4.)
4. Якщо таку саму спробу провести з кальцій нітратом, ковпачковий плазмоліз не відбудеться тому, що Ca^{2+} виявляють протилежну дію на цитоплазму, порівняно з K^+ .
5. Підпишіть рис. 4.



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

Рис.4. Ковпачковий плазмоліз в клітинах шкірочки синьої цибулі.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Що таке тонопласт?
2. Чому утворюються ковпачки у плазмолізованій цитоплазми?
3. Який шар цитоплазми більш проникний – плазмалема чи тонопласт?

Робота 3а

Антагоністичний вплив іонів калію і кальцію на цитоплазму рослинної клітини

Мета роботи: виявити вибіркочу проникність плазмалеми рослинної клітини для йонів K^+ і Ca^{2+} за їх впливом на в'язкість цитоплазми.

Обладнання, об'єкти, реактиви: мікроскопи, предметні і накривні скельця, бритви, ланцети, скляні бюкси, препарувальні голки; синя цибуля; 1М розчини KNO_3 і $Ca(NO_3)_2$.

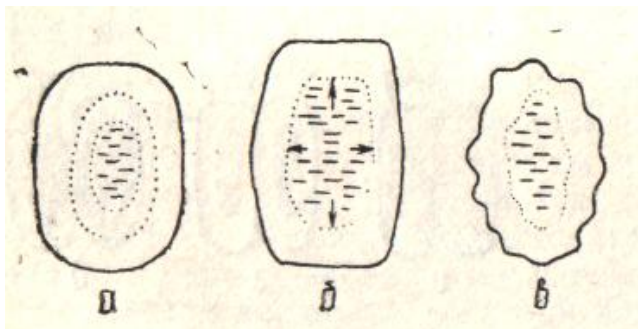
Основні відомості. Антагонізм має місце як між різними іонами однакової валентності, так і між іонами різної валентності. Найчастіше це спостерігається між одно- і двовалентними катіонами. Прикладом цього може бути антагонізм між калієм і кальцієм. Про те, що одно- і двовалентні катіони K^+ і Ca^{2+} зумовлюють різну і навіть протилежну фізіологічну дію, свідчить різна форма плазмолізу, яку вони спричинюють у рослинних клітинах.

Хід роботи

1. У три скляні бюкси налийте 1М розчини: у перший – розчин KNO_3 , у другий – розчин $Ca(NO_3)_2$, у третій – суміш з дев'яти частин KNO_3 та однієї частини $Ca(NO_3)_2$.
2. В розчини помістіть по кілька зрізів шкірочки синьої цибулі. Бюкси закрийте притертими кришками і залиште на 0,5-1 год.
3. Зрізи вийміть і ретельно розгляньте під мікроскопом.
4. У клітинах тих зрізів, які були в розчині KNO_3 , добре видно ковпачковий плазмоліз. Це явище є результатом впливу на цитоплазму іонів калію.

5. У клітинах зрізів, які витримували у розчині $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, така форма плазмолізу не спостерігається. Це свідчить про те, що іони кальцію виявляють протилежну фізіологічну дію на цитоплазму клітин.
6. Особливо чітко це явище виявляється у суміші розчинів калію і кальцію (9:1) тому, що Ca^{2+} має антагоністичний вплив на K^+ . В результаті цього, навіть невелика домішка розчину солі кальцію, додана до розчину калійної солі, паралізує дію K^+ на цитоплазму.
7. Цей дослід проводять і без витримання зрізів у розчинах. На два предметних скла покладіть зрізи з шкірочки синьої цибулі і на перше скло нанесіть краплину розчину KNO_3 , а на друге – краплину розчину $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.
8. Препарати накрийте накривними скельцями і розгляньте під мікроскопом. На першому препараті розчин KNO_3 спочатку зумовлює вгнуту форму плазмолізу, яка поступово переходить в опуклу форму, а потім у ковпачковий плазмоліз.
9. У розчині, де присутні солі кальцію, спочатку утворюється спазматична форма плазмолізу, яка зберігається довгий час.
10. Замалюйте отримані форми плазмолізу.

11. Підпишіть рис. 5.



- а) _____
 б) _____
 в) _____

Рис. 5. Рослинні клітини у різному стані їх водного обміну.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Що розуміють під зрівноваженим розчином?
2. На чому ґрунтується виявлення антагоністичної дії іонів калію та кальцію на цитоплазму рослинної клітини?
3. В чому суть антагонізму іонів?

Робота 4

Проникність протопласта при пошкодженні клітин

Мета роботи: дослідити проникність протопласта клітин столового буряка (*Beta vulgaris*) при дії різних факторів.

Обладнання, об'єкти, реактиви: мікроскопи, предметні і накривні скельця, пінцети, ланцети, спиртівки, градуйовані піпетки; столовий буряк; 1М розчин KNO_3 , хлороформ, 30%-й розчин оцтової кислоти, 50%-й розчин етилового спирту.

Основні відомості. Цитоплазма живої клітини здатна утримувати деякі речовини, які містяться в клітинному соці завдяки властивій їй прижиттєвій вибіркової напівпроникності. Якщо клітину пошкодити високою температурою, міцними кислотами або будь-якими іншими факторами, то цитоплазма втрачає здатність до вибіркової напівпроникності.

Речовини, які містяться в клітинному соці, при цьому можуть вільно виходити назовні. Таке явище добре спостерігається у клітинах із забарвленим клітинним соком, оскільки сама цитоплазма безбарвна.

Хід роботи

1. З очищених столових буряків наріжте невеличкі шматочки коренеплоду (1-2 см завдовжки і 0,5 см завширшки).
2. Промийте їх водою доти, поки вода не стане прозорою.
3. Потім помістіть по шматочку відмитої тканини у п'ять пробірок. У перші дві пробірки налейте по 10 мл водопровідної води, у третю – 10 мл 30%-го розчину оцтової кислоти, у четверту пробірку – 10 мл 50 %-го розчину етилового спирту, у п'яту – 10 мл води і 5-6 крапель хлороформу.
4. Перша пробірка є контролем, а другу пробірку прокип'ятіть кілька хвилин.
5. Після цього всі пробірки залиште на 30 хв.
6. Потім пробірки струшуйте і за інтенсивністю забарвлення визначте ступінь пошкодження тканини під дією того або іншого фактора.
7. Вийміть шматочки коренеплоду з контрольної пробірки і пробірки, в якій найінтенсивніше забарвився розчин і приготуйте з них тоненькі зрізи.
8. Виготовлені зрізи покладіть на предметне скло у краплину 1М розчину KNO_3 , накрийте скельцем і розгляньте під мікроскопом. В живих клітинах спостерігатиметься явище плазмолізу, а в мертвих – ні.
9. Результати спостережень запишіть у таблицю.

Номер пробірок	Варіанти досліду	Ступінь забарвлення розчину
1	Вода (контроль)	
2	Вода кип'ячена	
3	30 %-й розчин оцтової кислоти	
4	50 %-й розчин етилового спирту	
5	Вода + хлороформ	

10. Замалюйте вигляд зрізів під мікроскопом.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Яке значення має напівпроникність цитоплазми в житті клітини?
2. Чому у контролі вода залишається безбарвною?
3. Які фактори, крім температури, впливають на проникність клітинних мембран?

Робота 5

Вплив температури на проникність мембран клітини

Мета роботи: прослідкувати вплив температури на проникність мембран клітин столового буряка для речовин клітинного соку.

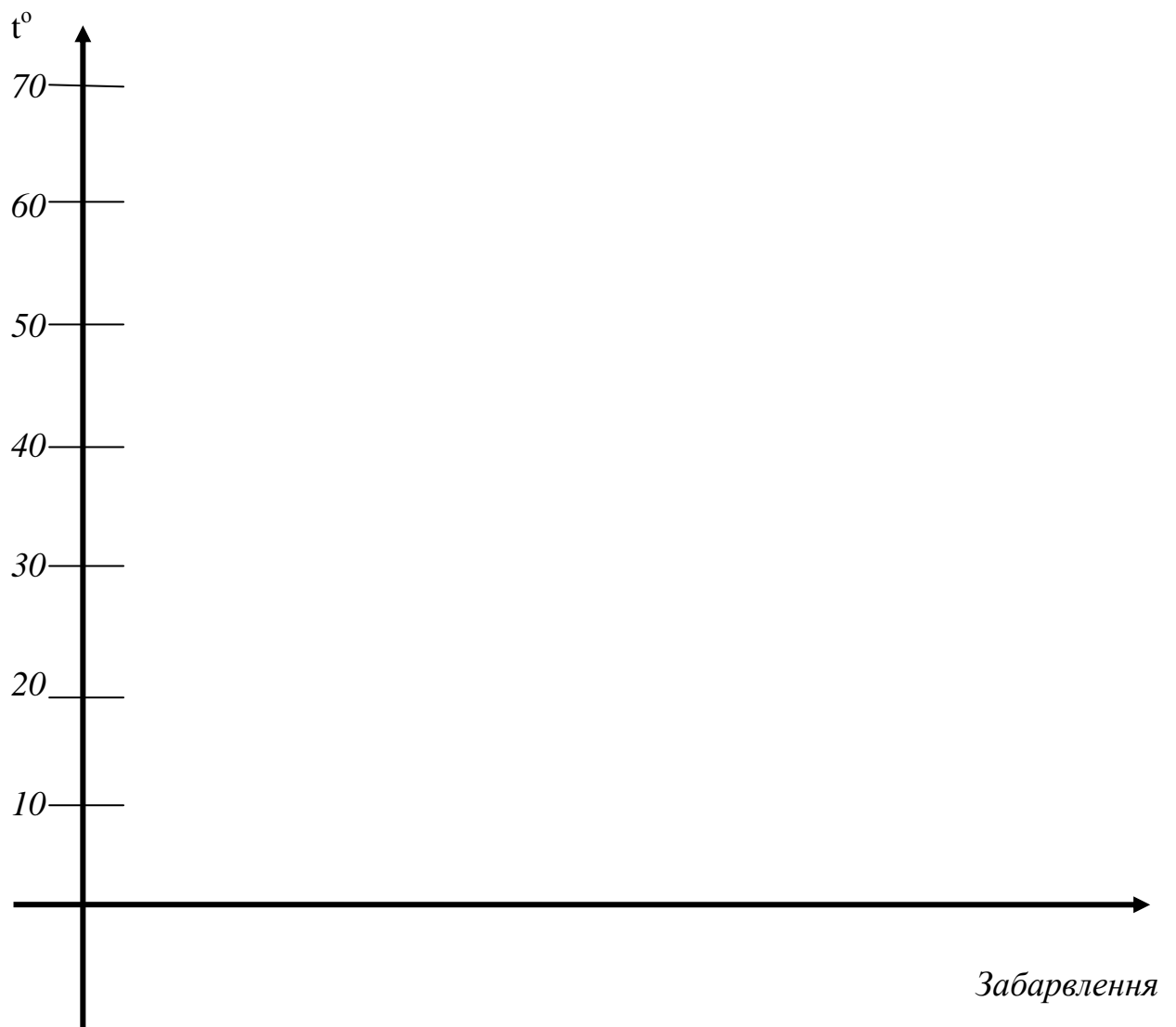
Обладнання, об'єкти: стакани, свердла діаметром 5 мм, пробірки, термометри, гаряча вода, фарфорові стакани на 200 мл; фотоелектроколориметр (ФЕК); столовий буряк.

Основні відомості. Мембрани (від лат. *membrane* – оболонка) – система динамічних спеціалізованих структур, які забезпечують компартментацію (розмежування) клітин та окремих органел, створюючи умови для нормального перебігу метаболічних процесів. Мембрани складають $\frac{2}{3}$ сухої маси клітин і побудовані, головним чином, з ліпідів та білків.

Хід роботи

1. За допомогою свердла відберіть з досліджуваного об'єкту рослинну тканину (6 брусочків, довжиною 2 і діаметром 0,5 см).
2. Промийте їх у воді (5 хв) для вимивання беталанінів із пошкоджених клітин на поверхні брусочків.
3. Брусочки помістіть у 6 пробірок і налейте в кожену по 5 мл води.
4. Приготуйте 6 посудин з водою, нагрітою до температури від 20 до 70° (t° = 20°C — контроль).
5. В ці посудини занурьте на 15-20 хв. пробірки із зразками, періодично збовтуючи їх.
6. Забарвлену воду з пробірок злийте в кювети фотоелектроколориметра і проведіть вимірювання оптичної густини. Результати досліджень запишіть у таблицю (в одиницях оптичної густини за зеленим світлофільтром).
7. Побудуйте графік залежності інтенсивності забарвлення розчину в пробірках від температури.
8. Підпишіть рис. 6.
9. Зробіть відповідні висновки.

Варіант	Температура води, t°С	Інтенсивність забарвлення рідини	Показники ФЕКа
Контроль	20		
1	30		
2	40		
3	50		
4	60		
5	70		



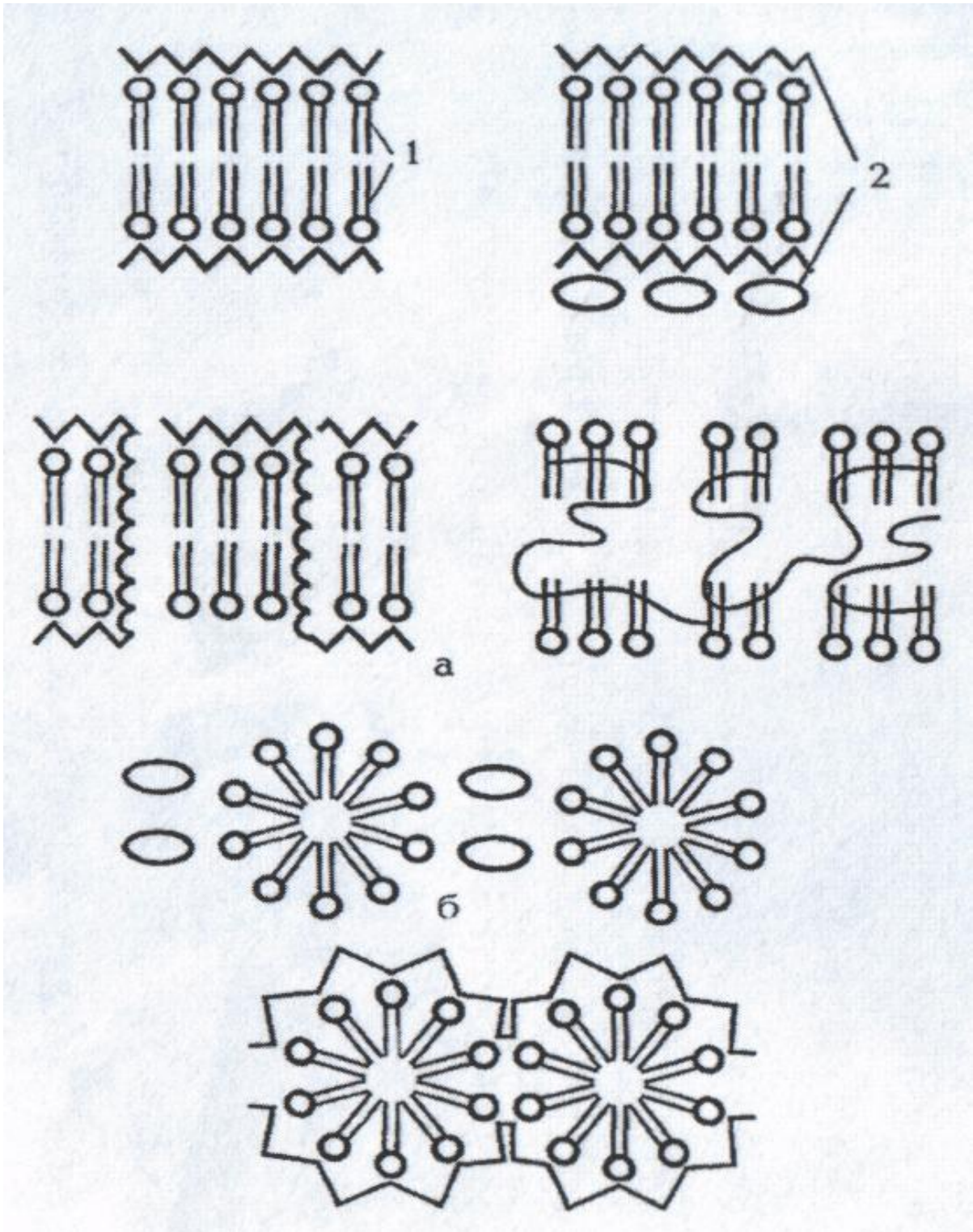


Рис. 6. Сучасна рідинно-мозаїчна модель мембрани.

1. _____

2. _____

a) _____

б) _____

меншою концентрацією. Осмотичний тиск тим вищий, чим більш концентрований розчин.

Проявом осмотичних властивостей рослинних клітин є явище *плазмолізу*.

Хід роботи

1. Приготуйте по 5 мл розчинів NaCl або сахарози з концентрацією від 0,1 до 0,7 моль/л змішуванням відповідних об'ємів вихідного 1М розчину і води згідно таблиці і помістіть в пронумеровані пробірки.
2. Зробіть 14 тонких зрізи епідерми червоноголової капусти, цибулі або традесканції і перенесіть їх на 2-3 хв. у кип'ячену воду з $t = 10-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ для видалення бульбашок повітря. Слідкуйте, щоб зрізи повністю були занурені у воду.
3. Зафіксуйте в таблиці час досліду з інтервалом у 5 хв. За допомогою препарувальної голки обсушіть на фільтрувальному папері по 2 зрізи (для кожної пробірки) і на 20 хв. занурьте їх у розчин від найвищої концентрації до нижчої.
4. Через 20-30 хв. досліджувані препарати розгляньте під мікроскопом в краплині з тією концентрацією плазмолітика, в якій знаходився препарат.
5. Встановіть, при якій концентрації плазмолітика починається плазмоліз, а при якій ні.
9. Якщо спостерігається плазмоліз, можна зробити висновок, що зовнішній розчин гіпертонічний, тобто має вищу концентрацію, ніж клітинний сік. Концентрація ізотонічного розчину рівна концентрації клітинного соку, гіпотонічного — нижча.
10. Визначивши ізотонічну концентрацію, вирахуйте осмотичний тиск клітинного соку за рівнянням Вант-Гоффа:

$$P=RTC_i, \text{ де}$$

P – осмотичний тиск в мегапаскалях, МПа;

R – універсальна газова стала (0,0081 кДж/(г/моль));

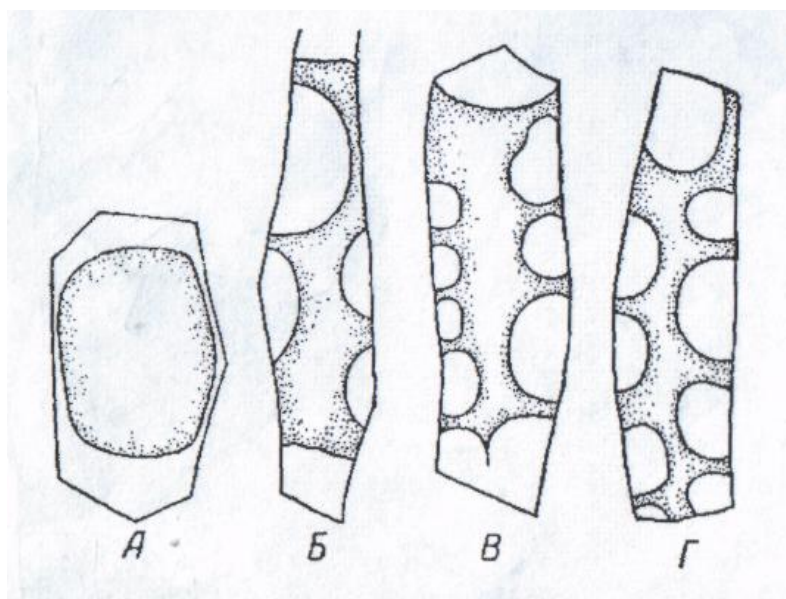
T – абсолютна температура ($273^{0+} \text{ t; } ^{\circ}\text{C}$);

C –ізотонічна концентрація розчину, моль/л;

i – ізотонічний коефіцієнт (для NaCl значення в таблиці, а для розчинів неелектролітів $i = 1$).

Концентрація плазмолітика, моль/л	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
Ізотонічний коефіцієнт	1,62	1,64	1,66	1,68	1,70	1,75	1,78	1,83

11. Підпишіть рис. 7.



- а) _____
- б) _____
- в) _____
- г) _____

Рис. 7. Типи плазмолізу.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Які фактори можуть впливати на проникність мембран?
2. Які розчини плазмолітиків Ви знаєте?
3. Що таке осмотичний потенціал?

Робота 7

Визначення всисної сили тканин методом вимірювання відрізків

(за М. Ф. Лілієнштерн)

Мета роботи: визначити всисну силу тканин методом вимірювання відрізків.

Обладнання, об'єкти, реактиви: смужка міліметрового паперу, штатив з пробірками, предметне скло, мірний циліндр; бульба картоплі; розчин солі (NaCl, KCl, KNO₃, сахарози), дистильована вода.

Основні відомості. Всисна сила – це сила, з якою вода входить всередину клітини. Вона залежить від осмотичного тиску клітинного соку та тургорного тиску клітини.

Хід роботи

1. Приготуйте розчини солі різної концентрації (Моль/л): 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5.
2. Налийте приготовлені розчини в пробірки по 10 мл кожного і розмістіть в штативі за зростанням їх концентрації.
3. Виріжте з бульб картоплі брусочки довжиною 30 мм, шириною і товщиною 2-3 мм. Вимірювання проводьте, використовуючи смужку міліметрового паперу. Точність вимірювання $\pm 0,5$ мм.
4. Брусочки помістіть по одному в підготовлені розчини. Витримайте 40 хв.
5. Розчини злийте. Розкладіть брусочки на предметне скло та виміряйте їх. Результати досліду занесіть в таблицю:

Концентрація розчину, моль/л	Розміри брусочка, мм	
	До досліду	Після досліду
0,5	30	
0,4	30	
0,3	30	
0,2	30	
0,1	30	
Вода	30	

6. Відшукайте розчин, де брусочок не змінював своїх розмірів. Це є ознакою того, що всисна сила розчину і всисна сила тканини дорівнюють одне одному.

7. Розрахуйте осмотичний тиск за рівнянням Вант-Гоффа. Всисна сила розчину дорівнює осмотичному тиску, через відсутність тургорного тиску:

S розчину = P розчину = S тканини, тобто P розчину = S тканини.

$$P = RTC_i, \text{ де}$$

R – універсальна газова стала (0,008314 кДж/град*моль);

T – абсолютна температура ($273 + t^\circ$; $^\circ\text{C}$);

C – концентрація розчину, моль/л;

i – ізотонічний коефіцієнт.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Дати визначення поняття «всисна сила». Від яких факторів залежить всисна сила тканин?
2. Які розчини називають гіпертонічними, гіпотонічними, ізотонічними?
3. Як визначити величину всисної сили?

Лабораторно-практичне заняття №2

Тема: Водний обмін рослин

Мета: оволодіти методиками визначення транспірації та руху води в рослинах.

План:

1. Визначити інтенсивність транспірації та відносної транспірації ваговим методом.
2. Визначити інтенсивність транспірації на торсійних терезах (за Л. А. Івановим).
3. Провести спостереження за рухом продихів під мікроскопом.
4. Визначити ступінь відкритості продихів на фіксованому епідермісі (за методом Ллойда);
5. Вивчити стан продихового апарату рослин інфільтраційним методом (за Молішем);
6. Дослідити стан продихів (за методом Молотовського-Полаччі).
7. Визначити вміст води і сухої речовини в рослинах.
8. Визначити водний дефіцит рослин.
9. Визначити питому поверхневу щільність листків рослин (ППЩЛ).

Робота 1

Визначення інтенсивності транспірації та відносної транспірації ваговим методом.

Мета роботи: прослідкувати залежність інтенсивності транспірації та відносної транспірації від впливу деяких факторів (температури, вітру).

Обладнання, об'єкти, реактиви: технічні терези з наважками, чашки Петрі, олія, міліметровий папір, лінійки, вентилятор, ножиці; дослідні рослини.

Основні відомості. Транспірація – складний фізіологічний процес, в основі якого лежить випаровування води рослиною. Транспірація пов'язана не лише з водообміном, а й з іншими метаболічними процесами: фотосинтезом, диханням,

мінеральним живленням. Величина транспірації залежить від температури, освітлення, водопостачання та інших факторів.

Хід роботи

1. На дослідних рослинах поновіть зрізи на 5-7 см під водою для відновлення водних капілярів в провідних судинах.
2. Дослідні гілки перенесіть в пробірку з водою. На поверхню води нанесіть 2-3 краплини рослинної олії і зважте (з точністю до третього знака).
3. Через 1 годину досліджувану рослину повторно зважте і визначте кількість води, що випарувалася. Щоб визначити інтенсивність транспірації необхідно розділити кількість випаруваної води в грамах на поверхню листової пластинки, см^2 . Розрахунок інтенсивності транспірації проведіть за формулою:

$$T = \frac{10\,000 \cdot \text{Сл}}{S \cdot t}, \text{ де}$$

T — інтенсивність транспірації, $\text{г} \cdot \text{м}^{-2} \text{ год}^{-1}$;

Сл — кількість випаруваної води листком за час досліду, г;

S — площа листка, см^2 ;

t — тривалість досліду, год.;

10 000 – коефіцієнт перерахунку, см^2

4. Для визначення інтенсивності транспірації слід розділити кількість випаруваної води (г) на поверхню листової пластинки (см^2). Поверхню листової пластинки можна визначити за допомогою міліметрового паперу: покладіть листок на папір і обведіть олівцем контур. Підрахуйте кількість клітин всередині контуру. Або покладіть листок на звичайний стандартний папір відомої щільності (г/м^2), обведіть контур олівцем. Виріжте, зважте і, встановивши масу контуру, вирахуйте його площу за пропорцією.
5. Інтенсивність випаровування води з вільної водної поверхні (E) визначте паралельно, за тих же умов, із врахуванням кількості випаруваної води за 1 год з поверхні чашки Петрі ($Сч$). Площу поверхні чашки Петрі обрахуйте за

формулою $S = \pi r^2$.

6. Розрахуйте інтенсивність випаровування води з вільної поверхні (E) за формулою інтенсивності транспірації:

$$E = \frac{10\,000 \cdot Cч}{S \cdot t}$$

і визначте величину відносної транспірації (BT):

$$BT = T/E$$

7. Прослідкуйте, як впливають умови транспірації (освітленість, швидкість вітру та ін.) на інтенсивність транспірації. Результати дослідів запишіть в таблицю. Порівняйте різні види рослин і зробіть висновки про їх здатність регулювати транспірацію.

8. Визначіть інтенсивність транспірації (T) та відносної транспірації (BT) за певний час.

Варіанти дослідів	Час проведення		Тривалість	Маса, г		Втрага, г	Площа, см ²	Інтенсивність транспірації г·м ² ·год ⁻¹
	початок	кінець		початок	кінець			

Висновки

Контрольні запитання:

1. Що таке транспірація, яке вона має значення в житті рослин?
2. Які величини транспірації Ви знаєте?
3. Якими методами можна визначити площу поверхні листка?

Робота 2

Визначення інтенсивності транспірації на торсійних терезах

(за Л. А. Івановим)

Мета роботи: навчитися визначати інтенсивність транспірації за допомогою торсійних терезів.

Обладнання, об'єкти: технічні терези з наважками, чашки Петрі, олія, міліметровий папір, лінійки, вентилятор, ножиці; дослідні рослини.

Основні відомості. Цей метод ґрунтується на швидкому зважуванні листка, коли за зменшенням його маси визначають кількість води, що випарувалась.

Хід роботи

1. Встановіть торсійні терези. Перевірьте нульове положення.
2. Зважте зрізаний листок (масою не більш як 0,4 г) з точністю до 1 мг.
3. Запишіть масу листка і через 5-6 хв. зважування повторіть.
4. Різниця між першим і другим зважуванням відповідає величині випареної листком води за цей проміжок часу.
5. Після другого зважування обчисліть площу листка ваговим методом або на міліметровому папері. Як і в попередній роботі, інтенсивність транспірації цим методом визначте у різних видах рослин, в різних за віком листках, при дії різних факторів.

Об'єкт вивчення	Маса листка		Втрата води	Інтенсивність транспірації
	до дослідження	після дослідження		

Висновки

Контрольні запитання:

1. Що таке інтенсивність транспірації?
2. Які існують методи вимірювання транспірації?
3. Поясніть механізми дії продигової, кутикулярної та перидермальної транспірації.

Робота 3

Спостереження за рухом продихів під мікроскопом

Мета роботи: спостерігати за рухом продихів рослин різних видів під мікроскопом.

Обладнання, об'єкти, реактиви: мікроскопи, предметні і накривні скельця, бритви, пінцети, препарувальні голки скляні палички, фільтрувальний папір;

кімнатні рослини; 5-% розчин гліцерину.

Основні відомості. Важливу роль у транспірації відіграють спеціальні утворення – продихи. Продихи являють собою щілини, оточені у більшості рослин двома замикаючими клітинами бобоподібної форми. У рослин родини злакових замикаючі клітини мають не бобоподібну, а поздовжню форму. Продихи можуть відкриватися і закриватися. Рух продихів зумовлюється особливостями їх анатомічної будови.

Хід роботи

1. На початку роботи дослідні рослини добре полийте і поставте на яскраве світло на 1-2 години, щоб відкрилися продихи.
2. Бритвою надріжте листок з нижнього боку, знімаючи пінцетом шматочок епідермісу і покладіть його в краплину 5 %-го розчину гліцерину на предметному склі.
3. Препарат накрійте покривним скельцем і розгляньте під мікроскопом.
4. Спочатку в замикаючих клітинах продихів спостерігається явище плазмолізу. При цьому, продихові щілини закриваються внаслідок відходження води від продихів.
5. Розчин гліцерину спричиняє лише тимчасовий плазмоліз, тому що гліцерин проникає крізь цитоплазму в клітинний сік і зумовлює деплазмоліз, в результаті чого продихи відкриваються.
6. Якщо при цьому під накривне скельце помістити смужку фільтрувального паперу, втягуючи дистильовану воду, то продихи розкриваються швидко і широко, що добре видно під мікроскопом.
7. Замалюйте продихи у відкритому і закритому станах та поясніть причини виникнення продихових рухів.

Висновки

Контрольні запитання:

1. На чому ґрунтується метод спостереження за рухом продихів під мікроскопом?
2. Як відбувається регуляція відкриття та закриття замикаючих клітин продихового апарату?
3. Назвіть реакції продихового апарату?

Робота 4

Визначення ступеня відкритості продихів на фіксованому епідермісі (за методом Ллойда)

Мета роботи: визначити ступінь відкритості продихів різних видів рослин на фіксованому епідермісі.

Обладнання, об'єкти: окуляр-мікромметр, об'єktiv-мікромметр, скляні бюкси, абсолютний спирт, технічні терези з наважками, чашки Петрі, олія, міліметровий папір, лінійки, вентилятор, ножиці; дослідні рослини.

Основні відомості. Цей метод ґрунтується на швидкому зневодненні і фіксації препарату епідермісу листка в абсолютному спирті і наступному вивченні його під мікроскопом, завдяки чому можна простежити рух продихового апарату в

будь-який час.

Хід роботи

1. На нижньому боці листків дослідних рослин бритвою зробіть надрізи і пінцетом швидко зніміть клаптики епідермісу та занурьте їх в абсолютний спирт.
2. Спирт, який швидко фіксує епідерміс, запобігає деформації біоматеріалу.
3. Шматочки такого епідермісу розгляньте під мікроскопом, виміряйте ширину продихової щілини окуляр-мікрометром МОВ-1,15 (Рис.8.).

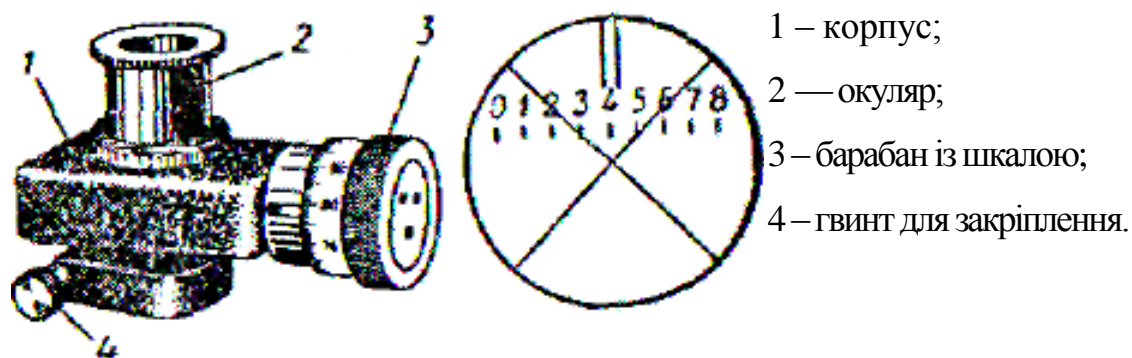


Рис. 8. Гвинтовий окуляр-мікрометр МОВ-1-15.

4. Таких вимірювань зробіть не менш ніж у 20 продихах. Після цього обчисліть середню величину ступеня відкритості продихів.

Об'єкти вивчення	Фаза онтогенезу	Умови освітлення	Середня ширина продихових щілин	
			Поділки окуляр-мікрометра	мкм

Висновки

Контрольні запитання:

1. Які фактори впливають на відкриття і закриття продихів?
2. Яка будова продихового апарату?
3. Яка роль продихів для рослинного організму?

Робота 5

Визначення стану продихів методом інфільтрації (за Молішем)

Мета: визначити стан продихів рослин методом інфільтрації.

Обладнання, об'єкти, реактиви: піпетки, ножиці; листки 10 рослин різних видів; ксилол, бензол, бензин, спирт.

Основні відомості. Методом інфільтрації вивчають добовий перебіг продихових рухів у рослин. Інфільтраційний метод вивчення стану продихів у рослин запропонований Г. Молішем. Цей метод ґрунтується на різній проникності рідин у листок крізь відкриті продихові щілини. Рідини, які змочують клітинні оболонки проникають крізь відкриті продихи у міжклітинники і витісняють з них повітря, внаслідок чого, ці ділянки листка стають прозорими. Найчастіше використовують такі рідини: ксилол, бензол, бензин, спирт. При нанесенні на

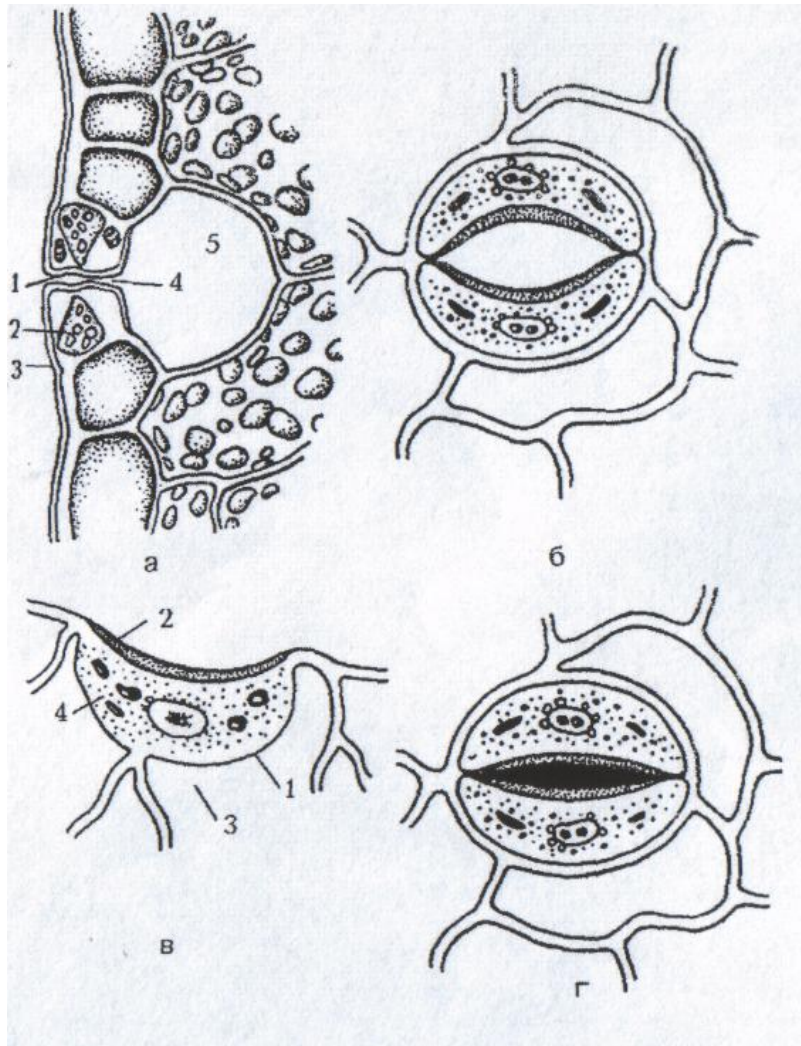
листок різних речовин, можна виявити в якому стані знаходяться продихи.

Хід роботи

1. Відберіть листки 10 рослин (верхній, середній, нижній яруси), які знаходяться в різних умовах існування.
2. Розкладіть листки на столі нижньою стороною листової пластинки догори і обережно піпеткою нанесіть на кожний по краплині бензолу, ксилолу і спирту таким чином, щоб вони не злилися між собою. Результати інфільтрації зафіксуйте в таблиці знаками "+" і "-".
3. Ксилол, бензол і спирт мають різні фізичні властивості, тобто різну здатність до інфільтрації (просочування).
4. За швидкістю проникнення на першому місці — ксилол, другому — бензол, третьому – спирт.
5. При слабко відкритих продихах — ксилол проникає крізь продихи, заповнюючи міжклітинники мезофілу листка і на листку з'являється прозора масна пляма (якщо подивитись на листок проти світла). Щодо бензолу і спирту, то ці краплини висихають.
6. Якщо продихи відкриті наполовину, то плями з'являються на дослідних листках не лише від ксилолу, але й від бензолу. Спирт випаровується.
7. При повному відкритті продихів можна спостерігати прояв плям від усіх трьох речовин. Якщо плями взагалі не утворюються, це означає, що продихи закриті.
8. Отримані дані занесіть до таблиці.

Назва рослини	Проникнення речовини в листок			Стан продихів
	бензин	спирт	бензол	

9. На рисунку зробити відповідні підписи.



- a) _____
- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____
- 4. _____
- 5. _____
- б) _____
- в) _____
- 1. _____
- 2. _____
- 3. _____
- 4. _____
- г) _____

Рис. 9. Будова продихів.

Висновки

Контрольні запитання:

1. У чому суть методу інфільтрації? Чому на листках утворюються прозорі плями?
2. Як змінюється стан продихів протягом доби?
3. Яка будова продихового апарату?

Робота 6

Дослідження стану продихів

(за методом Молотковського – Полаччі)

Мета роботи: визначити стан продихів рослин різних видів методом відбитків.

Обладнання, об'єкти, реактиви: мікроскопи, предметні і накривні скельця, окуляр-мікрометр, об'єктив-мікрометр, спиртівки, пінцети, скляні банки, скляні палички, пензлики, кіноплівка; кімнатні рослини: бегонія, фуксія, аспідистра, алое та ін.; розчин колодію, розчин клею, безбарвний манікюрний лак, ацетон, грушева есенція.

Основні відомості. Рух продихів має певну закономірність: у більшості рослин продихи на світанку відкриваються і досягають максимуму вранці. Удень вони закриті, після полудня щілини продихів знову відкриваються, а на ніч закриваються. Добовий хід продихових рухів природних умовах вивчають методом відбитків, розробленим Г. Х. Молотковським і Полаччі.

Хід роботи

1. Для проведення роботи використайте розчин безбарвного лаку в ацетоні або білок курячого яйця.
2. На нижній бік листка нанесіть пензликом або скляною паличкою мазок з цих розчинів.
3. Після повного висихання на місці мазка утворюється тоненька плівочка з точним відбитком поверхні листка.
4. Плівку зніміть пінцетом, помістіть на предметне скло і розгляньте під мікроскопом при великому збільшенні.

5. Визначте середню кількість продихів у полі зору мікроскопа. Вставте у тубус мікроскопа окуляр-мікромметр і виміряйте довжину та ширину продихової щілини не менш ніж у 20 продихах. На основі отриманих даних обчисліть середнє значення та визначте площу продихової щілини за формулою: $S = \pi \cdot a \cdot b$, де a і b довжини продихової щілини.
6. Обчисліть загальну площу продихових щілин у полі зору мікроскопа.
7. Вимірявши діаметр поля зору мікроскопа, обчисліть площу за формулою: $S = \pi \cdot r^2$. Визначте площу, яку займають всі продихові отвори. Середні результати дослідів занесіть у таблицю, зробіть зарисовки і відповідні висновки про стан продихового апарату та залежність його від умов навколишнього середовища.

Об'єкти вивчення	Варіанти дослідів	Середня кількість продихів		Розміри продихів			Кількість відкритих продихів
		нижньому	верхньому	ширина	довжина	площа	

Висновки

Контрольні запитання:

1. В чому суть дослідження стану продохів за методом Молотковського – Полаччі?
2. Які переваги цього методу над іншими?
3. Який фізіологічний механізм лежить в основі закривання і відкривання продохів.

Робота 7

Визначення вмісту води і сухої речовини в рослинах

Мета роботи: визначити вміст води і сухої речовини в рослинах.

Обладнання, об'єкти: аналітичні терези з рівноважками, металеві бюкси, сушильна шафа, ексикатори, тигельні щипці; досліджувані рослини.

Основні відомості. Дослідження водного режиму ґрунтується на визначенні вмісту води і сухої речовини в рослинах. Цим методом можна дослідити загальні закономірності водного обміну в рослинах протягом вегетації залежно від впливу факторів навколишнього середовища та мети дослідження. Поглинання води і транспірація взаємопов'язані і їх співвідношення визначає загальний вміст води в рослині.

Хід роботи

1. Чистий скляний або металевий бюкс разом з відкритою кришкою покладіть у сушильну шафу та витримайте протягом 1 години.
2. Висушений бюкс вийміть з сушильної шафи і помістіть в ексикатор на 30 хв.
3. Для контролю бюкс з ексикатора знову поставте у сушильну шафу на 1 год і знову зважте.
4. Якщо досліджуєте повітряно-сирий матеріал, то відбирайте середню пробу. Із висушеного при $t=60^{\circ}\text{C}$, розтертого в ступці і просіяного крізь спеціальне сито рослинного матеріалу відберіть середню пробу і відважте необхідну наважку на терезах.
5. При роботі із сирим матеріалом слід як найшвидше брати наважку, щоб запобігти втраті води на повітрі.
6. Сирий матеріал повинен лежати в бюксі нещільно. Відкритий бюкс з наважкою поставте у нагріту сушильну шафу на 4-6 год.
7. Після висушування наважки, бюкси поставте в ексикатори відкритими для охолодження.
8. Через 20 хв. бюкси закрийте і зважте, знову поставте у шафу. Операцію продовжуйте до тих пір, доки різниця між двома останніми зважуваннями буде дорівнювати 0,0002- 0,0003 г.

Варіант дослідження	№ бюкса	Маса бюкса, г	Маса бюкса з наважками до висушування, г	Маса наважки, г	Маса бюкса з наважкою після висушування, г	Маса абсолютної сухої речовини, г	Абсолютна суха речовина, %	Вода, %

8. Процент абсолютної сухої речовини обчисліть за формулою:

$$A = \frac{b \cdot 100}{v}$$

A - процент абсолютної сухої речовини;

b - маса наважки після висушування, г;

v - маса наважки до висушування, г;

100 - коефіцієнт перерахунку у відсотках.

9. Дослідивши відсоток сухої речовини в наважці, обчисліть відсоток води (100-a) і зробіть висновок про вміст сухої речовини в досліджуваних рослинах

Висновки

Контрольні запитання:

1. Як визначити вміст води у рослинах?
2. Яка фізіологічна роль води у рослинному організмі?
3. На чому ґрунтується метод визначення вмісту сухої речовини?

Робота 8

Визначення водного дефіциту рослин

Мета роботи: визначити водний дефіцит в рослинах.

Обладнання, об'єкти: аналітичні терези з рівноважками, металеві бюкси,

сушильна шафа, ексікатори, тигельні щипці, коркові свердла, кристалізатор, фільтрувальний папір; досліджувані рослини.

Основні відомості. Водний дефіцит виникає внаслідок порушення рівноваги надходження води в рослину і транспірації. Водний дефіцит виражають у відсотках від вмісту води в насичених листках. Можна також виражати водний дефіцит у відсотках від сирої маси насичених водою листків.

Хід роботи

1. У висушені до сталої маси, зважені на аналітичних терезах скляні або металеві бюкси покладіть по 12 кружечків, взятих корковим свердлом з листків дослідних рослин.
2. Щоб охарактеризувати цілу рослину, висічки відбирайте з листків різних ярусів рослин.
3. Бюкси закрийте кришками і поставте у затінене місце.
4. Зважте бюкси на аналітичних терезах з інтервалом в 2-3 хв.
5. Після кожного зважування, висічки швидко висипте з бюкса в склянку з водою, температура якої = 15-20 °С, перемішайте, накрийте скляною пластинкою і залишіть протягом 90 хв для насичення листків водою.
6. Висічки вийміть сітчастою пластинкою з склянки, покладіть на фільтрувальний папір і окремо кожну висічку притисніть другим листком фільтрувального паперу.
7. Висічки перенесіть в той самий бюкс, в якому вони були до насичення водою, накрийте кришкою і залиште доти, поки не будуть вийняті висічки з води.
8. Після цього бюкси з пробами зважте і результати обчисліть за формулою:

$$V_d = (a - b) \cdot 100 / a$$

V_d – водний дефіцит листка, % до маси насиченого водою листка при 90 хв насиченні;

b – маса проби до насичення її водою, г;

a – маса проби після насичення її водою, г;

Якщо у лабораторії є сушильні шафи, то після зважування проб їх висушують у шафі при 100°C до сталої маси і обчислюють водний дефіцит листка в частках загальної кількості води в листках при повному її насиченні за формулою:

$$V_{dl} = (a - b) \cdot 100 / (a - n)$$

V_{dl} – водний дефіцит листка, % до маси насиченого водою листка при насиченні 90 хв;

a – маса проби після насичення її водою, г;

b – маса проби до насичення її водою, г;

n – вміст сухої речовини в пробі, г.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Що розуміють під водним балансом рослин?
2. Які причини зумовлюють водний дефіцит у рослини?
3. Що таке водний режим рослин?

Робота 9

Визначення питомої поверхневої щільності листків рослин (ППЩЛ)

Мета роботи: визначити питому поверхневу щільність листків досліджуваних рослин.

Обладнання, об'єкти: коркові свердла, аналітичні і торсійні терези, сушильна шафа, бюкси; листки досліджуваних рослин.

Основні відомості. Поверхнева щільність рослин це показник, який досить легко визначається і дає цінну інформацію про процеси росту, фотосинтезу у рослин та їхні адаптивні можливості щодо умов існування, особливо водозабезпечення та сонячної радіації. ППЩЛ має розмірність мг сухої речовини /см² або г сухої речовини /дм²

Хід роботи

1. За допомогою коркового свердла (діаметром 1,5-2 см) з середньої частини (наприклад, 5-го) листка (без крупних жилок) виріжте висічки (не менше 3-х висічок з п'яти рослин).
2. Кожну висічку висушіть до постійної маси і зважте на торсійних терезах.
3. Виміряйте діаметр свердла (d) і визначте площу висічки за формулою:

$$S = \pi r^2$$

S – площу висічки листка (см²);

π – 3,14;

r – радіус висічки листка (см).

ППЩЛ визначте за формулою:

$$\text{ППЩЛ} = M/S$$

S – площі висічки листка (см²);

M – маса сухої висічки, мг.

ППЩЛ може зменшуватися під час інтенсивних ростових процесів і збільшуватись з віком (під час старіння), під час водного дефіциту, за рахунок відкладання в листку як органічних, так і мінеральних речовин.

4. Одержані величини запишіть в таблицю, а потім на їхній основі

побудуйте графік (по осі абсцис відкладають дати, по осі ординат – ППЩЛ (мг/см² або г/дм²). Динаміка формування ППЩЛ залежно від умов вирощування.

№ листка	Варіант досліджу	Величина ППЩЛ на певну дату						
4	Контроль							
8								
10								
4	Варіант 1							
8								
10								



Висновки

Контрольні запитання:

1. Що таке питома поверхнева щільність листків рослин?
2. Як визначити ППЩЛ?
3. Від чого залежить величина ППЩЛ?

Лабораторно-практичне заняття №3

Тема: Адаптація та механізми стійкості рослин

Мета: дослідити механізми стійкості рослин.

План:

1. Виявлення захисної дії цукрів на цитоплазму клітин при низьких температурах.
2. Визначення життєздатності насіння (метод Іванова І. С., Нелюбова Д. М.).
3. Визначення жаростійкості рослин (за Ф. Ф. Мацковим).
4. Визначення здатності рослинних тканин виносити зневоднювання (ексикаторний метод П. О. Генкеля).
5. Вплив концентрації розчину солей на проростання насіння.

Робота 1

Виявлення захисної дії цукрів на цитоплазму клітин при низьких температурах

Мета роботи: виявити захисну дію цукрів на протоплазму при дії низьких температур.

Обладнання, об'єкти, реактиви: мікроскопи, предметні і накривні скельця, бритви, скальпелі, термометр, кристалізатори, шпателі, пробірки, піпетки місткістю 5-10 мл, скляні банки місткістю 1л, воскові олівці, фільтрувальний папір, лід; столовий буряк; кухонна сіль, 1М розчин сахарози, 8%-й розчин NaCl.

Основні відомості. Здатність протистояти дії низьких температур рослинним організмом є спадковою властивістю певного виду. При різкому зниженні температури навколишнього середовища всередині клітини утворюється лід, руйнується структура цитоплазми, а сама клітина гине. При повільному зниженні температури лід утворюється в міжклітинниках. Шляхом загартовування можна підвищити морозостійкість рослин.

Хід роботи

1. З очищеного коренеплоду столового буряка виготовте 15-18 однакових за площею зрізів близько 10 мм^2 заввишки і близько 1 мм завтовшки.
2. Виготовлені зрізи старанно промийте водою для видалення соку з пошкоджених клітин.
3. У три пронумеровані пробірки налийте по 5 мл відповідно: в першу пробірку – води, в другу – 0,5 М розчину сахарози, в третю – 1,0 М розчину сахарози.
4. Занурте у кожен пробірку по 5-6 промитих зрізів.
5. У кристалізаторі приготуйте суміш для охолодження: три частини льоду і одну частину кухонної солі. Суміш добре перемішайте шпателем (температура охолоджуючої суміші має бути близько $20 \text{ }^\circ\text{C}$).
6. Всі пробірки занурте в охолоджуючу суміш і витримайте там 15-20 хв.
7. По закінченні експозиції пробірки вийміть і помістіть у скляні банки з водою для відтаювання (вода повинна бути кімнатної температури).
8. Спостерігайте за забарвленням рідини в пробірках і забарвленням зрізів та розгляньте під мікроскопом на зрізах життєздатність клітин, шляхом виявлення середньої кількості плазмолізованих клітин в полі зору мікроскопа під дією 8%-го розчину NaCl.
9. Результати досліду запишіть в таблицю:

Об'єкт	Варіанти дослідів	Забарвлення розчину	Забарвлення зрізу	Середня кількість плазмолізованих клітин, %
	Вода (контроль)			
	Сахароза 0,5 М			
	Сахароза 1,0 М			

Висновки

Контрольні запитання:

1. Що розуміють під морозостійкістю?
2. Як впливає розчин цукру на життєздатність рослин при низьких температурах?
3. Яка різниця між морозостійкістю та зимостійкістю рослинного організму?

Робота 2

Визначення життєздатності насіння

(метод І. С. Іванова, Д. М. Нелюбова)

Мета роботи: визначити життєздатність насіння пшениці, вівса, ячменю, жита методом фарбування за І. С. Івановим та насіння кvasолі за методом Д. М. Нелюбова.

Обладнання, об'єкти, реактиви: чашки Петрі, бюкси, леза, лупи, пінцети, голки, фільтрувальний папір; насінневий матеріал; розчин індигокарміну 0,1 %, розчин кислого фуксину 0,2 %.

Основні відомості. Здатність цитоплазми рослинної клітини пропускати речовини називається проникністю. Мембрани живих клітин пропускають лише

певні молекули, або іони розчинених речовин проявляючи вибірковість, яка залежить від природи мембрани. Такі мембрани називають не напівпроникними, а вибірково проникними. При порушенні оптимальних умов існування (підвищенні або зниженні температур) у рослинній клітині може відбутися розрив мембран. Якщо пошкодити оболонку, то збільшується проникність цитоплазми тоді, як протоплазма ще живих клітин не пропускає барвник.

Хід роботи

1. Замочіть зерна пшениці (10-15 шт) на 6-10 годин, насіння кvasолі (10-15 шт.) на 18 годин у воді при температурі 18-20°C.
2. Розріжте вдовж борозенки насіння пшениці та навпіл кvasолі.
3. Налийте в бюкси або чашки Петрі розчин кислого фуксину 0,2%, занурте насіння пшениці в розчин і витримайте 5 хв.
4. Фарбу злийте, насіння пшениці промийте.
5. Замочіть в чашках Петрі насіння кvasолі в розчині індигокарміну 0,2 % на 2-8 годин при 30 °C.
6. Фарбу злийте, насіння кvasолі промийте.
7. Результати досліду запишіть у таблицю:

Назва об'єкту	Кількість насінин у досліді, шт.	Життєздатність насіння, %

Висновки

Контрольні запитання:

1. В чому полягає принцип методу визначення життєздатності насіння?
2. В результаті дії яких факторів можливе порушення цілісності мембран?
3. Для чого ми витримуємо перед фарбуванням насіння у воді?

Робота 3

Визначення жаростійкості рослин (за Ф. Ф. Мацковим)

Мета роботи: визначити ступінь пошкодження клітин рослин за різної температури.

Обладнання, об'єкти, реактиви: водяна баня, кристалізатори, термометри, пінцети, мірні циліндри місткістю 50-100 мл; листки досліджуваних рослин; 0,2 н розчин соляної кислоти.

Основні відомості. Жаростійкість – здатність рослин витримувати підвищенні температури. Високі температури негативно впливають на рослинні клітини: вони пригнічують рух цитоплазми, змінюють структуру білків, спричиняють пошкодження мембран тилакоїдів.

Хід роботи

1. Водяну баню нагрійте до температури 40 °С.
2. Занурте листки досліджуваних рослин.
3. Через 30 хв відберіть першу пробу листя на жаростійкість і перенесіть їх у кристалізатори з холодною водою.
4. Температуру води у водяній бані підвищуйте на 5°С і через 40 хв після цього, відберіть другу пробу, яку також перенесіть у холодну воду.
5. Так поступово температуру води доведіть до 80 °С, проби відберіть через інтервали 5 °С.
6. Воду в кристалізаторах замініть 0,2 н розчином HCl.
7. Через 20 хв проаналізуйте результати дослідження. Живе листя залишається зеленим, а мертво буріє. Про ступінь пошкодження листя зробіть висновок за появою на листках бурих плям, внаслідок утворення феофітину.

№ п/р	Вид рослини	Ступінь побуріння (пошкодження) при температурі, °С.				
		40	50	60	70	80

Висновки

Контрольні запитання:

1. Дайте визначення жаростійкості.
2. Як пояснити явище феофітінізації?
3. Що таке атмосферна і ґрунтова посуха?

Робота 4

**Визначення здатності рослинних тканин витримувати зневоднення
(ексикаторний метод П. О. Генкеля)**

Мета роботи: визначити здатність рослинних тканин витримувати

зневоднення за допомогою ексикаторного методу П. О. Генкеля.

Обладнання, об'єкти, реактиви: сушильна шафа, мікроскопи, аналітичні терези, предметні і накривні скельця, бритви, коркові свердла, корки, ексикатор, бюкси, пінцети, препарувальні голки; соняшник, картопля, кукурудза; концентрована сірчана кислота, 1М розчин сахарози, розчин нейтрального червоного.

Основні відомості. Режим погоди, при якому відсутня або наявна мінімальна кількість опадів, має назву посуха. Під час весняних і літніх посух рослини часто зазнають шкідливого впливу перегріву та недостатнього забезпечення їх клітин водою – зневоднення.

Хід роботи

1. З листків досліджуваних рослин корковим свердлом зробіть висічки і помістіть їх в ексикатор над сульфатною кислотою, розбавлену у відношенні 1:1.
2. Через 2-3 години висічки вийміть з ексикатора і виготовте з них зрізи.
3. Зрізи помістіть на предметне скло, нанесіть на них 1-2 краплини 1М розчину сахарози, накрийте покривним скельцем і розгляньте під мікроскопом.
4. В кількох полях зору мікроскопа, за допомогою сітчастого мікрометра, зробіть численні підрахунки живих плазмолізованих клітин.
5. З цих підрахунків виведіть середнє на одне поле зору мікроскопа або певну площу сітки мікрометра.
6. Чим більше живих клітин залишається, тим стійкіша рослина щодо зневоднення.
7. Зрізи зафарбуйте нейтральним червоним для чіткішого виявлення плазмолізованих клітин.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Які методи визначення посухостійкості рослин Вам відомо?
2. Які види посухи Ви знаєте?
3. Що таке водний дефіцит?

Робота 5

Вплив концентрації розчину солей на проростання насіння

Мета роботи: дослідити вплив концентрації розчину солей на проростання насіння рослин.

Обладнання, об'єкти, реактиви: термостат, чашки Петрі, промитий пісок, фільтрувальний папір; насіння соняшнику, кукурудзи, цукрового буряка, пшениці, огірків; 1М розчин NaCl.

Основні відомості. Рослини, які ростуть на засолених ґрунтах, дістали назву галофітів. Засолення ґрунтів зумовлює розвиток низького водного потенціалу, а тому вбирання води рослиною порушується, крім того шкідливість солей спричинює глибокі розлади процесів обміну у рослинах.

Хід роботи

1. В 4 чашки Петрі насипте по 50 г добре промитого піску.
2. У першій чашці змочіть пісок 10 мл 1М розчину NaCl, в другій – 10 мл 0,1М розчину NaCl, в третій – 10 мл 0,01М розчину NaCl, а в четверту чашку налийте 10 мл водопровідної води (контроль).

3. Після цього, відберіть 4 зразки досліджуваного насіння по 50 шт.
4. Відібране насіння розкладіть в чашках Петрі, накрийте їх кришками і поставте в термостат для просушування при відповідній температурі.
5. Через тиждень підрахуйте кількість пророслих насінин. Міліметровою лінійкою виміряйте довжину надземної частини і корінців та знайдіть середню величину з 0 вимірювань.
6. Отримані результати запишіть в таблицю:

Об'єкт дослідження	Концентрація розчину NaCl, м	Кількість пророслих насінин, %	Довжина, мм	
			Коріння середнє з 10	Стебельця середнє з 10
	Вода (контроль)			
	0,01			
	0,1			
	1,0			

Висновки

Контрольні запитання:

1. Яка реакція рослин різних екологічних груп на засолення?
2. Що таке солестійкість та її види?
3. Які групи галофітів Ви знаєте?

Лабораторне заняття №4

Тема: Фізіолого-біохімічні показники стану спокою та морозостійкості окремих тканин у деяких рослин.

Мета: виявити присутність жирів, редукуючих цукрів, білків та крохмалю у дослідних зразках пагонів рослин, відібраних восени та взимку, за допомогою мікрохімічних реакцій.

План

1. Виявити крохмаль, жири, білки та редукуючі цукри в тканинах пагонів деревних рослин.
2. Дослідити присутність і активність каталази й пероксидази.
3. Дослідити стан хлоропластів в кірковій паренхімі рослин.
4. Виявити ушкодження морозом однорічних пагонів.
5. Дослідити залежність терміну розпускання бруньок від часу зрізу.
6. Визначити порушення стану спокою методом поранення бруньок для ранньої вигонки рослин.
7. Спостерігати за станом клітин, які перебувають у стані спокою, і які вийшли зі стану спокою (за П. О. Генкелем)

Робота 1

Виявлення крохмалю, жирів, білків та редукуючих цукрів в тканинах пагонів деревних рослин.

Мета роботи: навчитися визначати наявність крохмалю у дослідних зразках пагонів.

Обладнання, об'єкти, реактиви: мікроскопи, пінцети, препарувальні голки, леза, предметні стекла, накривні скельця; пагони рослин; дистильована вода, розчин йоду в йодиді калію.

Основні відомості. Протягом вегетації в запасуючих тканинах пагонів деревних рослин відкладаються продукти процесу фотосинтезу. В зимовий період

запасні речовини зазнають перетворення під час яких накопичуються речовини, що підвищують стійкість рослинних клітин до низьких температур.

Хід роботи

1. Заготовте пагони деревних рослин (яблуні, вишні, груші, дуба, берези тощо).
2. **Наявність крохмалю в окремих тканинах пагонів деревних рослин.** Зрізи пагонів помістіть в чашку Петрі. Зріз повинен бути повний від периферії до центру. Зріз покладіть на предметне скло, обробіть KI + I і розгляньте під мікроскопом. Якщо тканина посиніє, то це свідчить про наявність крохмалю. Оцініть за 5-ти бальною шкалою.
3. **Наявність жирів в окремих тканинах.** Зріз помістіть на предметне скло і обробіть розчином фарби судан III, розгляньте під мікроскопом наявність олії. Оцініть за 5-ти бальною шкалою. По червоному забарвленню визначають наявність жиру.
4. **Наявність цукрів в окремих тканинах.** Зріз покладіть на предметне скло і обробіть 0,5% розчином CuSO_4 , а потім 10% розчином NaOH, підігрійте на спиртівці. При наявності моноцукрів випаде червоний осад. Оцініть за 5-ти бальною шкалою.
5. **Наявність білків в окремих тканинах.** Зріз покладіть на предметне скло і нанесіть краплю CuSO_4 та краплю NaOH. Про наявність білків свідчитиме поява блакитних плям. Оцініть за 5-ти бальною шкалою.
6. Результати оформіть в таблицю (за п'ятибальною системою вкажіть, в якій кількості та в якій тканині виявлено речовини). Зробіть висновки.

№ п/п	Об'єкт дослідження	Час відбору	Оцінка за 5-ти бальною шкалою		
			жир	крохмаль	редуковані цукри

рослинного організму виводиться дуже отруйна сполука – гідроген пероксид який інтенсивно накопичується в несприятливих для рослин умовах.

Хід роботи

1. Зрізи покладіть на предметне скельце.
2. Нанесіть краплю H_2O_2 , а потім гваялової смоли.
3. Розгляньте під мікроскопом.
4. Виділення міхурців O_2 вказує на присутність каталази, а посиніння клітин – пероксидази.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Що таке ферменти?
2. Як продемонструвати дію каталази на розщеплення пероксиду водню в клітинах тканин рослин?
3. Яка фізіологічна роль каталази в рослинах?

Робота 3

Дослідження стану хлоропластів в кірковій паренхімі

Мета роботи: спостерігати за станом хлоропластів у корковій паренхімі досліджуваних рослин.

Обладнання, об'єкти, реактиви: мікроскопи, пінцети, препарувальні голки, леза, предметні і накривні скельця; пагони рослин; дистильована вода.

Основні відомості. Під час переходу рослин до стану спокою у рослинній клітині відбуваються різні зміни. Процес відшарування цитоплазми деякі вчені розглядають як пристосувальну реакцію до впливу низьких температур. Це явище спостерігається в клітинах бруньок пагонів рослин.

Хід роботи

1. Зробіть сагітальні та поперечні зрізи пагонів рослин.
2. Помістіть їх на предметні скельця.
3. Розгляньте під мікроскопом.
4. Зробіть малюнки стану і зміни кольору об'єктів та зробіть відповідні висновки.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Які фази періоду спокою існують у рослин?
2. Що таке морозостійкість та її значення для рослин?
3. Що таке органічний спокій?

Робота 4

Виявлення пошкоджених морозом однорічних пагонів

Мета роботи: дослідити пошкодження морозом однорічних пагонів рослин.

Обладнання, об'єкти, реактиви: мікроскопи, пінцети, препарувальні голки, леза, предметні і накривні скельця; пагони рослин; дистильована вода.

Основні відомості. Протягом вегетації у запасуючих тканинах пагонів дерев відкладаються продукти фотосинтезу. У зимовий період запасні речовини зазнають перетворень, під час яких накопичуються речовини, що підвищують стійкість рослинних клітин до низьких температур. Існують різні типи пошкодження плодкових культур низькими температурами.

Хід роботи

1. Зробіть зрізи.
2. Розгляньте під мікроскопом пошкодження морозом різних тканин.
3. Заповніть таблиці, зробіть висновки.

1	6
2	7
3	8
4	9
5	10

№ п/п	Назва рослини	Постановка досліду	Дата спостережень							
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Висновки

Контрольні запитання:

1. Як впливає різке та тривале зниження температури на рослинні клітини?
2. Як змінюється кількість запасних речовин у пагонах протягом вегетації?
3. Що таке морозобоїни?

Робота 5

Дослідження залежності терміну розпускання бруньок від часу зрізу.

Мета роботи: дослідити залежність терміну розпускання бруньок від часу зрізу пагонів.

Обладнання, об'єкти, реактиви: мікроскопи, пінцети, препарувальні голки, леза, предметні і накривні скельця; пагони рослин; дистильована вода.

Основні відомості. У більшості рослин у певний період уповільнюється інтенсивність життєвих процесів: період спокою, як пристосування до несприятливих умов. Його поділяють на 3 фази: органічний спокій, глибокий спокій і вимушений спокій.

Хід роботи

1. Зрізані пагони з п'яти плодових дерев різної довжини (10-15см) поставте у воду при кімнатній температурі.
2. Кожного тижня оновлюйте зрізи рослин.
3. За гілками проводьте спостереження.
4. Запишіть час розпускання бруньок.
5. Після закінчення досліду зробіть відповідні висновки.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Які природні інгібітори росту Ви знаєте?
2. Що таке вимушений спокій у рослин?
3. Які методи переривання стану спокою у рослин Ви знаєте?

Робота 6

Метод поранення бруньок для ранньої вигонки рослин

Мета роботи: оволодіти методикою переривання спокою у рослин шляхом поранення бруньок.

Обладнання, об'єкти, реактиви: шприци, препарувальні голки, скляні банки; пагони деревних рослин; 10-% розчин етилового спирту.

Основні відомості. Для переривання спокою у рослин використовують фізичний вплив на бруньки дерев. Одним із засобів фізичного впливу на пробудження бруньок є наколювання або поранення.

Хід роботи

1. У зрізаних гілок бруньки наколіть препарувальною голкою. Укол зробіть в основу бруньки так, щоб він дійшов до її середини.
2. Наколоті бруньки помістіть в склянки з водою разом з контрольними і поставте в теплу оранжерею або на вікно в лабораторії.
3. Кращі результати дає укол з одноразовим уведенням слабого розчину етилового спирту.
4. Щоб порушити стан спокою у цибулинах, потрібно зробити 3-4 неглибоких надрізи по колу біля основи цибулини вище від денця.
5. Контрольні (не поранені) і дослідні цибулини помістіть в склянки з водою і поставте на вікно при кімнатній температурі.
6. Спостерігайте за швидкістю появи листків в контролі і досліді та зробіть відповідні висновки

Хід роботи

1. Заготовленні завчасно гілки поставте у банки з водою.
2. Іншу частину гілок зріжте і принесіть в лабораторію в день проведення досліду (контроль).
3. З бруньок контрольних і дослідних гілок зробіть тонкі зрізи.
4. Ці зрізи зафарбуйте розчином нейтрального червоного і розгляньте під мікроскопом.
5. Стан спокою в клітинах бруньок, принесених знадвору, спостерігайте перед початком досліду.
6. Вихід із стану спокою клітин спостерігайте з гілок, які Ви завчасно приготували для досліду.
7. Замалюйте результати досліду і зробіть відповідні висновки.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Що таке плазмодесми?
2. Що таке симпласт?
3. Які методи виявлення плазмодесм Ви знаєте?

Лабораторно-практичне заняття №5

Тема: пігменти зеленого листка.

Мета: оволодіти методикою добування пігментів і вивчення їх фізичних та хімічних властивостей.

Хід роботи:

1. Оцінити інтенсивність забарвлення листка різних рослин за п'ятибальною системою.
2. Отримати спиртову витяжку пігментів з листків різних рослин.
3. Кількісно визначити вміст хлорофілу фотоколориметричним методом.
4. Розділити пігменти методом Крауса (розчинність пігментів у спирті та бензині).
5. Провести омилення хлорофілу лугом (хімічні властивості, вплив луку на хлорофіл).
6. Провести розділення пігментів адсорбційним методом, методом хроматографії.
7. Одержати феофитин (хімічні властивості, вплив кислот).
8. Дослідити явище флуоресценції (фотохімічні властивості).

Робота 1

Оцінка інтенсивності забарвлення листка різних рослин за п'ятибальною системою

Мета роботи: оцінити інтенсивність забарвлення листка різних рослин за п'ятибальною системою.

Обладнання, об'єкти: листок паперу; листки досліджуваних рослин.

Основні відомості: крім генетичних факторів, для утворення хлорофілу велике значення мають умови навколишнього середовища: світло, температура, кисень, ґрунтове живлення, вода тощо. Найважливішою умовою, необхідною для утворення хлорофілу у рослинах, є світло,

насамперед його спектральний склад.

Хід роботи

1. Покладіть в рядок всі листки з різних рослин і оцініть їх за 5-ти бальною системою за інтенсивністю зеленого кольору.
2. Дані занесіть в таблицю:

№ п/п	Назва рослини	Оцінка зеленого листка	Оцінка спиртової витяжки	Дані ФЕКа
1				
2				
3				
4				
5				

Висновки

Контрольні запитання:

1. В якому стані знаходяться пігменти в розчині і в листку?
2. Які види пластидів у рослинах Вам відомі?
3. Яка основа функція у хлоропластів?

Робота 2

Одержання спиртової витяжки пігментів з листків різних рослин

Мета роботи: освоїти методику одержання спиртової витяжки пігментів з листків різних рослин.

Обладнання, об'єкти, реактиви: аналітичні терези, ножиці, скальпелі, фарфорові ступки, лійки, фільтрувальний папір, скляні палички, колбочки, пробірки; зелені листки; 96-% етиловий спирт, бензин, петролейний ефір, чистий кварцовий пісок, крейда.

Основні відомості. Щоб детально вивчити хімічні і фізичні властивості хлоропластів, їх вилучають із зелених рослин. Пігменти зелених листків добре розчиняються в ліпоїдних розчинниках. Вибираючи розчинники, потрібно враховувати розчинність самих пігментів. Залежно від хімічного складу, розрізняють полярні (спирти, ацетон) і неполярні (бензин, петролейний ефір, гексан) розчинники.

Хід роботи

1. Візьміть наважку (1-2 г) листків дослідних рослин.
2. Ножицями або скальпелем наріжте зелені листки і гомогенізуйте (розтирайте біоматеріал з чистим кварцовим піском).
3. До гомогенізованого матеріалу додайте трохи крейди (для нейтралізації кислот клітинного соку).
4. Зелену масу розтирайте при додаванні спирту доки вся зелена маса стане напіврідкою.
5. Гомогенізовану масу через фільтр перенесіть в колбу.
6. В лійку долийте спирту, доки з маси не буде вилучений весь хлорофіл (спиртова витяжка хлорофілу).

визначення вмісту хлорофілу є колориметричний.

Хід роботи

1. Приготуйте спиртову витяжку пігментів та стандартний розчин Гетрі. В мірну колбу на 100 мл налейте 28,5 мл 1%-го розчину $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 50 мл 2%-ного розчину $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 10 мл 2 н розчину NH_4OH , долийте дистильованої води до позначки і ретельно перемішайте.
2. Визначте оптичну густину розчину. Надійними є результати, які отримані в межах від 0,1 до 0,4. Якщо оптична густина більша за ці дані, то необхідно розвести витяжку.
3. Виміри повторіть декілька разів. Розрахуйте середнє арифметичне.
4. Визначте концентрацію хлорофілу за калібрувальним графіком, використовуючи дослідні дані оптичної густини.
5. Розрахуйте кількість хлорофілу за формулою.

$$A = a \cdot V / P \cdot 50 \text{ де}$$

A – кількість хлорофілу в 1 сирій речовини, мг;

a – кількість хлорофілу в 50 мл екстракту, визначена з використанням калібрувального графіка, мг;

V – загальний об'єм витяжки пігментів, мл;

P – наважка, г;

50 – коефіцієнт (за калібрувальним графіком визначаємо кількість хлорофілу в 50 мл. витяжки)

6. Отримані дані запишіть в таблицю:

Варіант досліджу	Наважка, (в г)	Об'єм витяжки, (в мл)	Оптична густина	Кількість хлорофілу за калібрувальним графіком, в 50 мл	Вміст хлорофілу в листках, мг/г сир. реч.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Пояснити суть методу кількісного визначення вмісту хлорофілу за допомогою ФЕКа.
2. Чи існує пряма залежність між кількістю хлорофілу в листку та інтенсивністю фотосинтезу?
3. Листки яких рослин містять більшу кількість хлорофілу – світлолюбні чи тіневитривалі?

Робота 4

Розділення пігментів методом Крауса (розчинність пігментів у спирті та бензині)

Мета роботи: дослідити розподіл пігментів з фотосинтезуючих тканин дослідних об'єктів.

Обладнання, об'єкти, реактиви: пробірки, штативи, піпетки, лінійка з поділками; спиртова витяжка хлорофілу; бензин, вода.

Основні відомості. Метод розподілу зелених і жовтих пігментів за Г. Краусом ґрунтується на різній розчинності їх в етиловому спирті і бензині. Ці розчинники при зливанні не змішуються і утворюють дві фази: верхню

бензинову і нижню спиртову. Завдяки цьому, відбувається розподіл компонентів суміші.

Хід роботи

1. У пробірки налейте 1 мл спиртової витяжки, додайте бензину 2-2,5 мл і 2-3 краплі води.
2. Пробірку щільно закрийте пробкою, збовтайте 1-2 хвилини та поставте у штатив для спостереження.
3. За 2-3 хвилини рідина в пробірці розділиться на два шари: верхній, бензиновий – зеленого кольору і нижній, спиртовий – жовтого кольору. У верхньому зеленому шарі буде хлорофіл і каротин, а в нижньому, жовтому – ксантофіл.

Висновки

Контрольні запитання:

1. На чому базується метод розділення суміші пігментів за Краусом?
2. Які частини молекули хлорофілу мають гідрофобні та гідрофільні властивості?
3. Які пігменти містяться у спиртовій витяжці хлорофілу?

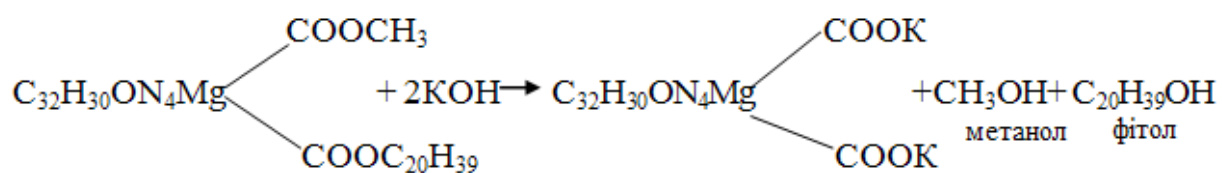
Робота 5

Проведення омилення хлорофілу лугом (хімічні властивості, вплив лугу на хлорофіл)

Мета роботи: дослідити реакцію омилення хлорофілу.

Обладнання, об'єкти, реактиви: пробірки, спиртівки, штативи; спиртова витяжка хлорофілу, бензин, КОН, 20% спиртовий розчин лугу.

Основні відомості. Наявність у молекулі хлорофілу великої кількості активних хімічних груп зумовлює його велику реакційну здатність. При додаванні лугу до розчину хлорофілу відбувається реакція омилення хлорофілу: відщеплюються спирти фітол і метанол, а двоосновна кислота хлорофілу утворює сіль. Солі хлорофілу мають зелений колір, але на відміну від хлорофілу, вони не розчинні у бензині.



Хід роботи

1. У пробірку налейте 1 мл спиртової витяжки хлорофілу і розділіть пігменти.
2. До витяжки додайте 0,1 г NaOH.
3. Пробірку закрийте корком, добре збовтайте і поставте у штатив відстоятись. Під впливом NaOH хлорофіл омилюється і замість нього у витяжці будуть продукти омилення, які з верхнього бензинового шару переходять у нижній спиртовий. Тому і шари в пробірці розділяються інакше. Верхній бензиновий шар буде жовтий, бо в ньому є каротин, а нижній, спиртовий, - зелений, що свідчить про наявність продуктів омилення хлорофілу. Ксантофіл знаходиться в нижньому спиртовому шарі.
4. Щоб ксантофіл перейшов у верхній бензиновий шар, до 2 мл спиртової витяжки хлорофілу додайте 0,5 мл 20% спиртового розчину лугу і 2-3 рази обережно нагрійте на спиртівці.
5. Витяжку охолодіть, долийте до неї таку саму кількість бензину і 1-2 краплі води і добре збовтайте.
6. Верхній бензиновий шар буде жовтий, оскільки в ньому розчинений

каротин і ксантофіл, який при додаванні розбавленого водою спирту, також переходить у верхній бензиновий шар. Нижній, розбавлений водою, спиртовий шар буде зеленого кольору, оскільки в ньому знаходяться розчинені лужні солі дикарбонових кислот хлорофілу, що утворилися під впливом спиртового розчину луку і як і хлорофіл, мають зелене забарвлення та містять вільні спирти: метиловий CH_3OH і фітол $\text{C}_{20}\text{H}_{39}\text{OH}$.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Поясніть реакцію омилення хлорофілу лугом?
2. Як отримати спиртову екстракцію пластидних пігментів листків?
3. Яка хімічна природа хлорофілу?
4. Чим відрізняється омилений хлорофіл від звичайного?

Робота 6

Проведення розділення пігментів методом адсорбційної хроматографії

Мета роботи: дослідити методом адсорбційної хроматографії спиртову витяжку пластидних пігментів.

Обладнання, об'єкти, реактиви: стакани або пробірки, фільтрувальний

папір, ножиці; спиртова витяжка хлорофілу.

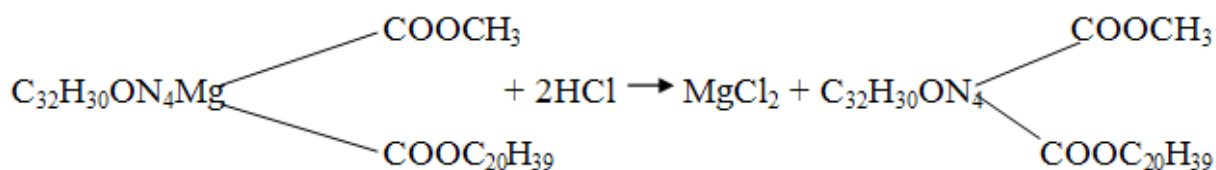
Основні відомості. Адсорбційну хроматографію для розподілу пігментів зеленого листка вперше застосував М. Цвет у 1904 році. Хроматографічний метод розподілу складних сумішей органічних речовин є одним з основних методів біохімічного аналізу. Усі відомі тепер методи хроматографічного аналізу можна поділити на 3 основні групи: адсорбційну, розподільну і осадову хроматографію.

Адсорбційна хроматографія ґрунтується на властивості речовин, які зазнають розподілу, вибірково адсорбуватися з розчинника на твердому порошкоподібному адсорбенті. Для розподілу досліджувану суміш пропускають крізь колонку, наповнену адсорбентом (сахарозою карбонатом кальцію, клітковиною крохмалю, силікагелем та ін.). Компоненти суміші адсорбуються на матеріалі колонки під дією молекулярних сил. Для кожного компонента суміші ці сили не однакові, тому, коли суміш пропускають крізь шар сорбенту, різні її компоненти розташовуються в колонці сорбенту у вигляді окремих зон з різним забарвленням.

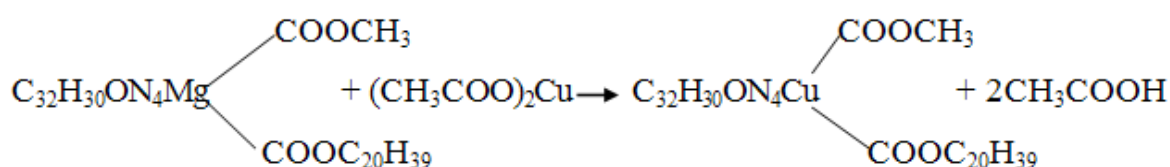
Хід роботи

1. У пробірку налейте спиртової витяжки хлорофілу.
2. Відріжте смужки фільтрувального паперу завширшки 1 см.
3. Опустіть кінець фільтрувального паперу у хлорофілову витяжку так, щоб другий виходив із пробірки. На фільтрувальному папері над поверхнею розчину з'являються зелені смуги хлорофілу, потім жовті каротину і ксантофілу. А над жовтими смугами буде безбарвна смуга від спирту. Фільтрувальний папір є адсорбентом, на якому хлорофіл адсорбує інтенсивніше, ніж інші жовті пігменти та спирт.
4. На фільтрувальний папір нанесіть краплю спиртової витяжки суміші пігментів. Внаслідок різної швидкості адсорбції пігментів крапля розпливаючись на папері, дає концентричні кола, всередині зелені, а зовні жовті. Такий розподіл пігментів можна спостерігати на фільтрі, коли фільтрують зелену розтерту масу при добуванні спиртової витяжки хлорофілу.

Хлорофіл добре взаємодіє з різними речовинами. Якщо за допомогою кислоти з молекули хлорофілу витіснити магній – утвориться продукт, що має буре забарвлення (феофітин).



Зелене забарвлення можна знову отримати шляхом додавання іонів металу – міді (заліза, магнію, цинку). В цьому випадку, атом металу буде витіснити водень з феофітину. При цьому, оцтова кислота, що утворюється, виконує роль каталізатора.



Хід роботи

1. У пробірку налейте 1 мл спиртової витяжки хлорофілу.
2. Додайте 1 краплю концентрованої HCl. Якщо концентрованої HCl немає, то можна взяти 1 мл 20% кислоти. Під впливом кислоти, яскраво-зелене забарвлення зникає, витяжка стає бурюю. Така зміна кольору відбувається внаслідок того, що під впливом HCl магній у молекулах хлорофілу заміщується воднем. Така сполука називається феофітином.
3. Якщо до феофітину додати розчин оцтової кислоти міді або оцтовокислого цинку і обережно підігріти на спиртівці, не доводячи до кипіння, то витяжка поступово знову набуває зеленого кольору. У цьому випадку, водень з молекули хлорофілу витискається міддю або цинком. Оцтова кислота виконує роль каталізатора.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Що таке феофітин?
2. Яким чином можна відновити металоорганічний зв'язок? Напишіть рівняння реакції.
3. Доведіть, що в молекулі хлорофілу міститься атом магнію.

Робота 8

Дослідження явища флуоресценції (фотохімічні властивості)

Мета роботи: спостерігати флуоресцентне випромінювання хлорофілу.

Обладнання, об'єкти, реактиви: пробірки, хімічний стакан, штативи із затискачем, настільна електрична лампа; спиртова витяжка хлорофілу.

Основні відомості. Крім вибіркового поглинання світлової енергії, хлорофіл характеризується здатністю до флуоресценції (від лат. fluo – потік та esentia – короткочасне світіння). Випромінювання світлової енергії при переході фото збудженої молекули хлорофілу з синглетного до основного стану дістало назву флуоресценція. Для всіх пігментів, які належать до класу порфіринів, характерна інтенсивна флуоресценція у червоній ділянці спектра. Здатність хлорофілів флуоресціювати, свідчить про їхню високу фотохімічну активність.

Хід роботи

1. У пробірку налейте спиртову витяжку хлорофілу.
2. Розгляньте її проти світла на рівні очей. Хлорофілова витяжка матиме смарагдовий колір.
3. Розгляньте витяжку хлорофілу у відбитому світлі і спостерігайте явище флуоресценції, тримаючи пробірку з витяжкою на темному фоні і розглядаючи її з того боку, звідки падає світло. За цих умов, витяжка матиме вишнево-червоний колір внаслідок зміни хвилі відбитого променю.
4. Замалуйте явище флуоресценції в зошиті.

Висновки

Контрольні запитання:

1. Поясніть суть явища флуоресценції хлорофілу.
2. Що таке флуоресценція?
3. Яке значення має флуоресценція в життєдіяльності зеленого листка?

Лабораторно-практичне заняття № 6

Тема: Методи дослідження фотосинтезу

Мета: оволодіти методами визначення фотосинтезу.

План

1. Утворення крохмалю у фотосинтезуючому листку.
2. Визначення фотосинтезу за кількістю накопиченої сухої речовини (метод листкових половинок).
3. Визначення інтенсивності фотосинтезу за (Л. О. Івановим і Л. М. Косовичем).
4. Визначення площі листкової поверхні методом висічок.
5. Визначення чистої продуктивності фотосинтезу.

Робота 1

Утворення крохмалю у фотосинтезуючому листку

Мета роботи: оволодіти методикою визначення крохмалю у фотосинтезуючому листку.

Обладнання, об'єкти, реактиви: водяна баня, чашки Петрі, спиртівки, пінцети, ножиці, стакани, чорний папір, скріпки; витримані у темряві кімнатні рослини: пеларгонія, примула, гортензія; спирт, розчин йоду в йодиді калію, 1%-м розчином КОН.

Основні відомості. Фотосинтез (в перекладі із грецької *fotos* – світло, *synthesis* – з'єднання) — складний ланцюг фотохімічних реакцій та окисно-відновних процесів, які забезпечують засвоєння, поглинання та перетворення енергії квантів сонячного випромінювання в енергію хімічних зв'язків АТФ та утворення відновника з високим негативним потенціалом, за рахунок чого проходить синтез складних органічних сполук. Процес фотосинтезу проходить в дві фази: світлової (енергетичної), яка відбувається в мембранах тилакоїдів; темної (метаболическої), яка відбувається в стромі хлоропластів – у водному середовищі між гранами.

Хід роботи

1. За 48 годин до заняття поставте експериментальні рослини у темне місце.
2. Перед заняття, з чорного паперу або фольги виріжте фігурки різної форми так, щоб одна була дзеркальним відображення другої.
3. Внесіть рослину, яка знаходилась у темряві у лабораторію.
4. Прикріпіть до листків папір з вирізаними фігурками різної форми так, щоб одна була дзеркальним відображення другої.
5. Помістіть рослини на світло електричної лампи на 2-4 години.
6. По закінченні експозиції фігурки зніміть, а листки помістіть на киплячу водяну баню.
7. Мертві листки прокип'ятіть у спирті до повного знебарвлення.
8. Занурте їх на кілька хв у склянку з 1%-м розчином КОН.
9. Розправте листки у чашках Петрі і обробіть їх розчином йоду в йодиді калію.
10. За 5-10 хв місця, де було прикріплено фігурки, стануть безбарвними (білими або світло-жовтими). Інші ділянки стануть синьо-чорними (Поясніть чому утворилися такі кольори?).
11. Замість листків паперу, можна використовувати висококонтрастний негатив, а знизу чорний папір.

Висновки

Контрольні питання:

1. Для чого перед дослідом рослини ставлять у темряву на певний час?
2. Як одержати на листку рослини відбиток або фігурку за допомогою крохмальної проби?
3. На чому ґрунтується метод Сакса?

Робота 2

Визначення фотосинтезу за кількістю накопиченої сухої речовини (метод листкових половинок)

Мета: навчитися визначати продуктивність фотосинтезу методом листкових половинок.

Обладнання, об'єкти, реактиви: сушильна шафа, торсійні ваги, ексікатор, чашка Петрі, бюкси, коркові свердла діаметром 5-10 мм, корки, пінцети; кімнатні рослини.

Основні відомості. Метод листкових половинок запропонований німецьким вченим Ю. Саксом ще в 1883 р. Суть його в тому, що за зміною маси фотосинтезуючої частини листкової пластинки визначають збільшення у ній сухої речовини за одиницю часу.

Хід роботи

1. Для досліду відберіть рослини з великими листками симетричної форми (соняшник, кукурудза та ін.). Виберіть два непошкоджених супротивних листки.
2. Одну половинку листка зріжте, а другу, з центральною жилкою, залиште на рослині. Якщо це кімнатна рослина, то поставте її на світло на 6-8 год.
3. Відрізану половинку покладіть у кристалізатор з водою на 30 хв до повного насичення листка.
4. З цієї пластинки, корковим свердлом, виріжте кілька кружечків і внесіть їх у попередньо зважений металічний бюкс, який ставте в термостат на 2 год для висушування висічок при температурі 70 °С.

5. Через 2 год бюкси охолодять в ексікаторі і зважте разом з висічками. Потім знову поставте в термостат на 30 хв і висушіть до сталої маси.
6. Розділивши масу на площу, дістають кількість сухої речовини на одиницю площі листка.
7. Через 4-6 год зріжте другу половинку листка і проведіть ті самі операції, що й з першим. Збільшення маси в тих половинках листків, які залишались на світлі, свідчить про інтенсивність фотосинтезу. Проте, ці дані не точні і потребують внесення поправок, оскільки тут не враховано витрату сухої речовини, яка йде на дихання і відтік.
8. Щоб отримати точніші дані, виріжте половинку листкової пластинки з супротивного листка тієї самої рослини, а на другу половинку надіньте ковпачок з чорного паперу за допомогою канцелярських скріпок.
9. З першою і другою половинками цього листка проведіть ті самі досліди, що й з попередніми, тільки при цьому визначають уже не приріст сухої речовини, а втрату її на одиницю площі за одиницю часу (влітку за 1 год, взимку — за добу).
10. Після закінчення досліду й обчислення результатів кількості втрати сухої речовини за час досліду в результаті дихання та відтоку, додайте до кількості приросту і дістанете точніші дані. Середні результати дослідів запишіть в таблицю:

Об'єкт	Приріст сухої речовини в процесі фотосинтезу, г	Втрата сухої речовини за рахунок дихання і відтоку, г	Інтенсивність фотосинтезу, (г/м ² · год)

Висновки

Контрольні запитання:

1. На чому ґрунтується визначення фотосинтезу методом листкових половинок?
2. У чому особливості цього методу?
3. Що таке чиста продуктивність фотосинтезу?

Робота 3

Визначення інтенсивності фотосинтезу

(за Л. О. Івановим і Л. М. Косовичем)

Мета: визначити інтенсивність фотосинтезу листків дослідних рослин.

Обладнання, об'єкти, реактиви: круглодонні або плоскодонні колби, пробки з отворами, скляні палички, термометри; листки досліджуваної рослини; 0,025 н розчин Ва(ОН)₂, фенолфталеїн, 0,025 н розчин НСl.

Основні відомості. Метод Л. О. Іванова і Л. М. Косовича ґрунтується на визначенні інтенсивності фотосинтезу за кількістю поглинутого СО₂ листком або пагоном у замкненій атмосфері зі сталим об'ємом повітря.

Хід роботи

1. Візьміть дві однакові круглодонні або конічні колби, їхні горла обгорніть папером і залиште відкритими в однакових умовах протягом

30-60 хв для заповнення повітрям.

2. Колби закрийте запасними гумовими корками, отвори, в яких закриті скляними паличками.

3. Зріжте листок або гілочку, підріжте її під водою і поставте у пробірку з прокип'яченою водою.

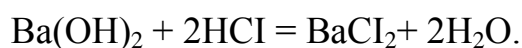
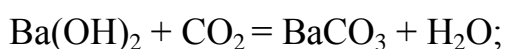
4. У колбу, для визначення інтенсивності фотосинтезу, налейте 20 мл бариту і на крючечок підвісьте листок або гілочку дослідного об'єкту таким чином, щоб він знаходився в 2-3 см від бариту.

5. Під час досліду спостерігайте за температурою у колбі.

6. Колби на світлі витримують до 20 хв. (час залежить від інтенсивності світла, асимілюючої поверхні, об'єму колби тощо). Тривалість експозиції повинна бути такою, щоб рослина поглинула не більше, як 25% CO₂ який міститься у колбі.

7. Після досліду рослину вийміть із колби, а в колбу швидко додайте по 2-3 краплі фенолфталеїну і відтитруйте 0,025 н розчином HCl до зникнення рожевого забарвлення.

8. Якщо дослідна і контрольна колба мають однаковий об'єм і в них налито однакову кількість розчину Ba(OH)₂ то кількість поглинутого листком CO₂ буде прямо пропорційна різниці результатів титруванню вмісту цих колб. Щоб встановити в якій кількості CO₂ відповідатиме 1 мл. HCl, що затрачено на титрування, порівняйте реакції.



9. Отже, з наведених рівнянь видно, що 1 моль HCl відповідає 0,5 моль CO₂, тобто $44 : 2 = 22$ г CO₂. При 0,025н концентрації HCl в 1мл цього розчину міститься 0,000025 моль HCl, що еквівалентна $22 \times 0,000025 = 0,00055$ г, або 0,55мг CO₂.

10. Після досліду визначте площу або масу листка, кількість вуглекислоти в колбах і результати запишіть в таблицю:

Назва рослини	Час			Площа листків, в дм ²	Налито Ва(ОН) ₂ мл	Пішло на титрування НСІ мл.		Поправка до титру НСІ	Інтенсивність фотосинтезу у мг/дм ² х Г
	початок	кінець	тривалість			контроль	дослід		

11. Інтенсивність фотосинтезу визначте за такою формулою:

$$I_f = (A-B) \cdot K \cdot 0,55 \cdot 60 / S \cdot t, \text{ де}$$

I_f - інтенсивність фотосинтезу, мг/дм²*Г;

A - кількість НСІ, використана на титрування Ва(ОН)₂ в дослідній колбі, мл;

B – кількість НСІ використана на титрування Ва(ОН)₂ в контрольній колбі;

K - поправка на титр НСІ; 0,55 - кількість СО₂, яка відповідає 1мл 0,025н.

НСІ, мг;

S - площа листків, дм²;

t - тривалість досліду, хв;

60 - коефіцієнт переведення хвилин у години.

12. В досліді 3 варіанти: контроль колба без об'єкта 1 варіант – листок пеларгонії, 2 – листок гортензії, 3 – листок лимона.

13. Щоб зробити точні виміри, потрібно повторити дослід кілька разів, відкривати та закривати колби, не торкаючись скла руками, витримувати колби, заповненні повітрям один і той самий час і врахувати процес дихання рослини.

Висновки

Контрольні питання:

1. Які особливості методу Л. О. Іванова і Л. М. Косовича?
2. На чому ґрунтується визначення інтенсивності фотосинтезу?
3. Які фактори впливають на інтенсивність фотосинтезу рослинного організму?

Робота 4

Визначення площі листкової поверхні методом висічок

Мета: визначити площу листків дослідних рослин.

Обладнання, об'єкти, реактиви: ваги, свердла, міліметровий папір; листки рослин.

Основні відомості. Листки рослин мають переважно плоску форму, що забезпечує найбільшу листову поверхню на одиницю об'єму рослинної тканини. Це сприяє процесу проходження фотосинтезу (повітряному живленню). Продуктивність сільськогосподарських культур залежить від розвитку листової поверхні рослин. Негативно впливає на врожайність, як надмірний, так і слабкий розвиток листової поверхні. При вивченні більшості фізіологічних процесів рослинного організму виникає потреба знати площу листової поверхні і одним з цих методів є метод висічок.

Хід роботи

1. Зріжте листки з рослин (без черешків), зважте їх.
2. За допомогою свердла з середини та боків листків зробіть (не зачіпаючи середніх жилок) 20-30 висічок.
3. Зважте висічки.
4. Визначте площу однієї висічки за формулою кола: $S = \pi r^2$, де r – радіус висічки.
5. Знайдіть площу всіх листків за формулою:

$$X = S \cdot m_1 / m \cdot 10000 (\text{м}^2), \text{ де}$$

m – маса висічок, г;

S – площа висічок, см^2 ;

m_1 – маса листків дослідних рослин, г.

Висновки

Контрольні питання:

1. Поясніть суть методу висічок?
2. Яку функцію у рослинному організмі виконує листок?
3. Якими методами можна розрахувати площу листка?

Робота 5

Визначення чистої продуктивності фотосинтезу

Мета: навчитися визначати чисту продуктивність фотосинтезу рослинного організму.

Обладнання, об'єкти, реактиви: термостат, ваги, свердла, ексікатор, смужка міліметрового паперу, бюкси; дослідні рослини.

Основні відомості. Основними показниками фотосинтезу є інтенсивність і чиста продуктивність, тобто кількість загальної сухої речовини біомаси, яка утворюється рослиною протягом доби. Суть методу полягає у визначенні приросту сухої речовини за добу з розрахунку на 1 м^2 листової поверхні.

Хід роботи

1. Відберіть 10 середні рослин і зважте їх. Потім відділіть листки від стебла та зважте окремо один від одного.
2. Визначте площу листків методом висічок (див. роб. №4)
3. Помістіть окремо в алюмінієві бюкси наважки листків та стебла. Дослід виконайте в 3 повторах.
4. Бюкси витримайте в термостаті при $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ до постійної ваги. Охолодіть в ексікаторі і знову зважте.
5. Дослід повторіть через 7-10 діб, розрахуйте ЧПФ за формулою:

$$\text{ЧПФ} = \frac{V_2 - V_1}{0,5 \cdot (L_1 + L_2)} \cdot n$$

V_1 – маса сухої речовини на початку дослідження, г;

V_2 – маса сухої речовини в кінці дослідження, г;

L_1 – площа листків дослідних рослин на початку дослідження, м^2 ;

L_2 – площа листків дослідних рослин в кінці дослідження, м^2 ;

n – кількість днів дослідного періоду.

б. Дані запишіть в таблицю і зробіть висновок:

Дата дослідю	Сира маса 10 рослин, г		Площа листків, м ²	абсолютна суха маса 10 рослин, г		ЧПФ листкової поверхні за добу, г/м ²
	Листки	Стебла		Листки	Стебла	

Висновки

Контрольні питання:

1. Що таке чиста продуктивність фотосинтезу? Як її обчислити?
2. Які види врожаю Ви знаєте?
3. Який зв'язок ЧПФ з інтенсивністю фотосинтезу?

Словник ключових термінів

Адгезія – сила прилипання молекул води до клітинних стінок судин.

Антоціан – водорозчинний червоний або синій пігмент клітинного соку.

Апопласт – єдина транспортна система, по якій відбувається транспорт води та розчинених речовин по системі.

Вакуоля – простір у цитоплазмі, заповнений клітинним соком та оточений мембраною.

Відновлення – приєднання електрона атомом (відбувається одночасно з окисненням: один атом віддає електрон, другий – приєднує).

Відносна транспірація – відношення інтенсивності транспірації з одиниці площі листка до інтенсивності випаровування води з такої самої площі вільної водної поверхні за одиницю часу.

Водневий зв'язок – зв'язок між ковалентно зв'язаним атомом водню, який має частковий позитивний заряд, та іншими ковалентно зв'язаними атомами, що мають негативний заряд.

Ген – це фрагмент молекули ДНК, який несе інформацію про певну ознаку чи функцію рослинного організму.

Гібереліни – група фітогормонів, яка впливає на ріст стебла.

Гіпертонічний розчин – розчин, який має концентрацію вищу, ніж клітинний сік.

Гіпотонічний розчин – розчин, концентрація якого нижча, ніж клітинного соку.

Гідроліз – розщеплення молекули за рахунок приєднання води.

Гліколіз – ланцюг реакцій, в результаті яких глюкоза перетворюється на піруват (з утворенням АТФ).

Гутація – явище виділення крапель рідини на листках рослин.

Деплазмоліз – процес повернення клітини до нормального осмотичного стану у гіпотонічному розчині.

ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота) – високомолекулярний полімер, який виконує функцію збереження генетичної інформації рослинної клітини.

Дихальний коефіцієнт – відношення кількості виділеного при диханні CO_2 до кількості поглинутого O_2 , в молях.

Дихання – біохімічний процес, в результаті якого, в органах рослини окислюються та розкладаються органічні сполуки за участю кисню з виділенням енергії.

Ендодерма – шар клітин, що охоплює провідний циліндр у коренях та деяких стеблах.

Епідерма – зовнішній шар клітин (первинний за походженням) листків, стебел, коренів.

Замикаючі клітини – дві спеціалізовані епідермальні клітини продихового апарату.

Ізотонічний розчин – розчин, концентрація якого рівна концентрації клітинного соку.

Інтенсивність дихання – основний показник окислення субстратів, який визначають по кількості вуглекислого газу, що виділяє рослина або по кількості кисню, що поглинає.

Інтенсивність транспірації – величина, що показує, яку кількість води, в грамах, випаровує рослина на 1 м^2 або 1 см^2 листової поверхні за 1 годину.

Інтенсивність фотосинтезу – кількість CO_2 , засвоєного одиницею поверхні листка за одиницю часу.

Інфільтрація – проникність (просочування) хімічних речовин крізь відкриті продихи.

Каротиноїди – клас пігментів (жиророзчинних): жовті, рожеві, червоні каротини та жовті ксантофіли. Це допоміжні пігменти процесу фотосинтезу. Містяться в хромопластах та хлоропластах.

Клітинний сік – рідкий вміст вакуолей.

Когезія – сила взаємного зчеплення молекул води, що забезпечує безперервність водяних ниток в судинах та трахеїдах.

Кореневий тиск – сила, яка спричиняє в рослині односторонній потік води з розчиненими в ній речовинами від кореневої системи, незалежно від транспірації.

Ксилема – тканина, по якій транспортуються мінеральні речовини та вода в рослині. Має трахеальні елементи.

Крохмаль – полісахарид, який нерозчинний у воді, головна запасна речовина в рослинній клітині.

Кутикула – восковий шар на стінці епідермальних клітин.

Ліпіди – жироподібні речовини, які містяться в живих клітинах та впливають на обмін речовин.

Локус – місце, яке займає ген в хромосомі.

Макроелементи – основні неорганічні хімічні елементи, що необхідні рослині для росту та розвитку (K, N, Ca, P, Mg).

m-РНК – вид РНК, що відповідає за перенесення інформації про первинну структуру білків від ДНК до місця синтезу білків.

p-РНК – вид РНК, що є центральним компонентом рибосоми, комплексу, що збирає білки у клітині.

t-РНК – вид РНК, маленький ланцюжок РНК (73-93 нуклеотидів), що служить для постачання специфічних амінокислот, необхідних для синтезу нового поліпептидного ланцюжка, до місця трансляції.

Мембрани – система динамічних спеціалізованих структур, які забезпечують компартментацію (розмежування) клітин та окремих органел, створюючи умови для нормального проходження метаболічних процесів.

Меристема – недиференційована рослинна тканина, з якої розвиваються нові клітини.

Мікроелементи – хімічні елементи, які необхідні рослинам в невеликих кількостях: Хлор, Купрум, Цинк, Ферум, Бор, Молібден.

Мітохондрії – основна енергетична підстанція клітини, де в процесі дихання розщеплюються органічні молекули, вивільнюється енергія і запасається у

формі АТФ, що забезпечує рослинну клітину енергією життєдіяльності в доступній формі.

Нуклеїнова кислота – біополімер клітин нижчих і вищих організмів, для якої характерні такі функції: збереження, передача та реалізація генетичної інформації.

Нуклеотид – мономер нуклеїнових кислот. Нуклеотид побудований з цукру-пентози, азотистої основи (пуринової або піримідинової) і залишку фосфатної кислоти.

Окислювальне фосфорилування – один з найважливіших компонентів клітинного дихання, що приводить до отримання енергії у вигляді АТФ. Субстратами окислювального фосфорилування виступають продукти розщеплення органічних сполук — білки, жири та вуглеводи.

Органела – спеціалізована частина клітини.

Осмоз – дифузія розчинника або води крізь напівпроникну мембрану.

Осмотичний тиск – це тиск розчину на напівпроникну перетинку, яка відокремлює його від розчинника або від розчину з меншою концентрацією. Осмотичний тиск тим вищий, чим концентрованіший розчин.

Первинна оболонка – шар оболонки, що формується в період росту клітин.

Пігмент – речовина, що вибірково поглинає світло.

Плазмоліз – відокремлення протопласта від оболонки рослинної клітини, в результаті втрати ним води за рахунок осмосу.

Пластида – органела деяких еукаріотичних клітин, де утворюються та відкладаються про запас органічні речовини.

Продихи – специфічні отвори в епідермі, крізь які відбувається газообмін. Розміщені переважно з нижнього боку листової пластинки, але у деяких рослин – з верхнього (капуста, злаки).

Протоплазма – цитоплазма без органел.

Протопласт – у рослин клітина без оболонки.

Протодерма – меристема, синтезується на матриці ДНК, а також бере участь в синтезі білку.

Рідинно-мозаїчна модель – модель мембрани, згідно якої мембрана складається з подвійного шару ліпідів та занурених в нього білкових глобул.

Рибосома – частинка рослинної клітини, яка складається з білка і РНК (місце синтезу білка).

Симпласт – сукупність протопластів клітин рослинної тканини або органа.

Строма – основна речовина пластид.

Судини – трубчасті елементи ксилеми, що мають провідну функцію.

Сферосоми – сферичні структури, які знаходяться в цитоплазмі клітин рослин, відмежовані мембраною та складаються з ліпідів.

Тонoplast – цитоплазматична мембрана, що оточує вакуолю клітини.

Транспірація – процес випаровування води рослиною (продихова, кутикулярна).

Трахеїди – продовгувата товстостінна опорна і провідна клітина ксилеми з порами в оболонці.

Флоема – провідна тканина судинних рослинних організмів, по якій транспортуються органічні речовини. Складається з волокон, склереїд, різних паренхімних клітин та ситоподібних елементів.

Фотоліз води – розщеплення молекули води на кисень і водень (залежне від світла). Відбувається в ході світлових реакцій фотосинтезу в фотосистемі II.

Циторіз – явище, при якому плазмалема не відокремлюється від оболонки, в результаті чого клітина зморщується.

Ядро – спеціалізована частина еукаріотичної клітини, що містить хромосоми та відмежована подвійною мембраною. Має колоїдну структуру, відіграє важливу роль у передачі спадкової інформації від клітини до клітини.

Рекомендована література

1. Векірчик К. Н. Фізіологія рослин. Практикум / К. Н. Векірчик. – К. : “Вища школа”, 1984. – 240 с.
2. Викторов Д. П. Практикум по физиологии растений / Д. П. Викторов. — Воронеж: Изд-во Воронеж, ун-та, 1991. — 157 с.
3. Войтюк Ю.О. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології / Ю. О. Войтюк, Л. Ф. Кучерява, В. А. Баданіна. — К. : Фітосоціоцентр. – 1998. – С. 16-50.
4. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин: Підручник / Ю.А. Злобін. – Суми: ВТД ”Універсальна книга”. – 2004. – 464с.
5. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин: Підручник / М. М. Мусієнко. – К. : Вища школа, 1995. – 503 с.
6. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин: Підручник / М. М. Мусієнко. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.
7. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин: підручник / М. М. Мусієнко. – Київ: «Либідь», 2005. – 808с.
8. Негода О.В. Лабораторний практикум з дисципліни “Фізіологія рослин” для студентів аграрних університетів / О. В. Негода; за ред. М. М. Мусієнка. – К.: Фітосоціоцентр, 2003. – 112 с.
9. Негода О. В. Методичні рекомендації до лабораторних занять з дисципліни “Фізіологія рослин” / О. В. Негода. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 64 с.
10. Фізіологія рослин: Практикум. / О. В. Брайон, В. Г. Чикаленко, П. С. Славний [та ін.] ; за ред. М. М. Мусієнка; - К.: Вища школа, 1995. – 191 с.
11. Физиология растений: Учебник для студ. вузов. Под ред. Ермакова И. П. 2 изд. - М.: Издательский центр "Академия", 2007. – 640с.
12. Хлястіков Г.П. Практикум з фізіології і біохімії рослин: Практикум / Г. П. Хлястіков, Б. М. Мойсеєнко. – К. : “Урожай”, 2001. – 120 с.

Зміст

Правила роботи в лабораторії фізіології рослин.....	1
Лабораторно-практичне заняття № 1. Фізіологія рослинної клітини.....	3
1. Виготовлення "штучної" клітини Траубе.....	3
2. Явище плазмолізу і деплазмолізу в рослинних клітинах.....	6
3. Ковпачковий плазмоліз.....	9
3а. Антагоністичний вплив іонів калію та кальцію на цитоплазму рослинної клітини.....	11
4. Проникність протопласта при пошкодженні клітин.....	13
5. Вплив температури на проникність мембран клітини.....	16
6. Визначення осмотичного потенціалу клітинного соку плазмолітичним методом.....	19
7. Визначення всисної сили тканин методом вимірювання відрізків (за М. Ф. Лілієнштерн).....	22
Лабораторно-практичне заняття № 2. Водний обмін рослин.....	25
1. Визначення інтенсивності транспірації та відносної транспірації ваговим методом.....	25
2. Визначення інтенсивності транспірації на торсійних терезах (за Л. А. Івановим).....	28
3. Спостереження за рухом продихів під мікроскопом.....	29
4. Визначення ступеня відкритості продихів на фіксованому епідермісі (за методом Ллойда).....	31
5. Вивчення стану продихового апарату рослин інфільтраційним методом (за Молішем).....	33
6. Дослідження стану продихів (за методом Молотовського-Полаччі).....	36
7. Визначення вмісту води і сухої речовини в рослинах.....	38
8. Визначення водного дефіциту рослин.....	40
9. Визначення питомої поверхневої щільності листків рослин.....	43

Лабораторно-практичне заняття № 3. Адаптація та механізми стійкості рослин.....	46
1. Виявлення захисної дії цукрів на цитоплазму клітин при низьких температурах.....	46
2. Визначення життєздатності насіння (метод І. С. Іванова, Д. М. Нелюба).....	48
3. Визначення жаростійкості рослин (за Ф. Ф. Мацковим).....	50
4. Визначення здатності рослинних тканин витримувати зневоднювання (ексикаторний метод П. О. Генкеля).....	51
5. Вплив концентрації розчину солей на проростання насіння.....	53
Лабораторно-практичне заняття № 4. Фізіолого-біохімічні показники стану спокою та морозостійкості окремих тканин у деяких рослин.....	55
1. Виявлення крохмалю, жирів, білків та редукуючих цукрів в тканинах пагонів деревних рослин.....	51
2. Дослідження присутності і активності каталази й пероксидази.....	57
3. Дослідження стану хлоропластів в кірковій паренхімі рослин.....	59
4. Виявлення пошкоджених морозом однорічних пагонів.....	60
5. Дослідження залежності терміну розпускання бруньок від часу зрізу.....	62
6. Порушення стану спокою методом поранення бруньок для ранньої вигонки рослин.....	63
7. Спостереження за станом клітин, які перебувають у стані спокою і які вийшли зі стану спокою (за П. О. Генкелем).....	64
Лабораторно-практичне заняття № 5. Пігменти зеленого листка.....	66
1. Оцінка інтенсивності кольору листка різних рослин за п'яти бальною системою.....	66
2. Отримання спиртової витяжки пігментів з листків різних рослин.....	68
3. Визначення кількості хлорофілу фотоелектроколориметричним методом.....	69

4. Розділення пігментів методом Крауса (розчинність пігментів у спирті та бензині).....	71
5. Проведення омилення хлорофілу лугом (хімічні властивості, вплив лугу на хлорофіл).....	72
6. Проведення розділення пігментів адсорбційним методом, методом хроматографії.....	74
7. Одержання феофітину (хімічні властивості, вплив кислот).....	76
8. Дослідження явища флуоресценції (фотохімічні властивості).....	78
Лабораторно-практичне заняття № 6. Методи дослідження фотосинтезу.....	80
1. Утворення крохмалю у фотосинтезуючому листку.....	80
2. Визначення фотосинтезу за кількістю накопиченої сухої речовини (метод листкових половинок).....	82
3. Визначення інтенсивності фотосинтезу за (Л. О. Івановим і Л. М. Косовичем).....	84
4. Визначення площі листової поверхні методом висічок.....	87
5. Визначення чистої продуктивності фотосинтезу.....	89
Словник ключових термінів	91
Рекомендована література.....	96