



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агрономії і захисту рослин
Кафедра землеробства та гербології ім. О. М. Можейка

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

Робочий зошит

Студента _____ групи _____ курсу

Викладач:

Прізвище, ім'я, по-батькові

Харків 2025

Затверджено
рішенням навчально-методичної комісії
факультету агрономії і захисту рослин ДБТУ
протокол № 5 від 30.04.2025 р.

Схвалено на засіданні
кафедри землеробства та гербології ім. О. М. Можейка ДБТУ
протокол № 2 від 21.03.2025 р.

УДК 581.1
Ф 50

Рецензенти:

Романов О.В. – кандидат с/г наук, доцент кафедри плодоовочівництва
і зберігання продукції рослинництва Державного
біотехнологічного університету.

Казюта О.М. – кандидат с/г наук, доцент кафедри ґрунтознавства Державного
біотехнологічного університету.

Фізіологія рослин. Робочий зошит / Лугова Г.А., Гавва К.М. – Харків:
ДБТУ, 2025. – 100 с.

У робочому зошиті наведені лабораторні роботи, що охоплюють основні розділи фізіології рослин (фізіологія рослинної клітини, фотосинтез, дихання рослин, водний режим, мінеральне живлення, ріст та розвиток рослин, фізіологія стійкості та адаптації рослин (вуглеводи, амінокислоти і білки, ліпіди, ферменти, речовини вторинного походження). Виконання завдань робочого зошиту сприятиме поглибленню знань здобувачів вищої освіти з II курсу під час виконання лабораторних робіт та освоєнню навчального предмета, надбанню практичних навичок науково-дослідної роботи з фізіології рослин.

Зошит призначений для студентів денної та заочної форми навчання з агрономічних спеціальностей 201 «Агрономія» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Видання перше
УДК 581.1

© Лугова Г.А., Гавва К.М.,
2025

ЗМІСТ

Передмова. Загальні вимоги до підготовки і виконання лабораторних робіт з дисципліни «Фізіологія рослин»	5
Тема 1. Вступ. Предмет фізіологія рослин, методи, направлення, історія. Хімічний склад, структура і функції рослинного організму	7
1.1. Клітинні мембрани, дифузія речовин. Будова клітинної мембрани. Типи транспорту речовин через мембрану.	8
1.2. Визначення проникності цитоплазми за дії температури та токсичних речовин	11
1.3. Визначення ізотонічної концентрації (осмотичного тиску) клітинного соку за допомогою плазмолітичного методу	13
1.4. Визначення всисної сили клітин спрощеним методом (за Уршпрунгом)	15
Тема 2. Хімічний склад рослинної клітини. Амінокислоти. Білки. Структура білків. Нуклеїнові кислоти	20
2.1. Добування рослинного білка і вивчення його властивостей.	20
2.2. Якісні реакції на білки	21
Тема 3. Ферменти, їх будова, класифікація та механізм дії. Фактори, що впливають на активність ферментів. Регулювання активності ферментів	24
3.1. Визначення активності каталази в рослинному матеріалі	24
3.2. Визначення активності пероксидази у рослинному матеріалі	25
Тема 4. Ліпіди. Вуглеводи. Класифікація та основні функції та властивості в рослинному організмі	28
4.1. Якісні реакції на вуглеводи	28
4.2. Кислотний гідроліз крохмалю	29
4.3. Визначення вмісту клейковини в зерні	30
4.4. Жири. Доказ нерозчинності жирів у воді і одержання стійкої емульсії	32
Тема 5. Водний обмін рослин. Форми води в ґрунті. Шляхи надходження води. Роль кореневої системи в водному обміні рослин. Транспірація, види та роль в житті рослин	35
5.1. Спостереження за рухом продохів під мікроскопом. Форми плазмолізу.	35
5.2. Визначення стану продохів методом інфільтрації (за Г. Молішем)	36
5.3. Вплив концентрації розчину на проростання насіння	37
5.4. Визначення інтенсивності транспірації та відносної транспірації ваговим методом	38
5.5. Явище гутації	40

Тема 6. Фотосинтез. Етапи фотосинтезу. Реакційний центр. Фотосистеми I та II. Фосфорилування. Типи фотосинтезу	43
6.1. Будова пігментів листка	43
6.2. Хімічні властивості пігментів листка	44
Тема 7. Мінеральне живлення. Макро- та мікроелементи. Діагностика та регулювання нестачі поживних елементів. Антагонізм та синергізм іонів. Азотні бактерії, їх роль в житті рослин	50
7.1. Мікрохімічний аналіз золи	50
7.2. Антагонізм іонів	53
7.3. Виявлення нітратів в рослинах	55
Тема 8. Дихання рослин. Види дихання. Етапи анаеробного та аеробного дихання. Бродіння та гліколіз	57
8.1. Визначення коефіцієнта дихання проростаючого насіння	57
Тема 9. Дихання рослин. Етапи аеробного циклу дихання. Цикл Кребса (ди- та трикарбонових кислот). Окислювально- відновний етап дихання та ЕТЛ та ферментативна система процесу дихання	61
9.1. Визначення інтенсивності дихання за кількістю виділеної вуглекислоти (за методом п. Бойсен-Іенсена)	61
Тема 10. Ріст та розвиток рослин. Стадії розвитку рослин. Гормональна система рослин	65
10.1. Перетворення речовин під час проростання насіння	65
10.2. Визначення життєздатності насіння за забарвленням цитоплазми.	66
Тема 11. Стійкість рослин до біотичних факторів навколишнього середовища. Механізми їх регуляції	69
11.1. Визначення жаростійкості рослин (за Ф.Ф. Мацковим)	69
11.2. Визначення водного дефіциту рослин	72
Тема 12. Стійкість рослин до абіотичних факторів. Механізми регуляції	74
12.1. Визначення захисної дії цукрів на цитоплазму клітини за дії низьких температур	74
Рекомендована література	78
Словник найважливіших понять і фізіологічних термінів	81

ПЕРЕДМОВА



Вивчення навчальної дисципліни «Фізіологія рослин» спрямоване на засвоєння основних процесів життєдіяльності рослин (водообмін, фотосинтез, дихання, живлення, ріст і розвиток, адаптація і стійкість до несприятливих умов навколишнього середовища) на різних рівнях організації: клітинному, субклітинному, молекулярному, а також на встановленні взаємозв'язків між різноманітними фізіолого-біохімічними процесами та механізмами їх регуляції.

Застосування сучасних методів досліджень дає можливість фізіології рослин вирішувати такі теоретичні і практичні проблеми:

1. Розробка нових засобів ефективного використання води рослиною. Екологія водного режиму та фізіологія рослин в умовах зрошення.
2. Удосконалення теорії мінерального живлення з метою більш ефективного використання мінеральних добрив та підвищення продуктивності рослин.
3. Вивчення механізмів процесу фотосинтезу та удосконалення методів, що сприяють збільшенню використання рослинами сонячної енергії.
4. Вивчення фізіології формування якості урожаю залежно від екологічних умов вирощування рослин.
5. Вивчення природи стійкості рослин до несприятливих факторів, особливо з урахуванням впливу кліматичних змін і непостійності погодних умов та впливу людського фактору.

Робочій зошит є комплексом, що включає описання лабораторних робіт, виконання яких сприяє більш ефективному засвоєнню і розумінню фізіологічних процесів. Самостійне обдумування та творча робота над завданнями, відповідно до поданих рекомендацій та посилань, повинна сприяти формуванню чіткого та правильного розуміння закономірностей, що обумовлюють життєдіяльність рослин.

Загальні вимоги до підготовки і виконання лабораторних робіт з дисципліни «Фізіологія рослин»

1. Робочій зошит є основним робочим документом студента для виконання лабораторних занять з дисципліни «Фізіологія рослин».

2. Підготовка та виконання чергового заняття повинна розпочинатись із вивчення лекційного матеріалу і розділів підручника з курсу «Фізіологія рослин» відповідно до теми заняття. Посилання на літературні дані надаються в кінці зошита.

3. Поряд із теоретичним матеріалом необхідно ретельно пропрацювати, ознайомитись з принципом методу, послідовністю проведення роботи і розрахунками.

4. Одержані результати необхідно записувати в таблицю, а розрахунки проводити в робочому зошиті. Після закінчення роботи потрібно провести аналіз одержаних даних, сформулювати і записати в кінці належні висновки.

5. Після закінчення кожного лабораторного заняття, виконана і оформлена згідно вимог робота, здається викладачу. Якщо з певних причин деякі студенти не встигають провести розрахунки, або оформити лабораторну роботу, для цього виділяються окремі додаткові заняття. Робота, повинна бути виконана повністю та охайно оформлена.

7. Лабораторні заняття, на яких студент був відсутній через хворобу або з інших причин виконуються студентом в позаурочний час, самостійно та, за необхідності, за допомогою викладача.

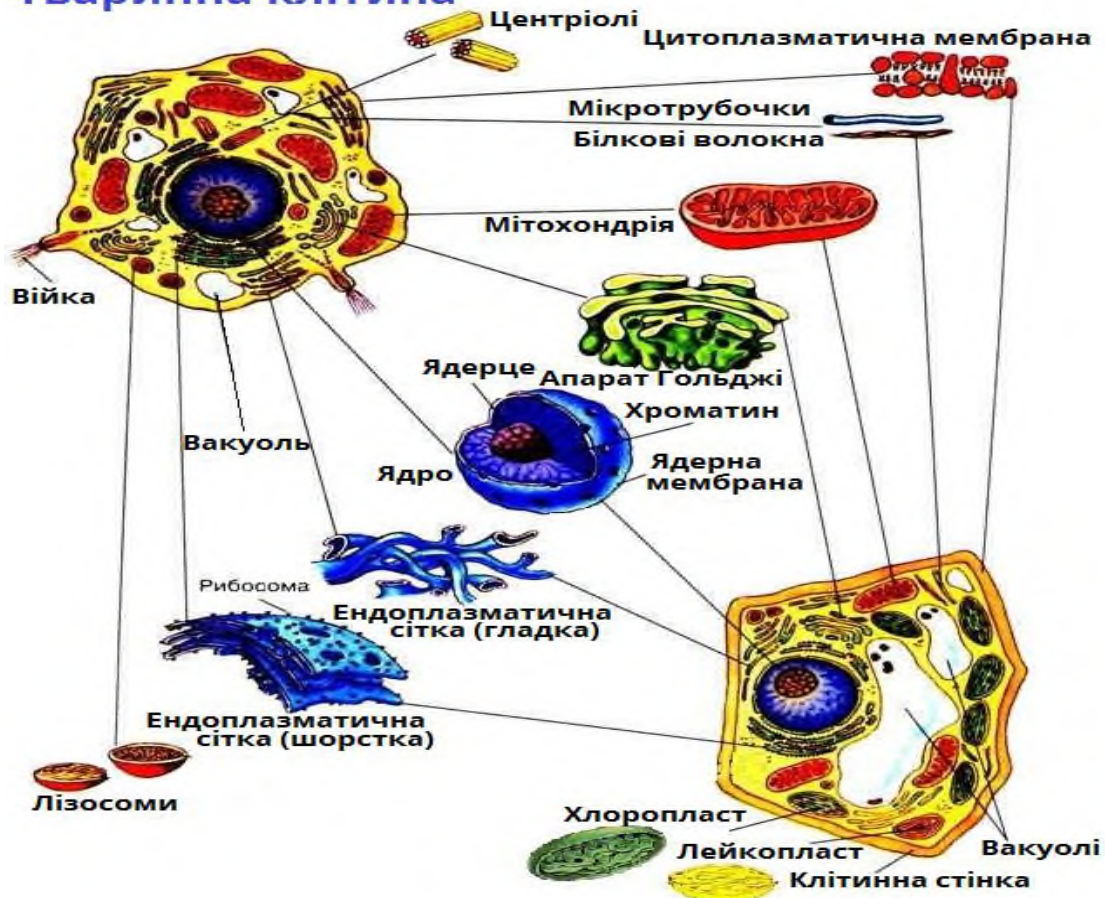
8. Поточна успішність студентів із окремих розділів курсу контролюється написанням модульних робіт, або відповідями на контрольні запитання, наведені в кінці курсу, або за допомогою усного опитування студентів на лабораторному занятті.

9. Контроль за веденням зошита здійснюється викладачем на кожній лабораторній роботі, а також в кінці семестру при отриманні допуску до іспиту.

10. Без повністю оформленого робочого зошиту студент до екзамену не допускається

ТЕМА 1. ВСТУП. ПРЕДМЕТ ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН, МЕТОДИ, НАПРАВЛЕННЯ, ІСТОРІЯ. ХІМІЧНИЙ СКЛАД, СТРУКТУРА І ФУНКЦІЇ РОСЛИННОГО ОРГАНІЗМУ

Тваринна клітина



Рослинна клітина

Розпочинаючи вивчення цієї теми, необхідно добре уявити суть життя та характерні ознаки живих рослин. Вивчаючи структурну і функціональну організацію рослинної клітини, будову біологічної мембрани, зверніть увагу на відмінності в структурних особливостях різних біологічних мембран від яких залежать функціональні властивості тих чи інших органел рослинної клітини. Проаналізуйте абіотичні та біотичні фактори, які можуть впливати на порушення структури біологічних мембран, а також наслідки, які можуть наступити після впливу цих факторів в клітині та рослині в цілому.

Вивчіть осмотичні властивості клітини, зверніть увагу на можливість використання осмотичного потенціалу рослинних клітин для подальшого використання практичних навичок у сільськогосподарському виробництві. З'ясуйте шляхи та механізми надходження води в рослинну клітину враховуючі осмотичні властивості та функції біоколідів. Особливу увагу приділіть поглинанню різних речовин та транспорту їх через біологічні мембрани.

1.1.Клітинні мембрани, дифузія речовин. Будова клітинної мембрани. Типи транспорту речовин через мембрану

Мета лабораторної роботи: Ознайомитись та вивчити будову клітинної мембрани та типи транспорту речовин через біологічну мембрану.

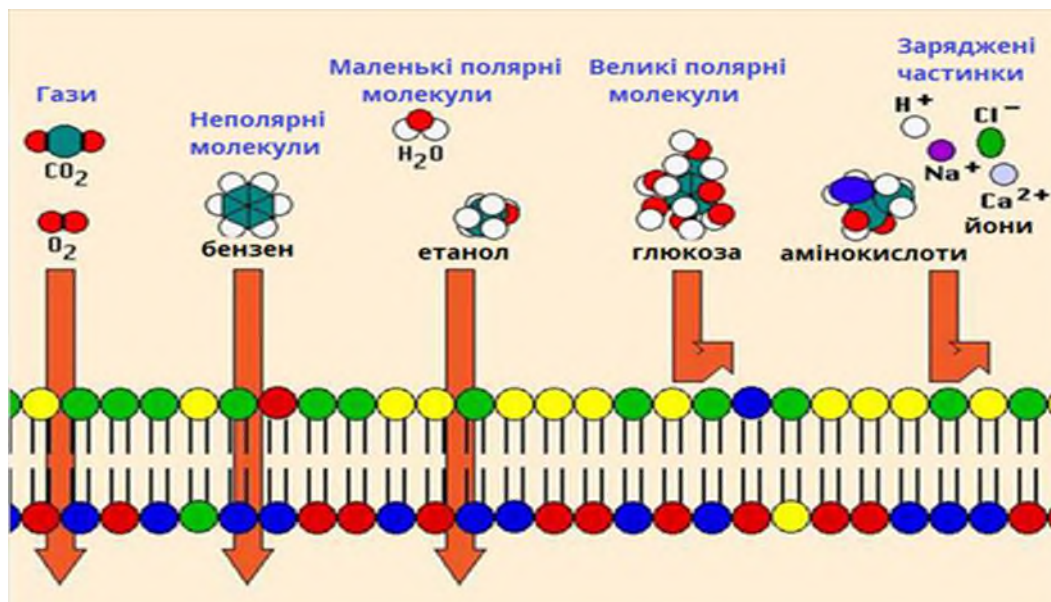
1. Вивчити, записати і запам'ятати складові біологічної мембрани.
2. Вивчити і замалювати транспорт речовин через мембрану.
3. Записати приклади активного та пасивного транспорту речовин і запишіть їх у висновках.

Хід роботи.

Будова біологічної (клітинної) мембрани

Усі клітини еукаріотів сформовані системою мембран (від лат. мембрана – шкірка, плівка), які забезпечують їхнє нормальне функціонування.

У біологічних мембранах відбуваються процеси, пов'язані зі сприйняттям інформації, яка надходить із навколишнього середовища, формуванням і передачею збудження, перетворенням енергії, захистом від проникнення хвороботворних мікроорганізмів та іншими проявами життєдіяльності клітин, органів і організму в цілому. Біологічні мембрани складаються з ліпідів, білків і вуглеводів. Ліпіди становлять приблизно 40% сухої маси мембран. Вони розташовані у два шари. Основним функціональним компонентом біологічних мембран є білки, здатні виявляти свою активність лише в комплексі з ліпідами.



Одні білки розташовані на зовнішній або на внутрішній поверхнях мембран, їх називають **поверхневими**. Вони можуть відносно легко від'єднуватись від мембран після руйнування клітин. Білки, заглиблені у товщу мембрани на різну глибину (вони становлять майже 70% загальної кількості білків мембран), називають **внутрішніми**. Є білки, які перетинають мембрану наскрізь, зв'язуючи її зовнішню та внутрішню поверхні. Вуглеводи входять до

складу мембран у вигляді комплексів із білками або ліпідами. Загальноприйнятою вважають рідинно-мозаїчну модель будови біологічних мембран (рис.1.1.). Таку назву вона дістала тому, що близько 30% ліпідів мембран міцно пов'язані з внутрішніми білками, а інша їхня частина перебуває в рідкому стані. Тому комплекси білків і пов'язаних із ними ліпідів наче «плавають» у рідкій ліпідній масі. У молекул ліпідів, розташованих у вигляді подвійного шару, полярні гідрофільні «голівки» обернені до зовнішнього та внутрішнього боку мембран, а гідрофобні неполярні «хвости» – всередину. Тому, якщо поглянути зверху на мембрану, вона нагадуватиме мозаїку, створену полярними «голівками» ліпідів і молекулами білків, розташованими поверхнево або перетинаючи мембрану. Між молекулами білків або їхніми частинами часто є пори (канальці). Молекули, які входять до складу біологічних мембран, здатні пересуватись, завдяки чому за незначних пошкоджень мембрани швидко оновлюються.

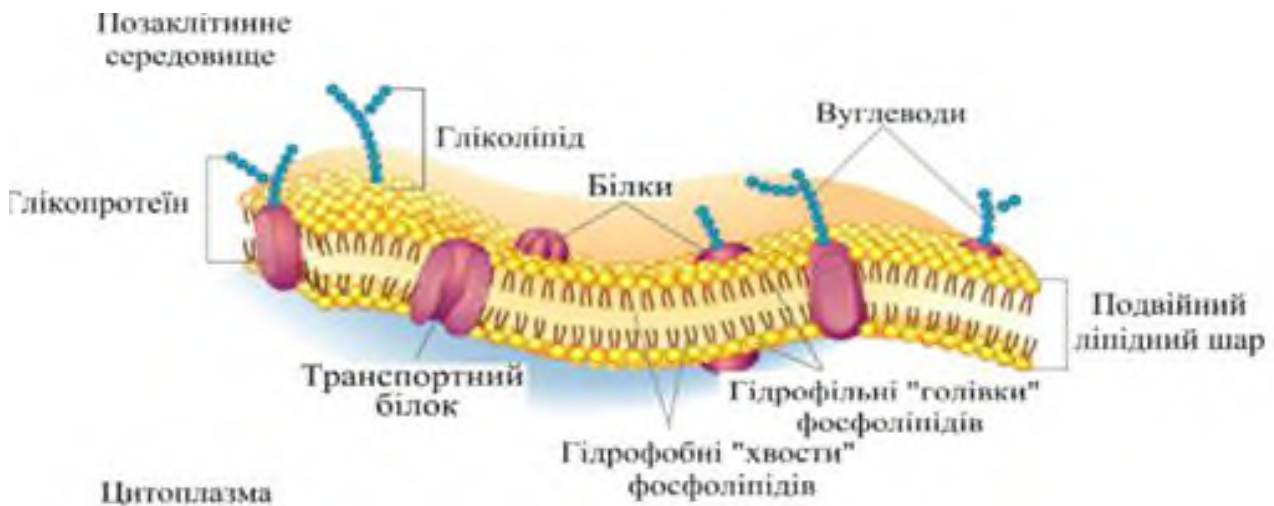


Рис.1.1. Будова плазматичної мембрани: схема розташування в мембрані ліпідів і білків та вуглеводів

Транспорт речовин через мембрану.

Сполуки, потрібні для життєдіяльності клітин, а також продукти обміну речовин перетинають плазматичну мембрану за допомогою дифузії (рис. 1.2.), пасивного чи активного транспорту. Нагадаймо, що дифузія (від лат. диффузіо – розлиття) – процес, за якого речовини проникають крізь певні ділянки і пори мембран унаслідок їхньої різної концентрації по обидва її боки. Цей процес відбувається без витрат енергії у результаті хаотичного теплового руху молекул.

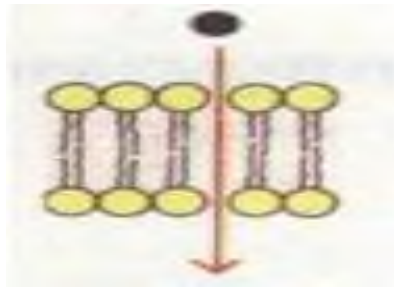


Рис. 1.2. Схема транспорту речовин через плазматичну мембрану за допомогою дифузії

Вибіркове проникнення речовин через мембрани забезпечує пасивний транспорт (рис.1.3.). Для нього, як і для дифузії, характерне переміщення речовин з боку, де концентрація вища.

Пасивний транспорт забезпечується за участю рухомих мембранних білків-переносників; зміною просторової структури білків, які перетинають мембрану; та через канали у мембрані

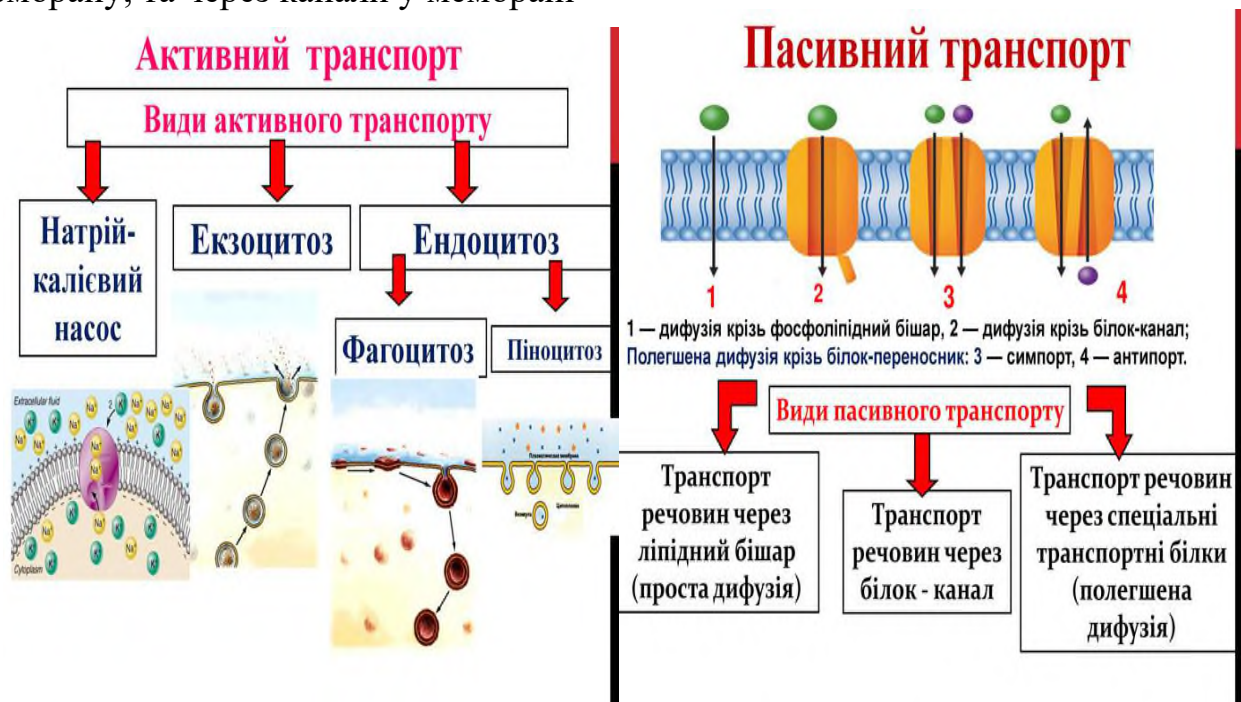


Рис.1.3. Схеми пасивного та активного транспорту речовин

Активний транспорт речовин через біологічні мембрани пов'язаний із витратами енергії, оскільки не залежить від концентрації речовин, які мають потрапити в клітину або вийти з неї (рис.1.3.). На цей процес впливає різниця концентрацій іонів калію і натрію у зовнішньому середовищі та всередині клітини. Тому його назвали калій-натрієвим насосом. Концентрація іонів калію всередині клітини вища, ніж ззовні, а іонів натрію – навпаки. Завдяки цьому іони натрію пересуваються в клітину, а калію – з неї. Але концентрація цих іонів у живій клітині і поза нею ніколи не вирівнюється, оскільки існує особливий механізм, який іони натрію «відкачують» з клітини, а калій – «закачують» в неї. Цей процес потребує витрат енергії.

1.2. Визначення проникності цитоплазми за дії температури та токсичних речовин

Мета: порівняти проникність живої та мертвої цитоплазми рослинної клітини.

Обладнання: мікроскоп, предметне й накривне скло, свердла, штативи з 9 пробірками, піпетки, чашка Петрі, леза, дощечка, мірна пробірка, гумові пробки.

Реактиви: 30% оцтова кислота, 40% спирт, хлороформ, 1М NaCl, кипляча вода.

Об'єкт дослідження: коренеплоди червоного буряку.

Протоплазма рослинної й тваринної клітин містить (%): води – 75-85, білка – 10-20, ліпідів – 2-3, неорганічних речовин – 1. Сухий залишок протоплазми на 96% складається з вуглецю, кисню, водню та азоту, на 3% – з кальцію, фосфору, калію, сірки; в невеликих кількостях в протоплазмі є йод, залізо, натрій, хлор, магній, мідь та інші елементи. Протоплазма – багатофазна колоїдна система, в якій дисперсним середовищем є вода з розчиненими в ній неорганічними солями, а основними дисперсними фазами – білки, ліпіди, нуклеопротейди. Протоплазма – це не тільки неоднорідне, а й високоструктуроване і компартментизоване (розділене перегородками – мембранами – на відсіки, що виконують певні функції) середовище, якому властивий високий ступінь молекулярної організації. В структурній організації протоплазми та її функціональній активності важлива роль належить біологічним мембранам. Останні розподіляють протоплазму на окремі структури, обмежують дифузію речовин, одночасно створюють специфічну орієнтацію поліферментативних систем, на яких можуть бути локалізовані певні типи реакцій. Цитоплазма живої клітини завдяки напівпроникності утримує в клітинному соці деякі розчинені речовини. У разі пошкодження цитоплазми (температурою, хімічними агентами тощо) вона втрачає цю властивість, і речовини з клітинного соку виходять назовні через ультрамікроскопічні пори клітинної оболонки.

Хід роботи

З коренеплодів очищеного столового буряку відбирають зразки товщиною до 0,5 см і промивають під проточною водопровідною водою, поки та не залишиться прозорою. Промиті зразки буряку поміщають у кожену пробірку за схемою, наведеною в таблиці 1.

Таблиця 1. Інтенсивність забарвлення розчинів та ступінь пошкодження тканин.

Варіант дослідів	НО 20С	H ₂ O 40°С	H ₂ O 50°С	H ₂ O 60°С	H ₂ O 70°С	H ₂ O 100°С	H ₂ O+CHCl ₃	30% оцтова к-та	40% спирт
Інтенсивність забарвлення									

Через 30 хв після початку дослідів всі пробірки інтенсивно збовтують. Визначають інтенсивність забарвлення розчинів і ступінь пошкодження тканин такими термінами: слабе, середнє, сильне (рис. 1.4.).



Рис. 1.4. Інтенсивність забарвлення розчинів через 30 хв

Результати записують у таблицю 1. Для спостереження за станом клітин з циліндру буряка з найбільш інтенсивним забарвленням роблять тонкі зрізи, розміщують їх на предметному склі в краплі 1 М розчину NaCl і розглядають у мікроскоп.

Висновки:

1. Зробити висновки по інтенсивності забарвлення усіх розчинів Записати пояснення, чому саме така інтенсивність в різних варіантах

2. Як ви вважаєте, чи в усіх варіантах буде відбуватися явище плазмолізу чи ні? Поясніть відповідь _____

1.3. Визначення ізотонічної концентрації (осмотичного тиску) клітинного соку за допомогою плазмолітичного методу

Концентрацію клітинного соку, який є розчином різноманітних органічних і неорганічних сполук, можна визначити за його осмотичним потенціалом. Плазмолітичний метод визначення цього важливого цитофізіологічного показника полягає в тому, що зрізи рослинних тканин занурюють у розчини осмолітика різної концентрації і згодом досліджують їх під мікроскопом для визначення концентрації ізотонічного розчину. Оскільки плазмоліз відбувається лише в гіпертонічних розчинах, знаходять таку концентрацію, за якої початкова стадія плазмолізу спостерігається не менше ніж у 50% клітин досліджуваної тканини. Концентрація ізотонічного розчину обчислюється як середнє арифметичне між концентрацією гіпертонічного та гіпотонічного розчинів.

Мета роботи: Визначення величини осмотичного тиску у рослин різних екологічних груп.

Матеріали, реактиви, обладнання. Листки валіснерії, луски синьої цибулі; 1 М розчин NaCl або сахарози, дистильована вода; піпетки, пробірки, олівці по склу, леза, фільтрувальний папір, мікроскопи, предметні стекла та накривні скельця, препарувальні голки.

Хід роботи

1. Приготувати по 5 мл розчинів NaCl або сахарози різних концентрацій від 0,1 до 0,7 моль/л змішуванням відповідних об'ємів вихідного 1 М розчину і води (табл.2.).

2. Безпечним лезом виготовити 14 тонких зрізів із опуклої сторони луски синьої цибулі та з листків валіснерії.

3. Зрізи пензликом перенести на 1-2 хв. у воду для видалення бульбашок повітря і поступово, з інтервалом 2-3 хв., занурити у розчини плазмолітика різної концентрації та експонувати їх протягом 20-30 хв. *Примітка.* Зрізи, які виймають з води доцільно промокнути клаптиком фільтрувального паперу.

Таблиця 2. Визначення ізотонічної концентрації розчину плазмолітичним методом

Концентрація плазмолітика, моль/л	Ступінь плазмолізу		Для приготування 5 мл розчину	
	Валіснерія	Цибуля синя	1М сахароза, мл	вода, мл
0,1			0,5	4,5
0,2			1,0	4,0
0,3			1,5	3,5
0,4			2,0	3,0
0,5			2,5	2,5
0,6			3,0	2,0
0,7			3,5	1,5

4. Роздивитися зрізи під мікроскопом (рис.1.5). *Примітка. На предметне скло замість води наносити краплину розчину відповідного плазмолітика, в якому знаходився рослинний матеріал.*

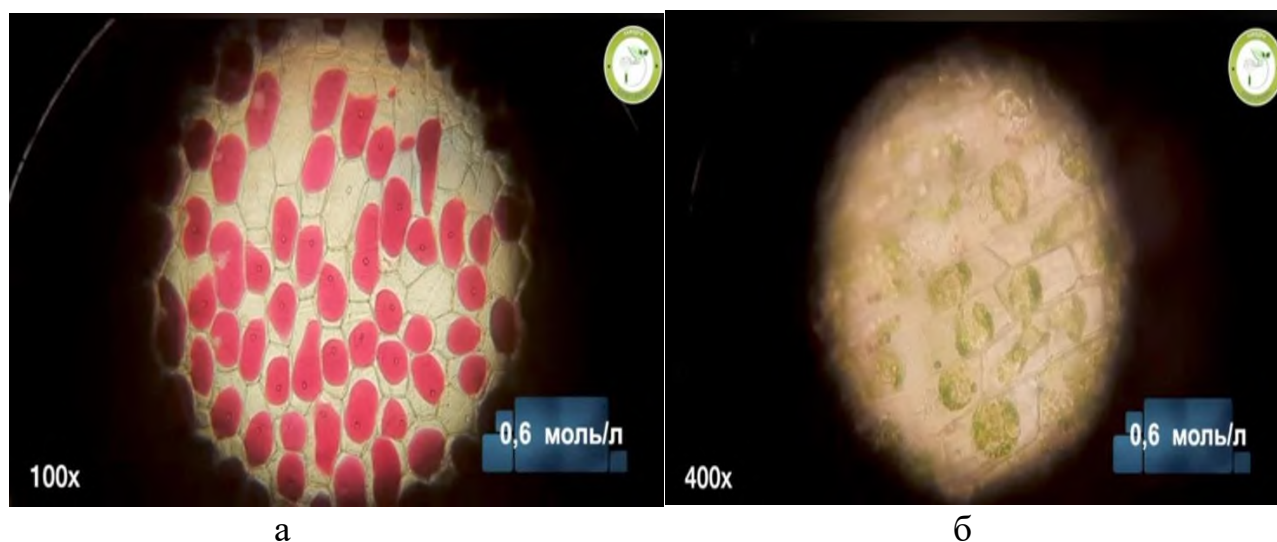


Рис. 1.5. Фото клітин цибулі синьої (а) та валіснерії (б) після впливу концентрації гіпертонічного розчину з концентрацією 0,6 моль/л.

5. Послідовно роздивитися препарати з усіх розчинів, встановити, за якої концентрації помітно початкову стадію плазмолізу (гіпертонічний розчин плазмолітика), а за якої – не помітно (гіпотонічний розчин плазмолітика). Результати записати у таблицю 2 значками «+» та «-».

6. Визначити величину ізотонічної концентрації розчину (середнє між гіпотонічною та гіпертонічною концентрацією), обчислити осмотичний тиск клітинного соку за рівнянням Вант - Гоффа:

$$P = RTCi,$$

де P – осмотичний тиск, в мегапаскалях, МПа;

R – універсальна газова стала, $8,317 \cdot 10^{-3}$ Дж/(кМоль·К);

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

C – концентрація розчину, моль/л;

i – ізотонічний коефіцієнт.

Для неелектролітів (сахарози) $i = 1$, а для розчинів електролітів (наприклад, NaCl) він має такі значення, як в табл.3.

Таблиця.3. Значення ізотонічного коефіцієнта (i) для розчину NaCl

Концентрація NaCl 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

Висновки._____

1.4. Визначення всисної сили клітин спрощеним методом (за Уршпрунгом)

Мета: Визначити величину всисної сили клітин рослинного об'єкту. Встановити величину тургорного тиску клітин в залежності від ступеня їх оводненості.

Обладнання та матеріали: 1М розчин NaCl, дистильована вода, бульби картоплі, мірні пробірки (циліндри), лінійки, скальпелі, пінцети, пробірки в штативах, олівець по склу.

Надходження води в клітину визначається її всисною силою S, яка залежить від ступеня насичення клітини водою. В стані початкового плазмолізу всисна сила клітини дорівнює її осмотичному тиску ($P=0$; $S=\pi^*$). При зануренні клітин у воду тургорний тиск зростає і досягає максимальної величини, а всисна сила падає до нуля ($P=\pi^*$; $S=0$).

Визначення всисної сили клітин даним методом здійснюється шляхом підбору ізотонічного розчину, в якому не відбувається ні втрати, ні поглинання води клітинами. При зануренні шматка тканини у розчин різної концентрації змінюються їх розміри: в гіпертонічному розчині розміри зменшуються, в гіпотонічному – збільшуються. При зрівноваженні всисної сили клітин та розчину розміри клітин не змінюються.

Хід роботи:

1. Виготовити розчини NaCl наступних концентрацій: 0,8М, 0,6М, 0,4М, 0,2М, 0, 1М об'ємом 10 мл кожний. Налити їх у 5 пробірок, у шосту 1,0 М розчин NaCl, а у сьому – воду. Вирізати з бульби картоплі пластинку товщиною 3-4мм, а з неї прямокутник завширшки 20-30мм і завдовжки 30-70мм. Розрізати його вздовж на сім однакових смужок шириною 2-3мм, виміряти їх довжину з точністю до 0,5мм і занурити одну у воду, а інші – у виготовлені розчини (занурення повинно бути повним). Виготовляти і вимірювати смужки потрібно швидко, не допускаючи в'янення матеріалу.

2. Через 20-30хв. пінцетом вийняти смужки тканини з розчинів, просушити фільтрувальним папером і повторно виміряти їх довжину. Записати результати в таблицю4.

Таблиця 4. Величини тургорного тиску клітин в залежності від ступеня їх оводненості

Концентрація NaCl, моль/л	Всисна сила розчину, М Ра	Довжина смужки, мм		Різниця	Тургор
		Вихідна	Після перебування в розчині		
1,0					
0,8					
0,6					
0,4					
0,2					
0					

У другій графі таблиці записати величину всисної сили розчинів, яка чисельно рівна їх осмотичному тиску, обчисленого за формулою Вант-Гоффа :

$$S = \pi^* = RTCi,$$

де π^* – осмотичний тиск,

T – абсолютна температура ($273^\circ + tC^\circ$),

C – Ізотонічна концентрація в молях,

i – ізотонічний коефіцієнт,

R – постійна газова стала, яка дорівнює – 0,0821 л. атм./град. моль.

Дані для 5-ї графі знайти як різницю більшої і меншої величини, причому збільшення довжини позначити знаком "+", а зменшення – знаком "-". В останній графі відмітити силу тургору тканини (сильний, середній, слабкий) чи його відсутність. Для визначення цього показника смужки розмістити на підставці так, щоб вони наполовину звисали з її краю. Пояснити причини зміни розмірів смужок у розчинах різної концентрації і встановити, який із розчинів є ізотонічним

Дати відповіді на питання:

1. В яку сторону зміниться довжина кусочка рослинної тканини при зануренні її в розчин з осмотичним тиском 1 МПа, якщо відомо, що кусочок тієї ж тканини в розчині з осмотичним тиском 0,7 МПа не змінив своїх розмірів?

2. Кусочки однієї і тієї ж рослинної тканини занурені в ряд розчинів з осмотичним тиском 0,3; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 МПа. Клітини цієї тканини перед зануренням в розчини мали тургорний тиск 0,5 МПа, а осмотичний тиск клітинного соку 1,5 МПа. В яких розчинах:

а) клітини будуть всмоктувати воду

б) клітини будуть віддавати воду

в) буде спостерігатись плазмоліз

3. В 6 пробірок налиті розчини NaCl з концентраціями: 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 1,0 М. В ці розчини помістили смужки вирізані з бульби картоплі, довжина яких до занурення становила 40 мм. Через 30 хв. довжина смужок виявилась рівною 42, 40, 38, 35, 35, 35 мм. Як пояснити одержані результати?

4. Чому довжина смужок виявилась однаковою в трьох останніх розчинах?

Висновки:

Контрольні запитання

1. Історія відкриття клітини як елементарної структурної одиниці організму людини.
2. Суть життя і характерні ознаки живого організму.
3. Біологічні мембрани – головний елемент клітинних структур, їх будова та функції.
4. Пошкодження біологічних мембран, їх наслідки для рослинної клітини.
5. Механізми вибіркового надходження речовин в рослинну клітину.
6. Обмін речовин між цитоплазмою, ядром, пластидами, мітохондріями, вакуолями.
7. Хімічний склад, будова і функції клітинної оболонки
8. Склад і функції вакуолей

9. Будова та функції мітохондрій

10. Пасивні і активні механізми руху речовин через мембрани

11. Тургор, його фізіологічне значення

12. Осмотичний тиск (визначення і формула)

13. Плазмоліз і деплазмоліз (визначення, фізіологічне значення).

14. У яких рослин більший осмотичний тиск клітинного соку: вирощених у темному і вологому місті (лісі) чи в степу?

ТЕМА 2. ХІМІЧНИЙ СКЛАД РОСЛИННОЇ КЛІТИНИ. АМІНОКИСЛОТИ. БІЛКИ. СТРУКТУРА БІЛКІВ. НУКЛЕЇНОВІ КИСЛОТИ

Висока активність органоїдів рослинної клітини пояснюється як структурними особливостями, так і їхнім хімічним складом. Цікаво зазначити, що з відомих у земній корі та атмосфері 100 елементів лише обмежену кількість відібрала природа у процесі еволюції. Так, 85-90% маси живих тканин становить вода, а 99% маси цитоплазми складають 6 елементів: вуглець, кисень, водень, азот, сірка, фосфор. Всі ці елементи входять до складу найважливіших типів органічних сполук клітини.

Найбільш специфічними речовинами живої рослинної клітини є біополімери: білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди та складові частини цих молекул (амінокислоти, нуклеотиди, прості вуглеводи, жирні кислоти).

В клітині міститься, %: води – 85, білка – 10, ДНК – 0,4, неорганічної речовини – 1,5. На 1 молекулу ДНК приходить 44 молекули РНК, 700 молекул білка і 7000 молекул ліпідів

2.1. Добування рослинного білка і вивчення його властивостей

Мета та завдання: засвоїти методику виділення рослинних білків та вивчити їх фізико-хімічні властивості.

Матеріали і обладнання: технічні ваги з різноважками, водяна баня, штативи з пробірками, колби місткістю 100 мл, лійки, фільтрувальний папір, горохове борошно, реактиви.

Хід роботи:

3-5 г горохового борошна насипають у колбу, доливають 20-30 мл 10% розчину сірчанокислового амонію. Колбу закривають пробкою і збовтують протягом 3 хв. Далі вміст колби залишають на 20-30 хв., а потім фільтрують його через паперовий фільтр, змочений тим же розчином солі.

Якщо фільтрат буде мутний, його знову виливають на фільтр. В одержаному розчині буде білок глобулін (легумін), з яким проводять такі реакції:

1. Вивчають нерозчинність цього білка в воді. Для цього наливають у пробірку 1 мл добутого білка і додають 2-3 мл води; розчин стає каламутним внаслідок випадання в осадок глобуліну. Якщо до нього додати слабкий розчин нейтральної солі $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ каламутність зникає внаслідок розчинення білка, що випав в осад.

2. Демонструють, що за дії концентрованих мінеральних кислот (HNO_3 , H_2SO_4) та при кип'ятінні білок втрачає характерні для нього властивості – відбувається денатурація:

а) наливають у пробірку 2-3 мл розчину білка і, поступово нагріваючи, доводять до кипіння. Осад, що утворюється, не розчиняється в розчинах нейтральних солей;

б) наливають у пробірку 2-3 мл розчину білка, потім додають кілька крапель однієї з названих вище кислот; зразу утворюється осад, який також не розчиняється в розчинах нейтральних солей

Висновки

2.2. Якісні реакції на білки

Біуретова реакція (зумовлена наявністю в молекулі білка двох і більше пептидних зв'язків (-CO-NH-)).

До 3 мл розчину білка добавляють 1 мл 10%-го розчину натрій гідроксиду і 1-2 краплі 1%-го розчину купрум (II) сульфату. З'являється синьо-фіолетове або рожево-фіолетове забарвлення. Виявлення ациклічних амінокислот у складі білків

Завдання: Замалювати як виглядає Біуретова реакція в пробірці. Поясніть певні перетворення _____

Нінгідрінова реакція.

До 3 мл розчину білка добавляють 3 мл 0,1%-го водного розчину нінгідрину і кип'ятять 1–2 хв. Розчин забарвлюється у фіолетовий колір, який з часом темніє.

Завдання: Поясніть отримані результати, які спостерігалися після досліду і запишіть висновки. _____

Реакція Фоля (зумовлена наявністю в молекулі білка сульфуровмісних амінокислот – цистину або цистеїну).

До 3 мл розчину білка добавляють 3 мл реактиву Фоля, після перемішування кип'ятять і дають відстоятися протягом декількох хвилин. Розчин охолоджують. Випадає чорний осад плюмбум (II) сульфід. Виявлення

циклічних амінокислот у складі білків

Завдання: Пояснити, чому відбувалися такі зміни та записати пояснення як висновки до досліду. _____

Ксантопротеїнова реакція (виявлення залишків ароматичних амінокислот).

До 3 мл розчину білка додавають 1 мл концентрованої нітратної кислоти і обережно нагрівають. Після охолодження в пробірку приливають 10%-й розчин натрій гідроксиду. В результаті нагрівання спостерігається поява жовтого забарвлення. Після додавання розчину натрій гідроксиду виникає оранжеве забарвлення.

Завдання: Пояснити у висновках, чому саме відбуваються зміни кольору.

Осадження білків солями важких металів. У дві пробірки наливають по 3 мл розчину білка. У 1-шу пробірку обережно краплями додають 5%-й розчин плюмбум (II) ацетату, а в другу – 5%-й розчин купрум (II) сульфату. Спостерігається утворення осаду білка (з сіллю купруму (II) – блакитного кольору, плюмбуму (II) – білого кольору). При додаванні надлишку обох розчинів відбувається розчинення утворених осадів. _____

Осадження білків органічними розчинниками. У дві пробірки наливають по 2 мл розчину білка та додають декілька кристаликів натрій хлориду. У 1-шу пробірку додають 2 мл ацетону, а у 2-гу – 2 мл етанолу. Спостерігається утворення осаду білка. _____

Контрольні запитання

1. Що таке обмін речовин і яке він має значення для рослин?
2. Які групи органічних сполук приймають участь в обміні речовин?
3. Типи обміну речовин на різних етапах онтогенезу.
4. Головні етапи синтезу білку в рослинах.
5. Класифікація білків, їх будова і значення для живої природи.
6. Типи структур молекули білка
7. Денатурація білка. Фактори, що викликають денатурацію білка.
8. Які існують якісні реакції на білок.
9. Чи всі білки можуть давати Біуретову реакцію. Обґрунтувати відповідь.
10. Амінокислоти, їх хімічна природа, властивості та роль в життєдіяльності рослинної клітини.
11. Значення амфотерних властивостей білків в явищах адсорбції та гідратації.
12. Нуклеїнові кислоти, їх структура, види та роль у біосинтезі білка

ТЕМА 3. ФЕРМЕНТИ, ЇХ БУДОВА, КЛАСИФІКАЦІЯ ТА МЕХАНІЗМ ДІЇ. ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА АКТИВНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ. РЕГУЛЮВАННЯ АКТИВНОСТІ ФЕРМЕНТІВ

Обмін речовин і енергії в рослинах неможливий без участі біологічних каталізаторів – ферментів. Тому необхідно добре зрозуміти фізіологічні властивості, будову та механізм дії ферментів, особливості дії ферментів в клітині, типи регуляції їх активності, а також застосування ферментних препаратів в агропромисловому комплексі для вирішення різноманітних завдань.

3.1. Визначення активності каталази в рослинному матеріалі

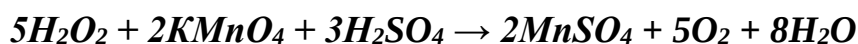
Мета: визначити активність каталази у рослинному матеріалі.

Обладнання: мірні колби, хімічні циліндри, титрувальні бюретки, піпетки, фарфорова ступка, лійка, паперові фільтри, бюкси, спектрофотометр СФ-46, центрифуга.

Реактиви: 0,05М фосфатного буфер (рН 6,8), дистильована вода, 0,1н H_2O_2 , 25%-й розчин сірчаної кислоти (H_2SO_4), 0,05н розчин KMnO_4 .

Об'єкт дослідження: рослинний матеріал.

Суть методу аналізу активності каталази полягає у визначенні кількості пероксиду водню, що розкладається ферментом, виділеним з певної кількості рослинного матеріалу, за одиницю часу. Пероксид водню додають до рослинної проби у надлишку, кількість, що залишається, визначають перманганатометричним титруванням. Паралельно визначають кількість перекису водню в контрольній пробі, в якій фермент попередньо вбитий сірчаною кислотою. Ферментативну реакцію в дослідних пробах через певний час зупиняють додаванням сірчаної кислоти, яка одночасно інактивує фермент і створює потрібне сірчанокиисле середовище для перманганатометричного титрування пероксиду водню. Реакція титрування йде за рівнянням:



Хід роботи

Наважку рослинного матеріалу масою 0,2г розтерти в фарфоровій ступці з невеликим об'ємом 0,05М фосфатного буфер (у рН 6,8). Розтерту масу перенести у вимірювальний циліндр на 25 мл, об'єм довести до позначки, залишити для екстракції на 10 хв. Екстракт центрифугують при 7000g.т

Для аналізу в три колби виміряти піпеткою по 5 мл екстракту. В першу з них (контрольну) одразу додати за допомогою вимірювального циліндра 3 мл 25% H_2SO_4 . Далі в усі три колби внести піпеткою по 5 мл 0,1н H_2O_2 і помітити час. Інкубація – 10 хв.(точність). Після цього додати по 3 мл у дослідні колби 25% H_2SO_4 для зупинки реакції. Вміст усіх колб титрують 0,05н KMnO_4 до слабо рожевого забарвлення.

Розрахувати активність ферменту за формулою:

$$X = ((TK - Td) 50 V) / (nvt),$$

де X – активність каталази,

TK і Td - об'єм $KMnO_4$, витрачені на титрування контрольної і дослідної проб відповідно,

50 – коефіцієнт перерахунку на мкмолі пероксиду водню,

V – загальний об'єм екстракту, мл, n – наважка, г,

v – об'єм екстракту, взятий для аналізу, мл,

t – час інкубації, хв.

Для розрахунку використовують середні величини результатів титрування.

Висновок



3.2. Визначення активності пероксидази у рослинному матеріалі.

Пероксидаза належить до класу окисно-відновних ферментів, які каталізують окиснення та відновлення відповідного субстрату. Даний субстрат розглядається як донор протонів. Класичні пероксидази 1.11.1.7 – це гемопротейни, специфічні лише стосовно пероксиду водню. До складу пероксидаз входить група специфічних ензимів, серед яких слід виділити: аскорбатпероксидазу, глутатіонпероксидазу та ін. Пероксидаза каталізує окиснення багатьох органічних сполук: фенольні сполуки, цитохром с, нітрити, аскорбінова кислота, індоліламін, гідрохінони та їх аміни.

Мета: визначити активність пероксидази у рослинному матеріалі.

Обладнання: мірні колби, хімічні склянки, пробірки, піпетки, фарфорова ступка, кварцовий пісок, лійка, паперові фільтри, бюкси, спектрофотометр СФ-46, центрифуга, водяна баня, термометр.

Реактиви: ацетатний буфер (рН=5,4), дистильована вода, 1%-й розчин пероксиду водню, бензидин.

Об'єкт дослідження: рослинний матеріал.

Хід роботи

Активність пероксидази (КФ 1.11.1.7) визначають за методом Бояркіна, що заснований на визначенні швидкості реакції окиснення бензидину до утворення продукту окиснення синього кольору. Наважку рослинного матеріалу масою 200-500 мг розтирають у фарфоровій ступці з водою або ацетатним буфером з рН=5,4 і переносять у мірну колбу на 50 мл. Після 10 хв настоювання витяжку центрифугують за частоти 4000 об/хв. Для визначення активності в дві кювети з робочою довжиною 10 мм кожна доливають по 2 мл ферментативної витяжки або центрифугату, 2 мл буферного розчину та 2 мл бензидину. Кювети в КФК-2МП розташовують навпроти світлофільтрів. Вимірювання проводять з використанням червоного світлофільтра за довжини хвилі 590 нм. В контрольну кювету доливають 2 мл води, а в дослідну – 2 мл 0,3%-го пероксиду водню з піпетки з широким отвором. Після цього фіксують зміну оптичної густини через кожні 10 с протягом 60 с. Активність пероксидази виражають в умовних одиницях густини на 1 г сирової маси за хвилину. Зробіть висновок про активність пероксидази у рослинному матеріалі.

Висновок

Контрольні запитання

1. Ферменти, їх біологічна природа та роль в обміні речовин і енергії в рослинній клітині.
2. Суть теорії ферментативного каталізу. Специфічність і зворотність дії ферментів.

3. Одно- і двокомпонентні ферменти.
4. Активатори, інгібітори та отрути ферментів.
5. Особливості дії ферментів в рослинній клітині, їх локалізація. Класифікація та номенклатура ферментів.
6. Залежність активності ферментів від температури, рН, аерації, концентрації солей.
7. Типи регуляції активності ферментів в клітині.
8. Ферментні препарати, використання їх в біотехнології.
9. Ізоферменти та їх біологічна роль.
10. Теоретичне та практичне значення вчення про ферменти в агрономії.

ТЕМА 4. ЛІПІДИ. ВУГЛЕВОДИ. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ОСНОВНІ ФУНКЦІЇ ТА ВЛАСТИВОСТІ В РОСЛИННОМУ ОРГАНІЗМІ

При вивченні даної теми необхідно добре уявити суть життя та характерні ознаки живих організмів. Живі організми – це відкриті біологічні системи, як здійснюють постійно обмін речовин і енергії з навколишнім середовищем та в самому організмі. Для розуміння функціонування живих систем необхідно звернути увагу на хімічну природу і властивості компонентів рослинної клітини.

4.1. Якісні реакції на вуглеводи

Реакція Тромера. У пробірку наливають 2 мл 3%-го розчину глюкози і додають 2 мл 5%-го розчину натрій гідроксиду та по краплях 5%-ний розчин купрум сульфату до утворення незникаючого помутніння блакитного кольору. Вміст пробірки нагрівають. Випадає осад купрум (І) оксиду. Повторити даний дослід з використанням розчину фруктози.

Висновок

Гідроліз крохмалю. У дві пробірки наливають по 3 мл 1%-го розчину крохмалю. В одну з них додають 2 краплі концентрованої хлоридної кислоти і ставлять у киплячу водяну баню на 15 хвилин, друга пробірка – контроль. Потім у обидві пробірки додають по 1 мл 10%-го розчину натрій гідроксиду та по 5 крапель 1%-го розчину купрум сульфату і знову нагрівають на водяній бані (проводять реакцію Тромера). У пробірці, де відбувся гідроліз крохмалю, утворюється осад купрум (І) оксиду. В контрольному розчині осад не утворюється.

Висновок

Реакція крохмалю з йодом. У пробірку наливають 2 мл 1 %-го розчину крохмалю і додають 1–2 краплі розчину Люголя. Вміст пробірки нагрівають.

Розчин набуває синього кольору. Забарвлення є нестійким: при нагріванні воно зникає, а при охолодженні з'являється знову.

Висновок

4.2. Кислотний гідроліз крохмалю

Мета: Прослідкувати за процесом гідролізу крохмалю та виявити проміжні продукти цього процесу.

Обладнання і матеріали: крохмаль, 20%-ний розчин HCl, розчин J в KI, хімічні склянки, колби, лійки, мірні циліндри, пробірки (7) у штативі, ваги технічні, різноважки, електроплитка.

Крохмаль – високомолекулярний полісахарид, який складається з двох полісахаридів – амілози та амілопектину, до складу яких входить велика кількість (від кількох сотень до кількох тисяч) залишків глюкози, і має емпіричну формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$. Крохмаль не розчиняється у холодній воді, а в гарячій набухає, утворюючи клейстер.

При кип'ятінні з кислотами він розщеплюється з утворенням уламків різної величини, що мають назву декстринів. Декстрини різняться між собою за забарвленням, що виникає при додаванні розчину йоду. Негідролізований крохмаль дає синє забарвлення, перший проміжний продукт його гідролізу – амілодекстрин має фіолетове забарвлення. При подальшому гідролізі утворюється наступний проміжний продукт з меншою щільністю – еритродекстрин, який при додаванні розчину йоду забарвлюється в червоно-бурий колір. Потім утворюється ахродекстрин, який дає оранжеве забарвлення. Закінчується гідроліз крохмалю утворенням мальтодекстринів і мальтози, які при додаванні розчину йоду не дають кольорової реакції (залишаються жовтими).

У рослинному організмі крохмаль гідролізується під дією ферменту амілази.

Хід роботи:

1. Приготувати 0,1%-ний крохмальний клейстер. Для цього зважити 0,1г крохмалю, висипати його у хімічну склянку, додати 20 мл холодної води і перемішати. Налити в колбу 80 мл води, нагріти до кипіння, вилити в неї вміст склянки, змішати, дати розчину ще раз закипіти і зняти з вогню.

2. Поставити в штатив 7 пробірок. В першу з них відлити з колби 4-5 мл крохмального клейстеру. Після цього в колбу додати 3,0 мл 20%-ної HCl і нагріти на електроплитці до появи перших пухирців (початок кипіння). Відлити з колби 4-5 мл розчину в другу пробірку. Продовжувати кип'ятити вміст колби, відливаючи з неї через кожні 5 хв. по 4-5 мл в наступні пробірки.

3. Після охолодження всіх проб у 7 пробірках додати до кожної з них по 5 мл води і додати в кожен по 2 краплі розчину J в KJ. При відсутності кольорової реакції з йодом гідроліз можна вважати завершеним. Результати записати в таблицю 5.

Таблиця 5. Гідроліз крохмалю

Тривалість гідролізу, хв	0	0 кислота	5	10	15	20	25
Забарвлення розчину							
Проміжні продукти гідролізу							

Зробити висновок про причини зміни забарвлення розчинів і вказати час, протягом якого пройшов повний гідроліз крохмалю.

1. Яка хімічна природа крохмалю?

2. Який фермент каталізує гідроліз крохмалю у рослин? Яка його хімічна природа?

3. Як називаються проміжні продукти гідролізу крохмалю, як їх можна одержати і виявити?

4.3. Визначення вмісту клейковини в зерні

Клейковина – специфічний комплекс білкових речовин борошна зерна злакових культур. В зерні ці білки знаходяться в ендоспермі, алеїроновому шарі.

Основну масу клейковини від 80% і більше складають спирторозчинні проламіни (гліадини) і лугорозчинні глутеліни (глутенін). Білки клейковини в чистому вигляді не зустрічаються, а утворюють складні комплекси з крохмалем, цукрами, жирами.

Білки клейковини являють собою в'язку, пружну масу. Саме клейковина визначає хлібопекарські якості пшениці: зовнішній вигляд, пористість, об'ємний вихід хліба. Так звана «сила борошна» залежить від її кількості і якості.

Вміст клейковини різко коливається в залежності від сорту пшениці і умов її вирощування. Кількість клейковини, яку відмивають від певної наважки борошна або розмолотого зерна, називають виходом клейковини. Розрізняють сирий і сухий її вихід. Сира клейковина містить приблизно 2/3 води і 1/3 сухої речовини. Кількість сирої клейковини в зерні коливається в межах 20-50% від загальної кількості білка.

Зерно слабких пшениць містить до 22% клейковини, цінних пшениць – до 27%, сильних – більше 27%.

Мета роботи: визначити вміст клейковини в борошні пшениці, і вказати до якої групи сортів пшениці відноситься даний зразок.

Матеріали та обладнання: ваги, пшеничне борошно, кристалізатори, бюкси, бюретка, сито капронове, шпателі, розчин йоду в йодиді калію.

Хід роботи

Наважку пшеничного борошна 25 г поміщають у фарфорову чашку, додають 14 мл водопровідної води кімнатної температури і замішують шпателем в одну грудку. Ретельно розминають тісто, скатують його у кульку і залишають у воді на 20 хв., щоб усі частини борошна рівномірно насичувались водою.

У кристалізаторі у великій кількості води відмивають клейковину від крохмалю і інших речовин. Тісто розминають пальцями, воду міняють 3-4 рази і проціджують через сито (якщо шматочки тіста плавають, то їх збирають з сита і приєднують до загальної маси клейковини). Промивна вода повинна бути прозора. Повноту відмивки контролюють реакцією на крохмаль розчином I_2 у KI.

Відмита клейковина пружна, не рветься, як на початку досліду. Її скатують у кульку, витирають сухим рушником і зважують з точністю до 0,01 г. Знову відмивають, витирають і зважують. Відмивку вважають закінченою, коли різниця між зважуваннями не буде більша 0,05 г.

Вміст сирої клейковини (I) розраховують множенням знайденої маси після відмивки (n) на 4, тому, що брали наважку 25 г:

$$I = \frac{n \times 100}{25}$$

Для визначення вмісту сухої клейковини у попередньо зважений бюкс поміщають наважку сирої клейковини і висушують до постійної маси при температурі 105° С.

Важливою властивістю клейковини є її ступінь гідратації – здатність набухати і утримувати воду. Клейковина з вищих сортів борошна має більшу

ступінь гідратації, ніж з борошна нижчих сортів. Ступінь гідратації (С.г.) вимірюється в відсотках, коливається у межах 120-340.

Ступінь гідратації визначається за формулою:

$$C.g. = \frac{I \text{ сирої клейковини} - I \text{ сухої клейковини}}{I \text{ сирої клейковини}} \cdot 100$$

Питання:

1. Клейковина – це _____

2. Склад клейковини: _____

3. Якість клейковини: _____

4. Пружність клейковини _____

5. Розтяжність клейковини _____

6. Залежно від пружності і розтяжності клейковину підрозділяють на три групи:

I група _____

II група _____

III група _____

7. На кількість і якість клейковини в зерні пшениці впливають: _____

4.4. Жири. Доказ нерозчинності жирів у воді і одержання стійкої емульсії

Матеріали і обладнання: 10% NaOH, олія, вода, пробірки, штатив.

Хід роботи:

Для отримання емульсії взяти 5-10 мл води і 0,5-1 мл олії, закрити пробірку великим пальцем і струшувати 1 хв. Олія розіб'ється на малі краплини, утвориться емульсія. Через деякий час з цієї суміші всі краплини олії зберуться в один шар на поверхні води, що і є доказом нерозчинності жирів у воді.

В пробірку з водяною емульсією (попередній дослід) долити кілька краплин 10% розчину лугу (неорганічний емульгатор) і струсити. Утворюється тонка і стійка емульсія, яка зберігає свої властивості довгий час. Яскравим прикладом стійкої емульсії може виступати молоко, де емульгатором виступають білки.

Висновок

Контрольні запитання.

1. Що таке вуглеводи?
2. На які групи поділяють цей клас органічних речовин?
3. Яку функцію в рослинному організмі виконують вуглеводи?
4. Які запасні вуглеводи ви знаєте?
5. В яких частинах рослини відкладаються запасні вуглеводи?
6. Який хімічний склад крохмалю?

7. Які ферменти беруть участь в гідролізі крохмалю?
8. Які речовини утворюються при гідролізі крохмалю під час проростання насіння?
9. Загальна характеристика ліпідів, їх фізико-хімічні властивості
- 10.Різноманітність ліпідів. Жири та жироподібні речовини.
- 11.Жири – найбільш поширені ліпіди у живій природі, їх склад та біологічне значення.
12. Функції ліпідів

ТЕМА 5. ВОДНИЙ ОБМІН РОСЛИН. ФОРМИ ВОДИ В ҐРУНТІ. ШЛЯХИ НАДХОДЖЕННЯ ВОДИ. РОЛЬ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ В ВОДНОМУ ОБМІНІ РОСЛИН. ТРАНСПІРАЦІЯ, ВИДИ ТА РОЛЬ В ЖИТТІ РОСЛИН

При вивченні даної теми слід звернути увагу на особливості розподілу води в рослинному організмі, її властивості та фізіологічну роль, з'ясувати із яких процесів складається водообмін рослин. Вивчити роботу рушіїв водного потоку кореневий тиск, транспірація, сили молекулярного зчеплення між молекулами води і стінками судин.

Необхідно пам'ятати, що коренева система являється активним і спеціалізованим органом в поглинанні води. Проаналізуйте як здійснюється надходження і пересування води в рослині. Зверніть увагу на вплив зовнішніх факторів: температуру, аерацію, водоутримуючу силу ґрунту, хімічний склад ґрунтового розчину на всисну і нагнітальну діяльність коренів. Вивчить процес транспірації, її біологічне значення. Ретельно розберіться в механізмі відкривання і закривання продихів, добре виясніть сутність висхідного потоку води, безперервність водної фази в рослинах та значення різноманітних явищ, пов'язаних з водним режимом рослин в с/г виробництві.

Особливу увагу необхідно звернути на водний баланс рослин та явище в'янення рослин. Навіть тимчасове в'янення рослин призводить до зниження продуктивності с/г рослин. Проаналізуйте особливості водообміну у рослин різних екологічних груп. Особливу увагу приділіть питанням посухостійкості, фізіологічним особливостям посухостійких с/г рослин, діагностиці посухостійкості, та критичним періодам у водообміні різних рослин. Обґрунтуйте шляхи підвищення посухостійкості. Розгляньте основи зрошення та встановлення норм, способів та строків поливу с/г культур.

5.1. Спостереження за рухом продихів під мікроскопом. Форми плазмолізу

Мета та завдання: ознайомитися з механізмом продихових рухів у рослин.

Матеріали, реактиви, обладнання: мікроскопи, предметні і накривні скельця, бритви, піпетки на 5 мл, бюкси, пінцети, препарувальні голки, фільтрувальний папір, цибуля, реактиви.

Хід роботи

На початку роботи дослідні рослини добре поливають і ставлять на яскраве світло на 1-2 години, щоб відкрилися продихи.

1. Бритвою надрізають листок з нижньою боку, знімають пінцетом шматочок епідермісу і кладуть його в краплину 5% розчину гліцерину на предметному скельці.

2. Препарат накривають накривним скельцем і розглядають під мікроскопом. Спочатку під мікроскопом спостерігається явище плазмолізу в замикаючих клітинах продихів і в інших клітинах епідермісу. При цьому

продихові щілини закриваються внаслідок відняття води від продихів. Проте гліцерин спричиняє лише тимчасовий плазмоліз, оскільки гліцерин проникає крізь цитоплазму у клітинний сік і зумовлює деплазмоліз, в результаті чого продихи відкриваються.

3. Якщо смужкою фільтрувального паперу під накривне скельце втягувати дистильовану воду, то продихи відкриваються швидко і широко, що добре видно під мікроскопом.

4. В кінці роботи замальовують продихи у відкритому і закритому станах та пояснюють причини продихових рухів.

Спостереження:

Замалювати :

Відкриті продихи

Закриті продихи

Пояснити причини відкривання та закривання продихів

Висновки

5.2. Визначення стану продихів методом інфільтрації (за Г. Молішем)

Міжклітинники листа зазвичай заповнені повітрям, завдяки чому при розгляданні на світло лист здається матовим. Якщо станеться інфільтрація, тобто заповнення міжклітинників якою-небудь рідиною, то відповідні ділянки листа стають прозорими. Визначення стану продихів стінки, проникати через відкриті продихові щілини в найближчі міжклітинники, витісняючи з них повітря. В результаті відповідні ділянки стають прозорими. У міжклітинники відносно легко проникає ксилол, важче – бензол і ще важче – спирт. Це пов'язано з тим, що ці рідини мають різну в'язкість, різний розмір молекул. Ступінь розкриття продихів може служити фізіологічним показником для визначення забезпеченості рослин водою і встановлення строків поливу.

Мета роботи: встановити ступінь розкриття продихів в залежності від інфільтрації різних органічних розчинників.

Матеріали та обладнання: листя рослин, крапельниця, спирт, бензол, ксилол.

Хід роботи

На нижній стороні листів рослин, які ростуть при різній водозабезпеченості, наносять послідовно спирт, бензол і ксилол в окремі місця. Листя витримують в горизонтальному положенні до повного зникнення крапель, які можуть або випаруватися, або проникнути всередину листа. Потім розглянути його в світлі, що проходить. Поява на аркуші прозорих плям вказує на проникнення даної рідини в міжклітинники.

Оформлення роботи: Результати записати в таблицю, відзначаючи проникнення рідини знаком «+», а відсутність проникнення знаком «-», зробити висновок.

Таблиця 5. Ступінь розкриття продихів листків рослин

Рослини	Інфільтрація розчинника з певного боку листа					
	Абс. спирт		Бензол		Ксилол	
	низ	верх	низ	верх	низ	верх

Висновок:

5.3. Вплив концентрації розчину на проростання насіння

Одним з факторів, що впливають на надходження води в рослину, є концентрація солей в ґрунті, точніше різниця між осмотичним тиском клітинного соку і ґрунтового розчину. Осмотичний тиск клітинного соку у молодих проростків не перевищує 10 атм.

Мета роботи: вивчити вплив різної концентрації іонів на проростання насіння.

Об'єкт досліджень: насіння пшениці (*Triticum durum*), гороху (*Pisum sativum*) і ячменю (*Hordeum vulgare*).

Хід роботи.

Насипати в 4 чашки Петрі по 50 г піску і змочити його 10 мл 1 М; 0,1 М; 0,01 М розчину хлористого натрію, а в останню чашку 10 мл води. Відібрати по 50 штук здорового насіння і розкласти рівномірно по поверхні піску, накрити кришками і поставити в тепле місце. Через 7 днів у кожній чашці підрахувати кількість пророслого насіння, виміряти у 10 проростків довжину надземних частин і корінця (за наявності декількох корінців брати найдовший і знайти середнє арифметичне). Обчислити осмотичний тиск кожного розчину.

Оформлення роботи. Результати досліджень записати в зошит. Зробити висновок про причини різного проростання насіння в розчинах різної концентрації.

Матеріали та обладнання: насіння пшениці, 1М розчин хлористого натрію, пінцет, чашки Петрі, пісок, папір, міліметровий папір

Висновок

5.4. Визначення інтенсивності транспірації та відносної транспірації ваговим методом

Транспірація (випаровування води рослинами) вимірюється кількістю випаруваної води одиницею листової поверхні за одиницю часу. Величина транспірації залежить від багатьох факторів (температури, освітлення, водопостачання тощо), а також змінюється впродовж доби в межах 10-300 г·м² год. Одним із методів визначення інтенсивності транспірації є ваговий, який базується на обліку кількості випаруваної води. Цим методом можна визначити транспірацію цілої рослини або її частини. Відносна транспірація – відношення інтенсивності транспірації до інтенсивності випаровування з вільної водної поверхні за тих самих умов. Цей показник характеризує здатність рослин регулювати транспірацію і становить 0,1-0,5, піднімаючись до 1, а у добре захищених від втрати води рослин дорівнює 0,01 і менше.

Мета роботи. Визначити інтенсивність транспірації та відносну транспірацію залежно від впливу деяких факторів (температури, вітру тощо).

Матеріали, реактиви, обладнання. Дослідні рослини; олія; технічні ваги з наважками, чашки Петрі, звичайний і міліметровий папір, лінійки, вентилятор, ножиці.

Хід роботи

1. В пробірку налити воду та занурити черешок листка (гілку).
2. На поверхню води в пробірці нанести 1-2 краплини рослинної олії і ретельно зважити її з точністю до третього знаку. За одну годину повторно зважити і визначити кількість випаруваної води.
3. Отримати величину інтенсивності транспірації, поділивши кількість випаруваної води в грамах на площу поверхні листової пластинки (см²).
4. Визначити площу поверхні листка. Для цього вирізати з паперу квадрат площею 100 см² (10х10 см) і зважити. Папір повинен бути рівномірним за щільністю. На цей квадрат накласти листок, який був у досліді, і гострим олівцем обвести контур його. Вирізати контур листка, встановити масу його і вирахувати площу за пропорцією. Поверхню листка ще простіше визначити після нанесення його контуру на міліметровий папір.
5. Обчислити інтенсивність транспірації T (в г·м²·год) за формулою: де
 S – кількість випаруваної листком води за 1 год, г;
 t - тривалість дослід, год;
 S – площа листка, см².
6. Паралельно, за тих самих умов, визначити інтенсивність випаровування води з вільної водної поверхні (E). Для цього встановити кількість випаруваної води за 1 год з поверхні чашки Петрі. Площу поверхні чашки Петрі підрахувати за формулою:

$$S = \pi r^2.$$

7. Розрахувати E за раніше наведеною формулою інтенсивності транспірації і обчислити величину відносної транспірації (BT):

$$BT = T/E.$$

Примітка. У досліді вивчити, як умови (освітленість, швидкість вітру та ін.) впливають на інтенсивність транспірації.

8. Порівняти різні види рослин і зробити висновки про здатність їх регулювати транспірацію.

Висновки

5.5. Явище гутації. Вплив умов навколишнього середовища на гутацію рослин

Мета роботи: Провести спостереження за явищем гутації у різних видів рослин під впливом факторів навколишнього середовища

Матеріали, реактиви, обладнання: пророщені паростки пшениці, ячменю, жита та інших злаків, 10%-ний розчин NaCl, сніг або подрібнений лід, гаряча вода, скляні ковпаки, чашки Петрі, електроплитка, термометр

Коренева система не тільки всмоктує воду з ґрунту, але й активно нагнітає її в стебло з певною силою, яка називається корневим тиском. Якщо кількість води, що нагнітається корневим тиском, більша кількості води, що випаровується надземними органами, то спостерігається гутація – виділення краплини рідини (гути) на кінчиках листків. Функцію виділення рідини з тканин листків виконують гідатоди – водяні продихи. Умови, що забезпечують проходження гутації: низька інтенсивність транспірації, висока вологість ґрунту, нормальна діяльність кореневої системи.

Хід роботи:

1. Вивчити вплив вологості повітря на процес гутації.

а) Середовище, на якому ростуть проростки, добре полити теплою водою (30° С). Склянку з молодими проростками пшениці помістити під скляний ковпак. Відмітити час появи краплин гути на кінцях проростків

б) Середовище, на якому ростуть проростки, добре полити теплою водою (30° С). Склянку з молодими проростками пшениці помістити під скляний ковпак, попередньо помістивши туди склянку з гарячою водою (для підвищення вологості повітря в об'ємі ковпака). Відмітити час появи краплин гути на кінцях проростків.

2. Вивчити вплив концентрації розчину на кореневу систему. У чашку Петрі з проростками пшениці налити 5 мл 10% -го розчину NaCl, нагрітого до 30° С. Помістити проростки під скляний ковпак. Встановити вплив концентрації розчину на процес гутації

3. Вивчити вплив температури ґрунту на процес гутації. У посудину з проростками пшениці заповнити снігом або подрібненим льодом та накрити скляним ковпаком. Відмітити швидкість появи краплин гути на проростках пшениці та зафіксувати час.

Результати проведених досліджень занести у таблицю 6.

Таблиця 6. Вплив умов навколишнього середовища на гутацію рослин

№ варіанту	Умови дослідів	Час появи краплин
1	Під ковпаком, $t = 30^{\circ} \text{C}$	
2	Під ковпаком, $t = 30^{\circ} \text{C}$, атмосфера насичена гарячою водою	
3	Під ковпаком, 10%-ий NaCl	
4	Під ковпаком, $t = 0^{\circ} \text{C}$, (сніг або подрібнений лід)	

Пояснити, чому інтенсивність гутації не однакова у різних варіантах дослідів, спів ставити варіанти 1 та 4, 1 та 2, 2 та 3. зробити відповідні висновки. Замалювати проросток пшениці з краплиною гути.

Висновки

1. Яке значення гутації? _____

2. Вплив умов зовнішнього середовища на транспірацію

3. Що таке продуктивність транспірації? _____

Контрольні запитання

1. Стан води в тканинах рослин та її фізіологічна роль.

2. Які розчини називають гіпертонічними, гіпотонічними, ізотонічними?

3. Водний баланс рослин.

4. Водний дефіцит та його вплив на основі фізіолого-біохімічні процеси рослинного організму.
5. Шляхи надходження води в рослину.
6. Форми ґрунтової води та її доступність для рослин. Водоутримувальні сили ґрунту. _
7. Коренева система як орган поглинання води, її будова і роль у забезпеченні рослин водою.
8. Агрономічне значення коефіцієнту в'янення.
9. Пояснити, чому під час посухи недоцільно вносити добрива під посіви.
10. Поняття про інтенсивність транспірації, її продуктивність та транспіраційний коефіцієнт. Значення цих показників у рослинництві.
11. Будова продихового апарату. Механізм відкривання і закривання продихів.
12. Значення води для формування урожаю сільськогосподарських культур. _
13. Фізіологічні основи зрошення. Обґрунтування норм для поливу і термінів поливу сільськогосподарських культур.
14. Використання величини осмотичного потенціалу для визначення строків поливу сільськогосподарських культур. _

ТЕМА 6. ФОТОСИНТЕЗ. ЕТАПИ ФОТОСИНТЕЗУ. РЕАКЦІЙНИЙ ЦЕНТР. ФОТОСИСТЕМИ I ТА II. ФОСФОРИЛЮВАННЯ. ТИПИ ФОТОСИНТЕЗУ

При вивченні даної теми уважно вивчить процес фотосинтезу, властивий зеленим рослинам. Зверніть увагу на роботи К.А. Тімірязєва по фотосинтезу а також на еволюційне походження фотосинтезу. Вивчаючи будову фотосинтетичного апарату і пігментної системи, з'ясуйте фізичні, хімічні і оптичні властивості хлорофілу. З'ясуйте питання фізіологічної ролі пігментів в рослинах, умови утворення і розпаду хлорофілу, явище хлорозу. Уважно розгляньте головні етапи становлення уявлень про природу фотосинтезу, акумуляцію, міграцію та трансформацію енергії світла в фотосинтетичних одиницях і їх реакційні центри. Охарактеризуйте основні типи фотосинтетичного фосфорилування. Зверніть увагу на особливості засвоєння вуглекислого газу C_3 -, C_4 -; САМ – рослинами.

Вивчаючи залежність фотосинтезу від зовнішніх умов, зверніть увагу на можливість регулювання цього процесу в умовах с/г виробництва з метою підвищення продуктивності рослин. Охарактеризуйте вплив на фотосинтез густоти стояння рослин, площі листової поверхні і тривалості її активної діяльності, способів посіву і посадок, розташування рядків, добрив, зрошення і інших агротехнічних прийомів.

6.1. Будова пігментів листка

Мета: вивчити будову різних пігментів вищих рослин, виділити пігменти з листка.

Матеріали і обладнання: фарфорові ступки, етиловий спирт, фільтрувальний папір, пробірки, лійки, штатив, зелені листки різних рослин. Теоретичне обґрунтування: У природі трапляються п'ять різних типів хлорофілу, які незначно відрізняються за своєю молекулярною структурою.

Хлорофіл а присутній у всіх водоростей і вищих рослин;

хлорофіл b – у зелених, харових, евгленових водоростей і у вищих рослин;

хлорофіл c – у бурих водоростей, золотистих, діатомей і дінофлагелят;

хлорофіл d – у червоних водоростей; нарешті, є різні види бактеріохлорофілу – у фотосинтезуючих бактерій.

Для синьо-зелених і червоних водоростей характерна наявність біліпротеїнів: фікоціаніну та фікоеритрину. Найкраще вивчений хлорофіл а. Його молекула складається з чотирьох пірольних кілець, з нітрогеном яких пов'язаний атом магнію, а до одного з кілець приєднаний одноатомний ненасичений спирт фітол.

Більшість рослин, що виділяють кисень, містять два різних хлорофіли, одним з яких завжди є хлорофіл а; іншим – у різних рослин є різні хлорофіли (b, c, d); у деяких випадках замість другого хлорофілу в клітині містяться

біліпротеїни. Додатковими рецепторами світлової енергії, що також входять до складу фотосинтетичних мембран, є жовті та червоні пігменти – каротиноїди. Вони відрізняються від хлорофілу за положенням максимумів поглинання видимої частини спектра. Припускають також, що каротиноїди виконують захисну функцію, запобігають розпаду хлорофілу під дією молекулярного кисню. Таким чином у клітинах рослин фотосинтезуючі пігменти поділяються:

- а) основні: хлорофіли а, b, c1, c2, d;
- б) додаткові: каротиноїди, фікобіліни.

Хід роботи

Фотосинтезуючі пігменти міцно вбудовуються в мембрану хлоропластів. У зв'язку з чим для виділення пігментів використовують методи, що дозволяють зруйнувати як клітину в цілому, так і окремі клітинні органели. Для руйнування тканин листка, а також для руйнування хлоропластів, де містяться пігменти, наважку листків (0,2 г) розтирають у ступці з битим склом до утворення однорідної зеленої маси. Для нейтралізації кислот клітинного соку додають CaCO_3 (на кінчику ланцета). При розтиранні використовують 10 мл етилового спирту, який додають до маси поступово. Після цього за допомогою фільтрувального паперу, лійки та скляної палички масу фільтрують у пробірку. Витяжка пігментів повинна мати яскраво зелений колір та не містити осаду. В другій ступці розтирають листки з водою. Для руйнування тканин також додають невелику кількість битого скла. Однорідну масу фільтрують у пробірку. Отримані витяжки поміщають на світло та уважно розглядають. Роблять висновок про здатність пігментів до розчинення в різних розчинниках та утворення справжніх і колоїдних розчинів.

Висновок

6.2 Хімічні властивості пігментів листка

Хід роботи

Свіжі листки нарізають ножицями, кладуть у ступку і розтирають до однорідної маси. Для нейтралізації кислот клітинного соку додають CaCO_3 (на кінчику ланцета). Потім додають 10 мл етилового спирту і суміш старанно розтирають до забарвлення спирту в інтенсивний колір. Після цього розтерту масу фільтрують, зливаючи її по скляній паличці на паперовий фільтр,

розташований на пробірці. Отримують прозорий зелений розчин суміші пігментів.

Розподіл пігментів за методом Крауса. В основі методу лежать хімічні властивості пігментів по-різному розчинятись у спирті і бензині. Вказані розчинники при зливанні не змішуються і утворюють дві фази верхню – бензинову і нижню – спиртову. Завдяки цьому відбувається розподіл компонентів суміші (рис.6.1.).

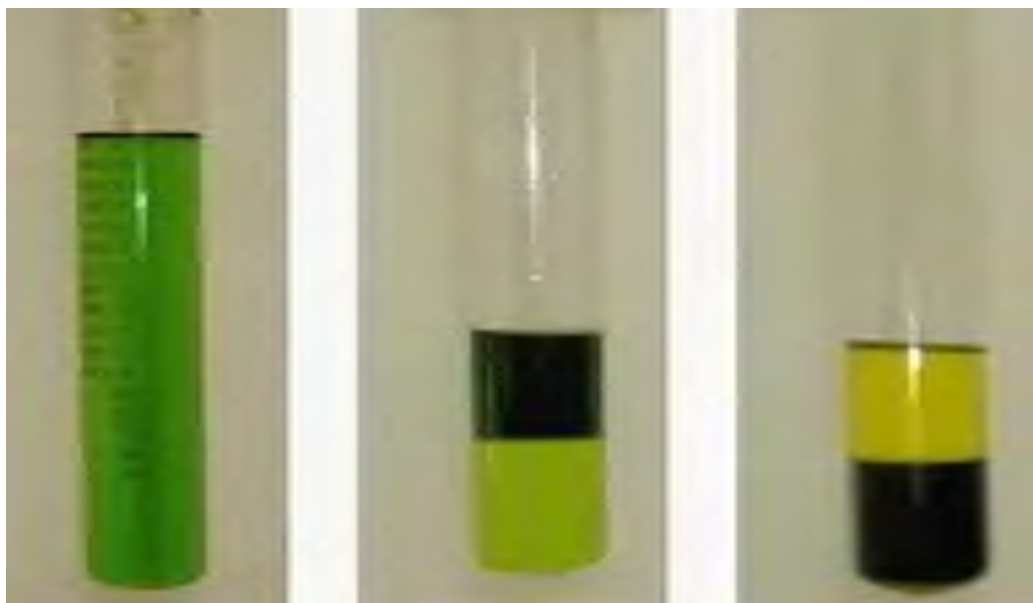


Рис.6.1. Розподіл пігментів за методом Крауса

Хід роботи

У пробірку наливають 2-3 мл спиртової витяжки, додають рівний об'єм бензину і 2-3 краплі води. Потім вміст пробірок різко перемішують і залишають для відстоювання. Ставлять пробірку в штатив і спостерігають за розшаруванням емульсії. В міру розшарування, верхній шар бензину забарвлюється в зелений колір завдяки кращій розчинності в ньому хлорофілу. В цьому шарі міститься каротин, але його забарвлення маскується хлорофілом так само як і в зеленому листку. У нижньому спиртовому шарі залишається ксантофіл, а тому цей шар матиме золотисто-жовте забарвлення. Якщо нижній шар помутніє (від надлишку води), то необхідно додати кілька крапель спирту, знову інтенсивно перемішати і залишити до розшарування емульсії. Роблять рисунок розподілу пігментів і висновки про здатність до розчину пігментів у різних органічних розчинниках.

Омилення хлорофілу лугом. За хімічною будовою хлорофіли – складні ефіри дикарбонової органічної кислоти – хлорофілінова і двох залишків спиртів – фітолу і метилового. Хлорофілінова кислота являє собою нітрогенвмісну металорганічну сполуку, що належить до магнійпорфіринів. У хлорофілі гідроген карбоксильних груп заміщений залишками двох спиртів – метилового CH_3OH і фітолу $\text{C}_{20}\text{H}_{39}\text{OH}$, тому хлорофіл є складним ефіром. Наявність у молекулі хлорофілу активних хімічних груп зумовлює його реакційну здатність.

Наприклад, при обробці хлорофілу лугом, ефірні зв'язки омилюються, в результаті чого від його молекули відщеплюються спирти (фітол і метанол):



Другий продукт, що утворюється під час реакції – лужна сіль хлорофілінової кислоти, яка зберігає зелене забарвлення і оптичні властивості хлорофілу.

Хід роботи

У пробірку наливають 2-3 мл спиртової витяжки пігментів, додають 1 мл 20% розчину КОН або NaOH. Екстракт ставлять у водяну баню, доводять до кипіння, виймають і охолоджують. До охолодженої суміші додають рівний об'єм бензину і 2-3 краплі води. Вміст пробірок різко перемішують і залишають для відстоювання. У бензиновий шар переходять каротин і ксантофіл, а в спиртовий – натрієва сіль хлорофілінової кислоти. На основі отриманих результатів роблять рисунок, пояснюють розподіл пігментів.

Добування феофітину і зворотна заміна гідрогену атомом металу.

Атом магнію порівняно слабо утримується в порфіриновому ядрі і при обережній дії сильних кислот легко заміщується двома протонами, при цьому утворюється сполука бурого кольору – феофітин (рис. 6.2.)

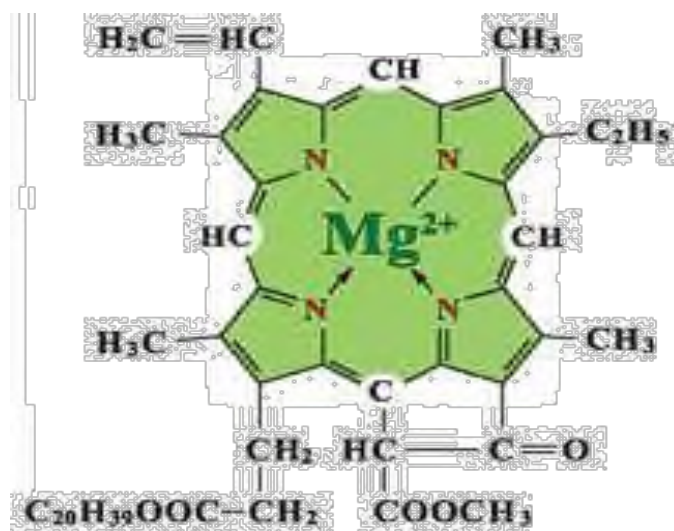
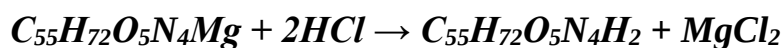


Рис. 6.2. Феофітин



Така реакція має місце при утворенні бурих плям на листках під дією високих температур у жаронестійких рослин і може бути використана для лабораторного визначення жаростійкості рослин. Якщо на феофітин подіяти солями міді або цинку, то замість двох протонів у ядро входить подвійний метал, зворотно відновлюється металоорганічний зв'язок і з'являється знову зелене забарвлення. Отже, забарвлення хлорофілу залежить від наявності металоорганічного зв'язку в його молекулі.

Хід роботи

У дві пробірки наливають 2-3 мл спиртової витяжки пігментів і додають 2-3 краплі 10% розчину соляної кислоти та легко збовтують. Під дією кислоти зникає зелене забарвлення, і витяжка набуває оливково-бурого кольору, утворюється сполука, що дістала назву феофітину. Далі одну пробірку залишають як контрольну, а в другу вносять невелику кількість ацетату міді й нагрівають на водяній бані. При цьому оливково-буре забарвлення зникає і знову з'являється зелене в результаті відновлення металоорганічного зв'язку і утворення металозаміщеного хлорофілу. Під час роботи роблять рисунок пробірки з феофітином і металозаміщеним хлорофілом та висновки про залежність оптичних властивостей пігменту від наявності в молекулі магнію.

Висновок

Розподіл пігментів адсорбційним хроматографічним методом

Мета роботи. Ознайомитись з адсорбційним хроматографічним методом розподілу компонентів із суміші пігментів.

Матеріали, реактиви, обладнання. Спиртовий екстракт пігментів з листків різних рослин, фільтрувальний папір, хімічні склянки, чашки Петрі, ножиці.

Адсорбційна хроматографія ґрунтується на властивості речовини, які зазнають розподілу, вибірково адсорбуватися з розчинника на твердому порошкоподібному адсорбенті. Вона у свою чергу поділяється на молекулярну та іонообмінну. Для розподілу досліджувану суміш пропускають крізь колонку, наповнену адсорбентом (сахароза, карбонат кальцію, клітковина, крохмаль, сілікагель та ін.). Компоненти суміші адсорбуються на матеріалі колонки під дією молекулярних сил. Для шкірного компоненту суміші ці сили неоднакові, тому, коли суміш пропускають крізь кулю сорбенту, різні її компоненти розташовуються в колонці сорбенту у вигляді окремих зон із різним забарвленням.

Отже, всі компоненти досліджуваної суміші перелогових від відносної адсорбційної спорідненості до сорбенту утворюватимуть певний адсорбційний ряд.

Хід роботи

Цей метод розділення пігментів заснований на різних щаблях поглинання пігментів адсорбуючими речовинами. Такою речовиною може виступати фільтрувальний папір. У хімічну склянку приблизно на висоті 10 мм наливають спиртовий екстракт суміші пігментів. У нього занурюють смужку фільтрувального паперу (10 мм завширшки та завдовжки 100 мм). Зелені пігменти адсорбуються сильніше, того на папері з'являються спочатку зелена смужка хлорофілу, потім, вище за них – жовта (каротину и ксантофілу), й нарешті – найвища смуга – безколірна від чистого спирту (рис. 6.3).

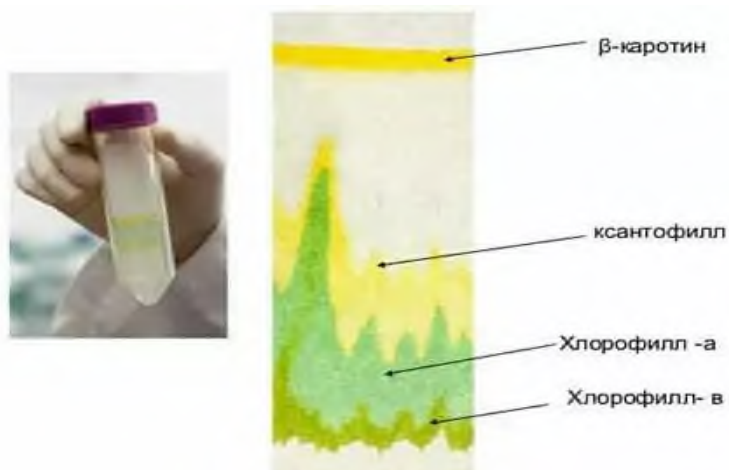


Рис. 6.3. Розподіл пігментів адсорбційним методом

На смужку хроматографічного паперу нанести олівцем стартову лінію на відстані 2 см від краю. У хімічний стакан налити спиртовий розчин пігментів завдовжки 5 мм. Опустити в нього хроматографічний папір таким чином, щоб пігменти підтягувалися й концентрувалися біля стартової лінії.

Як тільки пігменти дійдуть до стартової лінії, хроматографічний папір виймають зі стакану і просушують на повітрі. Цю операцію повторити кілька разів до утворення чіткої зеленої смуги пігментів на стартовій лінії. У чистий хімічний стакан замість спиртового розчину пігментів налити бензин шаром 3 мм. Покласти туди хроматографічний папір і залишити на 10 хв. для розподілення пігментів. Найвище по хроматографічному паперу підніметься каротин, за ним буде ксантофіл, потім хлорофіл а і, нарешті хлорофіл в.

Контрольні запитання

1. Фотосинтез як унікальний у загальнобіологічному значенні процес.

2. Біосферна роль зелених рослин.
3. Загальне рівняння фотосинтезу.
4. Характеристика пігментів групи хлорофілів.
5. Характеристика каротиноїдів.
6. Світлова фаза фотосинтезу
7. Фотофосфорилування – циклічне, нециклічне та псевдоциклічне.
8. Темнова фаза фотосинтезу. Цикл Кальвіна (С-3 шлях фотосинтезу).
9. Цикл Хетча і Слейка (С-4 шлях фотосинтезу, кооперативний фотосинтез). Різновиди С-4 шляхів фотосинтезу. Значення С-4 фотосинтезу.
10. САМ-фотосинтез (кислотний метаболізм, метаболізм по типу товстянкових). _
11. Фотодихання (С-2 шлях фотосинтезу, гліколатний цикл).
12. Фактори, що впливають на процес фотосинтезу: світло, CO_2 , O_2 , температура, вогноненість тканин, умови мінерального живлення.

ТЕМА 7. МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ. МАКРО- ТА МІКРОЕЛЕМЕНТИ. ДІАГНОСТИКА ТА РЕГУЛЮВАННЯ НЕСТАЧІ ПОЖИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ. АНТАГОНІЗМ ТА СИНЕРГІЗМ ІОНІВ. АЗОТНІ БАКТЕРІЇ, ЇХ РОЛЬ В ЖИТТІ РОСЛИН



7.1. Мікрохімічний аналіз золи

Серед усіх поживних елементів у рослин 24 хімічні елементи є життєво необхідними, 21 елемент вважають умовно необхідними. Життєво необхідні – це елементи, без яких рослина не може повністю закінчити цикл свого розвитку і які не можуть бути заміненими іншими елементами. Фізіологічне значення умовно необхідних елементів остаточно не досліджено. Елементи, необхідні рослинам, відносяться до різних груп періодичної системи елементів Менделєєва. Наразі слід зазначити, що у високих концентраціях більшість елементів токсичні для рослин. Для встановлення хімічного складу золи застосовують мікрохімічний метод – якісні реакції, в результаті яких утворюються характерні для певних речовин кристали або забарвлення розчину.

Цей метод не потребує значної кількості матеріалу. Аналіз дає змогу виявляти як макро-, так і мікроелементи.

Мета роботи. Ознайомитися з мікрохімічними (крапельними) методами аналізу елементів і визначити елементний склад листків залежно від умов живлення та віку рослин.

Матеріали, реактиви, обладнання. Зола листків різних видів рослин; дистильована вода, аміак, водний розчин соляної кислоти, 1% розчини: сірчаної кислоти, фосфату натрію, жовтої кров'яної солі, тартрату натрію, щавлевої кислоти; пробірки (по чотири на учня), скляні палички, штативи для пробірок,

предметні стекла, маленькі лійки, мікроскопи, фільтрувальний папір, порцелянові пластинки.

Хід роботи

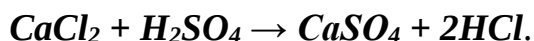
Мінеральні речовини, що входять до складу золи, розчинні у воді, або кислоті. Тому для мікрохімічного аналізу готують два розчини золи: у воді і в 1% соляній кислоті.

1. Приготування водної і кислотної витяжки золи – у дві пробірки внести по 1 см³ золи та додати: в першу 5 мл води, а в другу – 5 мл 1% HCl, розчини ретельно перемішати скляною паличкою (для кожної пробірки окремо). За 2-3 хв. відфільтрувати крізь паперовий фільтр у чисті сухі пробірки.

2. На предметне скло на відстані 1 см нанести краплину витяжки золи (водної або кислотної, відповідно до елемента, який визначається) і краплину відповідного реактиву.

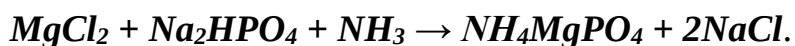
Виявлення калію Для реакції використовують як водну, так і кислотну витяжку золи залежно від реактивів. Реактив тартрату натрію одно заміщеного NaHC₄H₄O₆ з нейтральним розчином солей калію утворює кристали тартрату калію одно заміщеного KHC₄H₄O₆ у вигляді великих призм і пластинок. Для реакції використовують водний розчин, який обов'язково доводять до нейтрального pH, оскільки кристали тартрату калію одно заміщеного добре розчиняються в кислотах і лугах.

Виявлення кальцію. Для реакцій на кальцій і наступні елементи використовують кислотну витяжку золи. Реактив – сірчана кислота. Відбувається реакція:



У результаті реакції утворюються характерні довгі тонкі голки гідратованого сульфату кальцію CaSO₄·2H₂O (гіпс), потім голки об'єднуються в структури, що нагадують сніжинки, які накопичуються одна на одну. Голки можуть переходити в тонкі призми та маси пластинок, що накопичуються одна на іншу. Реактив – щавлева кислота. У результаті реакції випадають кристали оксалату кальцію (CaC₂O₄·3H₂O) у вигляді октаедрів, кубів, інколи хрестів.

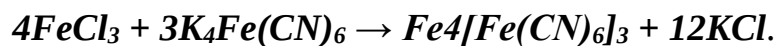
Виявлення магнію. Реактив – фосфат натрію Na₂HPO₄. Спочатку в краплину досліджуваної рідини додають краплину аміаку для нейтралізації і вже потім з'єднують із реактивом дугоподібним каналом. Відбувається реакція:



У результаті реакції утворюються кристали фосфорно-аміачно-магнезіальної солі у вигляді кришечок, сніжинок, крил, квадратів, прямокутників, зірок.

Виявлення заліза. Реактив – жовта кров'яна сіль K₄Fe(CN)₆. Реакція відбувається у пробірці або на порцеляновій пластинці. До кількох краплин досліджуваної рідини поступово додати кілька краплин 1% розчину жовтої

кров'яної солі. Відбувається реакція:



Наявність заліза визначають за утворенням берлінської лазури яскраво-синього забарвлення. Препарувальною голкою з'єднати обидві краплини дугоподібним каналом.

Примітка. Препарат можна злегка підсушити над полум'ям спиртівки. Однак слід пам'ятати, що тільки за повільної кристалізації утворюються великі, правильно сформовані кристали. Необхідно також уникати повного перемішування краплин, тому що відбудеться швидка кристалізація – випадуть дуже дрібні кристали, які майже непомітні в полі зору мікроскопа.

Препарат розглянути під мікроскопом без накривного скельця (об'єктив x8, x10, окуляр x15)

Результати мікрохімічного аналізу записати у таблицю 7.

Таблиця 7. Результати мікрохімічного аналізу

Елемент	Витяжка золи (водна, кислотна)	Реактив	Хімічна реакція	Результат реакції (форма, розмір кристалів, колір розчину тощо)
Ca				
Mg				
S				
Fe				



Ca



S



Mg



Fe

7.2. Антагонізм іонів

Мета роботи: визначення взаємодії іонів при поглинанні їх рослиною.

Матеріали та обладнання: 0,1М і 0,5М розчин NaCl, KCl, CaCl₂, MgCl₂, два стакана на 100 мл, два циліндри на 20 мл, пробірки, штативи, вата, мило, етикетки, проросле насіння пшениці.

При вирощуванні рослин на розчинах, які містять тільки чисту сіль навіть слабкої концентрації, спостерігається пригнічення росту кореневої системи і надземних органів. Токсична дія чистих солей зменшується при додаванні до сольового розчину іонів інших солей.

Антагонізм іонів (рис. 7.1) – це така взаємодія іонів при їх надходженні до кореня рослини, коли присутність одного іону зменшує поглинання іншого.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Si	Cl	Na	B	Mn	Cu	Zn	Mo
N															
P															
K															
Ca															
Mg															
S															
Fe															
Si															
Cl															
Na															
B															
Mn															
Cu															
Zn															
Mo															

- АНТАГОНІСТИ (надлишок одного призводить до дефіциту іншого)
 - БЛОКУЮТЬ ОДИН-ОДНОГО (не можна вносити разом)
 - СИНЕРГІСТИ (допомагають один-одному)

© Інститут живлення рослин

Рис. 7.1 Антагонізм іонів

Розчини, де антагонізм іонів виражений у найбільшому ступені, називають урівноваженим. Антагонізм іонів зумовлений пониженою коагулюючою дією їх суміші, у той же час як коагулююча дія окремих іонів значно вища. Крім того, доза поглинутих окремих іонів рослиною із суміші мінерального живильного розчину зменшується.

Хід роботи:

Приготувати окремі розчини хлоридів натрію, калію, кальцію і магнію у двох концентраціях (0,1М і 0,5М), а також суміші 0,1М і 0,5М солей. Налити у дві пробірки чистий розчин або суміш солей згідно зі схемою досліду (табл.8.). Суміш приготувати в окремих стаканах, доливаючи циліндром по 10 мл розчину кожної з чотирьох солей певної концентрації. На верхню частину пробірок прикріпити етикетки з необхідним реквізитом (факультет, група, прізвище виконавця, розчин солі, концентрація).

Для кожної пробірки взяти по три однакових проростки пшениці, рівномірно розкласти їх на вузькій, завширшки з 1 см ватній смужці і звернути в рулон. При цьому надземні органи і корінці кожного проростка повинні виглядати зовні. Змочити водою ватний рулон і вставити у пробірку так, щоб корінці були занурені в розчин. Протягом досліду треба доливати воду у пробірки. За тиждень заміряти довжину органів і корінців кожного проростка. Середній результат записати у табл. 8. і зробити висновки.

Таблиця 8. Дослідження впливу антагонізму іонів на ріст проростків пшениці

Прізвище виконавця	Розчин солей	Концентрація, М	Довжина, мм	
			коренів	пагонів
	NaCl	0,1		
	KCl	0,1		
	CaCl ₂	0,1		
	MgCl ₂	0,1		
	Суміш солей	0,1		
	NaCl	0,5		
	KCl	0,5		
	CaCl ₂	0,5		
	MgCl ₂	0,5		
	Суміш солей	0,5		
	Вода			

Висновки:

7.3. Виявлення нітратів в рослинах

Мета та завдання: Опанувати методику виявлення нітратів в рослинах. З'ясувати від чого залежить вміст нітратів в різних рослинах та органах рослин.

Матеріали та обладнання: Фарфорові чашки, ножиці, скляні палички, фільтрувальний папір, дослідні рослини, реактиви.

Хід роботи

1. У фарфорові чашки окремо кладуть шматочки листової пластинки, плодів, стебла, корені різних видів рослин.

2. Розтирають їх скляною наличкою.

3. Рослинну масу обливають розчином дифеніламіну в концентрованій сірчаній кислоті.

Поява синього забарвлення свідчить про наявність нітратів в органах досліджуваних рослин. Під час виконання цієї роботи доцільно вивчити питання: як освітлення рослин впливає на вміст нітратів в різних органах рослин, в яких органах рослин перетворюються нітрати. Середні результати дослідів оцінюють за трибальною системою: I – відсутність забарвлення – нітратів немає, II – блакитне забарвлення – нітратів достатня кількість, III – синє забарвлення – нітратів надмір, і записують за такою схемою:

Результати виявлення нітратів запишіть в таблиці 9.

Таблиця 9. Результати виявлення нітратів

Об'єкт	Умови вирощування	Вміст нітратів		
		в листку	в стеблі	в корені

Контрольні запитання

1. Вміст у рослинах зольних елементів і їх розподіл в тканинах і органах рослин.

2. Поділ мінеральних елементів на основні групи по кількісній потребі їх для рослин.
3. Необхідні для рослин макро- і мікроелементи, їх фізіологічна роль та засвоєння рослиною.
4. Мікроелементи, їх значення в житті рослин і с/г практиці.
5. Накопичення нітратів в коренях і клітинах. Взаємний вплив іонів на рослини (антагонізм, синергізм, адитивність).
6. Методи визначення потреби рослин в мінеральних елементах.
7. Споживання мінеральних елементів на різних етапах онтогенезу рослин.
8. Взаємодія рослин в агрофітоценозах.
9. Роль ґрунтової мікрофлори в мінеральному живленні рослин.
10. Фізіологічні основи застосування добрив.
11. Кругообіг елементів мінерального живлення в рослині, вторинне їх використання (реутилізація елементів мінерального живлення).

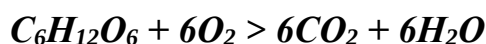
ТЕМА 8. ДИХАННЯ РОСЛИН. ВИДИ ДИХАННЯ. ЕТАПИ АНАЕРОБНОГО ТА АЕРОБНОГО ДИХАННЯ. БРОДІННЯ ТА ГЛІКОЛІЗ.

8.1. Визначення коефіцієнта дихання проростаючого насіння

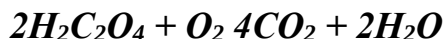
Мета роботи: ознайомитися з методикою визначення дихального коефіцієнта пророслого насіння пшениці та гороху.

Матеріали та обладнання: проросле насіння пшениці та гороху, 20% розчин NaOH, прилад для визначення дихального коефіцієнта, пінцети, фільтрувальний папір, колби на 250 мл, скляні палички, піпетки, чашки, годинник.

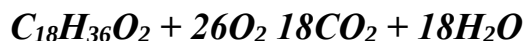
Дихальним коефіцієнтом (ДК) називається співвідношення обсягів виділеного при диханні вуглекислого газу до обсягу кисню, що поглинається протягом цього періоду. Величина його залежить, перш за все, від того, які речовини використовуються при диханні. При окисненні вуглеводів реакція дихання виражається рівнянням:



Об'єм вуглекислого газу, що виділяється під час розкладання цукрів дорівнює об'єму кисню, що поглинається ($CO_2 : O_2 = 1$), відповідно ДК дорівнює 1. Якщо дихальним матеріалом є речовини більш окиснені ніж вуглеводи (наприклад, щавлева кислота), то величина дихального коефіцієнта буде більше 1. Рівняння реакції у даному випадку має такий вигляд:



тому, що співвідношення між вуглекислим газом, що виділяється, і киснем, що поглинається, дорівнює 4, відповідно ДК = 4. За умов, коли під час дихання використовуються сполуки менш окиснені ніж вуглеводи (жири, білки), дихальний коефіцієнт буде меншим за 1. Наприклад, розкладання стеаринової кислоти здійснюється за рівнянням:



Співвідношення між вуглекислим газом і киснем буде: $18CO_2 : 26O_2$, відповідно ДК = 0,69.

Визначення дихальних коефіцієнтів різних тканин рослин показує, що в звичайних умовах вони близькі до одиниці. Це дає підставу вважати, що в першу чергу як дихальний матеріал рослини використовують вуглеводи. При нестачі вуглеводів можуть бути використані й інші субстрати. Особливо це проявляється на проростках, що розвиваються з насіння, в якому як запасуючі речовини відкладаються жири або білки. У цьому разі дихальний коефіцієнт стає меншим за одиницю.

Якщо дихальним матеріалом є жири, то вони розщеплюються до

гліцеролу і жирних кислот. Жирні кислоти можуть бути перетворені на вуглеводи через гліюксилатний цикл. Використанню білків, як субстрату дихання, передує їх розщеплення до амінокислот.

Величина ДК залежить також від постачання клітин киснем. В анаеробних умовах відбувається спиртове бродіння, що супроводжується виділенням вуглекислого газу, відповідно ДК зростає. На співвідношення між вуглекислим газом і киснем впливає розташування тканини, наприклад, меристеми, що розташовані в бруньках або під кореневим чохлаком, недостатньо забезпечуються киснем. У таких тканинах дихальний коефіцієнт наближається до 2.

Хід роботи:

Для визначення дихального коефіцієнта досліджуваний матеріал поміщають у пробірку, з'єднану з градуйованою трубкою, в яку введена крапля забарвленої рідини.

Якщо обсяги газів, що виділяються та поглинаються під час дихання, рівні, то крапля в трубці не буде пересуватися. Якщо ж величина дихального коефіцієнта менша або більша одиниці, то буде спостерігатися переміщення рідини в трубці відповідно до різниці між обсягами поглинання O_2 і виділення CO_2 . Потім з тим же матеріалом проводять другий дослід, вводячи в пробірку розчин лугу для поглинання CO_2 , що виділяється при диханні.

Відстань, на яку відбувається пересування краплі в трубці, відповідає обсягу кисню, що поглинається матеріалом. Насипають у пробірку проросле насіння пшениці, гороху або соняшнику (до половини пробірки).

Збирають установку для спостереження за газообміном, ставлять її у склянку з бавовною (для підтримки постійної температури) і вводять у трубку краплю підфарбованої води. Коли крапля відірветься від краю трубки, позначають положення внутрішнього меніска краплі, перевертають пісочний годинник і після 5 хв експозиції вимірюють відстань, яку проходить крапля за цей час.

Дослід повторюють не менше трьох разів. Обчислюють середню відстань, пройдену краплею за 5 хв (А), показник відповідає різниці між обсягами кисню, що поглинається насінням, і вуглекислим газом, що виділяється. Виймають пробку із пробірки з насінням, провітрюють пробірку і вкладають пінцетом у верхню частину пробірки згорнуту в кільце смужку фільтрувального паперу або вату, змочену 20% розчином лугу (смужку змочують помірно).

Закривають пробірку пробкою і знову вводять у трубку краплю підфарбованої води. Позначають положення меніска краплі, визначають відстань пересування краплі за три п'ятихвилинних інтервали і обчислюють середню величину (В). Дихальний коефіцієнт обчислюється за формулою:

$$\frac{CO_2}{O_2} = \frac{B - A}{B}$$

де: А – величина, яка відображає різницю між обсягами кисню, що поглинається насінням і вуглекислим газом, що виділяється, мм.

В – величина, яка відображає обсяг кисню, що поглинається під час досліду, мм.

Дослід проводять окремо з різними об'єктами (насіння пшениці, гороху, соняшнику). Отримані результати заносять у таблицю 10.

Таблиця 10. Визначення дихального коефіцієнту насіння

Умови досліду	Відстань, мм (за 5 хв)				Дихальний коефіцієнт (ДК)
	1	2	3	4	
Пшениця					
А (луг відсутній)					
В (луг присутній)					
Горох					
А (луг відсутній)					
В (луг присутній)					
Соняшник					
А (луг відсутній)					
В (луг присутній)					

На основі отриманих результатів роблять висновок про залежність величини дихального коефіцієнта від особливостей культури та характеру речовин, що окисляються під час дихання.

Висновок: в умовах нестачі кисню процес аеробного дихання може супроводжуватися анаеробним диханням, при якому також виділяється вуглекислий газ. Тому у цьому випадку дихальний коефіцієнт буде зростати. Подібне можна спостерігати при зануренні проростаючого насіння у воду. Утворені продукти неповного окислення при певних концентраціях можуть виявляти токсичну дію. Таким чином, величина дихального коефіцієнта відображує не лише тип субстрату, який піддається окисленню, але й особливості процесу дихання даної тканини чи органу відповідно до їх стану та впливу конкретних зовнішніх умов.

Контрольні запитання та завдання

1. Сутність процесу дихання і значення його в житті рослин.
2. Сутність бродіння, його зв'язок з диханням
3. Субстрати дихання та включення їх в дихальний процес.
4. Методи визначення інтенсивності дихання.
5. Залежність дихання від умов зовнішнього середовища: температури, зволоженості тканин, газового складу атмосфери, мінерального живлення та інших факторів на дихання.
6. Фотодихання, його сутність та роль у продукційному процесі рослин.
7. Цикл ди- і трикарбонових кислот.
8. Роль циклу Кребса в обміні речовин і енергії в рослинах.
9. Особливості анаеробного дихання рослин

ТЕМА 9. ДИХАННЯ РОСЛИН. ЕТАПИ АЕРОБНОГО ЦИКЛУ ДИХАННЯ. ЦИКЛ КРЕБСА (ДИ- ТА ТРИКАРБОНОВИХ КИСЛОТ). ОКИСЛЮВАЛЬНО- ВІДНОВНИЙ ЕТАП ДИХАННЯ ТА ЕТЛ ТА ФЕРМЕНТАТИВНА СИСТЕМА ПРОЦЕСУ ДИХАННЯ

9.1. Визначення інтенсивності дихання за кількістю виділеної вуглекислоти (за методом п. Бойсен-Ієнсена)

Мета: Оволодіти методикою визначення інтенсивності дихання за кількістю CO_2 , що виділяє рослина в процесі дихання.

Обладнання і матеріали: скляні колби, гумові корки, марлеві мішечки, бюретки, 0,1 н розчин $\text{Ba}(\text{OH})_2$, 0,1н розчин HCl , фенолфталеїн, сухе і проросле насіння, ваги з різноважками, ножиці.

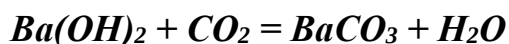
Інтенсивність дихання можна визначити:

- 1) по кількості виділеної вуглекислоти;
- 2) по кількості поглинутого кисню;
- 3) по витраті сухої речовини.

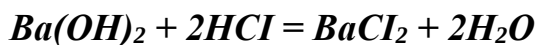
Всі ці показники розраховуються на одиницю маси за одиницю часу. При диханні рослина поглинає O_2 та виділяє CO_2 .

До кількісних методів визначення дихання у рослин належить метод П. Бойсен-Ієнсена. За цим методом визначають інтенсивність дихання за кількістю виділеної вуглекислоти, що виділяється в процесі дихання одиницею маси рослини за одиницю часу. В дослідженнях необхідно встановити, яке насіння буде дихати інтенсивніше: сухе, вологе чи проросле.

У дві колби, дослідну (з рослинним матеріалом) і контрольну, наливають певну кількість $\text{Ba}(\text{OH})_2$, який здатний реагувати з CO_2 повітря. При диханні досліджуваного об'єкту виділений діоксид вуглецю реагує з лугом. При цьому концентрація розчину значно зменшиться:



Через певний час луг, що залишився в колбі, титрують соляною кислотою:



За різницею титрування бариту контрольної і дослідної колб, прямо пропорційний кількості виділеного при диханні CO_2 . Для визначення інтенсивності дихання за методом П. Бойсен-Ієнсена в якості об'єктів досліджень можна використовувати не лише насіння зернових культур, а й різні органи рослин – пагони, листки, квітки.

Хід роботи:

Завдання 1. Поставити дослід для визначення кількості CO_2 , поглинутого рослинним матеріалом:

а) У чотири колби однакового об'єму налити по 20 мл 0,1н розчин Ва(ОН)₂ і закрити гумовими корками. Одна колба служить контролем для врахування СО₂, що міститься в її об'ємі;

б) Зробити наважку рослинного матеріалу (по 5г сухою, вологого і пророслого насіння одно- і дводольних рослин), висипати їх у марлеві мішечки і на нитці підвісити у дослідні колби (мішечок повинен легко проходити крізь горло колби і не торкатись розчину). Колби (дослідну і контрольну) поставити в однакові умови на 0,5 год.

Завдання 2. Зняти результати досліду. Для цього насіння з дослідної і контрольної колб вийняти, до залишку бариту додати по дві краплини фенолфталеїну і відтитрувати 0,1н розчином НСІ до зникнення рожевого забарвлення

Результати досліду записати у таблицю11.

Таблиця 11. Результати досліду

Об'єкт	Маса проби, г	Тривалість досліду, (год)	Затрачено на титрування 0,1 н р-ну НСІ (мл)		Поправка до титру НСІ	Інтенсивність дихання, мг/г год.
			Дослід	Контроль		

Завдання 3. Обчислити інтенсивність дихання за формулою:

$$I = \frac{(a-b) \cdot 2,2}{t \cdot n}$$

де I – інтенсивність дихання, мг/г год.;

a – кількість 0,1н розчину НСІ, затраченої на титрування контролю, мл;

b – кількість 0,1н розчину НСІ, витраченої на титрування досліду, мл;

2,2 – поправка до титру (кількість СО₂, еквівалентна 1мл 0,1н розчину

НСІ);

t – тривалість досліду, год.;

n – наважка рослинного матеріалу, г;

Порівняти інтенсивність дихання досліджуваних об'єктів (сухого та пророслого насіння).

1. Які зовнішні і внутрішні чинники впливають на інтенсивність дихальної функції?

2. В двох колбах однакова кількість розчину Ва(ОН)₂. Колби тісно закриті корками з крючками, до яких підвішені марлеві мішечки з однаковими

наважками пророслого і непророслого насіння. Через певний час розчин в колбах протитрували соляною кислотою. На титрування якої колби піде більше кислоти? Чому?

3. Були взяті дві наважки насіння по 10 г кожна. Одну наважку висушили при 100°C для визначення абсолютно сухої маси, яка виявилась рівною 8,8 г. Другу порцію насіння пророщували протягом двох тижнів в темряві на чистому піску, змоченому дистильованою водою. Одержані проростки мали сиру масу 21,7 г, а абсолютно суху – 7,0 г. Як пояснити зміну сирої і сухої маси у процесі проростання?

4. 10 г бруньок виділили за 20 хв. 2 мг CO₂. Визначити інтенсивність дихання на 1 г сухої маси за 1 год., якщо відомо, що вміст води в бруньках становить 60%.

Висновки

Контрольні запитання

1. За якими показниками можна визначити інтенсивність дихання?
2. Регуляція процесу дихання.
3. Проміжні і кінцеві продукти анаеробного дихання.
4. Пентозофосфатний шлях окислення вуглеводів, його значення.

5. Гліюксилатний шлях.
6. Сутність і значення циклу трикарбонових кислот (цикл Кребса).
7. Дихання за рахунок білків, жирів, та вуглеводів.
8. Ферменти дихального циклу.
9. Енергетична і фізіологічна ефективність дихання.
10. Зв'язок між диханням, фотосинтезом і бродінням.
11. Дихальні коефіцієнти під час окиснення різних субстратів?
12. Способи управління диханням рослин в період вегетації і при зберіганні с/г продукції.
13. Вплив факторів зовнішнього середовища (температура, мінеральне живлення, волога, газовий склад повітря) на дихання.

ТЕМА 10. РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН

10.1. Перетворення речовин під час проростання насіння

Насіння рослин містить різноманітні запасні поживні речовини – білки, жири, вуглеводи. Насіння, в якому основною запасною речовиною є крохмаль, називають крохмальним (наприклад, насіння пшениці, жита, ячменю), а те, в якому жири переважають над вуглеводами – олійним (наприклад, насіння рицини, соняшника, ріпаку). Під час проростання насіння складні запасні речовини за участю ферментів перетворюються у простіші, які використовуються в процесі росту й розвитку паростка. Усі моносахариди, а також дисахариди завдяки наявності альдегідної або кето-групи є редукуючими, тобто мають відновлювальні властивості. Сахароза – нередукуючий цукор. Характерною реакцією на редукуючі цукри є відновлення рідини Фелінга.

Мета роботи. Встановити перетворення, яких зазнають запасні поживні речовини під час проростання насіння. Порівняти хімічний склад непророслого та пророслого насіння.

Матеріали, реактиви, обладнання. Сухе і проросле насіння пшениці та соняшнику, рідина Фелінга, розчин І у КІ, розчин судану, водяна баня, фарфорові ступки, скальпелі, мікроскоп, предметні стекла, накривні скельця, препарувальні голки, фільтрувальний папір.

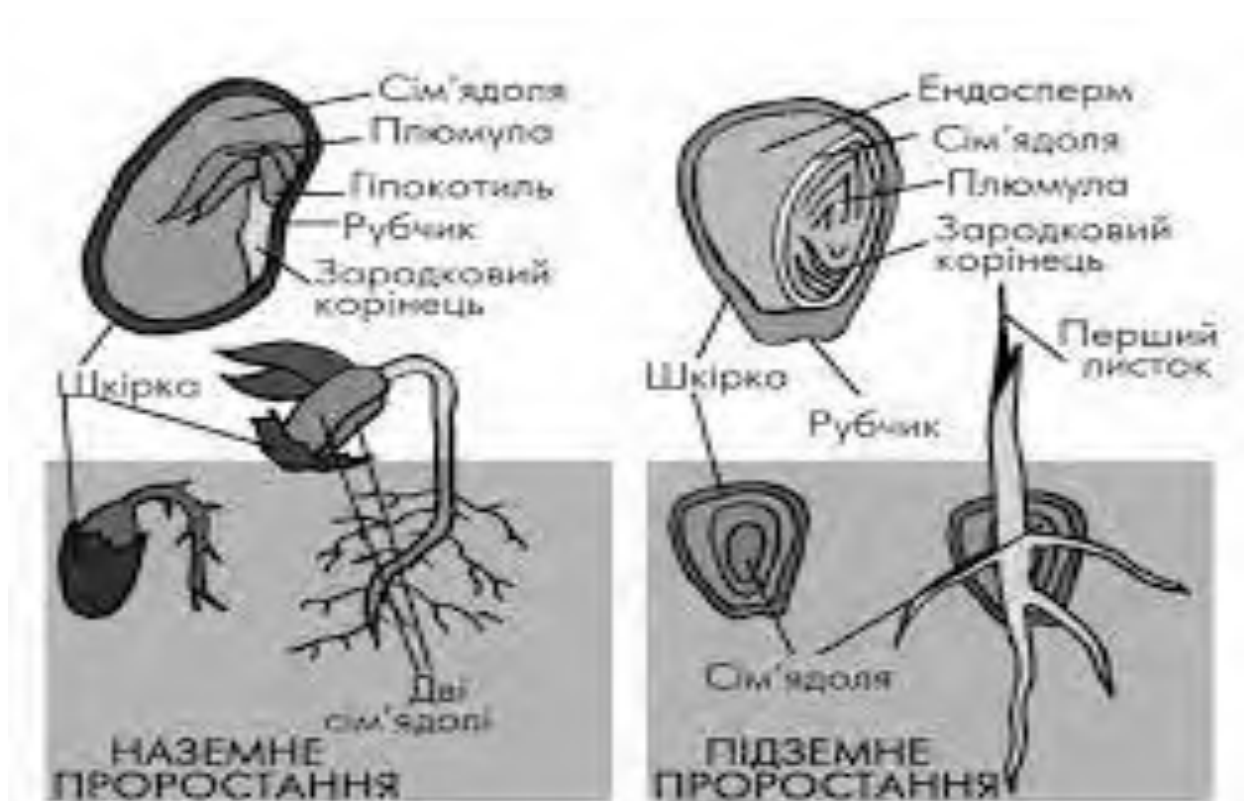
Хід роботи

Розтирають у чотирьох ступках по 10 непророслих і пророслих насінин пшениці та соняшнику. Розтерту масу переносять у чотири підписані пробірки, доливають воду до половини об'єму пробірки і ставлять на 15 хв. на киплячу водяну баню для екстракції розчинних речовин. Зливають витяжки у чисті підписані пробірки, доливають рівний об'єм рідини Фелінга та витримують 5 хв на киплячій водянній бані. За кількістю Cu_2O , що утворився, оцінюють вміст редукуючих цукрів. До залишку матеріалу у пробірках першої групи доливають розчин йоду і за інтенсивністю посиніння оцінюють вміст крохмалю. Роблять тонкі зрізи пророслого і непророслого насіння соняшнику, поміщають їх на предметні стекла в краплі розчину фарби судану ІІІ і накривають накривними скельцями. За 5 хв. зрізи промивають водою, розглядають у мікроскоп та оцінюють вміст жиру за кількістю і розмірами червоних або оранжевих крапель. Результати записують в таблицю 12, оцінюючи вміст крохмалю, цукру та жиру за п'ятибальною шкалою.

Таблиця 12. Перетворення речовин під час проростання насіння

Насіння		Крохмаль	Редукуючі жири	Жири
Крохмальне	сухе			
	проросле			
Олійне	сухе			
	проросле			

Роблять висновки про перетворення вуглеводів і жирів під час проростання крохмального та олійного насіння.



10.2. Визначення життєздатності насіння за забарвленням цитоплазми

Мета та завдання: Опанувати методику визначення життєздатності насіння бобових і злакових культур методом фарбування тканин.

Матеріали, реактиви, обладнання: Штативні або ручні лупи, бритви, пінцети, бюкси, препарувальні голки, фільтрувальний папір, насіння гороху або квасолі, пшениці, реактиви.

Хід роботи

Метод Д. М. Нелюбова. 1

1. Насіння гороху або квасолі, яке зволожувалось в термостаті протягом 16-18 годин при температурі 20° С, звільняють від насінневих оболонок. 10

насінин кладуть у 0,2% розчин індигокарміну на 2-3 години за температури 30° С.

2. Барвник зливають, насіння старанно промивають водою і визначають його життєздатність. Насіння, сім'ядолі якого частково забарвились, а корінці зовсім не забарвились, вважають життєздатним. Якщо в насінні забарвлені корінці і сім'ядолі – таке насіння не життєздатне.

Метод М. М. Іванова.

1. 10 зернівок пшениці, які знаходились у зволоженому стані протягом 10 годин при температурі 18° С, розрізають бритвою вздовж борозенки і кладуть у 0,2% розчин кислого фуксину на 15 хвилин.

2. Барвник зливають, насіння промивають водою, розкладають пінцетом на фільтрувальний папір і визначають життєздатність.

У життєздатних зернівок зародки не забарвлені. У не живих або дуже пошкоджених зернівок зародки забарвлені інтенсивно. При визначенні життєздатності зернівок зручно користуватися ручними або штативними лупами.

Малюнки:

1. Зразки гороху:

життєздатні

нежиттєздатні

2. Зернівки пшениці

життєздатні

нежиттєздатні

1. Яка властивість протоплазми лежить в основі визначення життєздатності насіння?

2. Які фактори призводять до порушення життєздатності насіння при недотриманні умов його зберігання?

3. Поясніть як відбувається обмін речовин між цитоплазмою, ядром, пластидами, мітохондріями і вакуолями.

Висновки

Контрольні питання

1. Поняття ріст. Клітинна основа росту._
2. Фітогормональна система рослини. Поняття про фітогормони. Класифікація фітогормонів.
3. Залежність росту від зовнішніх факторів.
4. Поняття розвиток. Регуляція розвитку рослин.
5. Фотоперіодизм, біологічне значення.
6. Цвітіння. Основні етапи цвітіння.
7. Вегетативне розмноження.
8. Старіння (клітини, органу, організму). Механізми, індукуючі старіння.

ТЕМА 11. СТІЙКІСТЬ РОСЛИН ДО БІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА. МЕХАНІЗМИ ЇХ РЕГУЛЯЦІЇ

11.1. Визначення жаростійкості рослин (за Ф.Ф. Мацковим)

Високі температури негативно впливають на рослинні клітини. Вони пригнічують рух цитоплазми, змінюють структуру білків, пошкоджують мембрани тилакоїдів в хлоропластах, погіршують напівпроникність тонопласту. В результаті останнього в цитоплазму з вакуолі потрапляють органічні кислоти. При проникненні їх у пластиди відбувається реакція заміщення йону магнію у хлорофілі на два протони водню, і хлорофіл перетворюється на феофітин. На листках рослин з'являються помітні бурі плями. Подібного ж ефекту можна досягти, якщо подіяти на рослини високими температурами та обробити їх слабким розчином соляної кислоти.

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

Більш важливе значення має стійкість, яка заснована на витривалості клітин рослини, тобто здібності у процесі адаптації перестроювати як швидкість, так і напрямок процесу обміну речовин таким чином, щоб із змінених умовах середовища вироблювати усі необхідні продукти. Із несприятливих умов, що викликають стрес у рослин, частіше всього зустрічається нестача води, висока температура, низька температура, висока концентрація солей.

Високотемпературний стрес зумовлює численні функціональні та структурні зміни в життєдіяльності рослинного організму, знижує продуктивність, а тривала його дія спричиняє незворотні реакції та загибель рослин. Він може бути довготривалим, різким і короточасним. Високі температури гальмують рух цитоплазми, знижують мітотичний індекс у перші 3-4 години теплового стресу, спричиняють зміни в структурі білків, порушують взаємодію між ферментом і субстратом.

Екстремальні температури зумовлюють деструкцію ядра, денатурацію і розпад нуклеїнових кислот, зміни в процесах транскрипції та трансляції. Високі температури пошкоджують мембрани тилакоїдів, фотосинтетичне фосфорилування.

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

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

Якщо піддати листок дії високої температури, а потім занурити в слабкий розчин соляної кислоти, то пошкоджені і мертві клітини побуріють внаслідок вільного проникнення в них кислоти, яка викличе перетворення хлорофілу в феофітин, тоді як непошкоджені клітини лишаються зеленими.

У рослин з кислим клітинним соком феофітинізація може відбутись і без обробки соляною кислотою, так, як при порушенні напівпроникності тонопласта органічні кислоти проникають з клітинного соку в цитоплазму і витісняють магній з молекул хлорофілу.

Мета роботи. Визначити рівень жаростійкості рослин різних видів.

Матеріали, реактиви, обладнання. Зелені листки різних видів рослин (бегонія, плющ, хлорофітум, пеларгонія, адіант венерин волос, сансев'єрія, хойа) 0,2 н. розчин соляної кислоти; водяна баня, термометри, піпетки, чашки Петрі, кристалізатори, чайник з киплячою водою, олівці по склу.

Хід роботи

1. Нагріти водяну баню до 40° С.
2. Занурити в неї по 5 листків кожного виду рослин і витримати протягом 30 хв., підтримуючи температуру водяної бані.
3. Взяти першу пробу, витягуючи по одному листку кожного виду рослин, і охолодити їх у чашці Петрі з холодною водою.
4. Збільшити температуру водяної бані до 50° С і через 10 хв. витягнути ще по одному листку і охолодити їх у новій чашці Петрі з холодною водою.
5. Збільшити температуру водяної бані до 60° С і через 10 хв. витягнути ще по одному листку, охолодити.



6. Аналогічно інкубувати листки за дії 70° С та 80° С. Листки охолодити.
7. Воду в чашках Петрі замінити на 0,2 н. розчин HCl і за 20 хв. оцінити ступінь пошкодження листків за величиною бурих плям.
8. Результати досліджень записати в таблицю 13, відмічаючи: відсутність побуріння знаком «-», незначне побуріння – «+», побуріння понад 50% площі листка – «++», повне побуріння – «+++».

Таблиця 13. Результати стану рослин після досліду

Рослини	Стан рослин після дії t° C				
	40	50	60	70	80
бегонія					
плющ					
хлорофітум					
пеларгонія					
адіант					
венерин волос					
сансев'єрія,					
хойа					

1. Що таке феофітинізація хлорофілу? Чим вона зумовлена?

2. Чому за дії пошкоджуючих факторів зростає ступінь феофітинізації?

3. У рослин якої екологічної групи найвищий рівень жаростійкості? В яких рослин цей рівень найнижчий?

4. Чи існує залежність між в'язкістю цитоплазми та жаростійкістю рослин?_____

5. Якими фізіологічними механізмами зумовлена висока жаростійкість алое порівняно з цибулею, традесканцією?

6. Що таке в'язкість цитоплазми?

Висновки:

11.2. Визначення водного дефіциту рослин

Матеріали та обладнання: Рослини (ксерофіти, мезофіти і гігрофіти), торсійні терези, чашки Петрі, фільтрувальний папір, коркові свердла.

Хід роботи:

Свердлами зробити десять висічок листків різних рослин. Зважити висічки на торсійних терезах (m) і помістити їх у чашки Петрі з водою. За одну годину воду злити, висічки просушити фільтрувальним папером і знову зважити (m_1). Висушити висічки при $+105^0$ С протягом трьох годин і зважити (a). Визначити водний дефіцит рослин за рівнянням:

$$W = m_1 - m / m_1 - a,$$

де W – водний дефіцит, %;

a – абсолютна суха маса висічок, мг;

m – маса висічок до занурення у воду, мг;

m_1 – маса висічок після насичення водою, мг.

Результати дослідів записати в таблицю 14.

Таблиця 14. Розрахунок водного дефіциту рослин

Рослини	Маса висічок листків, мг			Водний дефіцит W , %
	до замочування водою, m	після насичення водою, m_1	абсолютно суха маса висічок, a	

Висновок

Контрольні запитання:

1. Що таке стійкість рослин? Назвіть види стійкості.
2. Що таке жаростійкість?
3. Толерантність рослинних організмів, її фізіологічне значення.
4. В чому причина пошкоджень рослин високими температурами?
5. Що таке феофітинізація хлорофілу? Чим вона зумовлена?
6. Чому за дії пошкоджуючих факторів зростає ступінь феофітинізації?
7. Чи властива для рослин здатність до адаптації за дії стресових чинників? Відповідь обґрунтуйте.
8. У рослин якої екологічної групи найвищий рівень жаростійкості?
9. В яких рослин цей рівень найнижчий?
10. На чому заснований принцип визначення жаростійкості листя рослин?

ТЕМА 12. СТІЙКІСТЬ РОСЛИН ДО АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ. МЕХАНІЗМИ РЕГУЛЯЦІЇ



При вивченні даної теми слід зрозуміти суть діалектичного зв'язку рослин з навколишнім середовищем, характер реакцій на зовнішні дії. Необхідно пам'ятати, що пристосування рослин виникли історично в процесі еволюції під впливом умов середовища і змінювались в процесі індивідуального розвитку.

Необхідно також мати чітке уявлення про поняття холодостійкості, морозостійкості і зимостійкості, жаростійкості, посухостійкості, солестійкості і газостійкості а також стійкості до хімічних речовин.

Проблема стійкості – це елемент продуктивності рослин. Ось чому питання адаптивного землеробства, діагностика та шляхи підвищення стійкості набувають першочергового значення в науці і сільськогосподарській практиці.

12.1. Визначення захисної дії цукрів на цитоплазму клітини за дії низьких температур

Мета та завдання: Опанувати методику визначення захисної дії цукрів на цитоплазму при дії на рослину низьких температур.

Матеріали та обладнання: Скальпелі, термометр до -25°C , пробірки, піпетки місткістю 5 і 10 мл, фільтрувальний папір, реактиви сніг або лід, кухонна сіль, столовий буряк, кристалізатори.

Хід роботи:

1. Очищений коренеплід столового буряка ріжуть на кусочки довжиною 1,5-2 см, шириною і товщиною 0,5-0,7 см, ретельно миють їх водою і кладуть по одному кусочку в кожну із трьох пробірок.

2. В першу пробірку наливають 5 мл дистильованої води, в другу – 5 мл 0,5М розчину сахарози, в третю – 5 мл 1М розчину сахарози.

3. Пробірки підписують і ставлять в охолоджену суміш, яку виготовляють змішуванням трьох частин снігу або льоду і однієї частини кухонної солі.

4. Суміш добре перемішують шпателем (температура охолоджуючої суміші має бути близько -20°C). Після цього усі пробірки занурюють в охолоджуючу суміш і витримують там 20 хв.

5. По закінченню експозиції пробірки виймають і вміщують в скляні банки з водою для поступового розмороження. Після цього вміст пробірок обережно перемішують і відмічають забарвлення рідини в них. Результати дослідів записують в таблиці 15.

Таблиця 15. Результати дослідів

Об'єкт	Варіанти дослідів	Забарвлення розчину
	Вода (контроль)	
	Сахароза 0,5 М	
	Сахароза 1 М	

1. Поясніть механізм формування морозостійкості рослин.

2. На чому ґрунтується захисна дія сахарози на білки протоплазми при дії низьких температур?

3. В чому полягає сутність загартування озимих до дії низьких температур?

Висновки:

Контрольні питання

1. Методи діагностики та підвищення посухостійкості рослин.

2. Природа холодо- та морозостійкості рослин.
3. Зимостійкість як стійкість до всього комплексу несприятливих факторів перезимівлі рослин.
4. Газостійкість рослин та шляхи їх підвищення.
5. Фізіолого-біохімічні основи стійкості рослин до хвороб.
6. Стійкість рослин до речовин, які застосовують для боротьби з хворобами, шкідниками та бур'янами (пестицидами).
7. Стійкість рослин до вилягання.
8. Солестійкість рослин та шляхи її підвищення.
9. Шляхи підвищення морозостійкості й холодостійкості рослин.

10. Роль цукрів у підвищенні морозостійкості рослин.

11. Загартування рослин у природних умовах щодо дії низьких температур.

12. Види спокою. У чому полягає значення спокою для рослин?

13. Порушення метаболізму при засолені.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Burma V. A Text Book of Plant Physiology for under graduate and Post graduate students. Edited and production associated by Prem kumar Mehta. Emkay Delhi: Publishing House, Swami Dayanand Marg, 2001. 110051. 201 p.
2. Pandey S. N., Sinha B. K. A Text Book of Plant Physiology. Vikas Publishing House Pvt. Ltd., 2015. 514 p.
3. Pessarakli M. Handbook of Photosynthesis. Tucson: CRC Press, 2016. 846 p.
4. Pessarakli M. Handbook of Plant and Crop Physiology. Tucson: CRC Press, 2021. 1200 p.
5. Susheela M Das. Latest Portfolio of Theory and Practice in Plant Physiology. New Delhi: Dominant Publishers and Distributors, 2011. 110002. 816 p.
6. Авксентьева О.О. та ін. Фізіологія та біохімія рослин: малий практикум: навч.- метод. посіб.; Харків. нац. ун-т ім. В.Н. Каразіна. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2018. 151 с.
7. Бессонова В.П. Практикум з фізіології рослин. Дніпропетровськ, 2020. 316 с.
8. Брайтон О.В. Фізіологія рослин для допитливих. К.: Фітосоціоцентр, 2021. 218 с.
9. Власенко М.Ю., Вельямінова-Зернова Л.Д., Мацкевич В.В. Фізіологія рослин з основами біотехнології. Біла Церква: БДАУ, 2016. 504 с.
10. Волчовська-Козак О.Є. Фізіологія та біохімія рослин. Короткий курс лекцій / О.Є. Волчовська-Козак // Підручник для студентів біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Івано-Франківськ: ПП Супрун, 2017. – 128 с. 10.
11. Векірчик К. М. Фізіологія рослин. Практикум. – К.: Вища шк., 2004.
12. Величко Л. Н. Практикум з фізіології рослин / Л. Н. Величко, А. С. Меркушина, Л. В. Чорна. – Умань, 2006. – 76 с
13. Власенко М.Ю., Вельямінова-Зернова Л.Д., Мацкевич В.В. Фізіологія рослин з основами біотехнології. Біла Церква: БДАУ, 2016. 504 с.
14. Волчовська-Козак О.Є. Фізіологія та біохімія рослин. Короткий курс лекцій / О.Є. Волчовська-Козак // Підручник для студентів біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Івано-Франківськ: ПП Супрун, 2017. – 128 с. 10.
15. Волчовська-Козак О.Є. Методичні вказівки до практичних робіт і самостійна робота студентів з фізіології рослин / О.Є. Волчовська-Козак // Методичні вказівки - Івано-Франківськ: ПП Супрун, 2017. – 56 с.
16. Грицаєнко З. М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / З. М. Грицаєнко, А. О. Грицаєнко, В. П. Карпенко. – Київ: ЗАТ «Нічлава», 2003. – 316 с.
17. Должицька А.Г. Фізіологія рослин : [навч. посіб. для вищ. навч. закл.] / А. Г. Должицька, І. І. Панчук; Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. - Чернівці: ЧНУ, 2010. - 167 с. - Бібліогр.: с. 164.

18. Злобін Ю.А. Курс фізіології і біохімії рослин. Суми: Університетська книга, 2019. 463 с.
19. Кірпи́чев І.В., Чечене́ва Т.М., Сігі́діненко Л.І., Кірпи́чова І.В. Практикум з фізіології та основ біотехнології рослин: навч. посіб. для ВНЗ. Луганськ: Елтон-2, 2019. 160 с.
20. Кобилецька М.С., Терек О.І. Біохімія рослин: навч. Посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 270 с.
21. Колупаєв Ю.Є. Основи фізіології стійкості рослин: Курс лекцій. – Х.: Міськдрук, 2010.-121 с.
22. Коць С.Я., Петерсон Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. К.: Логос, 2019. 182 с.
23. Лугова Г. А., Гавва К. М. Фізіологія рослин: Курс лекцій. – Х.: ДБТУ, 2025. – 157 с
24. Лугова Г.А. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Фізіологія рослин з основами біохімії». Х.: ДБТУ, 2024. 89с.
25. Макрушин М.М., Макрушина Є.М. Фізіологія рослин. Вінниця: Нова книга, 2018. 413 с.
26. Марковська О.Є., Федорчук М.І., Мринський І.М., Чернишова Є.О. Інструктивно-методичні матеріали до практичних занять з фізіології рослин. Змістова частина І, ІІ. Херсон: РВВ Колос ХДАУ, 2019. 59 с.
27. Марковська О.Є., Федорчук М.І., Мринський І.М., Чернишова Є.О. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять з фізіології рослин з основами біохімії. Херсон: РВВ Колос ХДАУ, 2016. 68 с.
28. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин: Підручник. К.: Либідь, 2018. 835 с.
29. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко. – Київ: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.
30. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко. – Київ: Либідь, 2005. – 808 с.
31. Самойленко Т.Г, Самойленко М.О., Рожок О.Ф. Практикум з фізіології рослин. – Миколаїв: МНАУ, 2013.—413с.
32. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин. Підручник. Суми: Університетська книга, 2015. 271 с.
33. Тарнопільська О.М. Фізіологія рослин. Конспект лекцій. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 159 с.
34. Терек О.І., Пацула О.І. Ріст і розвиток рослин: навч. посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 328 с.
35. Фізіологія рослин: досягнення та нові напрямки розвитку / Ін-т фізіології рослин і генетики НАН України, Укр. т-во фізіологів рослин; голов. ред. акад. НАН України В.В. Моргун. Київ: Логос, 2017. 671 с.
36. Фізіологія рослин: практикум / О.В. Войцехівська [та ін.]; за ред. д-ра біол. наук, проф. Т. В. Паршикової. – Луцьк: Терен, 2018. 415 с.

37. Фізіологія та біохімія рослин - малий практикум [Текст]: навч.- метод. посіб. / [О.О. Авксентьєва та ін.]; Харків. нац. ун-т ім. В.Н. Каразіна. – Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2019. 151 с.

38. Фізіологія та біохімія рослин [Текст]: малий практикум: навч.- метод. посіб. / [О.О. Аксентьєва та ін.]; Харків. нац. ун-т ім. В.Н. Каразіна. – Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2018. 151 с.

39. Фізіологія рослин / Макрушин М.М., Макрушина Є.М., Петерсон Н.В. Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 416 с.

40. Фізіологія рослин з основами біохімії / [М. М. Макрушин, Є. М. Макрушина, Н. В. Петерсон, В. С. Цибулько] ; під ред. М. М. Макрушина. – Київ : Урожай, 2005. – 544 с.

Електронні джерела

Google (пошук на усіх мовах)

Мета (українськомовна пошукова система)

Відкриті бази і реєстри

Вікіпедія

СВІТ: http://www.nas.gov.ua/svit/Article/Pages/10_4748_4.aspx

МСМБ, «Екологічна безпека – основа національної безпеки»

http://www.msmb.org.ua/books/thematic_bibliography/272/

Наукова періодика України:

<http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Ebtp/index.html>

Українські реферати: <http://ua-referat.com>

Словник найважливіших понять і фізіологічних термінів

Абсцизова кислота (АБК) – рослинний гормон, що індукує період спокою бруньок і підтримує його в насінні, має відношення до геотропізму кореня, замикання продихів та ряду інших процесів.

Автотроф – організм, що здатний синтезувати потрібні для нього речовини з неорганічних речовин навколишнього середовища.

Адаптація – особливість структури, фізіології або поведінки організму, що сприяє пристосуванню його до умов існування.

Аденозинтрифосфорна кислота (АТФ) – основне джерело хімічної енергії в обміні речовин. При гідролізі АТФ втрачає один фосфат і перетворюється на аденозиндифосфат (АДФ), вивільняючи при цьому енергію.

Адгезія – злипання різнорідних предметів або речовин.

Адсорбція – адгезія рідких, газоподібних або розчинених речовин до твердої фази, яка зумовлює підвищення концентрації цих речовин.

Аеробний організм (aer – повітря, bios – життя) – організм, що потребує вільного кисню.

Азотфіксація біологічна – включення атмосферного азоту у сполуки. Здійснюється вільноживучими, асоціативними та симбіотичними мікроорганізмами.

Активне транспортування – енергозалежне транспортування речовин, крізь мембрану у напрямку підвищеної концентрації (проти градієнта концентрації).

Алелопатія – взаємний вплив рослин, що входять до складу фітоценозу, зумовлений виділенням ними в навколишнє середовище фізіологічно активних речовин.

Амілаза – фермент, який розщеплює крохмаль на дрібні фрагменти.

Амілопласт – лейкопласт (безбарвна пластида), в якому формуються зерна крохмалю.

Амоніфікація – розпад амінокислот та інших органічних сполук, які містять азот, з утворенням аміаку

Анаеробний – здатний жити без кисню; облигатні анаероби у присутності кисню гинуть.

Аноксія – нестача кисню, кисневе голодування.

Антиподи – три (іноді більше) клітини зародкового мішка, розташовані на кінці його протилежному мікропіле.

Антипорт – перенесення речовин крізь мембрану в протилежних напрямках за допомогою транспортних білків.

Антоціан – водорозчинний синій або червоний пігмент клітинного соку.

Апікальна меристема – меристема на кінчику кореня або верхівці пагону судинної рослини.

АТФ – синтетаза – ферментний комплекс, який здійснює синтез АТФ із АДФ і фосфату.

Апікальне домінування – пригнічення апікальною брунькою росту бічних пагонів.

Ауксин – фітогормон, який регулює ріст рослин, контролює подовження клітин.

Бактероїди – специфічні форми бактерій роду Ризобіум, які виникають при прониканні їх в корені бобових рослин (у бульбочках); відрізняються від вільно – живучих бактерій рядом морфологічних і біохімічних ознак, головна функція бактероїда – фіксація молекулярного азоту.

Біологічний годинник – внутрішній механізм, який керує природженими біологічними ритмами організму.

Біомаса – загальна суха маса всіх організмів у певній популяції, виборці або площі.

Бродіння – процес генерування АТФ, в якому органічні речовини діють як донори і як акцептори електронів. Може відбуватися без доступу кисню.

Вакуоля – простір у цитоплазмі, обмежений мембраною (тонопластом), заповнений клітинним соком.

Вегетативне розмноження – тип нестатевого розмноження, при якому з частини материнського організму утворюються ідентичні за своїми спадковими ознаками нові особини. В основі вегетативного розмноження лежить здатність організмів відновлювати органи при мітотичному поділі клітин (поділ, фрагментація, цибулини, бульби, повзучі пагони – вуса, живці, щеплення).

Вегетаційний період – час, протягом якого рослина активно росте і розвивається (вегетує).

Вектор – вірус або плазміда, в які включається ген для перенесення в клітину.

Вологість стійкого в'янення – відсоток води в ґрунті, при якому рослина не може відновитися від в'янення, навіть тоді, коли помістити у вологу камеру.

Ген – дискретна одиниця спадковості, за допомогою якої відбувається запис, збереження і передача генетичної інформації в ряді поколінь.

Генетичний код – система нуклеотидних триплетів (кодонів) ДНК і РНК, яка визначає послідовність амінокислот в молекулі білка.

Генотип – прихований або виражений генний склад організму. Сукупність всіх його генів .

Геотропізм – реакція стебла або кореня на дію земного тяжіння.

Гетеротрофи – організми, які не здатні синтезувати органічні речовини з неорганічних, а тому споживають органіку, утворену іншими рослинами й тваринами.

Гібереліни – група рослинних гормонів, найбільш відома дія яких – стимулювання подовження стебла.

Гібридизація соматичних клітин – злиття нестатевих клітин в єдине ціле; так отримують соматичні гібриди рослин і гібридні клітинні лінії.

Гідроліз – розщеплення молекули за рахунок приєднання води (іонів H^+ і OH^-).

Гіпокотиль – частина зародка або проростка між сім'ядолями і зародковим корінцем.

Гістони – група з п'яти основних білків, які входять до складу хромосом в еукаріотичних клітинах.

Гліколіз – це послідовність реакцій, в результаті яких глюкоза перетворюється на піровиноградну кислоту з одночасним утворенням АТФ.

Глікопротеїди – складні білки, які містять вуглеводні компоненти.

Гліоксилатний цикл – варіант циклу Кребса в якому ацетат перетворюється в нові вуглеводи.

Гліоксисома – мікروتільце, яке містить ферменти, потрібні для перетворення жирів на вуглеводи. Гліоксисоми відіграють важливу роль при проростанні насіння олійних культур.

Гомеостаз – підтримання відносної постійності внутрішнього середовища організму або стійкості рівноваги в популяції або екосистемі.

Грана – структура в стромі хлоропласта, яку видно під електронним мікроскопом як нашарування тилакоїдів. Грана містить хлорофіл, каротиноїди, білки і є місцем проходження світлових реакцій фотосинтезу.

Губчаста паренхіма – тканина листка, яка складається з розділених великими міжклітинниками клітин з хлоропластами.

Гумус – органічна речовина ґрунту, що розкладається.

Гутація – виділення рідкої води листками під впливом кореневого тиску.

Дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК) – носій генетичної інформації в клітині. Складається з ланцюгів, які містять фосфат, цукор, дезоксирибозу, аденін. Здатна самоподвоюватися і направляти синтез РНК.

Денітрифікація – перетворення нітратів до молекулярного азоту; здійснюється кількома родами вільно – живучих ґрунтових бактерій.

Десмотрубочка – трубочка, яка проходить в середині каналу плазмодесми і з'єднує ендоплазматичний ретикулум двох сусідніх клітин.

Детермінований ріст – ріст обмеженої тривалості, характерний для квіткової меристеми і для листків.

Джоуль – одиниця енергії, роботи і кількості тепла в системі Сі ($1\text{Дж} = 6,25 \times 10^{18} \text{сВ}$; $1\text{ккал} = 4,184 \text{кДж}$).

Диференціація – процес розвитку, у ході якого відносно неспеціалізована клітина перетворюється на більш спеціалізовану.

Дифузія – сумарний рух суспензованих або розчинних часточок із зони з високою концентрацією в зону з низькою концентрацією їх за рахунок випадкового теплового руху окремих частин. В результаті дифузії останні в середовищі розподіляються рівномірно.

Диктіосома (апарат Гольджі) – у еукаріот комплекс плоских, дископодібних ємкостей всередині клітини, які часто по краях утворюють відгалуження у вигляді трубочок. Пов'язані з секреторною активністю; є центром накопичення і оформлення секретів.

Довгоденні рослини – рослини, яким для зацвітання потрібний світловий період, що перевищує певне критичне значення, цвітуть навесні або влітку.

Допоміжний пігмент – пігмент, який уловлює світлову енергію і передає її хлорофілу a .

Достигання (насіння) – метаболічні зміни, які повинні відбутися в деяких насінинах в період спокою, щоб стало можливе їх проростання.

Дихальний коефіцієнт – відношення кількості молів виділеного при диханні CO_2 до кількості молів поглинутого O_2 , тобто $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}_2}$.

Дихання – це сукупність окислювально – відновлювальних реакцій з участю кисню, в ході яких відбувається поступове розщеплення органічних речовин, вивільнення вуглекислого газу та енергії, яка запасається у вигляді АТФ, та утворення проміжних сполук (метаболітів), що служать матеріалом для синтезу різних речовин.

Експресія генів – реалізація генетичної інформації, закладеної в послідовності нуклеотидів молекули ДНК; складається з двох основних стадій: транскрипції та трансляції.

Електрон – елементарна частинка з від'ємним зарядом, який за величиною дорівнює позитивному заряду протона, і масою в 1837 разів меншою за масу останнього. Електрони знаходяться навколо атомного ядра і визначають хімічні властивості атома.

Елементарна мембрана – структура, яка складається із двох шарів ліпідів та білків (інтегрованих та периферійних).

Ендодерма – шар клітин, який оточує провідний циліндр у коренях і деяких стеблах. На радіальних і поперечних стінках клітини ендодерми знаходяться водонепроникні пояски Каспарі.

Ендоплазматичний ретикулум – мембрана, яка розділяє цитоплазму еукаріотичних клітин на компартменти і канали, її ділянки вкриті великою кількістю рибосом, називають шорстким ендоплазматичним ретикулумом, а ділянки з малою кількістю рибосом, або взагалі без них – гладеньким ендоплазматичним ретикулумом.

Епідерма – зовнішній первинний за походженням шар клітин листків або молодих стебел і коренів.

Епикотиль – верхня частина осі зародка або проростка, розташована вище сім'ядолей і нижче найближчого до них листка.

Етилен – простий вуглеводень ($\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$). Рослинний гормон, який бере участь у дозріванні плодів.

Етіоляція – сукупність змін, які спостерігаються у рослин, що ростуть в темряві або при дуже малій освітленості: подовження стебла, слабкий розвиток листків, втрата хлорофілу.

Еукаріоти – організми, клітини яких мають ядро, органоїди, обмежені мембранами і хромосомами, що складаються з ДНК і білків.

Ефект Пастера – гальмування гліколізу диханням, відкрите Луї Пастером при дослідженні дріжджового бродіння. В аеробних умовах поглинання вуглеводів у 7 разів нижче, ніж в анаеробних. Пастерівський ефект пояснюється інгібуванням фосфофруктокінази цитратом та АТФ.

Життєвий цикл – повна послідовність фаз росту й розвитку організму від зиготи до утворення гамет.

Жилка – провідний пучок, частина каркаса з опірних і провідних тканин в листках та інших плоских органах.

Жири – складні ефіри, утворені з гліцерину і трьох молекул жирних кислот. Рідкі жири називають оліями.

Завантаження флоєми – процес активної секреції деяких речовин (насамперед, цукрів) в ситоподібні трубки.

Замикаючі клітини – пара спеціалізованих епідермальних клітин, які оточують продихову щілину. Зміни в тургорі замикаючих клітин приводять до відкриття або закриття продихів.

Зеатин – рослинний гормон; природний цитокінін, виділений з кукурудзи.

Ізмери – речовини, які мають однаковий атомний склад, але відрізняються за структурою, наприклад, глюкоза і фруктоза.

Ізотонічний – той, що має таку саму концентрацію.

Ізотопи – форми хімічного елемента, які відрізняються одна від одної кількістю нейтронів в атомному ядрі.

Інгібування за механізмом зворотного зв'язку – регуляція біохімічних реакцій в організмі, кінцевими продуктами реакції, що призводять до пригнічення їх синтезу.

Індолилоцтова кислота – природний ауксин рослинного походження.

Інтрон – ділянка ДНК, яка транскриптується в ту частину м-РНК, яка у еукаріот потім видаляється за допомогою ферментів до початку трансляції.

Калус – маса недиференційованих клітин, яка утворюється при пошкодженні рослини або накопичується при культивуванні поодиноких клітин на штучних поживних середовищах.

Калорія – еквівалент такій кількості тепла, яку потрібно для підвищення температури 1 г води з 14,5 до 15,5 °C (1 ккал = 1000 кал).

Кальвіна цикл – ланцюг фотосинтетичних ферментативних реакцій, в ході яких відбувається відновлення CO₂ до вуглеводів.

Каротиноїди – клас жиророзчинних пігментів, жовтого, червоного або оранжевого кольору; містяться в хлоропластах і хромопластах; в хлоропластах виконують допоміжну роль у фотосинтезі.

Катаболізм – сукупність хімічних реакцій, які зумовлюють розкладання складних органічних сполук з вивільненням енергії.

Катіон – позитивно заряджений іон.

Квант – елементарна одиниця світлової енергії.

Квантосоми – гранули на внутрішній поверхні ламел хлоропласта; приймають участь у світлових реакціях фотосинтезу.

Клітина супутник – спеціалізована паренхімна клітина флоєми покритонасінних рослин, яка зв'язана з члеником ситоподібної трубки і утворюється разом з ним із тієї ж самої материнської клітини.

Клітинна оболонка – твердий зовнішній покрив рослинних клітин та більшості бактерій.

Клітинний поділ – поділ клітини і її компонентів на дві приблизно однакові частини.

Клітинний сік – рідкий вміст вакуолі, що складається з води, органічних та неорганічних речовин.

Клон – популяція клітин або особин, яка утворюється в результаті безстатевого поділу з однієї клітини, або особини.

Клонування – отримання ліній або культур клітин, усі представники яких характеризуються специфічною ДНК. Клонування широко використовується в біотехнології.

Ковалентний зв'язок – хімічний зв'язок, який виникає за рахунок утворення спільної пари електронів.

Кодон – послідовність з трьох сусідніх нуклеотидів у молекулі ДНК або м-РНК, яка кодує одну амінокислоту або закінчення синтезу поліпептидного ланцюга.

Колеоптиль – оболонка, яка вкриває апікальну меристему і листові примордії зародка злаків.

Коленхіма – опірна тканина, яка складається з коленхімних клітин. Здебільшого розташована в зонах первинного росту стебла і деяких листків.

Концентраційний градієнт – зміна концентрації речовин на одиницю відстані.

Кореневий тиск – тиск, який розвивається в корені завдяки осмосу. Служить нижнім рушієм водного току в рослині, спричинює гутацію води на листках і виступання її на пенях.

Кореневий чохлик – утворення з клітин у вигляді ковпачка, яке вкриває і захищає кінчик кореня.

Кореневі волоски – трубчасті вирости епідермальних клітин кореня.

Короткоденні рослини – рослини, яким для зацвітання потрібний світловий період, коротший за певну критичну величину. Як правило зацвітають восени.

Котранспортування – транспортування речовин, при якому перенесення однієї речовини крізь мембрану залежить від одночасного або послідовного перенесення другої речовини.

Кофактор – один або більше небілкових компонентів, потрібних для перебігу ферментативної реакції, кофакторами служать іони металів. Кофактори ще називають коферментами.

Кофермент – органічна молекула небілкової природи, яка виконує функцію в ферментативних процесах, часто діє як донор або акцептор електронів.

Коферментні вітаміни – вітаміни, які входять в структуру коферментів.

Кранцанатомія – корончасте розташування клітин мезофілу навколо шару великих клітин обгортки судинного пучка, в результаті чого судинний пучок оточений двома концентричними шарами клітин. Кранцанатомія характерна для рослин з C4 – метаболізмом CO₂.

Кребса цикл – ланцюг реакцій, в ході яких піровиноградна кислота окислюється з утворенням атомів водню, електронів і CO₂. Потім електрони проходять через систему електрон – транспортуючих молекул (електрон – транспортний ланцюг); в результаті чого відбувається окислювальне фосфорилування (синтез АТФ) і утворюється H₂O.

Кристи – випинання внутрішньої мембрани мітохондрій, які містять електрон – транспортний ланцюг, що бере участь в утворенні АТФ.

Крохмаль – нерозчинний поліцукор; основна запасна речовина рослин; включає до 1000 молекул глюкози.

Ксерофіт – рослина, що пристосувалася до аридних місць життя.

Ксилема – провідна тканина, по якій здійснюється основне транспортування води і мінеральних речовин в рослині.

Культура тканин – спосіб вирощування живих тканин на твердих середовищах або у завислому стані у рідкому поживному середовищі.

Кутикула – восковий або жировий шар на поверхневій стінці епідермальних клітин, утворений кутином або воском.

Ламела – шар клітинних мембран, які містять пігменти (хлорофіли і каротиноїди) і беруть участь у світловій фазі фотосинтезу.

Латеральні меристеми – меристеми, з яких розвиваються вторинні тканини: камбій і фелоген.

Лейкопласти – безбарвні пластиди, в яких відбувається синтез крохмалю.

Лектини – рослинні білки, які аглютинують клітини ссавців в результаті зв'язування з вуглеводними компонентами рослинної клітинної поверхні; виконують захисні функції, впізнавання клітин при збиранні клітин в тканини та інше.

Лігнін – один із найважливіших компонентів вторинних клітинних оболонок судинних рослин.

Лізис – процес розщеплення або руйнування клітин.

Лізосома – органела, яка обмежена однією мембраною і містить гідролітичні ферменти. Ферменти вивільняються під час руйнування і беруть участь в гідролізі білків і інших макромолекул.

Макромолекули – молекули з дуже великою молекулярною масою.

Макрофібрила – структура, утворена мікрофібрилами.

Макроеlementи – неорганічні хімічні елементи, які потрібні рослині у великих кількостях для росту рослин (N, P, K, Ca, S, Mg).

Матрична РНК – клас РНК, які переносять генетичну інформацію про послідовність амінокислот в білковій молекулі.

Мезофіл – основна тканина (паренхіма) листка між шарами епідерми; клітини мезофілу листка містять хлорофіл.

Мезофіт – рослина, якій для нормального розвитку потрібний достатньо зволожений ґрунт і відносно волога атмосфера.

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

Метаболізм – сукупність усіх хімічних процесів, які відбуваються в живій клітині або в організмі (складається із анаболітичних та катаболітичних реакцій).

Метаболізм органічних кислот за типом товстянкових (СAM – метаболізм CO₂) – один із варіантів С4 – шляху фотосинтезу. Полягає у тому, що в нічний час при відкритих продихах зв'язування CO₂ здійснюється шляхом

карбоксилювання фосфоенолпіровиноградної кислоти (ФЕП) з утворенням 4-х вуглецевих органічних кислот (щавелевооцтової, яблучної). В денний період яблучна кислота декарбоксилюється і вивільнений CO_2 вступає в цикл Кальвіна. Характерний для більшості сукулентів.

Міжвузля – ділянка стебла між сусідніми вузлами.

Мікориза – симбіоз деяких грибів і коренів рослин, характерний для більшості судинних видів.

Мікротрубочки – вузькі (діаметром близько 25 нм), витягнуті трубочки невизначеної довжини в клітинах еукаріот, які не мають мембранної будови. Забезпечують рух хромосом при клітинному поділі.

Мікрофібрили – ниткоподібні компоненти клітинних оболонок, які складаються з молекул целюлози.

Мікрофіламенти – довгі філаменти товщиною 5-7 нм, які складаються з білка актину. Ймовірно, беруть участь в забезпеченні руху цитоплазми.

Мікроеlementи – неорганічні хімічні елементи, які потрібні рослинам в дуже малих або залишкових кількостях: залізо, хлор, мідь, марганець, цинк, молібден, бор.

Мітоз – процес, в ході якого хромосоми розділяються поперечно, а потім дочірні хромосоми розходяться.

Мітохондрія – органела еукаріотичних клітин, обмежена подвійною мембраною. Містить ферменти циклу Кребса і електрон – транспортний ланцюг. Основне місце синтезу АТФ у нефотосинтезуючих клітинах.

Молекулярна маса – відносна маса молекули, представлена в одиницях, які дорівнюють $\frac{1}{2}$ маси найпоширенішого ізотопу вуглецю.

Морфогенез – реалізація генетичної програми розвитку організму.

Настичні рухи – рухи рослин у відповідь на стимули, що не мають певного напрямку дії.

Нейтральні до довжини дня рослини – рослини, які зацвітають незалежно від тривалості світлового дня.

Нектарники – залози покритонасінних рослин, які секретують нектар – цукристу рідину, що служить для приваблювання до рослин комах.

Нециклічний потік електронів – індукований світлом потік електронів від води до НАДФ при фотосинтетичному виділенні кисню; пов'язаний з I і II фотосистемами.

Нікотинаміддинуклеотид (НАД) – кофермент, який виступає акцептором електронів у багатьох окислювальних реакцій дихання.

Нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат (НАДФ) – кофермент, який виступає акцептором електронів у багатьох окислювально-відновлювальних реакціях. За структурою відрізняється від НАД тільки наявністю додаткової фосфатної групи.

Нітрифікація – окислення іонів амонію або аміаку до нітратів.

Нітрогеназа – складний фермент, здатний відновлювати молекулярний азот до іонів амонію при наявності АТФ.

Нуклеїнова кислота – органічна кислота, яка складається із з'єднаних між собою нуклеотидних залишків. Відомо два типи нуклеїнових кислот – дезоксирибонуклеїнова (ДНК) і рибонуклеїнова кислота (РНК).

Нуклеоплазма – основна речовина ядра.

Нуклеотид – окремий структурний блок нуклеїнової кислоти, який складається з фосфату, рибози або дезоксирибози, пурину або піримідину.

Обгортка провідного пучка – шар або кілька шарів клітин, які оточують провідний пучок в мезофілі листка. Може складатися з паренхімних або склеренхімних клітин або з тих та інших (має особливу будову і функцію у рослин з C4-метаболизмом CO₂).

Облігатний анаероб – організм, який проявляє метаболічну активність тільки за відсутності кисню.

Однодольні – клас покритонасінних, що характеризується наявністю однієї сім'ядолі у зародках.

Однодомні – рослини, у яких тичинки і маточки розвиваються в різних квітках одного організму.

Окислення біологічне – каналізований ферментами та дихальними пігментами процес перенесення електронів або атомів водню від донорів (відновлювачів) до акцепторів (окислювачів).

Окислювальне фосфорилування – утворення АТФ із АДФ і неорганічного фосфату. Здійснюється в електронно – транспортному ланцюгу мітохондрій.

Онтогенез – життєвий цикл або індивідуальний розвиток організму або його частини.

Опорні корені – додаткові корені, які відходять від стебла вище рівня ґрунту і сприяють закріпленню рослини. Розповсюджені у багатьох однодольних, наприклад у кукурудзи.

Орган – структура, утворена різними тканинами, наприклад, корінь, стебло, частини квітки.

Органела – спеціалізована структура клітини.

Організми – одноклітинна або багатоклітинна жива істота.

Осмос – дифузія води або іншого розчинника крізь напівпроникну мембрану. За відсутності інших факторів рух води при осмосі здійснюється з області з більшим водним потенціалом в область з меншим.

Осмотичний потенціал – зміна вільної енергії або хімічного потенціалу води, зумовлена розчиною речовиною. Має від'ємний знак.

Осмотичний тиск – потенційний тиск, який може розвивати розчин, відокремлений від чистої води напівпроникною мембраною.

Основна меристема – первинна меристема, з якої розвиваються основні тканини.

Пагін – надземна частина судинної рослини, яка включає стебло, листки й бруньки.

Пазуха – верхній кут між стеблом і листком.

Палісадна паренхіма – тканина листка, яка складається з циліндричних паренхімних клітин, що містять хлоропласти і орієнтовані довгими осями перпендикулярно до поверхні листка.

Паразит – організм, який живе на тілі або всередині організму іншого виду й отримує від нього поживні речовини.

Паренхіма – тканина, що складається з паренхімних клітин.

Партенокарпія – розвиток плоду без запліднення. Партенокарпічні плоди не містять насіння.

Пасивне транспортування – перенесення розчинених речовин крізь мембрану за концентраційним або електрохімічним градієнтом шляхом простої або полегшеної дифузії, яке не потребує витрат енергії.

Патоген – організм, який спричинює хворобу.

Пектин – складна органічна сполука, яка входить до складу міжклітинної речовини і первинних клітинних стінок.

Пентозофосфатний цикл – шлях окислення глюкозо-6-фосфату з утворенням пентозофосфатів.

Пептид – дві або більше амінокислоти, сполучені пептидними зв'язками.

Пептидний зв'язок – ($-\text{CO} - \text{NH}-$) – зв'язок, який утворюється між карбоксильною групою ($-\text{COOH}$) однієї амінокислоти та аміногрупою ($-\text{NH}_2$) другої з виділення молекули води.

Первинна кора – область основної тканини стебла або кореня, яка обмежена ззовні епідермою, а зсередини провідною системою. Утворена первинною меристемою.

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

Первинна меристема – протодерма, прокамбій і основна меристема, які утворюються з апікальної меристеми.

Первинні тканини – тканини, які розвиваються з апікальної і первинних меристем стебла і кореня. Первинний ріст зумовлює збільшення довжини рослин.

Первинний корінь – перший корінь рослини, який розвивається із зародкового корінця. У голонасінних і дводольних стає стрижневим коренем.

Первинний ріст – ріст рослин за рахунок апікальної меристеми стебла і кореня.

Передаточна клітина – спеціалізована паренхімна клітина, в оболонці якої є інвагінації (вигини), що збільшують площу плазматичної мембрани.

Перидерма – зовнішня захисна тканина з корка, коркового камбію і фелодерми, яка заміщує епідерму.

Паросток – молодий спорофіт, який розвивається з проростаючої насінини або адвентивної бруньки.

Перицикл – тканина, обмежена зовні ендодермою, а зсередини – флоємою. Характерна для коренів.

Пермеаза – транспортний білок, який бере участь в перенесенні речовин.

Пероксисома – мікروتільце, яке відіграє важливу роль у пов'язаному з фотосинтезом обміні гліколевої кислоти, бере участь у фотодиханні.

Пігмент – речовина, яка поглинає вибірково світло.

Пилкова трубка – трубка, по якій чоловічі гамети потрапляють у насінний зачаток; формується після проростання пилкового зерна.

Пилок – сукупність пилкових зерен.

Пилляк – частина тичинки, яка містить пилок.

Плазматична мембрана – зовнішня межа протопласта, яка прилягає до клітинної стінки; утворена однією елементарною мембраною.

Плазміда – відносно невеликий фрагмент ДНК, який може вільно існувати в цитоплазмі бактерій, вмонтовуватись в хромосому і реплікуватися разом з нею. Плазміда становить близько 5% ДНК у багатьох бактерій.

Плазмодесми – найдрібніші цитоплазматичні тяжі, які проходять крізь отвори у клітинних оболонках і з'єднують живі протопласти сусідніх клітин.

Плазмоліз – відокремлення протопласта від клітинної оболонки внаслідок втрати ним води за рахунок осмосу.

Пластиди – клітинні органоїди рослин, в яких синтезуються і запасуються органічні речовини; обмежені подвійною мембраною.

Польова вологоємність – частина вологи, яка утримується ґрунтом за рахунок сил, які зрівноважують силу тяжіння.

Полегшена дифузія – дифузія розчиненої речовини за градієнтом концентрації за участю переносника.

Полімер – крупна молекула, яка складається з багатьох однакових або подібних мономерів.

Полінуклеотид – одноланцюгова ДНК або РНК.

Поліпептид – менш складна, ніж білок молекула, яка складається з амінокислот, з'єднаних поліпептидними зв'язками.

Поліплоїдія – присутність набору хромосом у кількості, більшій ніж диплоїдна (тетра-, октаплоїдія – відповідно 4 і 8).

Полісома – група рибосом, які одночасно здійснюють трансляцію тієї самої молекули м-РНК.

Полярна молекула – молекула, яка несе на своїх кінцях позитивний і негативний заряд.

Пора – заглиблення в утворенні клітинної оболонки.

Поясок Каспарі – стрічкоподібна зона первинної клітинної оболонки, яка містить суберин і лігнін. Проходять по радіальних і поперечних стінках клітин ендодерми кореня.

Провідна система – сукупність провідних тканин рослини.

Провідний пучок – тяж провідних тканин, який включає первинні ксилему, флоему і прокамбій (якщо він ще зберігся). Часто оточений обгорткою з паренхіми і (або) волокон.

Прокамбій – первинна меристема, з якої розвиваються первинні провідні тканини.

Прокаріоти – одноклітинні організми, в яких не відмежовані мембранами ядра і органоїди.

Проламелярне тільце – напівкристалічне утворення в пластидах, розвиток яких зупинився через відсутність світла.

Промотор – специфічна нуклеотидна послідовність на хромосомі, до якої повинна прикріпитися РНК-полімераза для того, щоб почалася транскрипція гена з утворенням м-РНК.

Пропластида – дрібне тільце в протоплазмі, що самовідтворюється, з якого розвивається пластида.

Пропускні клітини – ендодермальні клітини кореня, які зберігають тонкі оболонки, тоді як інші ендодермальні клітини розвивають товсті вторинні оболонки з поясками Каспарі.

Проростання – початок або відновлення росту і розвитку спори, насінини, бруньки або іншої структури.

Протеаза – фермент, який розщеплює білки шляхом гідролізу пептидних зв'язків.

Протодерма – первинна меристема, з якої розвивається епідерма.

Протоксилема – рання первинна ксилема, що диференціюється в період подовження тієї частини рослин, в якій вона знаходиться.

Протон – елементарна частинка, яка є основним компонентом ядра атома. Має позитивний заряд, що за абсолютною величиною дорівнює заряду електрона, і масу, що дорівнює одиниці.

Протоплазма – цитоплазма без органоїдів.

Протопласт – у рослин клітина без оболонки.

Процесинг – сукупність реакцій, які зумовлюють перетворення первинних продуктів транскрипції і трансляції у функціонуючі молекули.

Пуринові основи – органічні гетероциклічні сполуки, що входять до складу нуклеотидів, ДНК, РНК, багатьох коферментів. Найпоширеніші із них – аденін і гуанін.

Пучковий камбій – камбій, який виник всередині провідного пучка.

Радіоавтограф – відбиток, який залишила радіоактивна речовина на чутливій фотоплівці.

Регенерант – стерильна рослина з розвинутою системою коренів та пагонів, які сформувалися *in vitro*.

Регулятор – ген, який пригнічує активність структурного гена в опероні.

Рекомбінація – утворення нової комбінації генів.

Реплікація – отримання точної копії. Так називають подвоєння молекули ДНК або утворення сестринської хроматиди.

Репресія – пригнічення активності гена найчастіше блокуванням транскрипції.

Репресор – білок, який регулює транскрипцію ДНК блокуванням РНКполімерази до промотора, в результаті чого транскрипція стає неможливою.

Рестриктази – ферменти, які «розрізають» молекули ДНК в місцях, де трапляються чітко визначені нуклеотидні послідовності.

Рідинно – мозаїчна модель – модель мембранної структури, згідно з якою мембрана складається з подвійного шару ліпідів і занурених в нього білкових глобул.

Рибонуклеїнова кислота – нуклеїнова кислота, яка утворюється на матриці хромосомної ДНК і бере участь в білковому синтезі. Являє собою

полімерний ланцюг, який складається з фосфату, п'ятиуглецевого цукру (рибози), пуринів і піримідинів. У багатьох вірусів виконує функцію генетичного матеріалу. Рибосома – маленька частинка, яка складається з білка і РНК; місце синтезу білка.

Ризобії – бульбочкові бактерії.

Ризоїди: 1 – коренеподібні вирости грибів і водоростей, які галузяться і служать для адсорбції води і поживних речовин; 2 – коренеподібні структури вільноживучого гаметофіту печіночників, мохів і деяких судинних рослин.

м-РНК – інформаційна РНК, яка є матрицею при синтезі білків на рибосомах.

р-РНК – рибосомальна РНК – компонент рибосом, який потрібний для підтримування структури і їхнього функціонування. **т-РНК** – транспортна РНК – клас молекул РНК, які беруть участь в біосинтезі білка. Молекула т-РНК містить ділянку, до якої приєднується специфічна амінокислота і антикодон, комплементарний кодону в м-РНК.

РНК-полімерази – ферменти, які каналізують синтез РНК (м-РНК, тРНК, і р-РНК) на матриці ДНК.

Світлові реакції – реакції фотосинтезу, які для перебігу потребують світла і не можуть проходити в темряві.

Серединна пластинка – шар міжклітинної речовини, багатий на пектинові сполуки, які зв'язують первинні оболонки сусідніх клітин.

Сік: 1 – рідкий вміст ксилеми або ситоподібних елементів флоєми; 2 – клітинний сік – рідкий вміст вакуолей.

Симбіоз – існування двох і більше організмів різних видів у тісному функціональному зв'язку. Здійснюється у формі паразитизму, якщо зв'язок шкідливий для одного із організмів, або у формі мутуалізму, якщо зв'язок сприятливий для всіх учасників симбіозу.

Симпласт – сукупність взаємопов'язаних протопластів за допомогою плазмодесм. Переміщення речовин по симпласту називають симпластним транспортуванням.

Симпорт – перенесення речовин у тому напрямку, куди транспортується інша молекула. Здійснюється завдяки білкам – переносникам.

Ситоподібна клітина – подовжений тонкий ситоподібний елемент з відносно неспеціалізованими полями із скошеними кінцями, стінки яких позбавлені ситоподібних пластинок. Характерні для флоєми голонасінних і нижчих судинних рослин.

Ситоподібна пластинка – частина стінки члеників ситоподібної трубки з ситоподібними пластинками між ними.

Скарифікація – надрізання або розм'якшення насінної шкірки для прискорення проростання.

Склеренхіма – механічна тканина із склеренхімних клітин – склереїд і волокон.

Смоляні ходи – трубчасті міжклітинні порожнини, вистелені епітеліальними клітинами, які виділяють смолу і виповнені нею.

Соматична гібридизація – гібридизація соматичних клітин і видів, що не здатні до статевого схрещування.

Соматичні клітини – всі клітини тіла за винятком тих, з яких розвиваються гамети.

Спеціалізована клітина – клітина, яка виконує певну функцію.

Специфічність – унікальність; належність до чітко визначеного організму або процесу.

Стан спокою – зупинка росту цілої рослини, її бруньок або насіння до отримання спеціального стимулу з навколишнього середовища, яким може бути вплив холоду і відповідний фотоперіод.

Статоліти – рецептори гравітації; крохмальні зерна та інші включення (мітохондрії) в цитоплазмі.

Стела – центральний циліндр; сукупність провідних і механічних тканин стебла і кореня судинних рослин, оточена первинною корою.

Стрижневий корінь – первинний корінь рослини, який утворюється як пряме продовження зародкового корінця; має вигляд масивного конусоподібного головного кореня, від якого відходять більш дрібні бічні корені.

Столон – горизонтальне стебло, яке росте паралельно поверхні ґрунту; іноді дає додаткові корені, наприклад, вуса суниці.

Строма – основна речовина пластид.

Стратифікація – витримування насіння довгий час при низькій температурі перед його пророщуванням.

Суберин – жироподібна речовина, яка відкладається в клітинних оболонках коркової тканини і в поясах Каспарі ендодерми.

Субстрат: 1 – основа, до якої прикріплюються організми; 2 – речовина, на яку діє фермент.

Субстратне фосфорилування – утворення АТФ з АДФ та неорганічного фосфату в процесі гліколізу.

Судини – трубчасті елементи ксилеми, які складаються з розташованих встик і зв'язаних між собою перфораціями подовжених клітин. Функція судин полягає у транспортуванні води і мінеральних речовин по тілу рослини.

Сукулент – рослина з соковитими водозапасаючими стеблами або листками. **Суцвіття** – група квіток на спеціалізованому пагоні.

Сферосома – поодинокі сферичні культури в цитоплазмі рослинних клітин, які складаються в основному з ліпідів і відмежовані мембраною. Можливо є центрами синтезу і накопичення ліпідів.

Темнові реакції – незалежні від світла ферментативні реакції у фото синтезуючих клітинах, пов'язані з утворенням вуглеводів з CO_2 , за участю АТФ і НАДФН₂.

Термодинаміка – наука про енергообмін, яка розглядає тепло як найзручнішу форму вимірювання енергії. Перший закон термодинаміки стверджує, що при будь-яких процесах загальна енергія всесвіту залишається незмінною. Згідно з другим законом термодинаміки ентропія, тобто міра неупорядкованості, має тенденцію до зростання.

Тиск оболонки – тиск клітинної оболонки, однаковий за величиною і протилежний за напрямком тургорному тиску протопласта.

Тилакоїд – мембранна структура в хлоропластах еукаріотичних організмів, яка за формою нагадує мішечок. Містить хлорофіли і каротиноїди. У хлоропластах групи тилакоїдів утворюють грани.

Тимін – піримідин, який входить до складу ДНК, але не міститься в РНК.

Тичинка – частина квітки, яка утворює пилок, складається з пиляка і тичинкової нитки. В сукупності тичинки утворюють андроцей.

Ті – плазмід – плазмід ґрунтової бактерії *Agrobacterium tumefaciens*, які містять сегмент (Т-ДНК), здатний вбудовуватися в хромосому ДНК рослинних клітин та викликати утворення пухлин.

Тканина – група подібних клітин, які утворюють структурно – функціональний комплекс.

Тонопласт – цитоплазматична мембрана, яка оточує вакуолю рослинної клітини.

Тотипотентність – властивість тканини або клітин диференціюватися в будь – яку структуру зрілого організму.

Транскрипція – ферментативний синтез молекули РНК, комплементарної одному ланцюгу ДНК.

Транслокація: 1 – перенесення води, мінеральних солей і поживних речовин у рослинах на великі відстані; 2 – обмін ділянками між гомологічними хромосомами.

Трансляція – синтез білка із амінокислот на рибосомах відповідно з інформацією, закодованою в м-РНК.

Транспірація – випаровування води рослиною. Здійснюється в основному через продихи.

Транспозони – сегменти ДНК, які здатні до внутрішнього або міжхромосомного переміщення і трапляються в ДНК всіх організмів.

Транспортні білки – специфічні мембранні білки, які беруть участь в перенесенні розчинених речовин крізь мембрану.

Трансформація – зміна спадкових ознак клітини під впливом сторонньої ДНК, яка проникає в неї шляхом поглинання або в складі вектору.

Трахеальні елементи – загальна назва водопровідних клітин судинних рослин, тобто члеників судин і трахеїв.

Трахеїди – подовжена загострена на кінцях товстостінна провідна і опорна клітина ксилеми з порами в оболонці. Стінки трахеїди пористі, але на відміну від члеників судини позбавлені перфорації. Трахеїди є майже у всіх судинних рослин.

Тріоза – цукор, який містить три атоми вуглецю.

Трихом – виріст епідерми.

Тропізм – рухова відповідь на односторонню дію подразника.

Тургорний тиск – тиск у середині клітини, який виникає за рахунок надходження в неї води.

Уніпорт – перенесення транспортним білком розчиненої речовини крізь мембрану.

Урацил – піримідин, який входить до складу РНК, але відсутній у ДНК.

Фенотип – фізична проява організму. Результат взаємодії генотипу організму й оточуючого його середовища.

Фередоксини – білки, які містять залізо. Беруть участь у транспортуванні електронів, у тому числі в процесах фотосинтезу.

Фізіологічно кислі солі – солі, в яких катіони використовуються рослиною значно активніше, ніж аніони. Наприклад, сірчаноокислий амоній $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; NH_4^+ використовується активніше, ніж SO_4^{2-} .

Фізіологічно лужні солі – солі, у яких, навпаки, катіон майже не використовується, а аніон поглинається досить активно (NaNO_3).

Фікобіліни – група водорозчинних допоміжних пігментів у червоних водоростей і ціанобактерій; включає фікоціаніни і фікоеритрини.

Фіксація вуглецю – перетворення CO_2 в органічні сполуки в процесі фотосинтезу.

Фітогемоглобін – гемопротеїд, який зумовлює червоне забарвлення кореневих бульбочок бобових рослин, що фіксують азот; подібно до гемоглобіну фітогемоглобін зворотно зв'язує O_2 , регулює концентрацію вільного O_2 в клітині.

Фітохром – фікобілковоподібний пігмент у цитоплазмі рослин і деяких зелених водоростей.

Фоторецептор червоного й далекого червоного світла; бере участь у фотоперіодичній регуляції цвітіння, стану спокою, формування листків, проростання насіння.

Флавопротеїн – дегідрогеназа, яка містить флавін, а також часто метал; має важливе значення в окислювальних – відновлювальних реакціях.

Флориген – рослинний гормон, який стимулює цвітіння.

Флоема – тканина судинних рослин, яка проводить органічні речовини і складається з ситоподібних елементів, різного роду паренхімних клітин, волокон і склерейд.

Фосфати – сполуки, які утворюються з фосфорної кислоти при заміщенні одного або більше атомів водню.

Фосфоліпіди – фосфорильовані ліпіди; подібні за структурою до жирів, але відрізняються від них тим, що одна з трьох зв'язаних з гліцериним жирних кислот заміщена молекулою, що містить залишок фосфорної кислоти.

Фосфорилювання – реакція, приєднання фосфату до будь-якої сполуки, наприклад, утворення АТФ з АДФ і неорганічного фосфату.

Фотодихання – залежне від світла утворення гліколевої кислоти у хлоропластах окисленням її в пероксисомах.

Фотоліз (води) – залежне від світла розщеплення молекули води, яке відбувається в фотосистемі II у ході світлових реакцій фотосинтезу.

Фотоперіодизм – реакція організму на довжину дня і ночі, яка дозволяє організмі відрізнити пори року.

Фотосинтез – перетворення світлової енергії на хімічну. Утворення вуглеводів з вуглекислого газу і при наявності хлорофілу з використанням енергії світла.

Фотосистема – дискретна одиниця організації в тилакоїдах хлоропластів та інших пігментних молекул, які беруть участь у світлових реакціях фотосинтезу.

Фототропізм – ріст, поворот або вигин у напрямку одностороннього розташування джерела світла.

Фотофосфорилування – утворення АТФ в хлоропластах у ході фотосинтезу.

Хеміосмотичне поєднання – поєднання синтезу АТФ з електронним транспортуванням крізь мембрану за електрохімічним градієнтом H^+ .

Хемоавтотрофи – бактерії, які здатні синтезувати основні органічні речовини за рахунок енергії, що вивільняється при деяких неорганічних реакціях.

Хілла реакція – виділення кисню і фотовідновлення штучного акцептора електронів ізольованими хлоропластами за відсутності CO_2 .

Хімічний потенціал – вільна енергія речовини; залежить від середньої швидкості руху молекул і їх концентрації.

Хлороз – повна втрата або нестача хлорофілу.

Хлоропласт – пластида, що містить хлорофіл, в якій відбувається фотосинтез. Хлоропласти є у рослин і водоростей.

Хлорофіл – зелений пігмент рослинних клітин; рецептор світлової енергії під час фотосинтезу. Є також у водоростей і фотосинтезуючих бактерій.

Холодове загартування – набута під впливом холоду здатність рослин переживати екстремально низькі температури.

Хроматин – комплекс ДНК і білків, що добре фарбується і утворює хромосоми еукаріот.

Хромoplast – пластида, яка містить не хлорофіл, а інші пігменти – жовті або оранжеві каротиноїди.

Хромосома – ядерна структура, яка містить гени. Хромосоми еукаріот добре помітні тільки під час мітозу або мейозу у вигляді ниток або паличок хроматину бактеріальні хромосоми являють собою кільцеві молекули ДНК.

Целюлаза – фермент, який гідролізує целюлозу.

Целюлоза – нерозчинний поліцукор, утворений мікрофібрилами лінійно з'єднаних β -глюкозидних залишків; основний компонент клітинної оболонки рослин.

Центріоль – цитоплазматична органела, яка знаходиться поблизу ядерної оболонки. Під час мітозу і мейозу ділиться, бере участь у формуванні веретена. Трапляється у більшості еукаріот, за винятком грибів, червоних водоростей. Ціанобактерії – група фототрофних прокаріотичних організмів (традиційна назва синьо-зелені водорості).

Циклічний потік електронів – індукований світлом потік електронів у хлоропластах, який починається і закінчується у ФС I.

Циклоз – рух цитоплазми в клітині.

Циркадні ритми – регулярні ритми росту й активності з періодом близько 24 години.

Цистерна – сплюснена або мішкоподібна частина ендоплазматичного ретикулуму або диктіосоми (тільця Гольджі).

Цитозин – піримідинова основа, яка входить до складу ДНК і РНК.

Цитокініни – клас рослинних гормонів, які стимулюють поділ клітин і спричиняють деякі інші ефекти.

Цитоплазма – рідка речовина клітин, за винятком ядра.

Цитоскелет – гнучкий внутрішньоклітинний каркас з мікро трубочок і мікрофіламентів.

Цитохром – білок, який містить ген і є переносником електронів під час дихання та фотосинтезу.

Щиток – єдина сім'ядоля зародка злаків, яка пристосована до запасання поживних речовин.

Щеплення – об'єднання двох рослинних організмів, під час якого частина одного з них (прищепи) вставляється в стебло іншого (підщепи).

Ядерна оболонка – подвійна мембрана, що оточує клітинне ядро.

Ядерце – дрібне сферичне тільце у ядрі еукаріотичних клітин. Утворене в основному р-РНК, яка транскрибується з відповідних генів; місце формування рибосом.

Ядро: 1 – відокремлена подвійною мембраною спеціалізована частина еукаріотичної клітини, яка містить хромосоми; 2 – центральна частина атома, яка містить протони й нейтрони. Навколо нього знаходяться електрони.

Яровизація – індукція цвітіння холодним впливом

Для нотаток

Навчальне видання

ЛУГОВА Ганна Арнольдівна
ГАВВА Катерина Миколаївна

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

Робочий зошит

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. _.

Наклад ___ пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44