

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ПОВБХ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ
„ФІЗІОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ
РОСЛИН І ТВАРИН”

(МОДУЛЬ 1)

для студентів денної форми навчання
напряму підготовки 6.040106 – екологія, охорона навколишнього
середовища та збалансоване природокористування
ОКР «Бакалавр»

МЕЛІТОПОЛЬ – 2017

Колесніков М.О. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Фізіологія та екологія рослин і тварин» (Модуль 1) для студентів денної форми навчання напряму підготовки 6.040106 – екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування ОКР «Бакалавр» – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – 36 с.

Рецензент: к.б.н., доцент кафедри ботаніки та садово-паркового мистецтва Мелітопольського державного педагогічного університету **Вельчева Л.Г.**

Розглянуто та перезатверджено на засіданні кафедри хімії та біотехнологій.

Протокол № ____ від « ____ » _____ 2017 року.

Розглянуто та перезатверджено на засіданні методичної комісії факультету АТЕ ТДАТУ і рекомендовано до друку.

Протокол № ____ від „ ____ ” _____ 2017 року.

© Колесніков М.О.

© ТДАТУ, 2017

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Практична робота № 1 ПОРІВНЯННЯ ПРОНИКНОСТІ КЛІТИННИХ МЕМБРАН ДЛЯ РІЗНИХ РЕЧОВИН. СТІЙКИЙ І ТИМЧАСОВИЙ ПЛАЗМОЛІЗ	5
Практична робота № 2 МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ БІЛКІВ ТА ВУГЛЕВОДІВ В РОСЛИННИХ ТКАНИНАХ	6
Практична робота № 3 МЕТОДИ ЕКСТРАКЦІЇ РОСЛИННИХ ПІГМЕНТІВ	9
Практична робота № 4 ВПЛИВ ЗОВНІШНІХ УМОВ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕЗУ ВОДНОЇ РОСЛИНИ	11
Практична робота № 5 ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСТОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ФОТОСИНТЕЗУ	12
Практична робота № 6 РОЗРАХУНОК ФОТОСИНТЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ФІТОЦЕНОЗУ (ПОСІВУ)	14
Практична робота № 7 ВИЗНАЧЕННЯ ОСМОТИЧНОГО ТИСКУ РОСЛИННИХ ТКАНИН	18
Практична робота № 8 ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ТРАНСПІРАЦІЇ ЗРІЗАНИХ ЛИСТІВ (ЗА Л. І. ІВАНОВИМ)	20
Практична робота № 9 ВИЯВЛЕННЯ НІТРАТІВ В РОСЛИНАХ	23
Практична робота № 10 ВИЯВЛЕННЯ ХОЛОДОСТІЙКОСТІ РОСЛИН ТА КРІОПРОТЕКТОРНОЇ ФУНКЦІЇ ВУГЛЕВОДІВ	29
Практична робота № 11 ВИЗНАЧЕННЯ ПОСУХОСТІЙКОСТІ РОСЛИН ПРОРОЩЕННЯМ НАСІННЯ НА РОЗЧИНАХ САХАРОЗИ	30
Практична робота № 12 ВИЗНАЧЕННЯ ЖАРОСТІЙКОСТІ РОСЛИН	31
Практична робота № 13 ВИЗНАЧЕННЯ СОЛЕСТІЙКОСТІ РОСЛИН ПО СХОЖОСТІ ЇХ НАСІННЯ	32
ЛІТЕРАТУРА	36

ВСТУП

Дані методичні вказівки прикликані допомогти студентам при самостійній підготовці до практичних робіт з курсу фізіології та екології рослин і тварин та сприяти засвоєнню студентами загальних закономірностей життєвих функцій рослин, формуванню уявлень про адаптаційні механізми рослинних систем до несприятливих екологічних факторів.

Методичні вказівки складені у відповідності до програми з фізіології та екології рослин і тварин для підготовки бакалаврів в аграрних вищих навчальних закладах II – IV рівнів акредитації за спеціальністю „Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування”.

Методичні вказівки охоплюють всі основні розділи курсу фізіології та екології рослин. Кожна практична робота містить мету, перелік необхідних реактивів та устаткування, опис дослідів, контрольні питання та тести за темою. Для оформлення результатів приводяться таблиці та формули для розрахунків. До всіх робіт пропонується робити науково обґрунтовані висновки. Перед початком проведення лабораторних робіт студенти ознайомлюються з технікою безпеки в лабораторії. В ході заняття студенти оформлюють роботу за схемою:

1. Тема заняття.
2. Назва та номер лабораторної роботи.
3. Мета роботи.
4. Порядок проведення дослідів.
5. Опис та обговорення результатів.
6. Висновки.

Після проведення лабораторних дослідів викладач проводить опитування по темі заняття за контрольними запитаннями. Студентам пропонується виконати тестові завдання за темою для закріплення вивченого матеріалу. Результати оцінювання заносяться до журналу обліку успішності викладача.

ТЕМА: ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ РОСЛИННОЇ КЛІТИНИ

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

ПОРІВНЯННЯ ПРОНИКНОСТІ КЛІТИННИХ МЕМБРАН ДЛЯ РІЗНИХ РЕЧОВИН. СТІЙКИЙ І ТИМЧАСОВИЙ ПЛАЗМОЛІЗ.

Виборча проникність мембран забезпечує проходження через них молекул води, перешкоджає проникненню розчинених у воді речовин і обумовлює явище плазмолізу при дії на клітину гіпертонічного розчину. Якщо ж молекули розчиненої речовини через мембрану проходять, але повільніше, ніж молекули води, то плазмоліз, що почався, потім зникає. Деплазмоліз відбувається в результаті поступового проникнення розчиненої речовини в клітину, зміни водного потенціалу зовні й усередині, а також надходження води в клітину із зовнішнього розчину по градієнту водного потенціалу.

Мета роботи: визначити ступень плазмолізу за дії розчину сахарози та карбаміду.

Матеріали й устаткування. Мікроскоп, предметні стекла, 1М розчин сахарози та 1М розчин карбаміду, лист елодеї.

Порядок виконання роботи

На два предметні стекла наносять по краплі розчину: на одне - 1М розчин сахарози, на інше - 1М розчин карбаміду. У кожену краплю поміщають лист елодеї, накривають покривним склом і розглядають під мікроскопом спочатку при малому (об'єктив х8), потім при великому збільшенні (об'єктив х40). Знаходять ділянки листа, у яких добре видні плазмолізовані клітини. Відзначають час початку плазмолізу (початок спостереження), замальовують плазмолізовані клітини й залишають препарати на 30 - 60 хв, потім знову їх розглядають. У розчині сахарози плазмоліз у клітинах зберігся, а в розчині карбаміду відбувся деплазмоліз. У розчині сахарози спостерігається стійкий плазмоліз, а в розчині карбаміду - тимчасовий. Причиною деплазмолізу в розчині карбаміду є проникність клітинних мембран для його молекул. Тому що проникність для карбаміду менше, ніж для води, то вода із клітини виходить швидше, ніж до неї входить карбамід. Це й викликає плазмоліз, що потім зникає при проникненні в клітину карбаміду й надходженні води.

Завдання: описати роботу, замальовати плазмолізовані й деплазмолізовані клітини й сформулювати висновки.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ БІЛКІВ ТА ВУГЛЕВОДІВ В РОСЛИННИХ ТКАНИНАХ

Мета роботи: ознайомитися з різними якісними реакціями визначення білків та вуглеводів у рослинних тканинах.

Матеріали й устаткування. розчин білкової витяжки з рослинного матеріалу, піпетки, пробірки, спиртівка. 10% розчин їдкого натру, 1% розчин сульфату купруму, концентрована нітратна кислота, концентрований розчин аміаку, 5% розчин оцтовокислого свинцю, реактив Мілона.

Коренеплод моркви, буряк, крохмаль, розчин йоду на йодиді калію, фелінгова рідина, 10% розчин хлориду натрію, 1% розчин сульфату міді, 10% спиртовий розчин а-нафтолу, сірчана та соляна кислоти, пробірки, терка, фарфорова ступка, лійки, спиртівка, сірники, фільтровальний папер, ножиці, мірні піпетки, марля, піпетки, звичайні, водяна баня, шпателя.

Порядок виконання роботи

ДОСЛІД 1.1. Біуретова реакція. Дана реакція обумовлена наявністю пептидних зв'язків у молекулі білку, завдяки яким у лужному середовищі з солями купруму утворюється кольорова комплексна сіль.

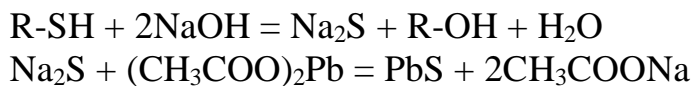
До 1 мл розчину білку додають 1 мл 10% розчину їдкого натру та 1-2 краплі 1% розчину сульфату купруму. Утворюється фіолетове забарвлення.

ДОСЛІД 1.2. Ксантопротеїнова реакція. Дана реакція базується на здатності ароматичних амінокислот (тирозину, триптофану, фенілаланіну) утворювати з концентрованою нітратною кислотою при нагріванні жовтозабарвлені нітросполуки.

До 1 мл розчину білку наливають під тягою 0,5 мл концентрованої нітратної кислоти. Випадає осад, який при нагріванні приймає жовте забарвлення. Після охолодження до пробірки додають 1 мл концентрованого розчину аміаку і жовте забарвлення переходить до помаранчевого внаслідок перетворення нітропохідних циклічних амінокислот до солей хіноїдної структури.

ДОСЛІД 1.3. Реакція з оцтовокислим свинцем. Баується на утворенні сульфїду свинцю внаслідок взаємодїї оцтовокислого свинцю з сірковмісними амінокислотами (цистеїн, цистін).

До 1 мл розчину білку додають подвійний об'єм 10% розчину їдкого натру, перемішують, кип'ятять 2-3 хв., потім додають 1-2 краплі 5% розчину оцтовокислого свинцю і продовжують нагрівання до випадіння чорного осаду PbS. Реакція відбувається за наступними рівняннями:



ДОСЛІД 1.4. Реакція Мілона. Обумовлена наявністю в молекулі білка амінокислоти тирозину.

До 1 мл розчину білку додають 1 мл реактиву Мілона. Утворюється білий осад, який при нагріванні приймає рожево-червоне забарвлення.

Завдання. Спостерігати явища, що відбуваються. Записати рівняння хімічних реакцій.

ДОСЛІД 2.1. Для отримання **моносахариду** глюкози з моркви, натираємо моркву та вносимо до пробірки наполовину розтерту масу і заливаємо водою до 2/3 об'єму пробірки.

Пробірку нагріваємо над спиртовкою 3 хвилини та після фільтруємо до чистої пробірки. Фільтрат розділяємо на дві пробірки.

Проба Троммера.

До фільтрату однієї з пробірок додаємо 1 мл їдкого натру та розчин сульфату міді до появи блакитного забарвлення. Після пробірку нагріваємо протягом 2 хвилин. Спостерігаємо за зміною забарвлення розчину.

Завдання. Записати рівняння реакцій, що спостерігаються, якщо глюкоза перетворюється до глюконової кислоти.

Проба Моліша.

До фільтрату другої пробірки прилити 2-3 краплі 10% розчину α -нафтолу та 2-3 мл концентрованої сірчаної кислоти. Спостерігати появу на границі розподілу рідин червоно-фіолетового кільця, що утворюється в результаті реакції метилфурфурола з α -нафтолом.

Завдання. Зробити висновок та вказати, що реакція з α -нафтолом є загальною для всіх гексоз.

ДОСЛІД 2.2. Для отримання **дисахаридів** коренеплід сахарного буряка розтираємо та до чашки додаємо води у співвідношенні 2:5 та витримуємо протягом 20-30 хвилин. Після віджати через марлю сік та розділити його на дві пробірки (по 3 мл).

До першої пробірки вносимо 5 мл фелінгової рідини та нагріваємо до кипіння.

До другої вносимо 2 краплі сірчаної кислоти, яка гідролізує сахарозу та протягом 30 хвилин нагріваємо на киплячій водяній бані. Після нейтралізуємо кислоту 1 мл 10% розчину карбонату натрію. Провести реакцію з фелінговою рідиною.

Завдання. Спостерігати в обох пробірках утворення червоного осаду оксиду купруму (I). Порівняти кількість утвореного осаду в пробірках та зробити необхідні висновки.

ДОСЛІД 2.3. Для вивчення властивостей **полісахаридів** вносимо 0,5г крохмалю до пробірки, наливаємо 5 мл води, ретельно струсити вміст та дати відстоятися. Спостерігати швидку седиментацію крохмалю та зробити висновок про розчинність крохмалю у холодній воді.

Долити до пробірки з крохмалем гарячої води до $\frac{3}{4}$ її об'єму та кіп'ятити до моменту коли рідина стане прозорою. Спостерігати утворення гелю.

До чистої пробірки налити крохмальний розчин та внести 2-3 краплі розчину йоду.

Завдання. Зробити висноки про розчинність крохмалю у холодній та гарячій воді, вказати на забарвлення, що утворюється при реакції йоду на крохмаль.

Контрольні питання до теми

1. Клітина як елементарна структура багатоклітинного організму.
2. В чому полягає різниця між рослинною та тваринною клітинами?
3. Поясніть основні аспекти принципу компартментації в клітинах.
4. Перелічіть основні структурні компоненти рослинної клітини.
5. Хімічний склад рослинної клітини.
6. Механізми транспорту речовин через плазматичну мембрану клітини.
7. В чому полягає суть явищ плазмолізу і деплазмолізу?
8. Чим пояснити той факт, що найчастіше мембрани проникні для певних речовин лише в одному напрямку?
9. Амінокислоти, як структурний елемент поліпептидів та їх роль.
10. Загальна характеристика рослинних білків.
11. Первинна, вторинна, третинна та четвертинна структури білків.
12. Які принципи покладено в основу класифікації білків.
13. Класифікація вуглеводів.
14. Роль вуглеводів у рослинному організмі.
15. Порівняйте крохмаль із целюлозою. В чому вони подібні та чим відрізняються за хімічною структурою, функціями, локалізацією в клітині?
16. Поясніть, чому целюлоза існує у вигляді довгих волокон, тоді як крохмаль — у вигляді округлих зерен.
17. Методи якісного визначення вуглеводів у рослинних тканинах.

Тестові завдання до теми

1. В якому з перелічених розчинів в рослинних клітинах буде спостерігатися колпачковий плазмоліз?
 - 1) сечовина; 3) CaCl_2 ;
 - 2) KCNS ; 4) сахароза.
2. Які хімічні сполуки у великій кількості містяться в рослинній клітині (в % на сиру масу)?
 - 1) неорганічні речовини; 3) білки;
 - 2) вода; 4) нуклеїнові кислоти.
3. Клітинні мембрани побудовані з :
 - 1) білків та вуглеводів;
 - 2) ліпідів та білків;
 - 3) нуклеїнових кислот та ліпідів.

4. Які органοїди рослинної клітини належать до напівавтономних?
- 1) мітохондрії, хлоропласти, ядро;
 - 2) ядро, рибосоми, апарат Гольджі;
 - 3) ЕР, мікротрубочки, мітохондрії.
5. Чому мітохондрії називають енергетичними станціями клітини?
- 1) здійснюють синтез АТФ;
 - 2) синтез білка;
 - 3) розщеплення АТФ.
6. До групи органогенних хімічних елементів належать:
- 1) кисень, вуглець, гідроген, залізо;
 - 2) вуглець, магній, кисень, йод;
 - 3) гідроген, кисень, вуглець, нітроген.
7. Пептидний зв'язок утворюється при взаємодії груп:
- 1) ОН і СООН ;
 - 2) NH₂ і ОН ;
 - 3) СООН і NH₂ .
8. Які запасні речовини відкладаються на зиму у рослин?
- 1) білки;
 - 2) вуглеводи;
 - 3) жири.
9. Каталітична функція притаманна таким групам органічних речовин:
- 1) нуклеїновим кислотам;
 - 2) білкам;
 - 3) фосфоліпідам.
10. В якій частині клітини міститься найбільша кількість вільної води?
- 1) в клітинній оболонці;
 - 2) у вакуолі;
 - 3) в цитоплазмі.

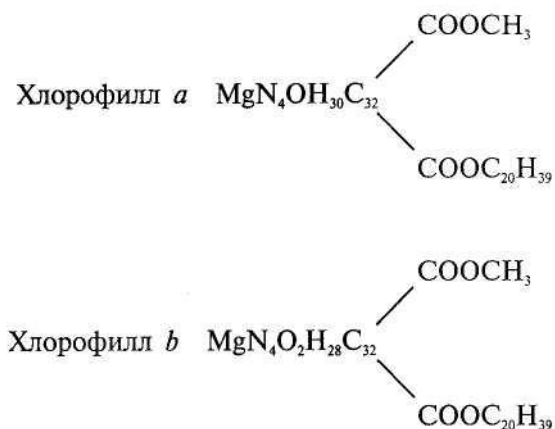
ТЕМА: Екологія ФОТОСИНТЕЗУ

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3 МЕТОДИ ЕКСТРАКЦІЇ РОСЛИННИХ ПІГМЕНТІВ

Пігменти фотосинтезу перебувають у мембранах тілакоїдів. У вищих рослин це хлорофіли *a* й *b*, каротин, ксантофіл, феофітин. Хлорофіл *a* — головна функціональна частина пігментної системи рослин. Він здатний, поглинувши квант світла, передавати його енергію на компоненти електронно-транспортного ланцюга. За їх участі відбувається перетворення енергії електронного збудження хлорофілу в хімічну енергію АТФ і НАДФН₂.

Хлорофіли по своїй хімічній природі є складними ефірами дикарбонової кислоти хлорофіліну й двох одноатомних спиртів — високомолекулярного фітолу C₂₀H₃₉ОН і метилового спирту СН₃ОН. Хлорофіл *a* відрізняється від хлорофілу *b* тим, що у третього вуглецевого атома в другому пірольному кільці

його молекули метильна група замінена на альдегідну.



Звичайно пігменти з рослинної тканини екстрагують полярними розчинниками (етиловий спирт), які руйнують зв'язок хлорофілів і ксантофілів із протеїдами пластид і тим самим забезпечують їхнє повне екстрагування. Неполлярні розчинники (петролейний ефір, гексан, бензин і ін.) не порушують зв'язку цих пігментів з білками й тому не можуть їх витягти зі свіжих листів.

Із сухого рослинного матеріалу екстракцію ведуть із додаванням води, щоб порушити зв'язок з молекулами білка. Неполлярні розчинники (гексан, петролейний ефір і ін.) не порушують зв'язку цих пігментів з білками й тому не можуть їх екстрагувати зі свіжих листів.

Всі хлорофіли - речовини нестійкі. Витягнуті з листа, вони легко окисляються на повітрі.

Мета роботи: ознайомитися з методами екстракції пігментів і з їхніми хімічними властивостями.

Матеріали й устаткування. Листи кропиви, етиловий спирт, вода. Конічні колби на 200мл із пробками, Водяна лазня, зворотний холодильник.

Порядок виконання роботи

Для одержання витяжки пігментів використовують як сирий, так і сухий матеріал. В останньому випадку висушені листи попередньо обробляють гарячою водою, щоб полегшити наступний витяг пігментів. Сухі листи кропиви поміщають у конічну колбу на 200 мл і ошпарюють окропом, потім воду зливають.

У колбу доливають 100 мл етилового спирту, закривають її корковою пробкою зі зворотним холодильником і ставлять на лазню з киплячою водою для екстрагування пігментів. Після п'ятихвилинного кип'ятіння вміст колби прохолоджують і розчин обережно зливають декантацією через лійку зі складчастим паперовим фільтром. Відфільтрований розчин використовують у наступних досвідах. Зберігати розчини пігментів треба в темряві в холодильнику.

Завдання. Записати хімічні формули хлорофілів, вказати на можливі розчинники для їх екстрагування.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

ВПЛИВ ЗОВНІШНІХ УМОВ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ФОТОСИНТЕЗУ ВОДНОЇ РОСЛИНИ

Для визначення інтенсивності фотосинтезу водних рослин можна використовувати метод підрахунку пухирців кисню. На світлі в листах відбувається процес фотосинтезу, продуктом якого є кисень, що накопичується в міжклітинниках. При зрізанні стебла надлишок газу починає виділятися у вигляді безперервного потоку пухирців, швидкість утворення яких залежить від інтенсивності фотосинтезу. Даний метод не відрізняється великою точністю, проте дуже простий і дає наочне уявлення про тісну залежність процесу фотосинтезу від зовнішніх умов.

Мета роботи: визначити інтенсивність фотосинтезу за дії різної освітленості, світла різного спектру, температури у родної рослини елодеї.

Матеріали й устаткування. Елодея, акваріум або скляна судина, воронка, пробірка, лампа електрична, термометр. Гідрокарбонат натрію, біхромат калію, аміак, сульфат купруму, вода дист.

Порядок виконання роботи

Помістити гілочку елодеї з неушкодженою верхівковою брунькою в кювету з водою й зробити зріз гострим лезом для усунення можливості закупорки

шляхів при виході газу. Занурити гілочку зрізом нагору в пробірку з водою, попередньо збагачену вуглекислотою шляхом розчинення невеликої кількості соди (перед зануренням гілочки внести в пробірку на кінчику ножа NaHCO_3 і збовтати). Поміщаючи пробірку з гілочкою елодеї в ті або інші умови, почекати, поки встановиться рівномірний потік пухирців, підрахувати кількість пухирців виділених за певний час. Використовуючи як джерело світла настільну лампу потужністю 100-200 Вт, виконати наступні досліди.

ДОСЛІД 1. Вплив освітленості. Налити воду, нагріту до $30\text{ }^\circ\text{C}$, у колбу або скляний циліндр і вставити в цю судину пробірку з гілочкою елодеї. Підрахувати кількість пухирців кисню при різних відстанях від джерела світла.

ДОСЛІД 2. Вплив спектрального складу світла. Підрахувати кількість пухирців при опроміненні білим світлом (пробірка занурена в судину з водою). Потім провести спостереження при червоному фільтрі, замінюючи воду в зовнішній судині розчином 1% $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, що пропускає червоні, жовтогарячі й жовті промені й не пропускає синьо-фіолетові. Після цього визначити інтенсивність фотосинтезу на синьому екрані, наливаючи в зовнішню судину розчин сірчано-аміачно-мідної солі (4% розчин мідного купоросу, насичений аміаком), що пропускає блакитні, сині й фіолетові промені, але затримуючу довгохвильову частину спектра. Всі три спостереження провести з рідинами однакової температури й на одній відстані від джерела світла.

ДОСЛІД 3. Вплив температури. Налити в зовнішню судину спочатку теплу, а потім холодну воду й підрахувати кількість пухирців при однаковій відстані від джерела світла.

Результати записати в таблицю (відстань від джерела світла й температура зазначені орієнтовно).

Відстань від джерела світла, см	Екран	Температура, $^\circ\text{C}$	Кількість пухирців O_2 за 5 хв.
5	білий	30	
10	білий	30	
20	білий	30	
5	білий	30	
5	червоний	30	
5	синій	30	
5	білий	30	
5	білий	10	

Завдання: заповнити таблицю і зробити висновки про вплив досліджених факторів на інтенсивність фотосинтезу.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5
ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСТОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ФОТОСИНТЕЗУ

Найбільший приріст врожаю в посіві забезпечуються при оптимальному співвідношенні площі листів у період її максимального розвитку й чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ). ЧПФ - це показник, що позначає число грамів загальної сухої маси врожаїв, утворених 1 м² площі листів у середньому протягом дня за проміжок часу в n (звичайно 5-7) днів.

$$\text{ЧПФ} = \frac{B_2 - B_1}{0,5 \cdot (L_1 + L_2) \cdot n},$$

де B_1 і B_2 - суха маса рослин з 1 м² фітоценозу на початку й проміжку, що враховується наприкінці, часу;

L_1 і L_2 - площа листів рослин з тої ж площі фітоценозу на початку й наприкінці того ж проміжку часу;

$0,5 \cdot (L_1 + L_2)$ - середня площа листів за даний проміжок часу;

n - кількість днів.

Мета роботи. Визначити та розрахувати чисту продуктивність фотосинтезу насаджень сільськогосподарських культур.

Матеріали й устаткування. Рамка 0,5x0,5 м, лопатка, лінійка, міліметровий папір. Рослини пшениці, ячменю, вівса, кукурудзи. Технічні й аналітичні ваги, термостат, бюкси або металеві стаканчики, ножиці, папір.

Порядок виконання роботи

Визначення площі листів

Якщо маса листів невелика (50-100 г), площа найчастіше визначають ваговим методом шляхом зважування контурів. Контур листа можна одержати, наклеївши лист на міліметровий папір і обвівши його олівцем. Якщо папір рівний по товщині й по масі, то, знаючи вагу 1 см або 1 дм, можна визначити площу листів, вирізуючи й зважуючи її відбитки. Попередньо потрібно переконатися в тім, що вага декількох квадратиків (5 см x 5 см), що вирізуються з паперу, однакова.

Визначення сухої маси рослин здійснюють шляхом відповідного розрахунку, знаючи сиру масу органів і вміст у них сухих речовин. Для знаходження вмісту сухої речовини з рослинної маси кожної частини (%) беруть дві-три порції матеріалу, поміщають у бюкси (або металеві стаканчики), зважують і висушують у термостаті при 105 °С до постійної маси.

Завдання. Знайти ЧПФ, якщо сира маса рослин на початку періоду ($n = 5$ днів) - 800 г (стебла - 500 г і листів - 300 г), а наприкінці - 1700 г (стебла - 800 г і листів - 900 г). Вміст сухих речовин у листках 30 %, у стеблах - 20 %.

Площу листків визначити в цьому випадку виходячи з маси одиниці площі листа лабораторної рослини.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6 **РОЗРАХУНОК ФОТОСИНТЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ** **ФІТОЦЕНОЗУ (ПОСІВУ)**

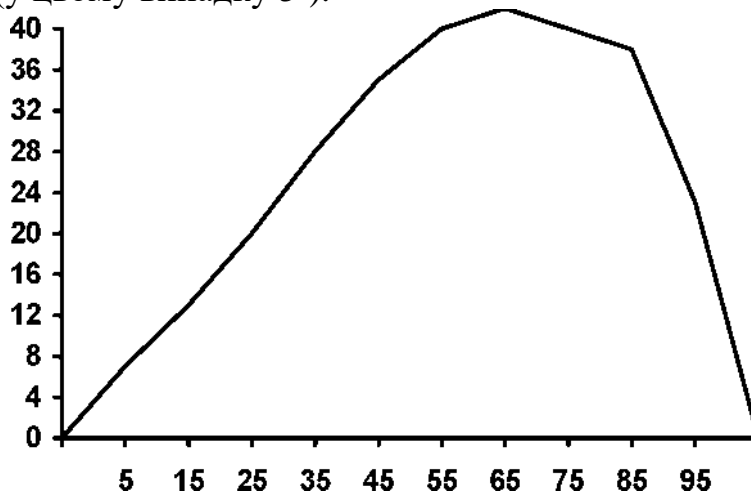
Якщо прийняти за робочу одиницю поверхні листків 1 м^2 , то протягом дня фітоценоз, що має, наприклад, 10 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ виконує фотосинтетичну роботу, що відповідає 10 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ дням (це аналогічно тому, як якби ми характеризували обсяг роботи, виконуваний групою робітників у людино-днях). Аналогічно можна охарактеризувати фотосинтетичну роботу одиничної рослини. Для того щоб визначити виробничну здатність не за один день, а за весь вегетаційний період, треба підсумувати показники площі листів за цей час. Такий сумарний показник одержав назву фотосинтетичного потенціалу.

Мета роботи. Визначити та розрахувати фотосинтетичний потенціал сільськогосподарських культур.

Матеріали й устаткування. Лінійка, міліметровий папір. Вегетуючі рослини пшениці, ячменю, вівса, кукурудзи. Технічні й аналітичні ваги, термостат, бюкси або металеві стаканчики, ножиці, папір.

Порядок виконання роботи

Спрощений графічний метод визначення фотосинтетичного потенціалу фітоценозу або окремої рослини полягає в знаходженні площі фігури, обкресленої кривою ходу росту площі листів і осями ординат. Фотосинтетичний потенціал одержують шляхом множення показника площі фігури на показники ціни одного сантиметра масштабу на осі ординат (у цьому випадку 4000 м^2) і в днях осі абсцис (у цьому випадку 5).



Отже, продуктивність досліджуваного фітоценозу визначається роботою фотосинтетичного потенціалу $2,3\text{ млн. м}^2$ днів. Якщо біологічний урожай такого фітоценозу становить, наприклад, 12 т, то середня за вегетаційний період чиста продуктивність фотосинтезу дорівнює:

$$\text{ЧПФ} = 12000000 \text{ г} / 2300000 \text{ м}^2 \cdot \text{доба} = 5,02 \text{ г/м}^2 \cdot \text{доба}$$

Завдання 1: Визначити фотосинтетичний потенціал однієї рослини буряка за вегетаційний період при наступному ході росту площі листів: площа листів, м : 0,03; 0,07; 0,12; 0,20; 0,25; 0,35; 0,45; 0,55; число днів від появи сходів: 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80.

Знайти чисту продуктивність фотосинтезу, якщо вага рослини в момент збирання 1050 г, а зміст сухих речовин 25 %.

Завдання 2: Визначити фотосинтетичний потенціал фітоценозу кукурудзи за вегетаційний період при наступному ході росту площі листів: площа листів, тис. м : 3; 8; 15; 25; 30; 36; 40; 42; 43; 40; 37; 30; 25; число днів від появи сходів: 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 110; 120; 130.

Знайти чисту продуктивність фотосинтезу, якщо врожай силосної маси становить 1100 ц/га (200 ц листів і 900 ц стебел з качанами). Зміст води в листах 70 %, у стеблах з качанами - 60 %.

Контрольні питання.

1. *Яка роль фототрофного живлення рослин у біосфері?*
2. *В чому полягає різниця між фото автотрофами, хемоавтотрофами, гетеротрофами?*
3. *В чому полягає біосферна роль фотосинтезу?*
4. *Особливості взаємодії листка з сонячним випроміненням.*
5. *Перелічіть фотосинтетичні пігменти рослин. У чому полягає їхнє значення у фотосинтезі?*
6. *Схарактеризуйте первинні процеси фотосинтезу.*
7. *Що таке фотосинтетичне фосфорилування?*
8. *Назвіть основні продукти світлової стадії фотосинтезу.*
9. *Що таке темнова стадія фотосинтезу та її механізм?*
10. *Який зв'язок існує між світловою і темною стадіями фотосинтезу?*
11. *Яка різниця між рослинами C₃ та C₄ типу?*
12. *Схарактеризуйте особливості фотосинтезу сукулентів (САМ-метаболізм).*
13. *Як впливають зовнішні фактори (спектральний склад світла, температура, освітленість, концентрація CO₂, O₂ тощо) на інтенсивність фотосинтезу?*
14. *Від яких параметрів фотосинтетичного процесу залежить біопродуктивність рослин?*
15. *Яке значення має теорія продукційного процесу в розвитку рослинництва?*
16. *Назвіть шляхи збільшення коефіцієнта корисної дії використання енергії сонячних квантів у процесі фотосинтезу.*
17. *Скільки органічної речовини синтезує рослина за 15 хв, якщо відомо, що*

інтенсивність фотосинтеза складала $20 \text{ мг/дм}^2\cdot\text{год}$, а поверхня листя дорівнює $2,5 \text{ м}^2$?

18. За 20 хв побіг, листова поверхня якого дорівнює 240 см^2 , поглинув 16 мг CO_2 . Визначити інтенсивність фотосинтезу.

Тестові завдання до теми

1. Які промені спектру поглинаються хлорофілом?

- 1) зелені і жовті;
- 2) оранжеві і фіолетові;
- 3) червоні і сині.

2. Що відбувається з енергією, яка виділяється при переході електрона з другого синглетного стану (S_2) на перший збуджений синглетний рівень (S_1)?

- 1) випромінюється у вигляді флуоресценції;
- 2) випромінюється у формі теплової енергії;
- 3) іде на проходження хімічних взаємодій.

3. Як використовується енергія електронів, які рухаються по системі переносників фотосистем?

- 1) іде на флуоресценцію;
- 2) розсіюється у вигляді тепла;
- 3) запасується клітиною у формі хімічної енергії.

4. Чи потрібна наявність CO_2 в процесі утворення АТФ і НАДФ* H_2 в ході фотосинтезу?

- 1) так;
- 2) ні.

5. Які речовини утворюються в процесі фотосинтезу?

- 1) CO_2 і H_2O ;
- 2) глюкоза, АТФ і O_2 ;
- 3) білки, РНК, ДНК.

6. Збільшення інтенсивності світла викликає:

- 1) збільшення поглинання CO_2
- 2) зменшення поглинання CO_2
- 3) не впливає на метаболізм CO_2

7. Чим фотосинтез у сукулентів відрізняється від фотосинтезу C_3 - і C_4 -рослин?

- 1) первинним акцептором CO_2 є фосфоенолпіровіноградна кислота; процеси первинного і вторинного карбоксилування роз'єднані в часі;
- 2) первинним акцептором CO_2 є рибульозодифосфат; реакція

*карбоксилування іде один раз;
3) процеси первинного і вторинного карбоксилування
роз'єднані в просторі; первинним акцептором CO₂ є ФЕП.*

8. У яких рослин звичайно спотерігається листкова мозаїка?

- 1) у світлолюбних;*
- 2) у тіневитривалих;*
- 3) у тінелюбних.*

9. Які фактори, виходячи із загального рівняння реакції фотосинтезу, повинні впливати на швидкість цього процесу:

- 1) мінеральне живлення і температура;*
- 2) водопостачання, концентрація CO₂ та інтенсивність світла;*
- 3) спектральний склад світла, концентрація O₂.*

10. Під світловою компенсаційною точкою розуміють освітленість, при якій швидкості фотосинтезу й дихання:

- 1) дорівнюють нулю*
- 2) рівні між собою*
- 3) максимальні*
- 4) різняться в найбільшому ступені*

ТЕМА: ВОДНИЙ ОБМІН РОСЛИН

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

ВИЗНАЧЕННЯ ОСМОТИЧНОГО ТИСКУ РОСЛИННИХ ТКАНИН

Вода рослинними клітинами поглинається за законами осмосу. Переміщення молекул води із зовнішнього середовища в клітину, а також від клітини до клітини відбувається по градієнту рівня вільної енергії молекул води, що визначається *хімічним потенціалом* (μ_w). Хімічний потенціал води у водяних розчинах і клітинах менше, ніж у чистої води. Ця різниця, називана *водним потенціалом* (ψ), показує здатність води в даній системі здійснювати роботу в порівнянні з роботою, що за тих самих умов робила б чиста вода. Водний потенціал розраховується по рівнянню:

$$\psi = \frac{\mu_w - \mu_w^0}{V_w},$$

де V_w — парціальний мольний обсяг води.

Водний потенціал визначає здатність молекул води дифундувати, випаровуватися або поглинатися. Він має розмірність енергії, поділеної на об'єм, що збігається з розмірністю тиску (атмосфери, бари).

Молекули розчинених у воді речовин знижують рівень вільної енергії молекул води. Це зниження вимірюється осмотичним потенціалом ($\psi_{осм}$). *Осмотичний потенціал* — компонент водного потенціалу розчину, що визначається присутністю розчинених речовин, що знижують хімічний потенціал води.

Тому $\psi_{осм}$ завжди величина негативна. Якщо два розчини з різними концентраціями розділити напівпроникною мембраною, що пропускає тільки молекули води, але не пропускає молекули розчинених у ній речовин, то молекули води будуть переміщатися по градієнту ψ — з розчину з меншою концентрацією, у якому $\psi_{осм}$ вище (тобто менш негативна величина), у розчин з більшою концентрацією, у якому $\psi_{осм}$ нижче (тобто більше негативна величина).

У молекул води, що перебувають під тиском, рівень вільної енергії підвищується. Тому величина водного потенціалу розчину або клітини збільшується при підвищенні в них гідростатичного (тургорного) тиску. Водний потенціал, залежний від гідростатичного тиску (величина завжди позитивна), називається *потенціалом тиску* ($\psi_{давл}$).

Загальний водний потенціал клітини ($\psi_{кл}$) залежить від осмотичного потенціалу ($\psi_{осм}$) і потенціалу тиску ($\psi_{давл}$):

$$\psi_{кл} = \psi_{осм} + \psi_{давл}.$$

При вміщенні клітини до чистої води остання буде входити в клітину доти, поки $\psi_{осм}$ у клітині не буде врівноважено $\psi_{давл}$, що збільшується. Збільшення $\psi_{давл}$ відбувається через опір клітинної стінки зростанню обсягу протопласту при надходженні до нього води.

Якщо клітину помістити у водяний розчин, $\psi_{\text{осм}}$ якого буде більш негативним, чим $\psi_{\text{кл}}$, то вода буде виходити із клітини в цей зовнішній розчин. При цьому $\psi_{\text{кл}}$ буде зменшуватися через зменшення в клітині як $\psi_{\text{осм}}$, так і $\psi_{\text{давл}}$. Вихід води із клітини буде відбуватися доти, поки ψ у клітини й у зовнішнього розчину не зрівняються.

Мета роботи. Визначити самостійно та розрахувати осмотичний тиск рослинних тканин методом Уршпрунга.

Матеріали й устаткування: 1М розчин хлориду натрію, дистильована вода, бюретки, штативи для бюреток, пробірки, ніж для вирізання смужок тканини, лінійки або міліметровий папір. **Рослини:** бульби картоплі, коренеплоди ріпи, моркви.

Порядок виконання роботи

У п'яти пробірках готують по 10 мл розчинів хлориду натрію помірні зменшення концентрації: 0,8; 0,6; 0,4; 0,3; 0,2М; 0,1 М, у шосту наливають дистильовану воду. Для приготування розчинів користуються бюретками. Вихідний 1М розчин NaCl розводять дистильованою водою.

Концентрація розчинів, моль/л	Кількість мл на 10 мл робочого розчину	
	води	1М р-ну NaCl
0,8	2	8
0,6	4	6
0,4	6	4
0,2	8	2
0,1	9	1

З органа рослини нарізають пластини товщиною 5 – 10 мм і ділять на однакові бруски шириною близько 5 мм і довжиною 40 – 70 мм, промокають їх фільтрувальним папером. Масу кожного бруска точно вимірюють за допомогою аналітичних терезів перед його зануренням у розчин і після витримання в розчині протягом 30 хв. Результати вимірів записують до таблиці.

Таблиця - Вплив концентрації розчину на масу брусочків бульби картоплі

Концентрація розчинів, М	Початкова маса брусочків, г	Маса брусочків після перебування в розчині, г	Зміна маси брусочків, г
0,8			
0,6			
0,4			
0,2			
0,1			

вода			
------	--	--	--

Констатують, як змінилася довжина брусочка в кожному розчині. Виявляють той розчин, у якому довжина брусочка не змінилася; ψ_p цього розчину виявився рівним $\psi_{тк}$. Водний потенціал (ψ_p) зовнішнього розчину є ізотонічним осмотичному потенціалу клітинного соку ($\psi_{осн}$). Величину останнього розраховують, використовуючи рівняння Вант-Гоффа.

$$\psi_{осн} = -RTCi,$$

де R — газова постійна $0,0821$ (л*атм)/(град*моль); T — абсолютна температура, градуси; C — концентрація в молях; i — ізотонічний коефіцієнт, що характеризує ступінь гідролітичної дисоціації розчиненої речовини і для неелектролітів рівний 1 . Для перекладу величини водного потенціалу, розрахованого в атмосферах, у кілопаскалі отриманий результат потрібно помножити на $101,3$.

Завдання: Звернути увагу на пружність тканин картоплі, що знаходилися у воді та у розчині солі та зміну маси, записати висновки та пояснити зміну маси зразків. Визначити величину водного потенціалу тканин бульби картоплі методом Уршпрунга.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8 **ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ТРАНСПІРАЦІЇ** **ЗРІЗАНИХ ЛИСТІВ (ЗА Л. І. ІВАНОВИМ)**

Метод заснований на обліку змін маси зрізаного транспіруючого листа за короткі проміжки часу, що дає можливість спостерігати транспірацію при тім стані насичення листа водою, у якому він перебував на рослині.

Мета роботи: визначити вплив температури на інтенсивність транспірації зрізаних листків ваговим методом.

Матеріали й устаткування. Десятиденні проростки вівса або пшениці. лабораторні ваги, фени, ножиці, підставки для підвішування листів.

Порядок виконання роботи.

Зрізають два листи та зважують їх негайно з точністю $0,001$ г. Один лист розміщують при кімнатній температурі, а другий кладуть до термостату при температурі 40 С. Через 10 хв після зважування повторно зважують всі листи. Дані заносять у таблицю.

Зменшення у масі листів за час між першим і другим зважуваннями показує, скільки води випарувалося за цей період. Для статистичного аналізу всі розрахунки необхідно виконувати по сумарній масі десяти листів кожного

варіанта. Розраховують кількість грамів води, що випарувалася з 1 м² листів за 1 год. Результати досліду записують у таблицю за наведеною формою.

Таблиця - Визначення інтенсивності транспірації зрізаних листів

Варіант	Початкова маса листів, мг	Маса листків, що транспірують, мг	Втрата води, мг	Інтенсивність транспірації, г/(м ² *год)
1				
2				

Завдання. Розрахувати інтенсивність транспірації за кількістю транспірованої листями води при різній температурі повітря.

Контрольні питання до теми

1. *Вміст води в організмах рослин різних екологічних груп.*
2. *Дайте визначення поняттям дифузія та осмос.*
3. *Що таке водний потенціал? Перелічіть його складники.*
4. *Що є рушійною силою надходження та пересування води в системі ґрунт-рослина-атмосфера?*
5. *Назвіть складові частини водного балансу рослин.*
6. *Чому підживлення посівів мінеральними добривами під час посухи не лише неефективне, а й шкідливе?*
7. *Назвіть типи транспірації.*
8. *Які фактори впливають на інтенсивність транспірації?*
9. *Що таке евапотранспірація?*
10. *Чому дорівнює осмотичний тиск клітинного соку при 17 С якщо відомо, що ізотонічний для даної клітини розчин сахарози має концентрацію 0,3М?*
 А) 2,48 атм В) 5,51 атм
 Б) 13,59 атм Г) 7,14 атм
11. *Клітина знаходиться у стані повного насичення водою. Осмотичний тиск дорівнює 3 атм. Чому дорівнює тургорний тиск та всисна сила?*
 А) 0 і 3 атм Б) 3 і 0 атм В) 1,5 і 1,5 атм Г) 3 і 3 атм
12. *Рослина з листовою поверхнею 1,2 дм² транспірувала за 4 хв 0,06г води. При таких умовах з відкритої водної поверхні площиною 20 см² за 2 години випарувалося 0,6г води. Визначити відносну транспірацію:*
 А) 0,05 Б) 0,1 В) 0,5 Г) 1,0
13. *Продуктивність транспірації 4 г/л. Знайти транспіраційний коефіцієнт (мл/г):*
 А) 0,25 Б) 1,25 В) 250 Г) 500

Тестові завдання до теми

1. Які форми ґрунтової води є доступними для рослин?
 - 1) капілярна і гравітаційна;
 - 2) гравітаційна і гігроскопічна;
 - 3) плівкова і капілярна.

2. Що обумовлює поглинання води коренями рослин при інтенсивній транспірації?
 - 1) кореневий тиск;
 - 2) різниця водного потенціалу;
 - 3) сили когезії та адгезії.

3. Які з названих ознак справжніх ксерофітів (евксерофітів) дозволяють їм протистояти обезводненню?
 - 1) висока ефективність роботи дихального апарату;
 - 2) неглибока розгалужена коренева система;
 - 3) сильно розвинена опушеність листків.

4. Які з названих факторів послаблюють інтенсивність транспірації:
 - 1) високий рівень оводненості тканин;
 - 2) висока вологість повітря;
 - 3) висока позитивна температура.

5. Яке явище можна спостерігати, якщо накрити рослину скляним ковпаком?
 - 1) поступання води різко загальмується;
 - 2) залишиться на попередньому рівні;
 - 3) посилиться.

6. В яку пору доби транспірація у сукулентів досягає максимуму:
 - 1) вночі; 2) в полудень; 3) вранці.

7. Гідростабільні види - це:
 - 1) види, які здатні переносити різкі зміни вмісту води;
 - 2) види, які при сильному зневодненні входять у стан анабіозу;
 - 3) види з досконалою регуляцією транспірації, що приводить до незначних змін вмісту води.

8. В клітинах яких рослин осмотичний тиск клітинного соку найбільший?
 - 1) у степових рослин; 2) у гігрофітів; 3) у галофітів

9. Листя якого ярусу(ів) деревинних рослин є найбільш стійкими до посухи?
 - 1) верхнього; 3) нижнього;
 - 2) середнього; 4) всіх.

10. Формування повітряних коренів є реакцією на:

- 1) низьку освітленість 3) нестачу вологи
2) високу освітленість 4) надлишок вологи

ТЕМА: МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 9 ВИЯВЛЕННЯ НІТРАТІВ В РОСЛИНАХ

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

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

За даними *Міністерства охорони здоров'я України*, гранично допустима доза нітратів для дорослої людини в добу складає 500 міліграм, токсична - 600 міліграм, для немовляти доза в 10 міліграм може бути смертельною. Відомості про вміст нітратів в овочах, їх розподілі по органах і тканинах дані в пропонуваніх таблицях.

Таблиця - Мінімальні і максимальні кількості нітратів в овочах, мг/кг

Культура	Мінімум	Максимум	Культура	Мінімум	Максимум
кавуни	44	572	Петрушка (зелень)	1760	1892
Баклажани	88	264	Ревень	1760	2420
Брюква	398	528	Редька черний	1540	1760
Горошок зелений	22	88	Редис	440	2640
Горчиця салатна	1320	1760	Репи	660	880
Дині	44	484	Салат	396	2860
Капуста біла	66	2860	Буряк столовий	44	2640
Кабачки	196	704	Крес-салат	320	4840
Перець солодкий	44	352	Картопля	44	968
Лук зелений	44	1320	Гарбуз	308	1320
Лук ріпчатий	66	880	Укроп	396	2200
Морква	176	2200	Квасоля	22	880

Огірки	88	528	Часник	44	308
Патисони	176	880	Шпинат	660	3960
Острогін	1320	2200	Щавель	264	396

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

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

Соли азотної і азотистої кислот, що поглинаються корінням з ґрунту, відновлюються в рослині до аміаку, який використовується для синтезу амінокислот і інших з'єднань. Для відновлення нітратів потрібен АТФ, що утворюється в процесі окислювального або фотосинтетичного фосфорілювання.

При достатньому вмісті розчинних вуглеводів і високої активності відповідних ферментів перераховані біохімічні процеси відбуваються в клітках кореня. Проте за несприятливих умов частина нітратів може пройти через паренхіму кори кореня в незміненому вигляді. В цьому випадку нітрати потрапляють в судини ксилеми і піднімаються з висхідним током до листя, де і відбувається їх відновлення.

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

Для виявлення нітратів можна використовувати реактив з дифеніламіном, який у присутності іона NO_3^- дає синє забарвлення. По інтенсивності того, що синить можна судити про кількість нітратів в досліджуваному об'єкті.

Таблиця - Шкала для визначення нітратів в зрізах і соку рослин (по Церлінг)

Бал	Забарвлення зрізу або соку	Необхідність в азотних добривах	
		на початку вегетації	в фазу цвітіння
0	Немає забарвлення	Дуже сильна (60 кг/га)	Средня (30 кг/га)
1	Блідо-блакитна, швидко зникає	Сильна (60 кг/га)	Слабка (30 кг/га)
2	Блакитна провідних судин	Средня (30 кг/га)	Не має потреби
3	Блакитна, зникає через 2—3	Слабка (30 кг/га)	»

	хв		
4	Синя	»	»
5	Темно-синя, зберігається деякий час	Не має потреби	»
6	Темно-синя, стійка	надлишок нітратів	

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

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

Матеріали і устаткування: розчин KNO_3 або $NaNO_3$ у концентраціях, мг/л: 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 50, 10 в невеликих склянках; 1 %-ний розчин дифеніламіну в концентрованій H_2SO_4 у крапельниці (зберігати в темноті на підставці), пінцет, скляні палички, плоскі білі фарфорові тарілки, шматок скла, фломастер, кольорові олівці, фільтрувальний папір, ножиці, ніж, скальпель, бритва. **Рослини:** будь-які дикорослі рослини, що виростають в різних екологічних умовах; культурні рослини, вирощені на різних живильних середовищах, будь-які овочі, фрукти, зелень.

Норми вмісту нітратів в продуктах. Встановлені наступні нормативи за змістом нітратів в сільськогосподарській продукції (у мг/кг за нітрат йоном). У чисельнику приводяться норми для ранніх і тепличних овочів, в знаменнику - для пізньої продукції відкритого ґрунту:

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

Порядок виконання роботи

На білу фарфорову поверхню тарілки або скляної пластинки наносять краплі контрольних розчинів KNO_3 або $NaNO_3$ і додають одну краплю дифеніламіну. Заповнюють концентраційну шкалу забарвлення, відповідну певному змісту нітратів.

За допомогою цієї шкали кількісно оцінюють вміст нітратів в рослинному матеріалі, порівнюючи з нею за кольором досвідчену пробу.

Таблиця - Концентраційна шкала забарвлення на нітрати

Концентрація NaNO ₃ , мг/л	Зображення кольору	Опис кольору
10		
50		
100		
200		
300		
400		
500		
600		
700		
800		
900		
1000		

Узяті для дослідження плоди, бульби, коренеплоди, цибулини і т.д. розкладають на столі, відокремлюють тканини і частини органів для аналізу. Сік віджимають на поверхню скла, під яким лежить лист білого паперу, або на поверхню тарілки за допомогою пінцета або скляної палички. Зразки підписують фломастером. Одночасно гострою бритвою роблять зрізи тканини, що вивчається, органу. На зріз і вичавлену порцію соку переносять краплю дифеніламіну. Оцінюють кількість нітратів згідно з даними концентраційної шкали забарвлення, заносять результати по їх змісту в робочу таблицю.

Таблиця - Вміст нітратів в рослинах

Вид рослин и	Умови виращування	Забарвлення		Кількість NO ₃ ⁻ , мг/кг		Дозволена кількість продукта, г за добу для людини	Необхідність внесення азотних добрив до цвітіння
		зрізу	соку	в зрізі	в соку		

Змиваючи після закінчення роботи тканини і сок, необхідно пам'ятати про властивості концентрованою сірчаної кислоти залишати опіки при попаданні на шкіру.

Завдання: у таблицю, оформлену по вищенаведеному зразку, записати результати аналізу тканин і органів досліджуваних рослин з урахуванням умов їх зростання. Зробити висновок про можливість вживання цих рослин в їжу і про необхідність внесення азотних добрив у фазі вегетації.

Контрольні питання до теми

1. Які основні функції виконують поживні елементи? Яка їхня класифікація?
2. У якій зоні кореня, що активно росте, найбільша швидкість поглинання йонів?
3. По яких тканинах переміщуються мінеральні поживні речовини?
4. Що таке анопласт, місце його локалізації? Що таке симпласт? Які шляхи ближнього транспортування йонів від ґрунтового розчину до центрального циліндра кореня?
5. Розкажіть про ксилемне пересування мінеральних солей по рослині.
6. Екологічні групи рослин за субстратом місцезростань і вимогами до елементів мінерального живлення.
7. Назвіть основні етапи кругообігу азоту в природі. Чому аміак називають альфою та омегою азотного обміну в рослинах?
8. Назвіть основні джерела азотного живлення вищих рослин.
9. Перелічіть організми, що здатні засвоювати азот із повітря. Які існують симбіотичні азотфіксуючі організми?
10. Перелічіть шляхи асиміляції азоту в рослинах.
11. Схарактеризуйте структурну функцію металів у рослинному організмі.
12. Яке значення йонів заліза та міді у процесах фотосинтезу та дихання?
13. Як можна визначити потребу рослин в елементах мінерального живлення?
14. Розкажіть про фізіологічну функцію калію, кальцію та магнію в рослинному організмі.
15. Поясніть фізіологічне значення мікроелементів у рослині.

Тестові завдання до теми

1. До органогенів відносять:
 - 1) Рb
 - 2) Cl
 - 3) O
 - 4) S
 - 5) K
 - 6) Ca
2. Які хімічні елементи відносять до мікроелементів?
 - 1) Mg, Cl, Ca, P, I;
 - 2) Co, Cu, B, Mn, Zn;
 - 3) Fe, S, Br, K, Au.
3. При відсутності якого елемента в ґрунті буде спостерігатись більш швидке пожовтіння молодих листків?
 - 1) нітрогену;
 - 2) магнію;
 - 3) заліза.

4. Який елемент, що входить до складу каталітичних центрів ферментів (цитохромів, пероксидази, каталази), необхідний для утворення попередників хлорофілу?

- 1) магній;
- 2) фосфор;
- 3) залізо.

5. Кобальт входить до складу вітаміна B12, який необхідний для фіксації молекулярного нітрогену. Які з перчислених рослин більш чутливі до його нестачі?

- 1) буряк;
- 2) картопля;
- 3) вика.

6. Назвіть зовнішні ознаки нестачі фосфору в живленні рослин:

- 1) листки набувають синьо-зеленого забарвлення часто з пурпуровим чи бронзовим відтінком;
- 2) відбувається хлороз листків;
- 3) загнивання і відмирання листків.

7. До якого елемента підходить опис. Є основою для синтезу метіоніну, цистину та цистеїну, глутатіону. Приймає участь у формуванні третичної структури білків. Входить до складу деяких фітонцидів (часник та цибуля).:

- 1) сірка
- 2) магній
- 3) залізо
- 4) фосфор

8. Назвіть джерела нітрогену, які використовують вищі рослини:

- 1) вільний нітроген повітря і ґрунту;
- 2) мінеральні форми нітрогену;
- 3) органічні форми нітрогену.

9. Бактерії роду нитробактер участвуют в процессе

- 1) симбиотической азотфиксации
- 2) несимбиотической азотфиксации
- 3) аммонификации
- 4) нитрификации
- 5) денитрификации

10. Який з методів діагностики не дозволяє надати інформацію щодо стану мінерального живлення рослин:

- 1) візуальний
- 2) хімічний
- 3) кліматичний
- 4) морфобіологічний
- 5) ґрунтовий

ТЕМА: АДАПТАЦІЯ РОСЛИН ДО НЕСПРИЯТЛИВИХ УМОВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10 ВИЯВЛЕННЯ ХОЛОДОСТІЙКОСТІ РОСЛИН ТА КРІОПРОТЕКТОРНОЇ ФУНКЦІЇ ВУГЛЕВОДІВ

При впливі негативних температур на рослинні тканини в міжклітинках утворюється лід, який відтягує воду із клітин та збезводнює протоплазму. При певному ступені зневоднювання, індивідуальної для кожного організму, протоплазма коагулює.

Кристали льоду, що утворюються безпосередньо в клітинах, механічно впливають, у результаті порушується внутрішня структура протоплазми, різко підвищується її проникність, а при тривалій експозиції на морозі настає відмирання. Швидкість відмирання протоплазми клітин залежить як від температури й часу експозиції, так і від водоутримуючої здатності самої клітини. Збільшення кількості розчинних цукрів у зимуючих органах рослин підвищує водоутримуючу здатність тканин. Сахара захищають білкові сполуки від коагуляції при проморожуванні.

Мета роботи: з'ясувати особливості впливу сахарози різних концентрацій на протоплазму при дії низьких температур.

Матеріали й устаткування. Коренеплоди буряка, 0,5 і 1 М розчини сахарози, поварена сіль, лід колотий або сніг. Термометр, ніж, пробочні свердла діаметром 6 мм, леза, пробірки, мікроскопи, предметні й покривні стекла, пензлики, олівці по склу, фільтрувальний папір, лопатка для охолоджувальної суміші, склянка.

Порядок виконання роботи.

З поперечного зрізу столового буряка товщиною 0,5 см за допомогою пробочного свердла діаметром 5-6 мм зробити висічки. Ретельно промити їх під водопровідною водою й помістити у три пробірки по три висічки в кожную. У першу пробірку налити 5 мл дистильованої води, у другу — 0,5мл 0,5 М розчину сахарози, у третю — 0,5мл 1 М розчину сахарози. Пробірки етикетувати і на 20 хв занурити в охолоджувальну суміш, що складається із трьох частин льоду або снігу й однієї частини повареної солі. Потім пробірки вийняти із охолоджувальної суміші й разморозити у склянці води кімнатної температури. Після відтавання пробірки струсити. Відзначити різницю в інтенсивності забарвлення рідини в пробірках і пояснити.

З аналізованих висічок приготувати тонкі зрізи й розглядати їх під мікроскопом при малому збільшенні в краплі розчину, у якому вони перебували.

Підраховувати загальне число клітин у полі зору й число знебарвлених клітин, з яких вийшов антоціан.

Результати досліду записати у таблицю за наведеною формою.

Таблиця - Визначення захисної дії цукрів на протоплазму

Умови, варіант	Число клітин у полі мікроскопу		Відношення числа забарвлених клітин до загального числа, %	Висновок
	усього	забарвлених		
Вода				
0,5 М р-н сахарози				
1 М р-н сахарози				

Завдання. Записати дослід, відзначити при якій з досліджуваних концентрацій сахароза захищає протоплазму клітин від дії низьких температур.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 11 **ВИЗНАЧЕННЯ ПОСУХОСТІЙКОСТІ РОСЛИН ПРОРОЩЕННЯМ** **НАСІННЯ НА РОЗЧИНАХ САХАРОЗИ**

Здатність рослин на перших етапах розвитку мінімально використовувати вологу в умовах недостатнього водопостачання служить одним з важливих біологічних і господарсько корисних ознак сорту. Визначаючи кількість пророслих насіннь на розчинах з високим осмотичним тиском, що імітує умови фізіологічної сухості ґрунту, представляється можливим встановити на ранніх етапах онтогенезу відносну посухостійкість видів і сортів.

Мета роботи: імітувати умови фізіологічної сухості ґрунту за допомогою розчинів сахарози з різними осмотичним тиском та з'ясувати посухостійкість насіння за ступенем його проростання.

Матеріали й устаткування. Насіння пшениці, вівса, проса, гороху, вікі, кукурудзи, ячменя, 15, 20, 25%-ні розчини сахарози з осмотичним тиском відповідно 1000, 1400, 1800 кПа. Чашки Петрі, фільтрувальний папір, термостат, лінійки.

Порядок виконання роботи

У чашках Петрі на фільтрувальному папері проростити по 50 насіннь у трьох повторностях. Фільтрувальний папір змочити розчином сахарози з осмотичним тиском 1000, 1400 і 1800 кПа. Підрахунок пророслих насіннь просести на третій день. Чим стійкіше сортозразок, тим вище кількість пророслих насіннь на більших концентраціях сахарози, тим більше довжина корінців і проростків.

Результати досліду записати у таблицю за наведеною формою.

Таблиця - Визначення посухостійкості рослин

Варіант досліджу	Число насіннь, пророслих на 3-й день	Число насіннь, що проросли на 7-й день	Висновок
------------------	--------------------------------------	--	----------

Завдання: записати дослід та зробити висновок про посухостійкість досліджуваного насіння.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 12 **ВИЗНАЧЕННЯ ЖАРОСТІЙКОСТІ РОСЛИН**

При підвищенні температури вище оптимальної в рослинах порушується обмін речовин і як наслідок цього накопичуються отруйні речовини. При більш високих температурах різко підвищується проникність цитоплазматических мембран, а потім настає коагуляція білків і відмирання клітин. Якщо піддати лист дії високої температури, а потім занурити в слабкий розчин соляної кислоти, то ушкоджені й мертві клітини побуріють внаслідок вільного проникнення в них кислоти, яка викличе перетворення хлорофілу у феофітин, тоді як непошкоджені клітини залишаться зеленими. У рослин, що мають кислий клітинний сік, феофітинізація може відбутися й без обробки солячи-ний кислотою, тому що при порушенні напівпроникності тонопласта органічні кислоти проникають із клітинного соку в цитоплазму й витісняють магній з молекули хлорофілу.

Мета роботи: виявити вплив температури на ступінь пошкодження листів рослин.

Матеріали й устаткування: свіжі листи рослин; 0,2н розчин соляної кислоти; водяна лазня; термометр; пінцет; чашки Петри (5 шт.); склянка з водою; олівець по склу.

Порядок виконання роботи

Нагрівають водяну лазню до 40°C, занурюють у неї по п'ять листів досліджуваних рослин і витримують листи у воді 20 хв, підтримуючи температуру на рівні 40°C. Потім беруть першу пробу: виймають по одному листу кожного виду рослин і поміщають їх у чашку Петри з холодною водою. Піднімають температуру у водяній лазні до 50 С і через 10 хв після цього витягають із лазні ще по одному листу й переносять їх у нову чашку з холодною водою. Так поступово доводять температуру до 80°C, беручи проби через кожні 10 хв при підвищенні температури на 10°C.

Заміняють холодну воду в чашках 0,2н соляною кислотою й через 10 хв розраховують ступінь ушкодження листа по кількості бурих плям, що з'явилися. Результати записують у таблицю, позначивши відсутність побуріння знаком «-».

слабке побуріння - « + », побуріння більше 50 % площі листа - «+ + » і суцільне побуріння - «+ + + ».

Таблиця - Вплив температури на ступінь ушкодження листів

Об'єкт	Ступінь ушкодження листів при температурі				
	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C

Завдання: Зробити висновки про ступінь жаростійкості досліджених рослин.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 13 **ВИЗНАЧЕННЯ СОЛЕСТІЙКОСТІ РОСЛИН ПО СХОЖОСТІ ЇХ** **НАСІННЯ**

В умовах надмірного засолення ґрунту схожість насіння й інтенсивність росту рослин часто знижуються. При визначенні солестійкості показником стійкості служить порівняння числа пророслого насіння в розчинах солі та в дистильованій воді.

Мета роботи: визначити солестійкість злаків.

Матеріали і устаткування: чашки Петрі, фільтрувальний папір, розчин формаліну (1 мл формаліну на 300 мл води), хімічні стакани, марлеві мішечки, етикетки, термостат, сушильна шафа, піпетки на 10 мл, розчин NaCl, дистильована вода. **Рослини:** насіння ячменю, кукурудза і ін.

Порядок виконання роботи

Відбирають здорове насіння рослин, поміщають їх в різні марлеві мішечки з етикеткою всередині і обробляють розчином формаліну протягом 3 - 5 мин. Потім злегка просушують і розкладають по 10 - 20 зернят в кожну чашку Петрі. Заздалегідь чашки Петрі прожарюють в сушильній шафі при 150 С протягом 1 год, на їх дно укладають фільтрувальний папір. У кожну чашку наливають по 10 мл 7 %- або 10 % розчин NaCl і 10 мл дистильованої води (контроль). Дослід проводять в триразовій повторності.

Чашки Петрі з насінням поміщають в термостат при температурі 26 С для пророщування. На дно термостата ставлять кювету з водою. Через сім днів в кожному варіанті підраховують число пророслого насіння. Визначають відсоток схожості. Результати записують в таблицю.

Таблиця - Схожість насіння злаків залежно від засолення ґрунту

Рослина	Варіант досліджу	Число пророслого насіння	Схожість, %
Ячмінь	H ₂ O		
	NaCl, %		
Кукурудза	H ₂ O		
	NaCl, %		

Завдання. Зробити висновок про солестійкість досліджуваних рослин.

Контрольні питання до теми

1. Види адаптації рослин (фізіологічна і генетична).
2. Поняття про стрес. Причини його виникнення та стадії розвитку.
3. Межі пристосування та стійкості рослин.
4. Зворотні та незворотні ушкодження рослин.
5. Реакція рослинних клітин, тканин при ушкодженні в процесі адаптації.
6. Реакції рослин на дію низьких позитивних температур, пристосування до них.
7. Класифікація рослин за холодостійкістю.
8. Шляхи підвищення холодостійкості рослин.
9. Процеси, що відбуваються в рослинних клітинах при заморожуванні.
10. Підвищення морозостійкості рослин. Загартування, його фази.
11. Зимостійкість рослин (випрівання, вимокання, випирання, зимова посуха).
12. Методи визначення життєздатності сільськогосподарських культур у зимовий та ранньовесняний період.
13. Яка реакція рослин різних екологічних груп на засолення?
14. Специфічна реакція рослин на підвищену концентрацію ґрунтового розчину.
15. Можливості та шляхи підвищення солестійкості сільськогосподарських рослин.
16. Схарактеризуйте радіаційний стрес
17. Назвіть захисні механізми рослин до збудників хвороб.

Тестові завдання до теми

1. Яка ознака характеризує холодостійкість рослин?
 - 1) здатність переносити позитивні температури;
 - 2) здатність переносити низькі позитивні температури;
 - 3) здатність переносити низькі негативні температури;

- 4) здатність переносити весь комплекс несприятливих умов.
2. Яка причина загибелі теплолюбних рослин при низьких позитивних температурах?
- 1) порушення в їх водному балансі;
 - 3) зменшення в'язкості цитоплазми;
 - 2) збільшення оводненості цитоплазми;
 - 4) зміни процесів обміну речовин.
3. Які причини загибелі рослин при низьких негативних температурах?
- 1) замерзаючий клітинний сік розширюється в об'ємі;
 - 3) негативні температури викликають коагуляцію білків цитоплазми;
 - 2) розриваються судини й клітини рослин;
 - 4) гострі грані кристалів льоду викликають механічне пошкодження цитоплазми і її загибель.
4. Яка фізіологічна причина загибелі рослин від вимокання?
- 1) втрата великої кількості води;
 - 3) отруєння етиловим спиртом, який накопичується в анаеробних умовах;
 - 2) виснаження запасів вуглеводів внаслідок інтенсивного дихання;
 - 4) розрив кореневої системи у результаті розтріскування ґрунту при утворенні в ньому шматочків льоду.
5. Який тип засолення ґрунтів особливо небезпечний для рослини?
- 1) сульфатний; 3) содовий;
 - 2) хлоридний; 4) змішаний.
6. Які ознаки відрізняють галофітів від глікофітів?
- 1) висока продуктивність; 3) висока інтенсивність транспірації;
 - 2) висока інтенсивність обміну; 4) низька інтенсивність транспірації.
7. Які причини шкідливого впливу солей на рослини?
- 1) у рослинах накопичуються отруйні продукти обміну;
 - 3) іони натрію не конкурують з іншими іонами;
 - 2) порушується структура клітинних органелів і цитоплазми;
 - 4) солі, що потрапляють в клітину знижують водний потенціал, що шкідливо позначається на її життєдіяльності.
8. Які культурні рослини більш солестійкі?
- 1) томати; 3) цукровий буряк; 2) огірки; 4) горох.
9. Чому застосування добрив сприяє більше успішному перенесенню рослинами засолення?
- 1) інтенсифікує обмін речовин у рослині;
 - 3) знижує неврівноваженість ґрунтового розчину;
 - 2) сповільнює обмінні процеси в рослині;
 - 4) підвищує неврівноваженість ґрунтового розчину.

10. Яке значення цукрів, які нагромаджуються в ході загартування рослин до дії морозів?

- 1) знижують температуру замерзання клітинного соку, попереджуючи льодоутворення;
- 2) приводять до інтенсифікації дихання;
- 3) збільшують кількість вільної води в клітині.

11. Вкажіть галофіти, у яких цитоплазма клітин кореня малопроникна для солей:

- 1) солерос, сведа;
- 2) кермек, тамарикс;
- 3) полин, кохія.

12. Які збудники хвороб рослин називають факультативними паразитами?

- 1) ведуть в основному паразитичний спосіб життя, рідше сапрофітний;
- 2) є переважно сапрофітами, але можуть вражати живі ослаблені рослини;
- 3) не можуть існувати без рослини-господаря.

13. Здатність патогена вражати чи не вражати рослину називається:

- 1) патогенність;
- 2) вірулентність;
- 3) агресивність.

14. Низькомолекулярні антибіотичні речовини вищих рослин, які виникають у відповідь на контакт з фітопатогенами, називаються:

- 1) фітонциди;
- 2) фітоалексини;
- 3) феноли.

15. Який спосіб захисту від нестачи вологи використовують ефемери?

- 1) попередження надлишкової втрати води;
- 2) перенесення висихання;
- 3) уникнення періоду посухи.

16. На які екологічні групи поділяються гомойогідричні рослини?

- 1) гідрофіти, мезофіти, ксерофіти;
- 2) сукуленти, несуккулентні види, ефемери;
- 3) гідратофіти, наземні рослини.

17. Яка група рослин при сильному зневодненні не гине, а входить в стан анабіозу?

- 1) пойкилогідричні види;
- 2) гомойогідричні види;
- 3) гідратофіти.

18. Які фізіолого-біохімічні ознаки перешкоджають загартуванню рослин до морозів?

- 1) закінчення росту;
- 2) вміст незначної кількості вільної води;
- 3) порушення відтоку поживних речовин з листків у корені.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. - К.: Вища шк., 1995. - 385 с.
2. Мусієнко М.М. Екологія рослин. – К.: Либідь, 2006. – 432 с.
3. Петерсон Н.В., Черномирдіна Т.О., Куреляк Є.К. Практикум з фізіології рослин. - К.: Вид-во НАУ, 1995. - 189 с.
4. Полевой В.В. Физиология растений. -М.: Высш. шк., 1989. - 464 с.
5. Практикум по физиологии растений / Под. ред. проф. Н.Н. Третьякова. -М.: Агропромиздат, 1990. - 270 с.
6. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, Н.М. Макрушин и др. - М.: Колос, 2000. - 640 с.
7. Фізіологія сільськогосподарських рослин з основами біохімії / М.М Макрушин, Є.М Макрушина, Н.В Петерсон та ін. - К.: Урожай, 1995. -352 с.