

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ**

Кафедра рослинництва та садово-паркового господарства

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН
методичні рекомендації до виконання контрольної роботи
здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
ОПП «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» заочної форми
здобуття вищої освіти



МИКОЛАЇВ
2026

УДК 581.1
Ф48

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від „19” березня 2026 р. протокол № 6.

Укладач:

В. Г. Миколайчук – канд. біол. наук, доцент, доцент кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет

Рецензенти:

О. В. Корольова – канд. біол. наук, доцент, доцент кафедри медичної біології та фізики, мікробіології, гістології та патології, Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Л. М. Гирля – канд. хім. наук, доцент, доцент кафедри ґрунтознавства та агрохімії, Миколаївський національний аграрний університет

© Миколаївський національний
аграрний університет, 2026

ЗМІСТ

Загальні	4
положення.....	
Самостійна робота	5
студентів.....	
Вимоги щодо написання і оформлення контрольної роботи.....	5
Контрольна робота для студентів 2 курсу заочної форми навчання.....	7
Модуль 4. Дихання рослин, обмін речовин у рослинному організмі...	7
Модуль 5. Мінеральне живлення рослин.....	13
Модуль 6. Фізіологія онтогенезу і росту рослин.....	20
Термінологічне	26
завдання.....	
Розподіл питань до контрольної роботи з фізіології	27
рослин.....	
Список	28
літератури.....	

Загальні положення

У закладах вищої освіти аграрного профілю фізіологія рослин – компонента освітньо-професійної програми підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня здобуття вищої освіти за спеціальністю 201 «Агрономія» галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство», фундаментальна дисципліна, яка є основою для вивчення рослинництва, генетики, фітопатології, ґрунтознавства, мікробіології та екології.

Метою дисципліни є вивчення і пізнання закономірностей процесів життєдіяльності рослинних організмів, відкриває можливість пізнання змін, які відбуваються в них під впливом природних і антропогенних чинників; формування міцних знань у здобувачів вищої освіти з структурно-функціональної організації рослинних систем різних рівнів, основних закономірностей життєвих функцій рослин та їх механізмів, формуванні умінь управляти продукційними процесами на полі.

Здобувачі вищої освіти **повинні знати** сутність фізичних та хімічних явищ, на яких ґрунтуються життєві процеси рослинного організму; принципи структурно-функціональної організації внутрішньоклітинних процесів у рослин, дії первинних механізмів, на яких ґрунтуються фізіологічні процеси, їх координація і регуляція в зв'язку з навколишнім середовищем; основні фізіологічні показники, що характеризують стан рослин у конкретних умовах вирощування; шляхи управління процесами органогенезу, стійкістю до несприятливих умов середовища, продуктивністю; біологічні та фотометричні показники посіву основних сільськогосподарських культур, динаміку зміни оптимальних значень у процесі росту і розвитку рослин оптимальних показників росту і розвитку рослин та методи контролю і управління продукційним процесом формування запрограмованої врожайності.

Здобувачі вищої освіти **повинні вміти** застосовувати знання з фізіології на практиці; використовувати основні біохімічні та фотометричні показники посіву для створення структуризованої бази даних, які характеризують потоки і елементи системи «ґрунт – рослина – клімат – продуктивність»; здійснювати контроль, прогноз та управління продукційним процесом формування запрограмованої врожайності на основі моделей, створених за біохімічними та фотометричними показниками.

Згідно з навчальним планом при підготовці до екзаменаційної сесії здобувачі вищої освіти мають виконати контрольну роботу і надіслати її до деканату факультету не пізніше місяця до початку сесії.

Значна різноманітність матеріалу з курсу фізіології рослин викликає труднощі у його вивченні і потребує від здобувачів вищої освіти систематичної і самостійної роботи.

Вивчаючи курс, рекомендуємо працювати за запропонованим планом:

1. Самоперевірка знань за запитаннями, що є в кінці кожної теми.
2. Виконання контрольної роботи.
3. Навчальна робота під час сесії у навчальному закладі.

Контроль знань та умінь проводиться за результатами виконання завдань контрольної роботи та здачі екзамену.

Самостійна робота здобувачів вищої освіти

Самостійна робота здобувачів вищої освіти заочної форми навчання – це основна форма опанування програмного матеріалу. Важливе значення має досвід роботи з книгою, вміння користуватися підручниками, наочними посібниками, бібліографічними і довідниковими виданнями, каталогами, картотеками та електронними джерелами інформації.

Починаючи роботу з підручником спочатку слід, ознайомитися з його змістом, структурою, дізнатися чи є у підручнику предметний показник.

Для самостійної перевірки знань є програма і запитання контрольних робіт. Після вивчення програмного матеріалу слід приступити до виконання контрольної роботи.

Вимоги щодо написання і оформлення контрольних робіт

Обсяг контрольних робіт має бути не більше 18-ти сторінок учнівського зошита. Якщо зошит в клітинку, то писати слід через рядок, акуратно, розбірливо, грамотно, особливо ретельно пишуть спеціальні терміни та формули реакцій. Контрольна робота здається разом з бланком для рецензії викладача.

Шифр відповідає останнім цифрам номера залікової книжки.

Варіант контрольної роботи, яку виконуватиме студент, визначають за сіткою, що додається до кожної роботи, в ній по горизонталі береться *остання цифра шифру*, а по вертикалі – *передостання*.

Відповіді слід нумерувати, причому спочатку ставиться порядковий номер відповіді, а в дужках – номер, узятий із сітки. Наприклад, 1 (11), 2 (25), 3 (33) тощо. Не можна переписувати всі питання, а потім підряд всі відповіді. Слід після кожного запитання давати на нього повну відповідь, викладену коротко своїми словами, а не переписану дослівно із підручника чи Інтернету.

Контрольна робота повинна бути певним чином оформлена і підписана за зразком:

Шифр 01

*Контрольна робота з фізіології рослин
здобувача вищої освіти 2-го курсу
заочної форми здобуття вищої освіти
групи ЗА 2/1 факультету агротехнологій
Миколаївського національного університету
Ткаченка Петра Миколайовича*

Згідно з вимогами та завданнями контрольної роботи необхідно ілюструвати рисунками або схемами. Їх виконують у зошиті під тим питанням, де це необхідно.

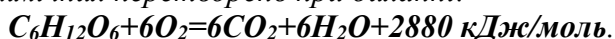
КОНТРОЛЬНА РОБОТА ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

МОДУЛЬ 4.

ДИХАННЯ РОСЛИН, ОБМІН РЕЧОВИН У РОСЛИННОМУ ОРГАНІЗМІ

Дихання рослин – окислювальний розпад складних органічних сполук, в першу чергу вуглеводів, до простих кінцевих продуктів – діоксиду вуглецю і води, що супроводжується виділенням енергії. Процес дихання складається з двох етапів: **анаеробного**, у результаті якого дихальний субстрат розпадається до двох молекул пірувату і аеробного, у результаті якого відбувається подальше окиснення пірувату до води та CO_2 .

Сумарне рівняння хімічних перетворень при диханні:



Значення дихання полягає в тому, що енергія, яка звільнилася в результаті руйнування речовин, використовується для синтезу молекул АТФ, які є донором енергії, що звільнилася в результаті руйнування речовин, використовується для синтезу молекул АТФ, які є донором енергії для здійснення роботи в клітині. Речовина, що руйнується в процесі дихання – дихальний субстрат (білки, жири, органічні кислоти, вуглеводи). На інтенсивність дихання впливають такі фактори:

- вік та фізіологічний стан клітин;
- наявність субстратів;
- гідратація (дихання інтенсивно відбувається за низької транспірації і фотосинтезі, при в'яненні листків, бо зневоднення сприяє перетворенню крохмалю в цукор, забезпечуючи збільшення субстрату дихання);
- вологість ґрунту (найбільш інтенсивне дихання спостерігається за низької транспірації і фотосинтезі, коли листки починають в'янути);
- температура ґрунту і повітря (за високих температур спостерігається шкідливе посилення дихання, за низької температури при зберіганні плодів і овочів дихання збільшується шляхом створення газового середовища з низьким вмістом кисню і високим двооксиду вуглецю;
 - склад атмосфери (недостатня аерація призводить до порушень метаболізму, знижується ріст коренів і поглинання мінеральних речовин і води, зниження інтенсивності нітрифікації зменшує постачання азотом);
 - пошкодження та механічні подразники (за механічного впливу зростає інтенсивність дихання);

Показниками дихання є інтенсивність дихання і дихальний коефіцієнт.

Дихальний коефіцієнт (ДК) – співвідношення кількості виділеного CO_2 до кількості поглинутого O_2 :

$$\text{ДК} = \text{CO}_2 / \text{O}_2$$

Це якісний показник, бо в першу чергу він залежить від хімічної природи окиснювальної речовини, якщо окислюються більш відновлені речовини (жири і білки), то кисню споживається більше, ніж виділяється вуглекислого газу і ДК менший, ніж одиниця. При окисненні речовин, що містять в собі більше кисню, ніж у вуглеводах, ДК буде більшим, ніж одиниця. Показником, що також впливає на величину ДК, є умови аерації: за нестачі кисню в повітрі (анаеробні умови) ДК підвищується і в разі окиснення вуглеводів стає більше одиниці. Величина ДК свідчить про повноту окиснення субстрату. Якщо при окисненні вуглеводів процесу розпаду йде з утворенням проміжних більш окиснених, ніж вуглеводи продуктів, то величина ДК стає меншою одиниці. Таке явище спостерігається у рослин, які інтенсивно ростуть.

- для вуглеводів $\text{ДК} = 1$;

- для органічних кислот $ДК > 1$;
- для білків та жирів $ДК < 1$.

Фізіологічний показник ефективності дихання характеризує кількість утворених молекул АТФ і ступінь співвідношення аеробного дихання і фосфорилування (Φ/O).

Φ – кількість молей неорганічного фосфату, які пішли на фосфорилування АДФ; O – кількість поглинутого O_2 .

При поглинанні одного атома кисню і перенесення електронів від **НАДН** (відновлена форма нікотинамідаденіндинуклеотиду, кофермент, що присутній у всіх живих клітинах. Він діє як ключовий енергетичний агент, беручи участь у виробленні клітинної енергії (АТФ) у мітохондріях) або **НАДФН** (відновлений нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат) – біологічно активна форма НАДФ⁺, що утворюється під час світлової фази фотосинтезу або в пентозофосфатному шляху. Він слугує основним донором водню та електронів в анаболічних процесах, забезпечуючи синтез жирів, вуглеводів та антиоксидантний захист клітини. на кисень з утворенням води максимально можуть синтезуватися 3 молекули АТФ, тому $\Phi/O=2$.

Підготовчий етап – гідроліз полімерів і складних з'єднань (полісахариди, білки, жири) відбувається в основному в лізосомах. Гліколіз – перший етап окиснення субстрату – здійснюється в гіалоплазмі. Цикл Кребса відбувається в матриксі мітохондрій. Це кінцевий етап перетворення субстрату. Електрон-транспортний ланцюг дихання – завершальний етап трансформації енергії окислювального субстрату за участю кисню.

Значення дихання у житті рослин. Теорія дихання. Дихання аеробне. Бродіння. Будова та функції АТФ. АТФ як універсальний чинник енергії. Ферменти та субстрати дихання. Дегідрогенази, оксидази, оксидоредуктази. Різноманітні органічні речовини як субстрат дихання.

Гліколіз, баланс гліколізу, регуляція гліколізу. Цикл Кребса, його локалізація, значення в життєдіяльності рослин, основні етапи, регулювання. Інші шляхи дихання. Глікоокислатний цикл. Пентозофосфатний цикл. Альтернативні термінальні оксидази, значення.

Енергетика дихання. Значення і механізм функціонування електротранспортного ланцюга. Генерація потенціалу для синтезу АТФ. Окислювальне фосфорилування, показник ефективності дихання. Хіміо-осмотична теорія Мітчела. Вплив роз'єднувачів на процес дихання. КПД процесу органічних сполук.

Інтенсивність дихання і його залежність від зовнішніх та внутрішніх факторів. Дихальний коефіцієнт, динаміка в онтогенезі рослин. Дихання і фотосинтез, роль в житті людини. Компенсаційні точки. Способи управління диханням рослин. Дихання фітоценозу, роль у продукційному процесі, залежність від факторів середовища. Дихання різних організмів рослин у процесі їх онтогенезу.

Основні особливості метаболічних процесів. Роль окремих органів рослин. Основні ферменти обміну речовин.

Вуглеводи, обмін, значення окремих представників. Біосинтез вуглеводів. Розпад вуглеводів. Зміна вмісту вуглеводів в онтогенезі рослин залежно від впливу факторів середовища.

Обмін амінокислот та білків. Біосинтез амінокислот і білків, регуляція синтезу. Гідроліз білків. Розподіл і перерозподіл азотовмісних речовини в онтогенезі рослинного організму.

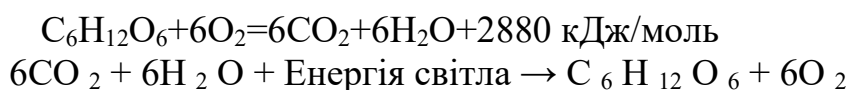
Обмін ліпідів. Біосинтез ліпідів. Катаболізм жирів. Зміни вмісту жирів у насінні в онтогенезі залежно від впливу факторів навколишнього середовища.

Вторинні рослинні речовини. Біосинтез, значення. Вітаміни, значення окремих представників. Зміни вмісту вітамінів у рослинах в онтогенезі.

Фізіологія формування насіння, плодів та овочів. Фізіологія запилення і запліднення. Нагромадження та перетворення речовин при формуванні насіння (азотних, вуглеводів, ліпідів). Перетворення речовин при досяганні насіння олійних культур. Шляхи регуляції формування плодів та овочів. Фізіологічні основи зберігання плодів і насіння.

Контрольні запитання роботи

1. Основні закономірності обміну речовин у рослинах.
2. Роль процесу дихання в життєдіяльності рослин.
3. Структура, хімічний складі функції АТФ у рослинній клітині.
4. Хімічна природа і функції дегідрогеназ у процесі росту і розвитку рослин.
5. Хімічна природа і функції оксидаз в процесі дихання.
6. Анаеробна фаза дихання. Суть процесу гліколізу, його основні етапи та формули.
7. Аеробна фаза дихання. Цикл Кребса, його біологічна суть.
8. Енергетика дихання. Локалізація і механізм функціонування електрон-транспортних ланцюгів.
9. Окисне фосфорилування, механізм і локалізація процесу в органоїдах клітини.
10. Основні закономірності розпаду розпаду речовин у пентозофосфатному і гліоксилатному циклах. Значення процесів.
11. Дихання, енергетичний баланс. Взаємозв'язок з іншими процесами.
12. Обмін вуглеводів у рослинах, основні закономірності.
13. Обмін амінокислот і білків у рослинах.
14. Особливості обміну речовин у проростаю чому насінні.
15. Залежність інтенсивності дихання від зовнішніх факторів середовища.
16. Дихальний коефіцієнт, способи вивчення, біологічна суть.
17. Із зображених формул біохімічних реакцій визначити формули реакції фотосинтезу і дихання:



18. Аеробна фаза дихання відбувається :

- а) на ендоплазматичній сітці;
- б) у мітохондріях;

в) у гіалоплазмі;

г) в апараті Гольджі

19. Кисень повітря необхідний для процесу дихання, тому що він:

а) є акцептором електронів і протонів окисненого органічного субстрату;

б) бере участь в утворенні вуглекислого газу;

в) руйнує субстрати дихання;

г) входить до складу ферментів.

20. Яка кількість молекул АТФ утвориться при окиснюванні НАДН у дихальному ланцюгу?

а) 4;

б) 5;

в) 3;

г) 2.

21. Критична вологість насіння злаків, вище якої починається різке посилення дихання, становить:

а) 8-9 %;

б) 17-20 %;

в) 10-12 %;

г) 14-15 %.

22. Цикл Кребса функціонує:

а) у стрмі хлоропластів;

б) у матриксі мітохондрій;

в) у гіалоплазмі;

г) на мембрані мітохондрій.

23. Пентозофосфатний цикл функціонує:

а) у мітохондріях;

б) у хлоропластах;

в) у цитоплазмі;

г) у гліоксисомах.

24. При повному розкладі однієї молекули глюкози скільки молекул АТФ утвориться?

а) 40;

б) 38;

в) 3;

г) 2.

25. Обчисліть, скільки молів АТФ і піровиноградної кислоти утвориться при розпаді 360 молів глюкози в процесі гліколізу.

26. Обчисліть, скільки молів АТФ і піровиноградної кислоти утвориться при розпаді 360 молів глюкози в процесі гліколізу.

27. Оптимальною температурою дихання для рослин середніх широт є:

а) 45-55 °С;

б) 30-40 °С;

в) 20-30 °С;

г) 10-20 °С.

28. . Опишіть правильну послідовність реакцій гліколізу:
- окиснювання фосфогліцеринового альдегіду;
 - утворення фосфогліцеринової кислоти;
 - активування глюкози;
 - утворення пірвіноградної кислоти.

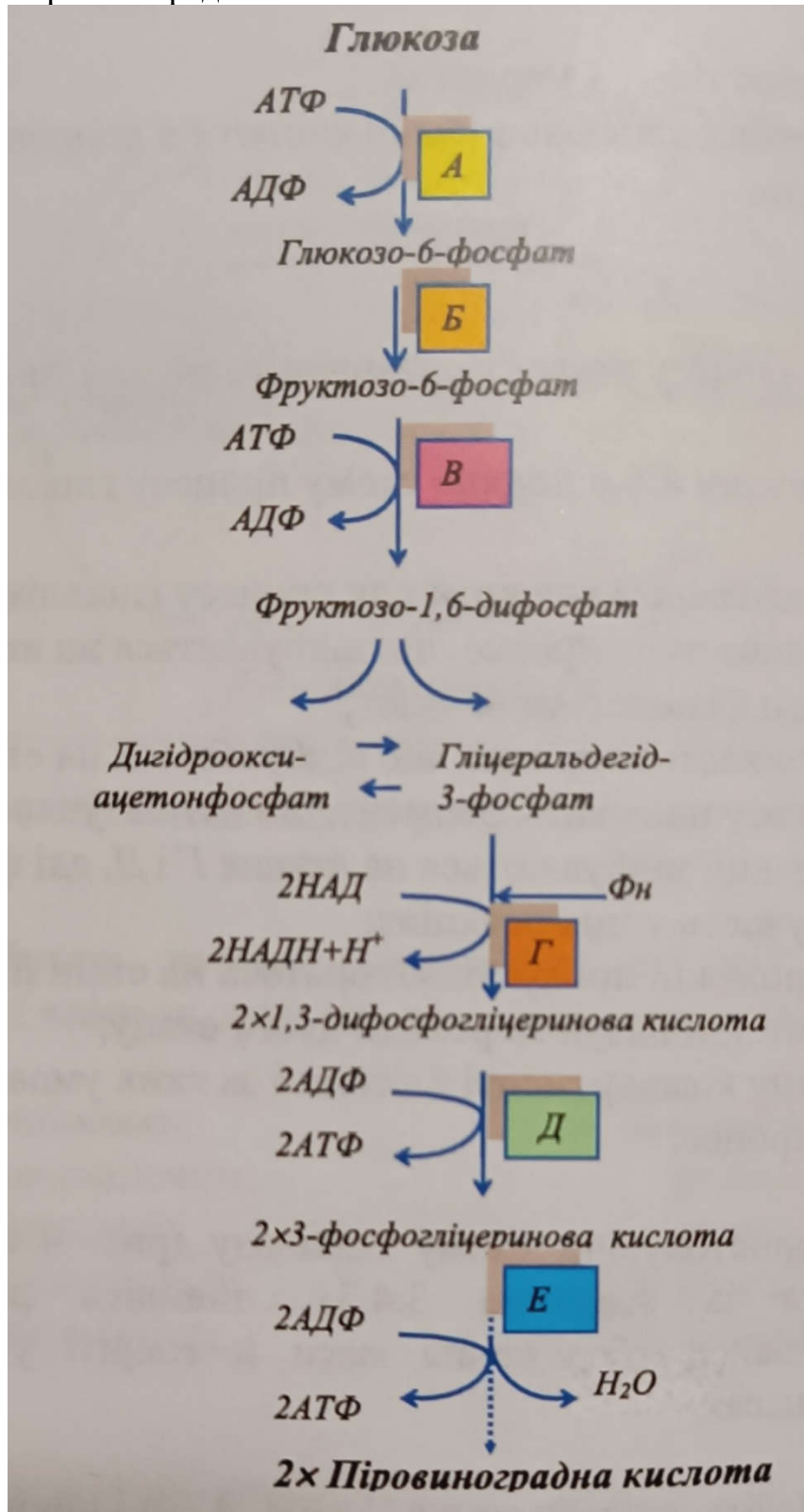


Рисунок. Схема гліколізу

29. Величина дихального коефіцієнту (ДК) при використанні вуглеводів як субстрату дихання дорівнює:

- а) 1;
- б) 6;
- в) 2;
- г) 0,5.

30. Користуючись схемою гліколізу, дайте відповідь на запитання:

- а) що є джерелом глюкози для процесу гліколізу;
- б) як називається процес, що відбувається на етапах А і В, який його фізіологічний зміст;
- в) як називається процес, що відбувається на етапі Б, до якого класу належить фермент, що каталізує цю реакцію; у якому компартменті клітини і за яких умов відбувається цей процес.

31. Напишіть реакції спиртового та молочнокислого бродіння, опишіть умови, за яких ці реакції можуть відбуватися в рослинних клітинах.

32. У процесі дихання було окиснено 10 молів сахарози до вуглекислого газу і води, обчисліть :

- а) скільки АТФ синтезувалося в процесі цього розпаду, якщо окиснення відбувається через цикл Кребса;
- б) скільки АТФ синтезувалося у процесі цього розпаду, якщо окиснення відбувається через пентозофосфатний цикл;
- в) скільки енергії акумулювалося при розпаді даної кількості цукру в пентозофосфатному циклі та циклі Кребса, яку кількість енергії було розсіяно у вигляд тепла.

33. У процесі дихання було окиснено 10 молів сахарози до вуглекислого газу і води. Обчисліть:

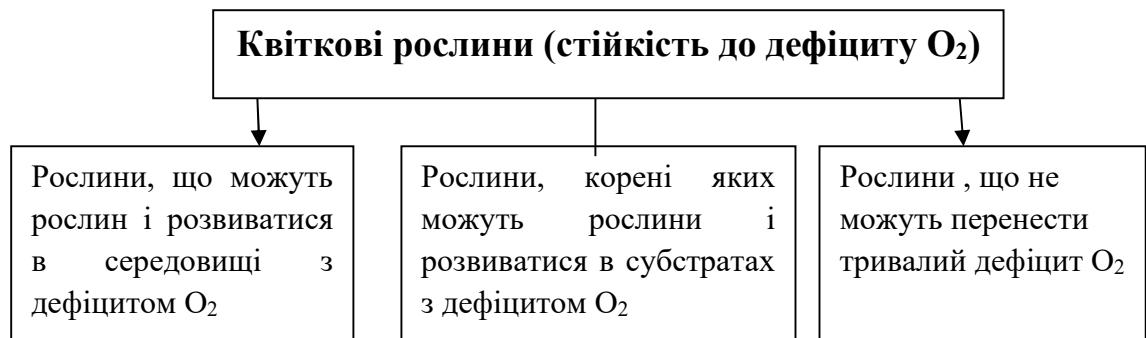
- а) скільки АТФ синтезовано в процесі цього розпаду, якщо окиснення відбувалося через цикл Кребса;
- б) скільки АТФ синтезовано в процесі цього розпаду, якщо окиснення відбувалося через пентозофосфатний цикл;
- в) скільки енергії акумулювалося при розпаді даної кількості цукру в пентозофосфатному циклі та циклі Кребса, яку кількість енергії було розсіяно у вигляді тепла.

34. У стеблах цукрової тростини на 15 діб лежання після збирання втрачається до 80 % цукру. За рахунок яких процесів відбувається така втрата ?

35. Вимокання і випрівання можуть викликати загибель рослин. Поясніть, за яких умов середовища вони виникають, які фізіолого-біохімічні реакції характерні для рослинних тканин у цих умовах.

36. Для визначення вмісту сухих речовин і води у рослинних тканинах рослинні зразки, відповідно до методик, необхідно помістити в сушильну шафу, нагріту до 105 °С, витримати зразок за цієї температури не менше 30 хв, а потім висушування можна продовжити при температурі 60-70 °С. Чому первісна температура повинна бути близько 100 °С?

37. Вартапетян Б.Б. запропонував розділити всі квіткові рослини за їх стійкістю до дефіциту кисню на три групи:



Наведіть приклади рослин, які за своїми фізіолого-біохімічними і структурними особливостями віднести до тієї чи іншої групи рослин.

38. Користуючись попередньою схемою, вкажіть які фізіологічні, біохімічні і структурні особливості, які характерні для рослин кожної з зазначеної групи.

39. Залежність інтенсивності дихання від концентрації кисню значною мірою пояснюється умовами формування дихальної системи рослин у процесі еволюції. У зв'язку з чим із варіантів виберіть той, який, на ваш погляд, правильно відтворює еволюцію виникнення метаболічних процесів у рослинних тканинах:

- а) дихання – бродіння – фотосинтез;
- б) фотосинтез – бродіння – дихання;
- в) бродіння – фотосинтез – дихання.

Відповідь поясніть.

40. Рослинна тканина масою 30 г за 45 хвилин виділила 8 мг вуглекислого газу. Обчисліть інтенсивність дихання цієї тканини якщо відомо, що вміст води в клітинах близько 60 %.

41. Олійні культури зберігаються за вологості насіння, що не перевищує 8-9%. Опишіть фізіолого-біохімічні зміни в насінні цих культур при підвищеній вологості.

42. Установлено, що на ранніх етапах дозрівання яблук і деяких інших плодів дихальний коефіцієнт значно вищий 1, однак при досяганні цей показник збільшується. Як ви поясните це явище?

43. Заповнити таблицю:

Реакції дихання

Реакція	Сполуки, що вступають у реакцію	Кінцеві продукти
Гліколіз		

44. Заповнити таблицю:

Реакції дихання

Реакція	Сполуки, що вступають у реакцію	Кінцеві продукти
Цикл Кребса		

45. Заповнити таблицю:

Реакції дихання

Реакція	Сполуки, що вступають у реакцію	Кінцеві продукти
Ланцюг перенесення електронів		

МОДУЛЬ 5.

МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН

Мінеральне живлення – це сукупність процесів поглинання, пересування і засвоєння хімічних елементів, необхідних для життя рослинних організмів у формі іонів мінеральних солей.

95% сухої маси рослинних тканин складають чотири елементи – С, О, Н, N, що мають назву органогенні, а 5% припадає на зольні речовини – мінеральні елементи, вміст яких зазвичай визначають в тканинах після спалювання органічної речовини рослин. Вміст золи залежить від виду й органу рослин, умов вирощування. В насінні вміст золи становить в середньому 3%, в коренях і стеблах – 4-5 %, в листі – 5-15%. Найменше золи в мертвих клітинах деревини (близько 1%). Відомо, чим багатіший ґрунт і чим сухіший клімат, тим більший у рослинах вміст зольних елементів. Рослини здатні поглинати з навколишнього середовища практично всі елементи періодичної системи Д.І. Менделєєва. Багато елементів накопичується в рослинах у значних кількостях і включаються у природний колообіг речовин. Але для нормальної життєдіяльності рослинного організму потрібна лише невелика кількість елементів, які називають поживними. Елемент вважають необхідним, якщо його відсутність не дозволяє рослині завершити життєвий цикл, а дефіцит викликає специфічні порушення життєдіяльності рослин. Елемент безпосередньо бере участь у процесах перетворення речовин та енергії, а не діє на рослину побічно.

Елементи живлення містяться в ґрунті в чотирьох формах:

- 1) міцно фіксовані та недоступні для рослин (іони калію, амонію в деяких глинистих мінералах);
- 2) важкорозчинні неорганічні солі (сульфати, фосфати, карбонати), які в такій формі недоступні для рослини;

- 3) адсорбовані на поверхні колоїдів, доступні для рослин завдяки іонному обміну на іони, що виділяються рослиною;
- 4) розчинені у воді й тому легко доступні для рослин.

Основним органом, що забезпечує поглинання елементів мінерального живлення з ґрунтового розчину, є корінь рослини. Ґрунтовий розчин поповнює свій мінеральний склад за рахунок іонів з твердої ґрунтової фази.

Основні елементи мінерального живлення рослин. Макро- та мікроелементи, їх значення в життєдіяльності рослин. Поглинання речовин через мембрани. Пасивне транспортування, активне транспортування. Протонний насос. Клітинна оболонка та її функції. Надходження іонів до цитоплазми через плазмалему.

Ґрунт як субстрат живлення рослин. Основні особливості метаболічних процесів, механізм надходження речовини із ґрунту в корінь, транспортування елементів мінерального живлення, апопластичний і симпластичний шляхи. Роль кореня як органа поглинання і засвоєння мінеральних речовин. Синтез речовин. Дальній транспорт речовин. Засвоєння мінеральних речовин. Поглинання мінеральних елементів через листки.

Особливості живлення рослин азотом. Перетворення азоту при синтезі білкових речовин. Ферменти азотного обміну. Роль дихання та інших фізіологічних процесів в азотному обміні.

Вплив зовнішніх та внутрішніх факторів на поглинання елементів мінерального живлення. Роль мікроорганізмів. Фізіологічні основи застосування добрив. Діагностика потреби рослин в елементах мінерального живлення. Гідропоніка. Повторне використання.

Контрольні запитання до теми

46. Макро- і мікроелементи, їх фізіологічна роль в диханні.
47. Механізм поглинання елементів мінерального живлення рослинною клітиною.
48. Механізм активного транспорту речовин через мембрани
49. Особливості кореневої системи як органу поглинання води і мінеральних речовин.
50. Поглинання і засвоєння мінеральних речовин кореневою системою рослин.
51. Поглинання і перетворення азотистих речовин у рослинах. Роль амідів.
52. Механізми транспорту речовин у рослинах. Потік по рослині поживних речовин.
53. Кругообіг елементів мінерального живлення (реутилізація).
54. Зовнішні ознаки недостатньої кількості елементів мінерального живлення рослин.
54. До мікроелементів відносяться такі угруповання:
- а) нітроген, фосфор, калій, манган, хлор;
- б) нітроген, фосфор, сульфур, калій, магній, кальцій;

- в) сульфур, калій, магній, кальцій, манган, хлор;
- г) карбон, оксисен, калій, гідроген, цинк.

55. При високій концентрації іонів у середовищі основним механізмом поглинання є:

- а) активний транспорт;
- б) адсорбція;
- в) піноцетоз;
- г) дифузія.

56. Найбільший бар'єр у радіальному транспортуванні іонів у корені є:

- а) ендодерма;
- б) перицикл;
- в) кора;
- г) епідерма.

57. Нітроген поглинається рослинами з ґрунту головним чином у формі:

- а) амінокислот;
- б) білків;
- в) сечовини;
- г) нітратів і іона амонію.

58. Сіль NaNO_3 для рослин є:

- а) фізіологічно кислою;
- б) фізіологічно нейтральною;
- в) фізіологічно лужною;
- г) не поглинається рослиною.

59. Сіль KNO_3 для рослини є:

- а) фізіологічно кислою;
- б) фізіологічно нейтральною;
- в) фізіологічно лужною;
- г) не поглинається рослиною.

60. Сіль KCl для рослини є:

- а) фізіологічно кислою;
- б) фізіологічно нейтральною;
- в) фізіологічно лужною;
- г) не поглинається рослиною.

61. Єдина система протопластів клітин називається:

- а) симпласт;
- б) апопласт;
- в) ендодерма;

г) епідерма.

62. Визначите правильну послідовність радіального транспорту іонів:

- а) перицикл;
- б) ризодерма;
- в) судинна ксилема;
- г) кора.

63. Викликає пожовтіння і відмирання нижніх листків нестача елемента:

- а) N;
- б) Ca;
- в) B;
- г) Fe.

64. Повторне використання елементів мінерального живлення рослиною називається:

- а) амоніфікація;
- б) нітрифікація;
- в) реутилізація;
- г) утилізація.

65. Який з мікроелементів необхідний рослинам для відновлення нітратів:

- а) Cu;
- б) Zn;
- в) Mo;
- г) B.

66. Нестача якого з елементів мінерального живлення викликає ослизнення коренів:

- а) Mn;
- б) N;
- в) Fe;
- г) Ca.

67. Крайовий опік листків спостерігається за нестачі:

- а) Mn;
- б) N;
- в) Fe;
- г) Ca.

68. Укажіть біоеlementи , що відносяться до групи мікроелементів, поясніть:

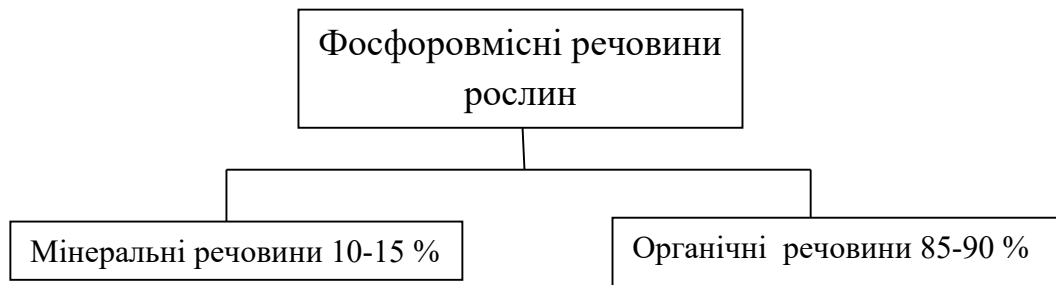
- а) у яких концентраціях вони присутні в рослинах;
- б) які з мікроелементів поглинаються рослинами у вигляді катіонів (укажіть ступені окислення катіонів);

в) які з мікроелементів поглинаються у вигляді аніонів (укажіть ступені окиснення аніонів і назви відповідних кислот).

69. Відомо, що на 1г фіксованого N_2 необхідно витратити близько 6 г карбону. Обчисліть, скільки молів вуглекислого газу необхідно поглинути у процесі фотосинтезу бобовій рослині, щоб забезпечити фіксацію 1 г молекулярного азоту.

70. Цукровий буряк у лабораторних умовах використовують для одержання чистого препарату глютаміну. Назвіть умови, при яких, на ваш погляд, корінь цукрового буряка може накопичувати до 5-6 % глютаміну від маси сухої речовини органу.

71. Вміст фосфору в рослинних тканинах становить близько 0,5-1 % від маси сухої речовини.



Користуючись схемою, дайте відповіді на такі запитання:

- які мінеральні речовини рослинних клітин відносяться до фосфоровмісних;
- у якій формі і з яким ступенем окиснення входить фосфор до складу мінеральних фосфоровмісних речовин;
- які органічні речовини рослинних клітин містять фосфор;
- у якій формі і з яким ступенем окиснення входить фосфор до складу органічних фосфоровмісних речовин.

72. У перший рік внесення коефіцієнт використання фосфорних мінеральних добрив частіше не перевищує 10-15 %. Поясніть:

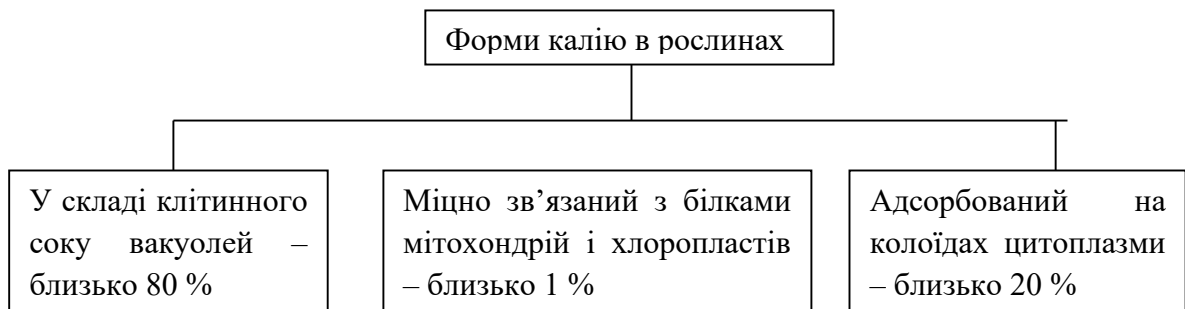
- які причини низького коефіцієнту використання фосфорних добрив;
- у чому, на ваш погляд, недоліки і переваги низького коефіцієнта використання фосфорних добрив?

73. Вміст сульфуру в рослинних тканинах становить 0,2-1,0% від сухої речовини. Сульфур у рослинах може бути в окисненій і відновленій формах.

Форми сульфуру в рослинах

- Окиснений сульфур (від 10 до 50 %)
Відновлений сульфур (від 50 до 90 %)
- а) який ступінь окиснення має сульфур у рослинних тканинах в окисненій і відновленій формах;
- б) до яких сполук клітини входить сульфур в окисненій формі;
- в) до яких сполук клітини входить сульфур у відновленій формі;
- г) яку функцію в рослинах виконують речовини, до складу яких входить сульфур.

74. Вміст калію в рослинних тканинах 0,5-1,2 % від сухої маси.



Користуючись даними зі схеми, дайте відповіді на такі запитання:

- а) яку ступінь окиснення має калій, що бере участь у процесах життєдіяльності рослинних тканин;
- б) яка роль калію, що містяться у вакуолярному соці рослин;
- в) яку функцію виконує калій, зв'язаний з білками мітохондрій і хлоропластів;
- г) яка функція калію, адсорбованого на колоїдах цитоплазми.

75. Відомо, що калій відіграє важливу роль у процесі відкривання і закривання продихів листків рослин. Поясніть:

- а) яка роль калію в процесах відкривання та закривання замикаючих клітин продихового апарату;
- б) яка концентрація катіонів у замикаючих клітинах коли продихи закриті;
- в) яким чином змінюється концентрація катіонів калію в замикаючих клітинах коли продихи відкриті;
- г) який механізм забезпечує зміну концентрації катіонів калію в замикаючих клітинах продихів.

76. В наш час відомо близько 60 ферментів, активність яких обумовлена присутністю калію. Укажіть:

- а) для здійснення яких реакцій необхідний калій;
- б) яку функцію виконують катіони калію в структурі ферментів.

77. Вміст кальцію в рослинних тканинах становить у середньому близько 0,2 % від сухої речовини. Однак потреба в катіонах кальцію в різних видів рослин значно відрізняється, відповідно відрізняються і види рослин.

Нижче названо групу найважливіших сільськогосподарських культур:

горох	соняшник
морква	капуста
пшениця	картопля
цукровий буряк	квасоля

Вкажіть:

- які з даних культур належать до кальціофілів;
- які з даних культур належать до кальціофобів;
- які з даних культур не проявляють помітної реакції на вміст кальцію в ґрунті.

78. Заповнити таблицю.

Роль окремих елементів у життєдіяльності рослин

Біоелемент	Форма існування в ґрунті	Форма поглинання з ґрунту	Функція в рослинах
Нітроген			

79. Заповнити таблицю.

Роль окремих елементів у життєдіяльності рослин

Біоелемент	Форма існування в ґрунті	Форма поглинання з ґрунту	Функція в рослинах
Фосфор			

80. Заповнити таблицю.

Роль окремих елементів у життєдіяльності рослин

Біоелемент	Форма існування в ґрунті	Форма поглинання з ґрунту	Функція в рослинах
Сульфур			

81. Заповнити таблицю.

Роль окремих елементів у життєдіяльності рослин

Біоелемент	Форма існування в ґрунті	Форма поглинання з ґрунту	Функція в рослинах
Калій			

82. Біохімічний механізм закривання продихів базується на накопиченні у замикаючих клітинах:

- білків;
- вуглеводів;
- води;
- абсцизової кислоти.

83. При високій концентрації іонів у середовищі основним механізмом поглинання є:

- а) активний транспорт;
- б) адсорбція;
- в) піноцетоз;

г

84. Основним бар'єром у радіальному транспортуванні іонів у корені є :

- а) епіблема;
- б) ендодерма;
- в) судини ксилеми;
- г) первинна кора.

85. Єдину систему протопластів клітин називають:

- а) ендодерма;
- б) епіблема;
- в) симпласт;
- г) апопласт.

86. Катіони і аніони надходять у клітинні стінки ризодерми за рахунок процесів:

- а) обмінної адсорбції

МОДУЛЬ 6. ФІЗІОЛОГІЯ ОНТОГЕНЕЗУ І РОСТУ РОСЛИН

Ріст і розвиток рослин – невід'ємні властивості будь-якого живого організму. Це інтегрований процес, за якого рослинний організм поглинає воду і поживні речовини, акумулює енергію, здійснює чисельні реакції обміну речовин, завдяки чому відбувається ріст і розвиток рослин. Ці процеси між собою динамічно пов'язані: за певних умов ріст швидший, ніж розвиток і навпаки. Критерієм темпів розвитку є перехід рослин до розмноження. Показниками росту є збільшення метричних показників (збільшення маси, об'єму, розмірів рослини).

На процеси росту і розвитку впливають зовнішні та внутрішні чинники. Регуляторами росту рослин є природні і синтетичні низькомолекулярні речовини, які за малих концентрацій суттєво змінюють процеси життєдіяльності рослин. Вони містять збалансований комплекс фіторегуляторів, біологічно активних речовин, мікроелементів.

Для працівників сільськогосподарства важливим є встановленні етапів розвитку рослин. сільськогосподарських культур розроблені

В основі класифікації за системою ВВСН лежить шкала Задокса, яка використовується для оцінки зростання зернових культур. Відповідно до ВВСН існує десять основних етапів (з нумерацією від 0 до 9), які своєю чергою діляться на кілька підетапів. До основних етапів росту рослин відносять:

- проростання;
- розвиток листя;
- куціння;

- подовження стебла;
- розвиток вегетативних органів рослин;
- поява суцвіть;
- цвітіння;
- утворення плодів;
- дозрівання плодів;
- відмирання

Оскільки в різних культур тривалість етапів росту і супутні фенологічні явища відрізняються, для кожної з них розробляється індивідуальна комплексна шкала. Водночас стандартна шкала ВВСН підходить для будь-яких культур, для яких не існує окремої класифікації. На її основі можна розробляти індивідуальні шкали для конкретного виду рослин.

Поняття про ріст і розвиток рослин. Молекулярно-генетичні питання онтогенезу. Тотіпотентність і диференціальна активність генів, роль в процесах росту. Фактори, які обумовлюють ріст і розвиток рослин. Фітогормони рослин, роль у процесі регулювання життєдіяльності. Ауксин, гібереліни, цитокініни – активатори процесів. Абсцизини і етилен – інгібітори рослин. Синтез, транспортування та характер дії фітогормонів. Взаємозв'язок. Фізіологічні основ застосування активних речовин.

Світло як фактор що регулює ріст та розвиток рослин. Вплив світлана процеси розвитку рослин. Фітохромна система рослин.

Ефект фотоперіоду. Вплив довжини дня і ночі на генеративний розвиток рослин.

Термоперіоди. Яровизація. Вплив температури на ріст та розвиток рослин. Ритміка фізіологічних процесів, їх значення. Вплив інших факторів на процеси розвитку.

Онтогенез рослин. Фази онтогенезу, характеристика особливостей. Старіння рослин. Теорія циклічного старіння та омолодження рослин. Вплив умов середовища на онтогенез рослин. Роль трофічних факторів у регулюванні розвитку рослин.

Формоутворюючі процеси. Вплив хімічних речовин. Регенерація тканин та органів рослин. Культура тканин і клітин. Клональне мікророзмноження. Калюс, фізіологічна регенерація. Значення в сільському господарстві.

Ріст рослин. Фази і типи росту. Етапи росту рослинної клітини. Ріст органів. Взаємодія органів та кореляція. Полярність росту. Закон великого періоду росту. Вплив факторів середовища на ріст рослин.

Періодичність росту і спокою у рослин. Процеси, що відбуваються при проростанні насіння. Фази проростання. Фізіологічні та біохімічні механізми проростання. Дихання як основний енергетичний процес у проростаю чому насінні. Вплив факторів середовища на проростання насіння.

Рухи рослин. Тропізми, настії, інші рухи. Мееханізми рухів.

Механізми захисту рослин. Стресо́ва реакція. Система стабілізація і репарації.

Зимостійкість рослин. Морозостійкість. Загартування рослин. Пошкодження рослин. Випрівання, вимокання, випирання, льодова кірка. Холодостійкість.

Солестійкість рослин. Галофіти та глікофіти.

Стійкість рослин проти вилягання.

Стійкість рослин до забруднення навколишнього середовища. Газостійкість. Радіостійкість.

Стійкість до хвороб.

Контрольні питання та завдання до розділу

87. Тотипотентність клітин. Суттєвість і фізіологічна роль диференціації активації генів у процесі розвитку рослин.
88. Дія ауксину на ріст і розвиток рослин.
89. Гібереліни і цитокініни як регулюючі фактори росту і розвитку рослин.
90. Вплив етилену і абсцизової кислоти на ріст та розвиток рослин.
91. Фізіологічні основи використання хімічних регуляторів росту.
92. Світло як фактор, регулюючий ріст і розвиток рослин. Фітохромна система.
93. Вплив температури і вологості на ріст і розвиток рослин.
94. Фотоперіодизм, його значення в генеративному розвитку рослин.
95. Кореляція росту. Значення в життєдіяльності рослин. Використання в практичній діяльності.
96. Основні закономірності росту клітин.
97. Фізіологічні основи спокою рослинного організму.
98. Фізіологічні процеси при формуванні плодів і насіння.
99. Тропізми, настії, фізіологічні механізми руху рослин.
100. Транс генні рослини. Значення в сільському господарстві.
101. Фізіологічна природа посухостійкості рослин.
102. Фізіологічна природа холодостійкості рослин.
103. Основні типи пошкодження рослин при перезимівлі.
104. Фізіологічні основи зимостійкості рослин. Фази загартування.
105. Фізіологічні причини вилягання рослин. Способи боротьби з ним.
106. Солестійкість рослин.
107. За хімічною природою ауксини належать до речовин:
 - а) терпеноїдів;
 - б) вуглеводів;
 - в) неорганічних речовин;
 - г) похідних індолацетової кислоти.

108. Заповнити таблицю

Фізіологічні фактори росту та розвитку рослин

Фізіологічний фактор	Роль у життєдіяльності рослин
----------------------	-------------------------------

Ауксин	
--------	--

109. При обробці рослин абсцизинами спостерігається реакція:

- а) формуються великі безнасінні плоди;
- б) стимулюється квітування рослин довгого дня;
- в) закриваються продихи, зменшується втрата води;
- г) стимулюється проростання свіжозібраних бульб картоплі.

110. Заповнити таблицю

Фізіологічні фактори росту та розвитку рослин

Фізіологічний фактор	Роль у життєдіяльності рослин
Гібериліни	

111. Заповнити таблицю

Фізіологічні фактори росту та розвитку рослин

Фізіологічний фактор	Роль у життєдіяльності рослин
Цитокініни	

112. Цитокініни синтезуються

- а) у клітинах листків;
- б) у клітинах стебел;
- в) у верхівках стебел;
- г) у кореневій системі.

113. Заповнити таблицю

Фізіологічні фактори росту та розвитку рослин

Фізіологічний фактор	Роль у життєдіяльності рослин
Абсцизини	

114. Заповнити таблицю

Фізіологічні фактори росту та розвитку рослин

Фізіологічний фактор	Роль у життєдіяльності рослин
Етилен	

115. Прискорює дозрівання і опадання плодів:

- а) етилен;
- б) ауксин;
- в) цитокініни;
- г) гібереліни.

116. Заповнити таблицю

Фізіологічні фактори росту та розвитку рослин

Фізіологічний фактор	Роль у життєдіяльності рослин
Фітохромна система	

117. Заповнити таблицю

Фізіологічні фактори росту та розвитку рослин

Фізіологічний фактор	Роль у життєдіяльності рослин
Фотоперіодизм	

118. Фотоперіодизм – це реакція рослин на:

- а) тривалість дня і ночі;
- б) інтенсивність світла;
- в) якість світла;
- г) час доби.

119. Заповнити таблицю

Фізіологічні фактори росту та розвитку рослин

Фізіологічний фактор	Роль у життєдіяльності рослин
Термоперіодизм	

120. Знижують врожайність, але підвищують вміст білку у зернівках злаків:

- а) висока температура за низької вологості повітря;
- б) нестача мінерального живлення;
- в) зниження температури в період визрівання зерна;
- г) висока вологість повітря в період наливання зерна.

121. Ростові кореляції відображають залежність:

- а) між інтенсивністю фотосинтезу і диханням;
- б) між мінімальним живленням і водообміном;
- в) між ростом і розвитком одних органів рослин від інших;
- г) між інтенсивністю фотосинтезу і поглинанням води.

122. Видалення яких органів викликає пробудження сплячих бруньок:

- а) верхівки пагону;
- б) старих листків;
- в) квіток;
- г) плодів.

123. Яровизація відображає явище:

- а) фотоперіодизму рослин;

- б) термоперіодизму;
- в) руху рослин;
- г) кореляції.

124. Листкова мозаїка рослин обумовлена:

- а) фотоперіодизмом;
- б) хемотропізмом;
- в) настіями;
- г) геотропізмом.

125. Настії – це рух, що виникає у рослин у відповідь:

- а) на одnobічну дію фактора середовища;
- б) на зміну градієнта концентрації поживного розчину;
- в) на дифузійну дію фактора;
- г) на зміну концентрації вуглекислого газу.

126. Рослини, що здатні до росту і розвитку в умовах достатнього зволоження, належать до:

- а) ксерофітів;
- б) мезофітів;
- в) гігрофітів;
- г) гідрофітів.

127. Яка температура є оптимальною для росту і розвитку рослин?

- а) 0-5 °С;
- б) 5-10 °С;
- в) 20-25 °С;
- г) 25-30 °С.

128. Більшість сільськогосподарських культур є типовими:

- а) гідрофітами;
- б) гігрофітами;
- в) мезофітами;
- г) ксерофітами.

ТЕРМІНОЛОГІЧНЕ ЗАВДАННЯ

Дати визначення термінів.

Алелопатія

Апопласт

Вегетаційний період

Життєвий цикл рослин

Фенологічні фази

Онтогенез рослин

РОЗПОДІЛ ПИТАНЬ ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ З ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН

Передостання цифра шифру	Остання цифра шифру									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1,46, 87, 17, 55	2, 47, 88, 18, 56	3, 48, 89, 19, 57	4, 49, 90, 20, 58	5, 50, 91, 21, 59	6, 51, 92, 22, 60	7, 52, 93, 23, 61	8, 53, 94, 24, 62	9, 54, 95, 25, 63	10, 946, 96, 26, 64
2	11, 47, 97, 27, 65	12, 48, 98, 28, 66	13, 49, 99, 29, 67	14, 50, 100, 30, 68	15, 51, 101, 31, 69	16, 52, 102, 32, 70	1, 53, 103, 33, 71	2, 54, 104, 34, 72	3, 46, 105, 35, 73	4, 47, 106, 36, 74
3	5, 48, 87, 37, 75	6, 49, 88, 38, 76	7, 50, 89, 39, 77	8, 51, 90, 40, 78	9, 52, 91, 41, 79	10, 53, 92, 42, 80	11, 54, 93, 43, 81	12, 46, 94, 44, 82	13, 47, 95, 45, 83	14, 48, 96, 55, 84
4	15, 49, 97, 56, 85	16, 50, 98, 57, 86	1, 51, 99, 58, 107	2, 52, 100, 59, 17	3, 53, 101, 60, 18	4, 54, 102, 61, 19	5, 46, 103, 62, 20	6, 47, 104, 63, 21	7, 48, 105, 64, 22	8, 49, 106, 65, 23
5	9, 50, 87, 66, 24	10, 51, 88, 67, 25	11, 52, 89, 68, 26	12, 53, 90, 69, 27	13, 54, 91, 70, 28	14, 46, 92, 71, 29	15, 47, 93, 72, 30	16, 48, 94, 73, 31	1, 49, 95, 74, 32	2, 50, 96, 75, 33
6	3, 51, 97, 76, 34	4, 52, 98, 77, 35	5, 53, 99, 78, 36	6, 54, 100, 79, 37	7, 46, 101, 80, 38	8, 47, 102, 81, 39	9, 48, 103, 82, 40	10, 49, 104, 83, 41	11, 50, 105, 84, 42	12, 51, 106, 85, 43
7	14, 52, 87, 86, 44	15, 53, 88, 107, 45	16, 54, 89, 108, 55	1, 46, 90, 109, 56	2, 47, 91, 110, 57	3, 48, 92, 111, 58	4, 49, 93, 112, 59	5, 50, 94, 113, 60	6, 51, 95, 114, 61	7, 52, 96, 115, 62
8	8, 53, 97, 116, 63	9, 54, 98, 117, 64	10, 46, 99, 118, 65	11, 47, 100, 119, 66	12, 48, 101, 120, 67	13, 49, 102, 121, 68	14, 50, 103, 122, 69	15, 51, 104, 123, 70	16, 52, 105, 124, 71	1, 53, 106, 125, 72
9	2, 54, 87, 126, 73	3, 46, 88, 127, 74	4, 47, 89, 128, 75	5, 48, 90, 17, 76	6, 49, 91, 18, 77	7, 50, 92, 19, 78	8, 51, 93, 20, 79	9, 52, 94, 21, 80	10, 93, 85, 22, 81	11, 54, 96, 23, 82
0	12, 46, 97, 24, 83	13, 47, 98, 25, 84	14, 48, 99, 26, 85	15, 49, 100, 27, 86	16, 50, 101, 28, 107	1, 51, 102, 29, 108	2, 52, 103, 30, 109	3, 53, 104, 31, 110	4, 54, 105, 32, 111	5, 46, 106, 33, 112

Список літератури

1. Веденичкова Н. П., Кочаківська І. В. Цитокіни як регулятори онтогенезу рослин за різних умов існування : монографія. Київ : Наш формат, 2017. 200 с.
2. Волков Р. А., Панчук І. І., Буздуга І. М. Біохімічні методи дослідження рослин : навч. посіб. / Чернів. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці : Рута, 2017. 119 с.
3. Горшкова Л. М., Коваль Л. В., Полякова А. С. Основи ботаніки і фізіології рослин : навчальний посібник для студентів педагогічних спеціальностей закладів вищої освіти. Суми : ВВП «Мрія», 2019. 412 с.
4. Злобін А. Ю. Курс фізіології та біохімії рослин : підручник. Київ : Університетська книга, 2025. 463 с.
5. Злобін Ю. А. Екологічна фізіологія рослин : навчальний посібник. Київ : Університетська книга, 2025. 271 с.
6. Панчук І. І., Должицька А. Г. Фізіологія та біохімія рослин. Конспекти лекцій. Тестові запитання та завдання : навч. посіб. / Чернівець. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці : ЧНУ : Рута, 2020. 167 с.
7. Практикум з фізіології рослин : навчальний посібник / М. І. Федорчук, В. Г. Федорчук, О. А. Коваленко та ін. Миколаїв : МНАУ, 2020. 200 с.
8. Приседський Ю. Г. Великий практикум з фізіології та біохімії рослин (біохімічні методи досліджень) : навч. посіб. / Донец. нац. ун-т ім. Василя Стуса. Вінниця : ТВОРИ, 2022. 417 с.
9. Самойленко Т. Г., Самойленко М. О., Рожок О. Ф. Практикум з фізіології рослин. Миколаїв : МНАУ, 2013. 432 с.
10. Федорук І. В., Петренко С. Д. Фізіологія рослин з основами мікробіології : навчальний посібник. Київ : Науково-методичний центр ВФПО, 2021. 230 с.
11. Фізіологія рослин. Модуль 1-2 : метод. реком. до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня "Бакалавр" спеціальність 201 "Агрономія" денної форми навчання / уклад. : М. І. Федорчук, О. Ф. Рожок. Миколаїв : МНАУ, 2021. 49 с. URL : <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9447/1/fiziologiya-roslin-modul-1-2.pdf>
12. Фізіологія рослин : навчальний посібник / С. В. Прилуцька, А. І. Бабицький, Н. Г. Нестерова та ін. Київ : НУБІП України, 2023. 224 с.
13. Фізіологія рослин : навчальний посібник / С. В. Прилуцька, А. І. Бабицький, Н. Г. Нестерова та ін. Київ : НУБІП України, 2024. Ч. 2. 215 с.
14. Фізіологія рослин. Модуль 1-2 : метод. реком. до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти ступеня "бакалавр" спеціальність 201 "Агрономія" денної форми навчання / уклад. : М. І. Федорчук, М. О. Самойленко, О. Ф. Рожок. Миколаїв : МНАУ, 2021. 81 с. URL : <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/9447/1/fiziologiya-roslin-modul-1-2.pdf>

15. Фізіологія рослин. Модуль 3-6 [Електронний ресурс] : метод. реком. до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти ступеня "бакалавр" спеціальність 201 "Агрономія" денної форми навчання / уклад. : М. І. Федорчук, М. О. Самойленко, О. Ф. Рожок. Миколаїв : МНАУ, 2020. 81 с. URL : <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7067>.
16. Фізіологія та біохімія рослин : малий практикум : навч.-метод. посіб. / О. О. Авксентьева та ін. ; Харків. нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2018. 151 с.
17. Фізіологія та біохімія рослин : підручник / за ред. О. І. Терек ; Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2023 . Т. 1. 360 с.

Навчальне видання

ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

Методичні рекомендації

Укладач: **Миколайчук Віра Георгіївна**

Формат 60x84/16 Ум. друк. арк. 1,88
Тираж 80. Зам. №__

Надруковано у
видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013