

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ  
ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ  
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
САДІВНИЦТВА**

**КАФЕДРА БІОЛОГІЇ**

**ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

з організації самостійної роботи студентів освітньо-кваліфікаційного рівня  
«Бакалавр» напрямів підготовки 6.090101 – «Агрономія»  
та 6.090105 «Захист рослин»

Умань – 2015

**Методичні вказівки підготували:**

доктор с.-г. наук, професор, академік В. П. Карпенко,  
кандидат с.-г. наук, доцент Р. М. Притуляк

**Рецензент:** Л. О. Рябовол – доктор сільськогосподарських наук, професор  
кафедри генетики, селекції рослин та біотехнології Уманського НУС

*Затверджено і рекомендовано до друку Вченою радою факультету  
плодоовочівництва, екології та захисту рослин Уманського НУС (протокол  
№ 2 від 29. 10. 2014 року)*

**УДК 581.4(07)**

***Фізіологія рослин: методичні рекомендації / В. П. Карпенко, Р. М.  
Притуляк. – Умань, 2015. – 15 с.***

У методичних рекомендаціях наведено інформаційно містку частину за розділами фізіології рослин, методику самостійної роботи, практичні поради та завдання для самостійного опрацювання студентами матеріалу.

Самостійне або частково самостійне опрацювання курсу забезпечить формування у студента навиків активності, предметності, цілеспрямованості комплексності щодо набуття знань фундаментальної дисципліни «Фізіологія рослин».

## ПЕРЕДМОВА

*Фізіологія рослин* – наука про життєдіяльність рослинного організму: ріст і розвиток, цвітіння та плодоношення, живлення, синтез і нагромадження пластичних речовин, водообмін і ін. Розкриваючи залежність цих процесів від умов навколишнього середовища, фізіологія створює тим самим теоретичну основу для всієї системи заходів, спрямованих на підвищення загальної продуктивності і якості врожаю сільськогосподарських культур. Фізіологічні дослідження служать науковою основою для заходів із раціонального розміщення рослин у певних ґрунтово-кліматичних зонах.

*Фізіологія рослин* – теоретична наука, яка спирається на останні досягнення фізики, хімії, молекулярної біології, ботаніки, мікробіології, біохімії. З іншого боку, ця наука має велике практичне значення для землеробства. Вона дає теоретичне обґрунтування найважливішим технологічним складовим рослинництва, селекції, насінництва, землеробства, овочівництва, плідництва, агрохімії, меліорації, ґрунтознавства, а також – зберігання та переробки сільськогосподарської продукції тощо.

У завдання фізіології рослин входить:

- розкриття сутності процесів, що відбуваються в рослинному організмі, встановлення їх взаємозв'язку, механізмів регуляції, встановлення шляхів підвищення ефективності використання сонячної енергії рослинами;
- комплексне вивчення стресового синдрому в рослинах із залученням знань із біохімії, генетики, екології тощо; пошук фізіологічних і генетичних шляхів захисту рослин від іонізуючої радіації, а також – від забруднення атмосфери, ґрунту і води промисловими відходами, добривами, пестицидами, фізіологічно активними речовинами та ін.;
- створення фізіологічних основ селекції рослин, які включають конструювання габітусу рослин, нахилу листка відносно стебла, співвідношення кореневої системи, надземних вегетативних та репродуктивних органів;
- розробка фізіолого-біохімічних тестерів прогнозування урожайних властивостей насіння.

Вивчення фізіології рослин займає важливе місце в системі підготовки фахівців агрономічного профілю.

Вивчаючи курс фізіології рослин, студентам заочної форми навчання необхідно ретельно ознайомитись з основними етапами розвитку фізіології рослин, визначити внесок українських і зарубіжних вчених у її розвиток. Потрібно звернути увагу на методологію і методи досліджень фізіології рослин. Особливу увагу слід приділити основним напрямкам розвитку сучасної фізіології рослин.

Фахівець повинен вміти аналізувати фізіологічний стан рослин й створювати оптимальні умови для формування врожаю, а тому студенти вивчають предмет у таких обов'язкових формах:

- самостійне вивчення дисципліни за допомогою навчальної літератури;

- самостійне виконання контрольних робіт на основі глибокого вивчення рекомендованої літератури;
- наступне поглиблення і систематизування знань студентом у період сесії (на лекціях і лабораторно-практичних заняттях).

При виконанні контрольної роботи відповіді на питання повинні бути конкретними і чіткими. Контрольну роботу слід писати чітким почерком, обов'язково залишаючи поле, або друкувати з використанням комп'ютерної техніки. Студент виконує контрольну роботу згідно завдання свого шифру за останніми двома цифрами в таблицях додатка. Наприклад, навчальний шифр студента – 67. Номери завдань контрольної роботи знаходяться у таблиці на перехресті стрічки 6 (передостання цифра шифру по горизонталі) з графою 7 (остання цифра шифру по вертикалі). Номери цих завдань знаходяться у списку контрольних запитань, що додається.

Робота повинна включати також список використаної літератури і супроводжуватись особистим підписом студента. Обсяг тексту контрольної роботи не повинен перевищувати шкільний зошит.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Власенко М. Ю. Фізіологія рослин / М. Ю. Власенко, Л. Д. Вельямінова-Зернова. – Біла Церква, 1999.
2. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко . – Київ: Либідь, 2005.
3. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко . – Київ: Фітосоціоцентр, 2001.
4. Фізіологія рослин з основами біохімії / [М. М. Макрушин, Є. М. Макрушина, Н. В. Петерсон, В. С. Цибулько]; під ред. М. М. Макрушина. – Київ: Урожай, 1995.
5. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин / Ю. А. Злобін. – Суми : „Університетська книга”, 2004.
6. Лебедев С. И. Физиология растений / С. И. Лебедев. – Москва : Агропромиздат, 1988.
7. Якушкина Н. И. Физиология растений / Н. И. Якушкина. – Москва: Просвещение, 1980.
8. Грицаєнко З. М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. / З. М.Грицаєнко, А. О. Грицаєнко, Карпенко В. П. – К.: ЗАТ „Нічлава”, 2003.
9. Практикум з фізіології рослин / Величко Л. Н, Меркушина А. С., Чорна Л. В. – Умань, 2006.
10. Брайон О. В. Анатомія рослин / О. В. Брайон. – К.: Вища школа, 1992. – 272 с.
11. Полевой В. В. Физиология растений / В. В. Полевой. – М.: Высш. шк., 1989.

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ КУРСУ**

### **1. Хімічний склад, структура і функції рослинного організму**

При вивченні даної теми необхідно з'ясувати, що клітина – найменша жива структурна одиниця рослин, саме вона є носієм життя. Тому потрібно знати її хімічний склад, структуру, субмікронну будову основних органоїдів, обмін речовин і фізико-хімічні основи її енергетики. Слід звернути увагу на будову клітинної оболонки і плазматичних мембран та їх роль в обміні речовин і життєдіяльності. Потрібно проаналізувати функції ядра, цитоплазми та інших органоїдів, а також – залежність проникності цитоплазми від внутрішніх і зовнішніх чинників.

Особливу увагу необхідно звернути на вивчення хімічного складу цитоплазми рослинної клітини, структуру амінокислот, білків, а також функції білків і їх класифікацію. Необхідно з'ясувати фізико-хімічні особливості нуклеопротейдів, які відіграють провідну роль в житті клітини і в кінцевому результаті визначають продуктивність рослин.

Важливе значення для життя клітини мають нуклеїнові кислоти (ДНК і РНК), тому слід з'ясувати їх фізіологічну роль у біосинтезі білків. Потрібно звернути увагу на подразнення, збудження клітини і відповідні реакції протопласта на фізичні і хімічні впливи, а також обов'язково – на внутрішньоклітинні механізми регуляції метаболічних процесів.

Необхідно опрацювати загальнобіологічне значення ферментів у процесах обміну, їх відмінність від неорганічних каталізаторів, а також їх хімічну природу та класифікацію і будову. Структуру ферментів, пов'язану з специфічністю їх дії. Необхідно опрацювати механізми і кінетику ферментативних реакцій, рівняння Міхаеліса-Ментена. З'ясувати залежність активності ферментів від умов навколишнього середовища.

Важливо усвідомити, що таке активатори і інгібітори ферментів, яку роль ферменти виконують в життєвому циклі рослин, де вони локалізовані в клітині і яким шляхом здійснюється регуляція ферментативного апарату клітини, яка роль ферментів у підвищенні продуктивності рослин.

### **2. Водобмін у рослин**

При ознайомленні з даним розділом студентам необхідно запам'ятати, чому вода є основою життя, знати фізичний стан та хімічну структуру води у рослині та ґрунті. Необхідно мати уявлення про градієнт водного потенціалу як рушійну силу транспорту води в клітинах, тканинах та цілій рослині. Визначити роль набухання колоїдів у поглинанні води. Встановити залежність між осмотичним і тургорним тиском, механізм активного поглинання води клітиною. Розглянути явище плазмолізу.

Вивчаючи кореневу систему, як орган поглинання води, необхідно звернути увагу, які форми ґрунтової води поглинаються коренями рослин.

Вивчити, що таке висхідна течія в рослині, її шлях, швидкість руху води, а також потрібно зрозуміти важливість верхнього і нижнього двигунів водного потоку. Слід звернути увагу на добові та сезонні зміни кореневого тиску. Розглянути причини і ритмічність плачу рослин, залежність плачу від метаболізму кореня, природу гутації. Необхідно з'ясувати, яке біологічне значення транспірації та її залежність від зовнішніх та внутрішніх чинників, стан продихів, періодичність продихових рухів. Розглянути механізм продихового регулювання транспірації.

Потрібно з'ясувати, як визначити інтенсивність і продуктивність транспірації, транспіраційний коефіцієнт, та як їх використати при розрахунках водного балансу рослин, а також – водоспоживання фітоценозами та режиму зрошення сільськогосподарських культур. Особливу увагу слід звернути на агротехнічні заходи, які забезпечують нагромадження продуктивної для рослин вологи в ґрунті. Агроном повинен чітко уявляти собі, як впливають зовнішні умови на надходження води в рослину та фізіологічні основи стійкості рослин до посухи, а також фізіологічні основи зрошення. Знати критичні періоди рослин у водоспоживанні. Після вивчення цього розділу потрібно продумати, яким чином можна використати набуті знання для регулювання водного режиму сільськогосподарських культур.

### **3. Кореневе живлення рослин**

При вивченні цього розділу необхідно звернути увагу, які елементи мінерального живлення потрібні для життєдіяльності рослин. Що таке макро- та мікроелементи і їх фізіологічна роль для рослин. Ознайомитись з використанням методу гідропоніки для вирощування овочевих, декоративних, кормових культур в умовах закритого ґрунту. Звернути увагу на фізіологічно лужні, кислі та нейтральні солі, на механізм поглинання мінеральних елементів кореневою системою рослин і їх транспорт. Слід порівняти активний і пасивний транспорт іонів та вивчити механізм транспорту їх в цілісній рослині. Необхідно з'ясувати як поглинаються елементи мінерального живлення в зв'язку з потребами рослин в онтогенезі, а також, як впливає ризосферна мікробіота на засвоєння поживних речовин. Кругообіг елементів мінерального живлення в рослині, реутилізація. Звернути увагу на органічні сполуки, до вмісту яких входить азот, фосфор, сірка, магній, залізо, на синтетичну діяльність коренів. Написати схему відновлення нітратів у рослинах. Слід звернути увагу на щільність і розподіл коренів у посівах та насадженнях, на поглинання поживних речовин рослинами в польових умовах, а також на проблеми поглинання поживних речовин групами рослин, на явище алелопатії. Обґрунтувати фізіологічні основи застосування добрив і позакореневого підживлення рослин.

#### 4. Фотосинтез

При вивченні даної теми необхідно звернути увагу на планетарне значення фотосинтезу, а також усвідомити, що *фотосинтез* – це наслідок еволюційного розвитку органічного світу. Паралельно з фотосинтезом історично розвивалися і збереглися до наших днів і інші процеси утворення органічних сполук: явище хемосинтезу та фоторедукції у бактерій. Також, слід звернути увагу на значення фотосинтезу в загальній енергетиці і обміні речовин у рослинах, на найважливіші етапи розвитку вчення про фотосинтез, роль вітчизняних і зарубіжних вчених у вирішенні даного питання. *Фотосинтез* – це процес біологічного перетворення електромагнітної (променевої) енергії у хімічну. Зверніть увагу на циклічне і нециклічне фотофосфорилування (фотосистема I і фотосистема II), на шляхи міграції електрону в електронно-транспортному ланцюзі. Необхідно розібратися в реакціях відновлення  $\text{CO}_2$  і визначити роль води, як основного донора водню. Крім цього, слід звернути увагу на темнові реакції фотосинтезу, цикл Кальвіна ( $\text{C}_3$ -шлях вуглецю), кооперативний фотосинтез ( $\text{C}_4$ -шлях вуглецю), на взаємозв'язки між світловими і темновими реакціями фотосинтезу. Виділити принципові відміни  $\text{C}_3$  та  $\text{C}_4$ -шляхів фотосинтезу. Слід звернути увагу на сутність фотодихання та чому листок є органом фотосинтезу. Бажано розібратися з транспортом асимілятів із листка. Що таке симпласт і апопласт, а також флоемний транспорт фотоасимілятів? Слід звернути увагу, як впливають навколишні умови на інтенсивність фотосинтезу, закон обмежувальних чинників. Добовий і сезонний хід фотосинтезу. Що таке компенсаційна точка, які системи регуляції фотосинтезу, а також показники фотосинтезу (асиміляційне число, інтенсивність, чиста продуктивність та ін.). Необхідно вияснити, що таке врожай біологічний і господарський. Визначити залежність фотосинтезу від архітекtonіки рослин і структури посіву до ФАР, ККД листків і фітоценозів, а також, які перспективні напрями оптимізації умов фотосинтезу у відкритому і захищеному ґрунті та при вирощуванні рослин на штучному освітленні. Особливості світлового режиму при вирощуванні овочевих і декоративних рослин в умовах захищеного ґрунту.

#### 5. Дихання рослин

При вивченні розділу потрібно з'ясувати, що таке дихання і його значення в життєдіяльності рослин. Звернути увагу на розвиток вчення про дихання і роль вітчизняних та зарубіжних вчених у вивченні процесів дихання. Розглянути теорії дихання А. М. Баха, В. І. Палладіна, С. П. Костичева, Г. Віланда та ін. З'ясувати, яку роль відіграють ферменти при диханні, що таке "анаеробне дихання". Розглянути гліколіз, як підготовчий етап аеробного (кисневого) дихання та, що є проміжним продуктом між бродінням і диханням. Звернути увагу на генетичний

взаємозв'язок між процесами бродіння і дихання за С. П. Костичевим. Підрахувати енергетику гліколізу та розглянути окиснення піровиноградної кислоти при аеробному диханні в циклі ди- і трикарбонових кислот (цикл Кребса). З'ясувати загальну схему дихання за участі цитохромів і дегідрогеназ. Підрахувати енергетику циклу Кребса і розглянути механізм переносу електронів і трансформацію енергії в електронно-транспортному ланцюзі мітохондрій. Усвідомити, чому дихання є центральною ланкою обмінних процесів рослинного організму. Ознайомитись з циклом гліоксалевої кислоти, фосфоглюконатним шляхом окиснення вуглеводів. Звернути увагу на взаємозв'язок з обміном азотистих речовин, вуглеводів і ліпідів. Слід визначити, що таке інтенсивність дихання рослин і залежність її від умов навколишнього природного середовища та особливостей рослинного організму, а також, що таке дихальний коефіцієнт і його залежність від природи окиснювального субстрату. Ефект Пастера. Які особливості дихання у різних органів і тканин рослин, а також регуляція дихальних процесів при зберіганні соковитих плодів і овочів, бульбо- і коренеплодів. Вивчити, чому дихальний газообмін рослин є чинником продукційного процесу, а також, у чому різниця та подібність дихання і фотосинтезу. Звернути увагу на дихальний газообмін фітоценозів і його залежність від умов зволоження, мінерального живлення і архітекtonіки посіву.

## **6. Фізіологія росту і розвитку рослин**

У цьому розділі слід звернути увагу на визначення росту і розвитку рослин, фази росту клітини та фактори, що впливають на ріст і розвиток. З'ясувати, які в рослинах синтезуються фітогормони, місця синтезу і пересування фітогормонів, механізм їх дії, а також використання фітогормонів і їх синтетичних аналогів при вирощуванні сільськогосподарських рослин.

Звернути увагу на особливості росту окремих органів рослин, а також на зони росту і закон великого періоду росту. Розглянути залежність росту від внутрішніх факторів. Що таке кореляція, явище полярності і реституції в рослинах? Агроному важливо знати залежність росту і розвитку від екологічних чинників, а також з'ясувати що таке закон мінімуму і взаємодія факторів росту, добова і сезонна періодичність росту, як наслідок сукупної дії внутрішніх і зовнішніх чинників. Звернути увагу на фізико-хімічні та біологічні основи спокою рослин, види спокою, штучне переривання спокою рослин, а також вплив внутрішніх і зовнішніх умов на процес проростання насіння.

З'ясувати фізіологічну сутність та значення в житті рослин тропізмів, настій. Ознайомитись, що таке онтогенез та теорії індивідуального розвитку рослин. Розглянути етапи органогенезу основних груп сільськогосподарських рослин. Звернути увагу на гормони цвітіння, утворення квітки, фенологічні фази розвитку, старіння і омолодження рослин, шляхи управління

генеративним розвитком і старінням рослин. Обґрунтувати значення культури ізольованих протопластів, клітин і тканин у вирішенні завдань фізіології рослин у біотехнології.

## **7. Стійкість рослин до несприятливих чинників**

При вивченні цієї теми слід звернути увагу на пристосування онтогенезу рослин до умов середовища, як наслідок їх еволюційного розвитку, а також на зміни фізико-хімічних і функціональних властивостей рослинних клітин і тканин при пошкодженні. Критичні періоди дії стресових умов на рослину, які фізіолого-біохімічні зміни проходять у теплолюбивих рослин за знижених позитивних температур. Що таке холодостійкість рослин і шляхи її підвищення? Необхідно з'ясувати, що таке морозостійкість, умови і причини вимерзання та шляхи підвищення морозостійкості озимих культур, плодів і ягідників, загартовування рослин і його фази. Крім морозостійкості є ще і зимостійкість, тобто – стійкість рослин до комплексу несприятливих факторів перезимівлі. Тому слід звернути увагу на такі негативні явища як випрівання, вимокання, загибель під льодяною кіркою, випирання, пошкодження від зимової посухи. Шляхи підвищення зимостійкості рослин, фактори стійкості проти надлишку вологи. Необхідно з'ясувати причини полягання рослин і способи його попередження, а також звернути увагу на жаростійкість рослин. Уточнити, які відбуваються зміни в обміні речовин, рості і розвитку рослин при дії високих температур, а також способи підвищення жаростійкості рослин.

Ознайомитись, що таке посухостійкість рослин і які особливості водообміну у ксеро- і мезофітів, а також фізіологічні особливості посухостійкості сільськогосподарських культур, критичні періоди у водообміні рослин основних сільськогосподарських культур і шляхи підвищення посухостійкості. Звернути увагу на фізіологічне обґрунтування селекції рослин на посухостійкість. Дуже важливо ознайомитись з солестійкістю рослин, тому що в Україні в сільськогосподарському виробництві нараховується близько 1400 тис. га засолених ґрунтів, а тому агроному слід знати умови засолення ґрунтів, вплив засолення на рослини, механізм їх толерантності і можливі шляхи її підвищення.

При вивченні реакції рослин на дію шкідливих газів потрібно розрізняти два окремих поняття: газочутливість і газостійкість. Тому слід звернути увагу на стійкість рослин проти шкідливих газоподібних викидів промисловості і транспорту, інсектицидів, фунгіцидів та гербіцидів, а також, які шляхи запобігання та зниження шкідливої дії газів.

## **8. Фізіологія формування насіння, плодів та інших продуктивних частин рослин**

При вивченні цього розділу слід звернути увагу на фізіолого-біохімічні процеси цвітіння і запилення. Розглянути, яка ж роль внутрішніх

і зовнішніх чинників у цвітінні і запиленні. Приділити увагу вивченню фізіології формування насіння, плодів та інших продуктивних частин рослин, а також розглянути, яка взаємодія вегетативних і репродуктивних органів рослин у процесах формування плодів та насіння, причини опадання зав'язі у плодових. Звернути увагу на перетворення речовин при формуванні і дозріванні насіння зернових, бобових і олійних культур та соковитих плодів, способи прискорення дозрівання насіння і плодів, на ріст і дозрівання бульбоплодів і коренеплодів. Крім цього, слід звернути увагу на фізіологію формування якості врожаю основних груп сільськогосподарських культур, на фізіологію нагромадження білків і запасних вуглеводів у зерні злакових і бобових культур, цукронагромадження у коренеплодів, нагромадження жирів у олійних культур, а також на особливості формування біомаси однорічними та багаторічними кормовими травами. Слід розглянути фізіологію формування врожаю багаторічними плодовими насадженнями і шляхи регулювання якості плодів.

### **УВАГА!**

**У фізіологічній лабораторії навчальну і науково-дослідну роботу слід виконувати у халаті.**

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ з курсу фізіологія рослин

1. Фізіологія рослин як наука.
2. Предмет фізіології рослин.
3. Завдання фізіології рослин.
4. Фізіологія рослин як фундаментальна основа агрономічних наук.
5. Взаємозв'язок фізіології рослин з рослинництвом, землеробством, агрохімією та ін.
6. Основні етапи розвитку фізіології рослин як науки.
7. Видатні українські вчені- фізіологи, засновники основних напрямів фізіології рослин.
8. Методи дослідження фізіології рослин.
9. Рівні дослідження фізіології рослин.
10. Будова рослинної клітини.
11. Клітинна стінка, її хімічний склад, структура і функції.
12. Цитопlasма, її структурна організація і властивості.
13. Клітинне ядро, його будова і функції.
14. Хімічний склад і функції рибосом.
15. Хлоропласти, їх будова і функції.
16. Будова і функції мітохондрій.
17. Біологічні мембрани, їх будова і функції.
18. Ендоплазматична сітка і її функції.
19. Хімічний склад цитоплазми.
20. Амінокислоти, їх синтез і розпад.
21. Білки, їх структура і класифікація.
22. Функції білків.
23. Біосинтез білка в клітині.
24. Регуляція синтезу білка в клітині.
25. Дисиміляція білків.
26. Нуклеїнові кислоти, їх будова, функції і локалізація в клітині.
27. Ліпіди, їх склад, класифікація і функції.
28. Вітаміни, класифікація і фізична роль.
29. Ферменти як біологічні каталізатори.
30. Будова ферментів і їх властивості.
31. Номенклатура і класифікація ферментів.
32. Характеристика класів ферментів.
33. Механізм дії ферментів.
34. Кінетика ферментативних реакцій.
35. Рівняння Міхаеліса-Ментена.
36. Залежність активності ферментів від умов середовища.
37. Активатори і інгібітори ферментів.
38. Локалізація ферментів у клітині.
39. Регуляція активності ферментів.

40. Основні функції рослинного організму.
41. Взаємозв'язок і взаємодія клітин, тканин і органів рослин.
42. Принципи регуляції фізіологічних процесів.
43. Рівні регуляції життєдіяльності рослин.
44. Біоелектричні явища, їх функціональне значення.
45. Вміст води в рослинах.
46. Стан води в клітині.
47. Фізіологічна роль води в клітинах і в рослині.
48. Структура води і її фізичні властивості.
49. Осмотичні явища клітини, їх фізіологічне значення.
50. Водний потенціал клітини.
51. Роль набухання колоїдів у поглинанні води.
52. Коренева система як орган поглинання води.
53. Форми води в ґрунті і їх доступність для рослин.
54. Залежність транспірації від зовнішніх умов. Добовий хід транспірації.
55. Двигуни та шляхи водного току в рослинах.
56. Водний дефіцит та його вплив на фізіологічні процеси.
57. Вплив на рослину надлишку води в ґрунті.
58. Значення води для формування врожаю сільськогосподарських культур.
59. Фізіологічні показники, що використовуються для визначення необхідності поливу.
60. Елементи, які рослина поглинає із ґрунту.
61. Поняття про макро- і мікроелементи.
62. Фізіологічна роль макроелементів.
63. Фізіологічна роль мікроелементів.
64. Коренева система як орган поглинання мінеральних елементів і як місце синтезу органічних сполук.
65. Механізм надходження мінеральних речовин у корені рослин.
66. Транспорт елементів мінерального живлення в рослинному організмі.
67. Роль мікоризи і ризосферної мікробіоти в мінеральному живленні рослин.
68. Антагонізм іонів і фізіологічно врівноважені розчини.
69. Живлення рослин азотом і відновлення нітратів у рослинах.
70. Особливості азотного живлення в бобових рослин.
71. Потреба рослин у елементах мінерального живлення в онтогенезі.
72. Діагностика мінерального живлення рослин.
73. Фізіологічні основи застосування добрив.
74. Вирощування рослин на різних субстратах. Гідропоніка.
75. Загальні уявлення про фотосинтез і його значення в природі і сільському господарстві.
76. Листок як орган фотосинтезу. Пігменти зеленого листка.
77. Світлова фаза фотосинтезу.

78. Циклічне і нециклічне фотофосфорилювання.
79. Метаболізм вуглецю за Кальвіном ( $C_3$ -шлях фотосинтезу).
80.  $C_4$ -шлях фотосинтезу.
81. Інтенсивність фотосинтезу та його залежність від екологічних умов. Добовий і сезонний хід фотосинтезу.
82. Показники фотосинтезу.
83. Світлокультура рослин.
84. Загальні уявлення про дихання і його значення в житті рослин.
85. Теорії дихання Баха, Палладіна, Костичева, Віланда.
86. Загальні уявлення про бродіння. Взаємозв'язок процесів бродіння і дихання за Костичевим.
87. Процес гліколізу, його енергетичний вихід та роль.
88. Цикл трикарбонових кислот (цикл Кребса) і його енергетика.
89. Цикл гліоксалевої кислоти. Пентозофосфатний шлях дихання.
90. Дихання – центральна ланка обміну речовин.
91. Взаємозв'язок процесів дихання і фотосинтезу.
92. Інтенсивність дихання і її залежність від зовнішніх і внутрішніх чинників.
93. Особливості дихання окремих органів рослин.
94. Дихальний коефіцієнт.
95. Поняття про ріст і розвиток рослин.
96. Фази розвитку клітини.
97. Фітогормони, місце їх синтезу, транспорт і механізм дії.
98. Ретарданти, їх застосування в рослинництві.
99. Використання фітогормонів і їх синтетичних аналогів у рослинництві і плідівництві.
100. Типи росту органів рослин.
101. Залежність росту рослин від зовнішніх і внутрішніх чинників. Закон великого періоду росту.
102. Кореляція ростових процесів органів рослин. Явище полярності.
103. Тропізми і настії.
104. Спокій рослин, його види та фізико-хімічні і біологічні основи.
105. Штучне переривання спокою рослин.
106. Фізіологія проростання насіння та вплив на нього внутрішніх і зовнішніх чинників.
107. Онтогенез рослин.
108. Теорії індивідуального розвитку рослин.
109. Вплив фізичних і хімічних чинників на розвиток рослин.
110. Взаємозв'язок вікових змін і генеративного розвитку рослин.
111. Органогенез основних сільськогосподарських культур.
112. Фенологічні фази розвитку сільськогосподарських культур.
113. Старіння і омолодження рослин, можливість управління цими процесами.
114. Зміни фізико-хімічних і функціональних якостей рослинних клітин і тканин при пошкодженнях.

115. Фізіолого-біохімічні зміни теплолюбних рослин при зниженні плюсових температур.
116. Холодостійкість рослин і шляхи її підвищення.
117. Порушення в клітинах і тканинах, що відбуваються при їх заморожуванні.
118. Морозостійкість рослин. Загартування рослин, його фази.
119. Засоби підвищення морозостійкості озимих культур.
120. Фізіолого-біохімічні порушення в рослинах при випріванні, випиранні, вимоканні і при утворенні льодяної кірки.
121. Зимостійкість. Засоби підвищення зимостійкості озимих культур.
122. Вплив на рослину надлишку води і основні показники їх стійкості проти затоплення.
123. Вилягання рослин, його причини і способи попередження.
124. Зміни в обміні речовин, росту і розвитку рослин при дії максимальних температур.
125. Жаростійкість рослин. Засоби її підвищення.
126. Особливості водообміну у ксеро- і мезофітів.
127. Посухостійкість рослин і шляхи її підвищення.
128. Критичні періоди в розвитку рослин у відношенні дії високих температур і нестачі води.
129. Фізіологічні процеси цвітіння рослин.
130. Вплив посухи і високої температури на процеси цвітіння, запилення і запліднення у рослин.
131. Взаємодія вегетативних і репродуктивних органів при формуванні зернівки.
132. Обмін речовин при формуванні зернівки злакових.
133. Перетворення речовин і їх нагромадження при досяганні насіння олійних культур.
134. Фізіолого-біохімічні процеси при формуванні і досяганні соковитих плодів.
135. Штучне прискорення досягання плодів і насіння.
136. Перетворення вуглеводів під час росту і досягання коренеплодів.
137. Ріст і досягання бульб картоплі.
138. Шляхи регулювання якості насіння, плодів та інших запасуючих органів рослин.

## ЗАВДАННЯ ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ ЗГІДНО ШИФРУ

| Перед-<br>остання<br>цифра<br>шифру | Остання цифра шифру                        |                                            |                                            |                                            |                                            |                                            |                                            |                                            |                                            |                                            |
|-------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                                     | 0                                          | 1                                          | 2                                          | 3                                          | 4                                          | 5                                          | 6                                          | 7                                          | 8                                          | 9                                          |
| <b>0</b>                            | 8, 11, 45, 70,<br>82, 89, 101,<br>116, 134 | 9, 38, 53, 62,<br>76, 87, 104,<br>126, 135 | 1, 19, 51, 68,<br>83, 88, 106,<br>124, 136 | 5, 26, 58, 66,<br>77, 86, 97,<br>128, 137  | 6, 35, 52, 61,<br>83, 90, 108,<br>123, 135 | 7, 43, 58, 66,<br>79, 93, 109,<br>127, 136 | 6, 38, 55, 61,<br>83, 90, 104,<br>123, 136 | 7, 10, 45, 68,<br>81, 90, 96,<br>118, 135  | 8, 24, 54, 66,<br>77, 85, 112,<br>122, 136 | 3, 39, 54, 63,<br>75, 84, 95,<br>114, 135  |
| <b>1</b>                            | 8, 16, 46, 74,<br>78, 94, 105,<br>128, 134 | 3, 29, 46, 65,<br>75, 90, 112,<br>117, 129 | 4, 37, 54, 60,<br>82, 87, 95,<br>127, 138  | 5, 44, 59, 67,<br>80, 91, 103,<br>122, 130 | 6, 15, 45, 73,<br>77, 84, 95,<br>117, 131  | 7, 20, 51, 63,<br>82, 93, 104,<br>127, 135 | 4, 21, 53, 73,<br>82, 91, 102,<br>118, 138 | 5, 30, 47, 64,<br>76, 86, 96,<br>128, 137  | 9, 21, 50, 64,<br>83, 94, 113,<br>123, 133 | 4, 12, 46, 71,<br>83, 85, 96,<br>115, 129  |
| <b>2</b>                            | 9, 11, 46, 69,<br>82, 93, 106,<br>114, 132 | 8, 39, 56, 62,<br>75, 85, 97,<br>119, 131  | 2, 12, 47, 70,<br>83, 93, 96,<br>125, 137  | 3, 18, 48, 61,<br>80, 93, 105,<br>120, 138 | 4, 23, 53, 66,<br>76, 90, 112,<br>115, 130 | 7, 31, 48, 63,<br>77, 92, 105,<br>124, 130 | 5, 12, 57, 61,<br>76, 92, 111,<br>119, 130 | 6, 22, 54, 72,<br>81, 89, 101,<br>114, 129 | 1, 17, 47, 60,<br>79, 84, 95,<br>124, 133  | 5, 19, 58, 73,<br>80, 86, 97,<br>116, 136  |
| <b>3</b>                            | 1, 40, 57, 63,<br>76, 92, 107,<br>115, 135 | 9, 32, 49, 62,<br>78, 86, 98,<br>120, 135  | 3, 41, 58, 64,<br>77, 84, 97,<br>126, 135  | 4, 13, 48, 71,<br>75, 94, 106,<br>121, 136 | 5, 19, 49, 62,<br>81, 94, 111,<br>116, 137 | 8, 23, 55, 71,<br>80, 93, 100,<br>125, 136 | 5, 40, 55, 64,<br>76, 84, 105,<br>125, 136 | 6, 32, 47, 71,<br>81, 93, 110,<br>120, 135 | 7, 13, 45, 62,<br>77, 85, 97,<br>115, 131  | 6, 25, 45, 60,<br>75, 87, 98,<br>117, 129  |
| <b>4</b>                            | 2, 33, 50, 61,<br>79, 91, 108,<br>116, 134 | 1, 24, 59, 70,<br>78, 87, 99,<br>121, 133  | 4, 34, 51, 62,<br>80, 85, 98,<br>127, 133  | 5, 42, 59, 65,<br>78, 84, 107,<br>122, 129 | 6, 14, 50, 72,<br>76, 92, 110,<br>128, 135 | 9, 14, 46, 63,<br>78, 94, 109,<br>126, 132 | 1, 10, 59, 72,<br>80, 92, 113,<br>116, 138 | 2, 20, 52, 74,<br>83, 92, 103,<br>122, 132 | 6, 13, 47, 72,<br>82, 85, 106,<br>126, 130 | 7, 41, 56, 65,<br>77, 94, 113,<br>121, 137 |
| <b>5</b>                            | 3, 25, 57, 59,<br>79, 90, 98,<br>117, 138  | 2, 15, 47, 64,<br>79, 88, 100,<br>122, 134 | 4, 31, 46, 70,<br>82, 94, 104,<br>124, 136 | 9, 27, 57, 69,<br>80, 90, 102,<br>117, 137 | 1, 29, 59, 71,<br>82, 88, 111,<br>127, 138 | 1, 34, 49, 73,<br>82, 93, 108,<br>127, 133 | 2, 30, 45, 69,<br>83, 93, 99,<br>115, 129  | 3, 11, 58, 60,<br>75, 93, 112,<br>123, 137 | 7, 20, 45, 74,<br>81, 86, 107,<br>127, 138 | 8, 14, 48, 73,<br>81, 93, 95,<br>122, 131  |
| <b>6</b>                            | 4, 16, 48, 65,<br>80, 89, 109,<br>118, 133 | 3, 35, 50, 74,<br>83, 89, 107,<br>123, 132 | 8, 33, 48, 72,<br>80, 84, 109,<br>116, 134 | 1, 25, 55, 67,<br>78, 91, 103,<br>118, 132 | 2, 28, 58, 70,<br>81, 89, 112,<br>128, 131 | 2, 43, 58, 67,<br>79, 92, 110,<br>128, 137 | 1, 15, 49, 74,<br>80, 86, 99,<br>118, 132  | 7, 30, 55, 65,<br>79, 88, 99,<br>119, 136  | 8, 26, 50, 61,<br>76, 87, 108,<br>128, 137 | 9, 21, 59, 73,<br>80, 92, 100,<br>123, 137 |
| <b>7</b>                            | 5, 36, 51, 60,<br>78, 88, 106,<br>119, 131 | 4, 10, 59, 68,<br>80, 91, 101,<br>124, 136 | 9, 42, 57, 66,<br>78, 85, 98,<br>117, 138  | 2, 22, 52, 65,<br>75, 92, 104,<br>119, 134 | 3, 26, 56, 68,<br>79, 91, 113,<br>114, 135 | 3, 16, 50, 73,<br>79, 91, 111,<br>114, 133 | 2, 22, 58, 72,<br>82, 87, 100,<br>119, 130 | 8, 34, 56, 69,<br>75, 89, 110,<br>119, 133 | 9, 31, 52, 66,<br>80, 88, 109,<br>114, 137 | 1, 27, 46, 62,<br>77, 91, 101,<br>124, 138 |
| <b>8</b>                            | 6, 44, 58, 69,<br>81, 87, 110,<br>120, 135 | 5, 17, 55, 71,<br>78, 90, 102,<br>125, 134 | 6, 17, 49, 66,<br>81, 87, 100,<br>144, 135 | 7, 27, 59, 68,<br>76, 85, 109,<br>124, 130 | 8, 36, 53, 60,<br>81, 90, 108,<br>126, 137 | 4, 23, 57, 73,<br>83, 90, 112,<br>115, 129 | 3, 28, 47, 63,<br>78, 88, 101,<br>120, 136 | 9, 37, 57, 72,<br>78, 90, 101,<br>120, 134 | 1, 35, 53, 70,<br>76, 89, 110,<br>115, 138 | 2, 32, 48, 67,<br>75, 90, 96,<br>125, 130  |
| <b>9</b>                            | 7, 18, 45, 72,<br>77, 86, 111,<br>121, 135 | 6, 24, 56, 74,<br>79, 92, 103,<br>126, 138 | 7, 37, 52, 61,<br>77, 88, 105,<br>115, 130 | 8, 18, 50, 67,<br>82, 86, 110,<br>125, 136 | 9, 28, 45, 67,<br>75, 87, 107,<br>125, 138 | 5, 29, 48, 64,<br>80, 91, 113,<br>116, 135 | 4, 33, 49, 68,<br>76, 89, 102,<br>121, 132 | 1, 39, 58, 74,<br>81, 91, 102,<br>121, 136 | 2, 38, 54, 73,<br>80, 91, 111,<br>116, 135 | 3, 36, 51, 71,<br>77, 89, 113,<br>126, 137 |