

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

_____ А.В. Пантелеймонов

Робоча програма навчальної дисципліни

Фізіологія та біохімія рослин

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 09 Біологія

(шифр і назва)

спеціальність 091 Біологія

(шифр і назва)

освітня програма Біологія

(шифр і назва)

спеціалізація _____

(шифр і назва)

вид дисципліни обов'язкова

обов'язкова / за вибором

факультет біологічний

2019 / 2020 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету

19 червня 2019 року, протокол № 6

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Жмурко В.В., доктор біологічних наук, професоркафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів,
Тимошенко В.Ф., кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів,
Юхно Ю.Ю., старший викладач кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

Програму схвалено на засіданні кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

Протокол від 14 червня 2019 року, № 21

В.о. завідувача кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів

В.Ф. Тимошенко

_____ (підпис)

Програму погоджено науково-методичною комісією біологічного факультету

Протокол від 18 червня 2019 року, № 11

Голова науково-методичної комісії біологічного факультету

В.В. Мартиненко

_____ (підпис)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ РОСЛИН” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки

_____ перший (бакалаврський)

(назва рівня вищої освіти)

спеціальності _____ 091 Біологія

спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ РОСЛИН є набуття студентами сучасних теоретичних знань з фізіології та біохімії рослин та практичних навичок, необхідних для професійної діяльності в галузі біології.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ РОСЛИН сформування цілісного уявлення про:

- особливості функціонування рослинного організму;
- зв'язок фізіологічних функцій та метаболічних систем у рослині;
- регуляцію фізіологічних функцій в системі цілісного організму;
- зміни у фізіологічних процесах за дії факторів навколишнього середовища;
- особливості перебігу біохімічних процесів у рослинному організмі.

1.3. Кількість кредитів – 7.

1.4. Загальна кількість годин – 210.

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна	
Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Рік підготовки	
3-й	3-й
Семестр	
6-й	5-й
Лекції	
64 год.	20 год.
Практичні, семінарські заняття	
0 год.	0 год.
Лабораторні заняття	
48 год.	8 год.
Самостійна робота	
98 год.	182 год.
Індивідуальні завдання	
10 год. (за рахунок самостійної роботи)	

1.6. Заплановані результати навчання:

В результаті навчання за даним курсом студенти повинні знати: структуру і функції рослинної клітини, водний режим, фотосинтез, дихання, мінеральне живлення рослин, ріст, розвиток і морфогенез рослин, системи регуляції і інтеграції рослин, експресію геному і фізіологічні функції, фізіологію розмноження, рухи рослин, адаптацію та механізми стійкості рослин. При подальшому навчанні і професійній діяльності студенти повинні бути здатними осмислювати нову інформацію в контексті набутих знань про будову, фізіологію та біохімію рослин.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Вступ

Предмет, об'єкт, метод та становлення фізіології і біохімії рослин. Фізіологія рослин - наука про організацію та координацію функціональних систем рослинного організму. Пізнання закономірностей життєдіяльності рослин на різних рівнях організації живої матерії (від молекулярного до біосферного). Об'єкт фізіології рослин – еукаріотичні фототрофні організми. Специфічні особливості функціонування зелених рослин. Методологічні основи фітофізіології. Специфічні методи фізіології рослин як науки. Етапи розвитку фізіології рослин. Вітчизняні школи фізіологів рослин. Головні завдання фізіології рослин у зв'язку з глобальними проблемами сучасності.

Розділ 1. Фізіологія рослинної клітини. Фотосинтез. Дихання.

Тема 1. Рослинна клітина як елементарна структурна та функціональна одиниця багатоклітинного організму. Специфічні особливості рослинної клітини. Мембрани рослинної клітини, їхня організація, властивості, функції та роль у клітині. Транспорт речовин через рослинні мембрани. Концепція ендомембрани рослинної клітини. Біохімічна та функціональна різноманітність мембран.

Тема 2. Структурна організація клітини - основа її функціонування як цілісної системи. Основні структурні елементи рослинної клітини. Ядро, рибосоми, ендоплазматичний ретикулум, апарат Гольджі - організація і функціонування органел. Мітохондрії та пластидна система - напівавтономні органели. Гіпотези походження клітинних органел. Взаємодія ядерного, мітохондріального й хлоропластного геномів. Подвійний генетичний контроль за синтезом білків у хлоропластах і мітохондріях. Мікротільця: гліоксісоми, пероксісоми, сферосоми. Цитозоль і цитоскелет, особливості будови у зв'язку з біологічними функціями. Вакуоль, організація й основні функції. Рослинна клітина як осмотична система. Клітинна стінка, хімічний склад, будова, основні функції, біогенез.

Функціональні взаємодії різних органел клітини. Рослинна клітина як відкрита система. Регуляторні системи клітини. Внутрішньоклітинні механізми трансдукції сигналів і вторинні месенджери.

Тема 3. Фотосинтез - унікальний біологічний процес. Біосферна роль зелених рослин. Розвиток вчення про фотосинтез. Загальне рівняння фотосинтезу, його компоненти. Роль фотосинтезу в процесах енергетичного й пластичного обміну рослинного організму. Структурна організація фотосинтетичного апарату. Будова листка як органа фотосинтезу, зміни в онтогенезі. Ультраструктура хлоропластів (подвійна мембрана, строма, тілакоїди, грани). Еволюція структури фотосинтетичного апарату.

Тема 4. Пігментні системи фотосинтезуючих організмів. Хлорофіли - основні представники, спектральні, фізичні та хімічні властивості, функції у фотосинтезі. Хімічна будова хлорофілів, основні етапи біосинтезу молекули хлорофілу. Збуджений стан молекули хлорофілу (синглетний та триплетний) і шляхи передачі енергії збудження молекули хлорофілу, флуоресценція та фосфоресценція. Каротиноїди - класифікація, спектри поглинання, основні представники, функції у фотосинтезі. Фікобіліни - властивості, спектри поглинання, представники, роль у фотосинтезі. Явище хроматичної адаптації.

Тема 5. Первинні процеси фотосинтезу. Уявлення про фотосинтетичну одиницю. Антенні світлозбираючі комплекси (СЗК). Реакційні центри. Електронтранспортний ланцюг фотосинтезу. Уявлення про спільне функціонування двох фотосистем. Ефекти Емерсона. Основні функціональні комплекси електронтранспортного ланцюга - ФС 1, ФС 2, цитохром b_6/f ; їхній склад і функції. Системи фотоокислювання (фотолізу) води та виділення кисню при фотосинтезі. Z-схема транспорту електронів в електронтранспортному ланцюзі. Циклічний, нециклічний і псевдоциклічний потоки електронів. Фотофосфорилування. Характеристика типів фотофосфорилування - циклічного, нециклічного, псевдоциклічного. Механізм сполучення електронного транспорту і утворення АТФ.

Тема 6. Шляхи фіксації CO_2 (темнова стадія фотосинтезу). Цикл Кальвіна як джерело асимілятів. Зв'язок асиміляції CO_2 з фотохімічними реакціями. Хімізм реакцій циклу Кальвіна –

C-3 шляху фотосинтезу, його ключові ферменти, основні фази. Етапи процесу – карбоксилювання, відновлення ФГК, регенерація первинного акцептора. Різновиди фіксації CO₂ у фотосинтезі. Цикл Хетча-Слека – C-4 шлях фіксації CO₂. Структурна організація циклу. Кранц-анатомія листка. Різні метаболічні шляхи кооперативного фотосинтезу. САМ-тип метаболізму. Адаптивне значення C-4 і САМ-типу фіксації CO₂ для рослин. Гліколатний цикл – C-2 шлях фотосинтезу або фото дихання. Роль РБФК як оксигенази. Основні фази циклу. Просторова організація циклу – взаємодія трьох органел: хлоропласт–пероксисома–мітохондрія. Баланс між C-2 і C-3 шляхами фотосинтезу. Фізіологічне значення фотодихання. Взаємозв'язок фотосинтезу і процесів засвоєння азоту. Первинні продукти фотосинтезу, їх перетворення, розподіл та запасання.

Тема 7. Транспорт асимілятів у рослині. Внутрішньоклітинний транспорт: потоки метаболітів у хлоропласт і з нього. Близький транспорт асимілятів у листку, ситовидні трубки – організація та функціонування, механізм завантаження флоєми. Дальній транспорт асимілятів: склад флоємного соку, швидкість потоку, механізми дальнього транспорту. Поняття про атрагуючі центри і донорно-акцепторні взаємовідносини – напрямок і регуляція флоємного потоку.

Показники, що характеризують процес фотосинтезу. Екологія фотосинтезу. Вплив світла (інтенсивності та спектрального складу) на фотосинтез. Світлові криві фотосинтезу, компенсаційний пункт. Вплив на фотосинтез концентрації вуглекислоти, температури, вологозабезпечення, умов мінерального живлення. Денний хід фотосинтезу. Генетичні та онтогенетичні особливості фотосинтезу. Регуляція процесу фотосинтезу на різних рівнях його організації. Фотосинтез і біологічна продуктивність рослинних організмів. Фотосинтез і врожай.

Тема 8. Значення дихання в життєдіяльності рослинного організму – енергетична і пластична функції. Розвиток уявлень про клітинне дихання. Теорія В.І. Палладіна про клітинне дихання рослин – теорія «дихальних хромогенів». Біохімія дихання рослин. Типи окислювально-відновних реакцій. Ферменти оксидоредуктази – дегідрогенази, оксидази, оксигенази та ін.. Шляхи окислювання дихального субстрату в рослинній клітині. Гліколіз, бродіння, цикл Кребса, пряме окислювання глюкози, пентозофосфатний шунт, гліюксилатний цикл. Взаємозв'язок різних шляхів, їхнє значення і регуляція. Гліюксилатний цикл та гліюконеогенез. Специфіка клітинного дихання рослин. Цианідрезистентне дихання, альтернативна термінальна оксидаза, немітохондріальні електрон-транспортні ланцюги рослинної клітини.

Показники, що характеризують процес дихання. Дихальний контроль, дихальний коефіцієнт, ефект Пастера. Дихання як центральна ланка обміну речовин. Дихання росту та дихання підтримки. Регуляція дихання.

Екологія дихання – залежність від зовнішніх і внутрішніх факторів. Вплив концентрації кисню й вуглекислого газу, температури, водозабезпечення тканин, умов мінерального живлення на процес дихання. Онтогенетичні зміни, клімактеричний підйом дихання.

Розділ 2. Водний обмін. Мінеральне живлення.

Тема 9. Значення води в життєдіяльності рослин. Загальна характеристика водного обміну рослинного організму: надходження, транспорт і виділення. Показники, що характеризують водний обмін: водний баланс, водний дефіцит, оводненість. Форми води в рослині: вільна, зв'язана, гомеостатична та ін.

Водний обмін клітини. Основні закономірності поглинання води клітиною, механізми: осмотичний і шляхом набрякання біоколоїдів. Термодинамічні показники, що визначають стан води: активність води, хімічний потенціал, водний потенціал. Транспорт води клітиною – аквапорини, будова і функції. Складові водного потенціалу: осмотичний, гідростатичний, матричний і гравітаційний.

Тема 10. Поглинання води рослиною. Корінь як головний орган надходження води у рослину. Будова кореня, радіальний (близький) транспорт води в корені. Кореневий тиск – нижній кінцевий двигун води в рослині. Плач, гутація - фізіологічні явища як прояв дії кореневого тиску в рослині. Залежність надходження води в кореневу систему від температури, концентрації кисню, умов мінерального живлення. Явище «фізіологічної сухості». Добовий хід надходження води у корінь.

Виділення води рослиною. Транспірація – верхній кінцевий двигун води в рослині. Фізіологічне значення транспірації та гутації. Кількісні показники транспірації: інтенсивність,

продуктивність, транспіраційний коефіцієнт. Будова листка як органа транспірації. Види транспірації – продихова, кутикулярна, перидермальна. Будова продихів, механізми продихових рухів: калієвий механізм, осмотичний і гідродинамічний.

Продихова регуляція транспірації. Вплив зовнішніх (вологість, концентрація CO₂, світло, температура) і внутрішніх (оводненість тканин, гормональна регуляція) факторів на роботу продихів. Добовий хід роботи продихового апарату.

Вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на транспірацію як фізичний процес (вологість повітря, температура, вітер, площа поверхні, що випаровує) і як фізіологічний процес (світло, вологість ґрунту, умови мінерального живлення, кількість вільної води, вікові зміни, ендогенні ритми і т.п.). Засоби зниження транспірації – антитранспіранти.

Тема 11. Транспорт води по рослині: трансвакуолярний; апопластний, симпластний шляхи; ближній і дальній транспорт. Пересування води по судинах, сили когезії та адгезії в безперервному потоці води по рослині. Механізми взаємодії верхнього (транспірації) і нижнього (кореневого тиску) кінцевих двигунів. Градієнт водного потенціалу як рушійна сила надходження і пересування води в системі «ґрунт-рослина-атмосфера».

Екологія водного обміну рослин. Вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на водний обмін рослини. Особливості водного обміну у рослин різних екологічних груп (ксерофітів, мезофітів, гігрофітів) і шляхи адаптацій рослин до водного дефіциту.

Тема 12. Живлення рослин – кореневе і повітряне. Розвиток уявлень про кореневе живлення рослин. Основні закономірності поглинання речовин із ґрунту. Ґрунт як джерело мінеральних елементів. Структура ґрунтового поглинаючого комплексу (ГПК). Механізми та етапи поглинання іонів. Процеси дифузії і адсорбції як перший етап поглинання іонів. Поняття «уявного вільного простору» (УВП). Роль клітинних стінок у процесах адсорбції мінеральних речовин.

Транспорт іонів через плазматичну мембрану. Види мембранного транспорту: пасивний перенос і активний транспорт іонів (первинно- та вторинно-активний транспорт). Транспортні АТФ-ази. Функції H⁺-помп у рослинній клітині. Іонні канали рослин. Портерні системи (симпорт, антипорт, уніпорт). Транспорт елементів мінерального живлення. Внутрішньоклітинний, ближній і дальній, механізми і регуляція.

Тема 13. Вміст мінеральних елементів у рослині. Макро-, і мікроелементи. Фізіологічна роль окремих елементів. Азот і його значення в житті рослини. Круговорот азоту в природі. Біологічна азотфіксація. Мінеральні форми азоту, що використовують рослини. Поглинання, асиміляція і метаболізація нітратів. Ферментні системи, біохімічні шляхи відновлення нітратів, етапи та регуляція редукції нітратів. Поглинання і засвоєння амонію. Біохімічні шляхи асиміляції амонію: глутаматдегідрогеназний (ГДГ) та глутамін/глутаматсинтазний (ГС/ГТС) шляхи. Фізіологічна роль фосфору. Особливості фосфорного живлення рослин, поглинання, транспорт і метаболізм фосфору в рослині. Фізіологічна роль сірки. Поглинання, транспорт і асиміляція сульфату. Фізіологічна роль кальцію. Кальцій і системи внутрішньоклітинної сигналізації. Фізіологічна роль калію. Поглинання, транспорт, роль, дефіцит калію в рослині.

Мікроелементи. Фізіологічна роль заліза, міді, марганцю, молібдену, цинку, бору та ін. Metали як компоненти простетичних груп і як активатори ферментних систем. Участь мікроелементів у формуванні і функціонуванні електрон-транспортних ланцюгів фотосинтезу та дихання, у ростових процесах, в азотному і вуглеводному обміні і т.д.

Тема 14. Виділення речовин кореневою системою рослин. Механізми виділення і види спеціалізованих секреторних структур. Мінеральне живлення – фактор продуктивності рослин і якості врожаю. Фізіологічні основи застосування добрив.

Розділ 3. Ріст і розвиток рослин. Фізіологія стійкості.

Тема 15. Ріст рослин. Визначення поняття «ріст». Загальні закономірності, типи росту рослин. Клітинні основи росту - ембріональна фаза, фаза розтягнення й фаза диференціювання. Ріст клітини розтягненням, фаза «кислого» росту, роль ауксинів у цьому процесі. Диференціація клітин і тканин: компетенція і детермінація. Тотипотентність рослинної клітини. Ріст та діяльність меристем.

Особливості росту органів рослин. Властивості ростових процесів. Корелятивність, полярність, регенерація, нерівномірність – закон «великого періоду росту», ритмічність. Ріст

рослин і середовище. Залежність росту від зовнішніх факторів. Вплив температури, світла, вологості ґрунту й повітря, умов мінерального живлення на процеси росту.

Фоторецепція як один з механізмів регуляції морфогенезу рослин. Фоторецепція у червоній області спектру. Фітохромна система рослин. Морфологічні, біохімічні, генетичні ефекти фітохромів. Фоторецепція в синій області спектру: криптохроми і фототропін.

Тема 16. Механізми регуляції ростових процесів. Гормональна система рослин. Поняття фітогормону, класифікація. Рістстимулюючі фітогормони: ауксини, цитокініни, гібереліни. Ауксини – гормони апексу пагона. Історія відкриття, полярний (базипетальний) транспорт ауксинів, фізіологічні ефекти, синтетичні аналоги ауксинів. Цитокініки – гормони кореневого апексу. Історія відкриття, фізіологічна роль, синтетичні аналоги. Гібереліни – гормони листка. Історія відкриття, представники, фізіологічні ефекти. Рістінгібуючі фітогормони: абсцизова кислота (АБК) і етилен. АБК – гормон стресу; історія відкриття, фізіологічна дія. Етилен – гормон старіння; історія відкриття, фізіологічна дія.

Тема 17. Некласичні фітогормони: брасиностероїди, фузікокцин, жасмонова кислота, саліцилова кислота, олігосахарини, короткі пептиди. Взаємодія між різними фітогормонами. Рецепція фітогормонального сигналу. Поняття «фітогормональний баланс». Загальні метаболічні шляхи біосинтезу та розпаду фітогормонів. Синтетичні регулятори та інгібітори росту (гербіциди, ретарданти), їхнє практичне використання.

Рухи рослин. Механізми рухів: ростові та тургорні. Тропізми (фото-, гео-, термо-, гідро- та електротропізми). Гормональна природа тропізмів. Настії – дорзо-вентральні рухи; нутації – кругові рухи рослин. Сейсмонастичні рухи рослин. Фізіологічна роль рухів.

Тема 18. Розвиток рослин. Поняття «розвиток». Автономний та індукований розвиток. Життєвий цикл вищих рослин. Тривалість онтогенезу і його типи. Етапи онтогенезу: ембріональний, ювенільний, репродуктивний, сенільний. Їхні морфологічні, фізіологічні та метаболічні особливості. Спокій рослин: фізіологічний та вимушений, значення для життєдіяльності рослин.

Регуляція росту і розвитку. Внутрішні і зовнішні фактори, що визначають перехід рослин від вегетативного розвитку до генеративного. Фотоперіодизм. Відкриття фотоперіодизму, фотоперіодичні групи рослин. Сприйняття та передача фотоперіодичного сигналу. Роль фітохромної системи у фотоперіодичних реакціях. Яровизація. Відкриття, групи рослин в залежності від потреби у яровизації, механізм яровизації.

Тема 19. Фізіологія цвітіння. Основні етапи цвітіння: компетенція, ініціація, індукція, евокація, флоральний морфогенез. Класичні теорії зацвітання рослин. Гормональна теорія цвітіння М.Х. Чайлахяна. Багатофакторна теорія цвітіння Кіне, Берньє і Сакса. Молекулярно-генетичні аспекти цвітіння. АВС-модель формування квітки. Детермінація статі. Генетичні, фенотипічні і гормональні фактори, що визначають формування чоловічих і жіночих квіток. Формування насіння та плодів. Фізіологія вегетативного розмноження рослин. Теорії старіння рослин.

Тема 20. Культури ізольованих протопластів, клітин, тканин, органів як модель для вивчення процесів росту і розвитку. Використання методу культури клітин для вивчення біології клітини та з'ясування взаємовідношень частини і цілого в рослинному організмі. Шляхи практичного використання методів культур *in vitro* рослинних клітин, тканин, органів у сучасних біотехнологіях: продукування біологічно активних речовин, мікроклональне розмноження та одержання безвірусних рослин, збереження генофонду, екологічні біотехнології та ін.

Тема 21. Загальні поняття: стрес, адаптація, стійкість. Тріада стресу (за Сельє). Специфіка стресової реакції рослин. Реакція-відповідь рослин на стрес (зміна експресії генів, включення синтезу стресових білків, перебудови мембранних систем, синтез протекторних речовин). Біохімія адаптаційного процесу. Каскадні реакції неспецифічного адаптаційного процесу: перекисне окислення ліпідів, синтез сумісних осмолітів, синтез БТШ та ін. Механізми, стратегії та види адаптацій рослин.

Тема 22. Посухостійкість рослин. Види посухи: атмосферна і ґрунтова. Еволюційні адаптації рослин-ксерофітів до водного дефіциту. Фізіологічні адаптації мезофітів до посухи. Екстремальні температури і рослини. Дія високих температур і жаростійкість рослин. Термінові адаптації рослин. Білки теплового шоку (БТШ): особливості синтезу, групи, функції

молекулярних шаперонів. Дія низьких позитивних температур (холодостійкість), негативних температур (морозостійкість) і ґрунтово-кліматичних факторів (зимостійкість). Загартовування рослин. Солестійкість рослин. Галофіти, їхня класифікація і механізми еволюційних адаптацій до засолення ґрунтів.

Рослини в умовах гіпоксії і аноксії. Вищі рослини і ультрафіолетова радіація. Забруднення шкідливими газами. Токсичність їхньої дії на рослини. Формування стійкості до газів (регулювання їх надходження, підтримка внутрішньоклітинного гомеостазу, детоксикація отрут, що утворюються).

Особливості забруднення важкими металами. Їх токсичність для вищих рослин. Формування стійкості до важких металів – клітинні та молекулярні механізми. Радіаційна стійкість рослин і її механізми.

Розділ 4. Основи біохімії рослин

Предмет об'єкт і методи біохімії рослин. Особливості біохімічних процесів рослинних організмів. Значення біохімії рослин. Зв'язок з іншими біологічними науками. Практичне значення. Статична (структурна) та динамічна (метаболічна) біохімія. Первинний (генеральний) та вторинний (спеціалізований) метаболізм.

Тема 23. Біохімічна організація структури рослинного організму. Загальна характеристика вуглеводів, їхні функції, класифікація, характеристика окремих представників моно-, оліго- та полісахаридів. Структурні полісахариди клітинної оболонки рослин. Біосинтез та розпад вуглеводів: сахарози, крохмалю, целюлози та ін.

Протеїногенні та непротеїногенні амінокислоти. Пептиди. Їх роль у рослинах. Загальна характеристика рослинних білків. Специфічні властивості рослинних білків. Амінокислотний склад рослинних білків. Повноцінні та неповноцінні білки. Класифікація білків. Прості та складні білки. Властивості та особливості ферментів рослин.

Загальна характеристика ліпідів, їх класифікація. Жири (рослинні олії). Загальна характеристика, вміст в рослинах, практичне значення. Склад рослинних олій. Жирні кислоти, їх особливості. Основні фізико-хімічні константи жирів. Ліпоїди: загальна характеристика та роль у рослинах. Фосфоліпіди, гліколіпіди, сфінголіпіди, стероїди, воски, кутин, суберин, розчинні в жирах пігменти. Біосинтез насичених та ненасичених жирних кислот. Синтез та розпад тригліцеридів. Розпад жирних кислот: α -окислення, β -окислення, ω -окислення.

Органічні кислоти рослин. Загальна характеристика. Леткі, нелеткі, моно-, ді- та трикарбоніві кислоти. Роль оргкислот у рослинному організмі.

Тема 24. Речовини вторинного походження. Поняття «речовини вторинного походження». Речовини вторинного метаболізму: їх ознаки, класифікація, значення в рослинному організмі, локалізація. Зміни вторинного метаболізму в онтогенезі. Екологічна роль речовин вторинного метаболізму. Характеристика їх класів.

Фенольні сполуки: загальна характеристика, класифікація. Характеристика окремих груп: феноли, фенольні кислоти, фенолоцтові кислоти, гідроксикоричні кислоти та кумарини. Флавоноїди – найпоширеніша група фенолів. Класифікація, характеристика окремих груп – катехіни, антоціани, антохлори та ін. Пігменти клітинного соку рослин. Фактори, що зумовлюють колір пігментів. Олігомерні фенольні сполуки. Полімери – дубильні речовини (таніни), меланіни, лігнін. Синтез фенольних сполук: шикіматний та оцтово-малонатний шляхи. Функції фенолів у рослинах, їх практичне значення.

Ізопреноїди. Їх загальна характеристика та класифікація. Компоненти ефірних олій. Характеристика окремих представників, будова, властивості, розповсюдження, значення. Бальзами та смоли. Стероїди та каротиноїди. Поліпреноли. Каучук і гута. Біосинтез терпенів та терпеноїдів. Функції терпенів та терпеноїдів у рослинах. Алкалоїди. Загальна характеристика, розповсюдження, властивості, Класифікація: справжні алкалоїди, протоалкалоїди, псевдоалкалоїди. Утворення: попередники та етапи біосинтезу. Функції алкалоїдів у рослині.

Глікозиди. Загальна характеристика та класифікація. Будова аглікону. О-глікозиди, ціаногенні глікозиди, стероїдні (серцеві та сапоніни), глікоалколоїди, N-глікозиди, S-глікозиди, C-глікозиди. Їх будова, окремі представники, значення. Роль глікозидів у рослині. Їх практичне значення. Метаболічні зв'язки шляхів первинного та вторинного метаболізму в рослині.

Тема 25. Узагальнення. Рослина як система структур і функцій. Рівні структурної (клітина – тканина – орган – цілісний організм) та функціональної (фотосинтез, дихання, мінеральне живлення, водний обмін, стійкість, ріст і розвиток) організації рослинного організму. Механізми регуляції процесів життєдіяльності на різних структурних і функціональних рівнях організації рослинного організму: генетичні, гормональні, трофічні, ензиматичні, електрофізіологічні, донорно-акцепторні. Зовнішні фактори як чинники зміни рівня перебігу регуляторних процесів у рослині. Взаємодія та взаємообумовленість у функціонуванні структур та фізіолого-біохімічних процесів як комплементарної системи регуляції життєдіяльності рослин.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		лек	пр	лаб	інд	сам		лек	пр	лаб	інд	сам
Розділ 1. Фізіологія рослинної клітини. Фотосинтез. Дихання.												
Вступ. Предмет, об'єкт та методи фізіології рос-лин. Історія і сучасність науки	2	1		0		1	3	1		0		2
Тема 1. Мембрани рос-линної клітини. Концеп-ція ендомембрани	4	1		2		1	3	1		0		2
Тема 2. Структурна ор-ганізація клітини. Функ-ціональні взаємодії різ-них органоїдів клітини	7	2		4		1	6	1		1		4
Тема 3. Фотосинтез - унікальний біологічний процес. Біосферна роль зелених рослин. Розвиток вчення про фотосинтез. Загальне рівняння фотосинтезу	3	1		0		2	5	1		0		4
Тема 4. Пігментні сис-теми організмів, здатних до фотосинтезу	66	1		4		1	7	1		2		4
Тема 5. Первинні про-цеси фотосинтезу	7	3		2		2	9	1		0		8
Тема 6. Шляхи фіксації CO ₂ (темнова стадія фо-тосинтезу)	7	3		2		2	9	1		0		8
Тема 7. Транспорт асими-лятів у рослині. Екологія фотосинтезу	7	2		0		5	5	1		0		4
Тема 8. Дихання. Теорія В.І.Паладіна. Специфіка клітинного дихання рос-лин. Екологія дихання.	12	4		4		4	8	1		1		6
Разом за розділом 1	55	18		18		19	55	9		4		42

<i>Розділ 2. Водний обмін. Мінеральне живлення.</i>											
Тема 9. Водний обмін клітини.	3	1		0		2	8	0		0	8
Тема 10. Поглинання води кореневою системою. Транспірація.	7	2		3		2	7	1		2	4
Тема 11. Транспорт води по рослині. Екологія водного обміну.	4	2		0		2	9	1		0	8
Тема 12. Механізми та етапи поглинання іонів. Мембранний транспорт іонів.	8	4		2		2	7	1		0	6
Тема 13. Фізіологічна роль макро- та мікроелементів у рослині	6	2		2		2	7	1		0	6
Тема 14. Мінеральні добрива.	5	3		0		2	4	0		0	4
Разом за розділом 2	33	14		7		12	42	4		2	36
<i>Розділ 3. Ріст і розвиток рослин. Фізіологія стійкості.</i>											
Тема 15. Клітинні основи росту. Особливості росту органів. Фоторецепція.	6	2		0		4	7	0		0	7
Тема 16. Гормональна система рослин.	8	4		2		2	7	1		0	6
Тема 17. Некласичні фітогормони. Рухи рослин	6	2		0		4	8	0		0	8
Тема 18. Розвиток рослин. Фотоперіодизм, яровизація	11	2		0	5	4	9	1		0	8
Тема 19. Фізіологія цвітіння, розмноження, старіння рослин	11	2		0	5	6	9	1		0	8
Тема 20. Культури ізольованих протопластів, клітин, тканин, органів	2	0		1		1	6	0		0	6
Тема 21. Загальні поняття: стрес, адаптація, стійкість. Тріада стресу (за Сельє).	8	2		0		6	10	1		0	9
Тема 22. Посухо-, жаро-, волого- та солестійкість рослин	14	2		6		6	12	2		0	10
Разом за розділом 3	68	16		9	10	33	68	6		0	62
<i>Розділ 4. Основи біохімії рослин.</i>											
Тема 23. Вступ. Біохімічна організація структури рослинного організму. Загальна характеристика вуглеводів, білків, ліпідів рослин.	19	4		5		10	15	0		1	14
Тема 24. Речовини вторинного походження	26	10		9		7	22	1		1	20
Тема 25. Узагальнення. Рослина як система структур і функцій.	9	2		0		7	8	0		0	8
Разом за розділом 4	54	16		14		24	45	1		2	42
Усього годин	210	64		48	10	88	210	20		8	182

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Тема заняття	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
<i>Розділ 1. Фізіологія рослинної клітини. Фотосинтез. Дихання.</i>			
1	Техніка безпеки. Визначення структурної в'язкості цитоплазми.	3	
2	Визначення осмотичного тиску клітинного соку плазмолітичним методом за де-Фрізом.	3	1
	Вплив температури на проникність мембран рослинної клітини.		
3	Отримання витяжки пігментів зеленого листка. Оптичні та хімічні властивості хлорофілу. Фотоколориметричне визначення вмісту хлорофілу.	3	1
4	Хроматографічне розділення основних пігментів зеленого листка (за Сапожниковим). Вплив зовнішніх факторів на інтенсивність фотосинтезу.	3	
5	Визначення активності дихальних ферментів: аеробних дегідрогеназ, каталази.	3	1
6	Визначення активності дихальних ферментів: поліфенолоксидаз. Визначення коефіцієнта дихання проростаючого насіння.	3	
<i>Розділ 2. Водний обмін. Мінеральне живлення.</i>			
7	Визначення інтенсивності та відносної транспірації.	3	1
	Визначення відносної активності води. Розрахунок продихової поверхні на одиницю площі листка.		
8	Визначення об'єму, загальної та робочої адсорбційної поверхні кореневої системи (за Сабініним та Колосовим).	2	
9	Мікрохімічний аналіз золи.	2	1
	Виявлення нітратів у рослинах.		
<i>Розділ 3. Ріст і розвиток рослин. Фізіологія стійкості.</i>			
10	Визначення жаростійкості рослин (за методом Мацкова).	3	1
	Захисна дія цукрів на цитоплазму за дії негативних температур.		
11	Вплив концентрації солей на проростання насіння.	3	
12	Дія ауксинів, цитокінінів та гіберелової кислоти на ріст томатів.	3	
<i>Розділ 4. Основи біохімії рослин</i>			
13	Мікрометод визначення редуруючи цукрів.	2	1
14	Кількісне визначення крохмалю. Визначення хімічних констант рослинних олій.	3	
15	Визначення загальної кислотності рослинної сировини. Визначення сумарного вмісту фенольних сполук.	3	1
16	Прискорений метод визначення катехінів. Вплив рН середовища на зміну забарвлення антоціанів.	2	
17	Визначення вмісту дубильних речовин.	2	
18	Фотоколориметричний метод визначення ациклічних терпенових спиртів ефірних олій. Загальні якісні реакції на алкалоїди.	2	
	Разом	48	8

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
	Вступ. Познайтися з історією розвитку фізіології рослин	1	2
1	Занотувати загальний план будови мембрани рослинної клітини.	1	2
2	Занотувати структурну організацію клітини.	1	4
3	Познайтися з розвитком вчення про фотосинтез.	2	4
4	Познайтись з пігментними системами пластид.	1	4

5	Познайомитись з первинними процесами фотосинтезу.	2	8
6	Занотувати схему САМ-фотосинтезу.	2	8
7	Познайомитись з транспортом по флоемі.	5	4
8	Проаналізувати екологію дихання рослин.	4	6
9	Зробити схему водного обміну рослини.	2	8
10	Познайомитися з видами транспірації.	2	4
11	Скласти план відповіді на питання «Екологія водного обміну рослин».	2	8
12	Зробити схему мембранного транспорту іонів.	4	6
13	Познайомитись із фізіологічним значенням мікроелементів у рослині.	2	6
14	Виписати з літератури добрива, які містять симбіотичні мікроорганізми.	4	4
15	Познайомитися з особливостями росту органів рослин.	4	7
16	Занотувати приклади використання речовин гормональної дії в народному господарстві.	4	6
17	Ознайомитись з неklasичними фітогормонами.	4	8
18	Познайомитися з явищами фотоперіодизму, яровизації.	4	8
19	Розкрити поняття розмноження, старіння рослин.	6	8
20	Познайомитися з умовами культивування ізольованих протопластів.	2	6
21	Познайомитися з тріадою стресу (за Сельє).	6	9
22	Розкрити поняття волого- та солестійкості рослин.	6	10
23	Познайомитись із загальною характеристикою вуглеводів.	3	14
24	Познайомитись з речовинами вторинного походження.	7	20
25	Зробити узагальнення; «Рослина як система структур і функцій».	7	8
26	Виконання індивідуального завдання	10	0
	Разом	98	182

6. Індивідуальні завдання

Індивідуальні навчально-дослідні завдання виконуються у формі наукової реферативно-пошукової роботи згідно запропонованих тем в рамках програми курсу. Орієнтовний перелік тем наведено у Додатках. Обсяг роботи не більше 10-15 сторінок друкованого тексту. Робота повинна бути структурованою. Кожен підрозділ повинен закінчуватися узагальненням. Джерела інформації, які можна використовувати при написанні даної роботи, повинні бути сучасними (не пізніше 2010 року видання за винятком класичних праць з певних питань), та містити наукову, а не науково-популярну інформацію.

7. Методи контролю

1. **Самоконтроль.** Методичні посібники з відповідних розділів курсу містять завдання для самопідготовки і самоконтролю, який студенти можуть здійснювати, використовуючи підручники під час вирішення завдань.

2. **Поточний контроль.** Програма передбачає наступні форми поточного контролю:

- **контроль за веденням робочого альбому студентами:** здійснюється під час та наприкінці лабораторних робіт та показує успішність виконання практичних завдань та документування результатів лабораторних робіт;

- **тестування:** проводиться у формі експрес-контролю за тестовими завданнями, обраними випадковим чином. Матеріал для відповіді міститься у лекціях, відповідних навчальних посібниках;

- **контрольна робота:** передбачає письмову відповідь на поставлене теоретичне питання. Матеріал для відповіді міститься у лекціях, відповідних навчальних посібниках.

3. **Екзамен:** передбачає письмові відповіді на узагальнені теоретичні питання з різних розділів.

8. Схема нарахування балів (для денної форми навчання)

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання																									Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1								Розділ 2							Розділ 3					Розділ 4									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T17	T19	T21	T22	T23	T24	T25	Розділ 1	Розділ 3	60	40	100			
1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	15	15						

T1, T2 ... – теми розділів

Схема нарахування балів (для заочної форми навчання)

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання																									Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1								Розділ 2							Розділ 3					Розділ 4								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T17	T19	T21	T22	T23	T24	T25	Розділ 1	60	40	100			
2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	15						

T1, T2 ... – теми розділів

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка для чотирирівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно
70-89	добре
50-69	задовільно
1-49	незадовільно

9. Рекомендована література

Основна література

- Красильникова Л.А., Авксентьева О.А., Жмурко В.В. / Биохимия растений . -Х. ХНУ имени В.Н. Каразина, 2011. — 200 с.
- Кузнецов Вл. В., Дмитриева Г. А. Физиология растений. - М.: Высшая школа, 2006. -742 с.
- Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. - Київ: Либідь, 2005. - 808 с.
- Медведев С. Физиология растений. - С-Пб.: Изд-во С-Пб. университета. - 2013. - 512 с.
- Полевой В.В. Физиология растений. - М.: Высшая школа, 1989. - 464 с.

Допоміжна література

- Біохімія рослин: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Л.О. Красильникова, О.О. Авксентьева, В. В. Жмурко. - Х.: Колорит, 2007.- 191 с. - (серія «Університетська книга»).
- Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений.- М.: Мир, 1986. - Т.1. - 393с. - Т.2. - 342с.

3. Дерфлинг К. Гормоны растений. Системный подход. - М., 1985. - 297 с.
4. Избранные главы физиологии растений / В.Ф. Гавриленко, М.В. Гусев, К.В. Никитин и др. - М., 1989.
5. Кретович В.Л. Биохимия растений. -М.: Высшая школа, 1980.
6. Кулаева О.Н. Восприятие и преобразование гормонального сигнала у растений. К материалам международного симпозиума // Физиология растений. 1995, т. 42, № 5. С. 661-671.
7. Медведев С. Физиология растений. - С-Пб.: Изд-во С-Пб. университета. — 2004. - 336 с.

**10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції,
інше методичне забезпечення**

1. <http://fizrast.ru/>
2. <http://ellibrary.ru/>
3. <http://molbiol.ru/>
4. Фізіологія та біохімія рослин / Комплекс навч. метод. матеріалів / Авксентьєва О.О., Жмурко В.В., Юхно Ю.Ю., Щоголев А.С. – Х.: ХНУ, 2013. – 95 с.
5. Бібліотека кафедри.
6. Комплекс презентацій для лекцій з курсу «Фізіологія та біохімія рослин».

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ЗНАТЬ ЗА РОЗДІЛАМИ ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Розділ «Клітина, фотосинтез, дихання»

1. Будова рослинної клітини. Її принципова відмінність від бактеріальної і тваринної.
2. Будова та функції мембран. Концепція ендомембран.
3. Роль ядра в регуляції життєдіяльності клітини.
4. Апарат Гольджі. Його роль у функціонування клітини.
5. Будова і функції мітохондрій.
6. Мікротільця рослинної клітини – пероксисоми, гліоксисоми, сферосоми. Структура, функції, генетичний зв'язок мікротілець.
7. Рослинна клітина як система. Функціональний зв'язок органел.
8. Мікротільця рослинної клітини – пероксисоми, гліоксисоми, сферосоми. Структура, функції, генетичний зв'язок мікротілець.
9. Вакуоль, структура, функції, роль в життєдіяльності рослин.
10. Осмотичні властивості рослинної клітини. Роль осмотичних процесів в транспортних процесах рослин.
11. Регуляторні механізми рослинної клітини. Типи регуляції (трофічна, гормональна, електрофізіологічна, генна) процесів росту і розвитку рослин.
12. Рослинна клітина як система. Функціональний зв'язок органел.
13. Сутність і значення фотосинтезу, космічна роль зелених рослин.
14. Будова і функції фотосинтетичного апарату рослин.
15. Пластидна система рослинної клітини: хлоропласти, лейкопласти, хромопласти, їх генетичний зв'язок.
16. Фотосинтез як унікальний у фізико-хімічному і біологічному значенні процес.
17. Пігменти фотосинтезу: хлорофіли, каротиноїди, фікобіліни. Хімічна будова, функції Будова і функції фотосинтетичного апарату рослин.
18. Спектри поглинання хлорофілу, каротиноїдів та фікобілінів, їх значення в життєдіяльності рослин.
19. Механізм збудження молекули хлорофілу та шляхи міграції енергії збудження.
20. Уявлення про фотосинтетичну одиницю. Реакційні центри, активні комплекси.
21. Фотосистеми I і II, їх будова та функції.
22. Первинні процеси фотосинтезу (світлова фаза).
23. Електрон-транспортний ланцюг хлоропластів. Будова, функції.
24. Нециклічний (Z-схема) потік електронів в ЕТЛ хлоропластів.
25. Роль води в фотосинтезі. Механізм фотолізу води, його значення.
26. Циклічний потік електронів в електронтранспортному ланцюгу хлоропластів.
27. Механізм фотофосфорилування та синтезу АТФ.
28. Шляхи фіксації CO₂ в процесі фотосинтезу.
29. C₄-шлях фіксації CO₂, механізм, значення.
30. САМ-фотосинтез, механізм, значення.
31. Фотодихання, механізм, значення.
32. C₃-шлях фіксації CO₂ (цикл Кальвіна).
33. Денний хід фотосинтезу, механізми змін протягом світлового періоду.
34. Сучасні уявлення про механізм окисного фосфорилування.
35. Залежність інтенсивності фотосинтезу від етапів онтогенезу.
36. Регуляція фотосинтезу на різних рівнях організації.
37. Екологія фотосинтезу, залежність від факторів зовнішнього середовища.
38. Біологічна роль дихання та його значення в життєдіяльності рослин.
39. Сучасні уявлення про механізм дихання рослин.
40. Ферментні системи дихання. Класифікація, біологічна роль.
41. Основні шляхи окислення субстратів дихання, їх взаємозв'язок.
42. Гліколіз, механізм, значення, функції.

43. Гліюксилатний цикл, механізм, значення.
44. Пентозофосфатний окислювальний цикл. Роль в життєдіяльності рослин.
45. Цикл Кребса, механізм, значення, функції.
46. Електрон-транспортний ланцюг дихання, будова, функції, значення.
47. Дихання росту і дихання підтримки, їх зв'язок і значення в життєдіяльності рослин.
48. Зв'язок дихання з мінеральним живленням, фотосинтезом, ростом і розвитком рослин.
49. Показники дихального газообміну. Дихальний коефіцієнт.
50. Залежність дихання від факторів середовища.
51. Регуляція процесу дихання на різних етапах окислення дихального субстрату.

Розділ «Кореневе живлення рослин»

1. Розвиток уявлень про кореневе живлення рослин.
2. Значення води в життєдіяльності рослин.
3. Механізми транспорту речовин через мембрану.
4. Механізм поглинання води рослиною.
5. Верхній та нижній кінцевий двигуни.
6. Транспорт води в рослині — шляхи, механізми.
7. Поглинальна і нагнітальна діяльність кореневої системи. Кореневий тиск, “плач”, гутація.
8. Висхідний та низхідний водні потоки, значення, рушійні сили.
9. Транспорт води в рослині — шляхи, механізми.
10. Транспірація, значення, різновиди. Кількісні показники, які характеризують транспірацію.
11. Продихова транспірація. Рухи продихів і механізм процесу.
12. Залежність транспірації від умов середовища. Добова динаміка.
13. Водний режим рослин різних екологічних груп.
14. Сучасні уявлення про роль мінерального живлення в життєдіяльності рослин.
15. Грунт — природне середовище для мінерального живлення рослин — склад, рН, поглинальний комплекс.
16. Роль адсорбції та дифузії в транспорті іонів клітиною та кореневою системою.
17. Механізми поглинання мінеральних речовин коренем.
18. Транспорт іонів у рослині, механізми, значення.
19. Поняття про іонні насоси та їх роль в життєдіяльності рослин.
20. Транспірація, значення, різновиди. Кількісні показники, які характеризують транспірацію.
21. Біологічна фіксація молекулярного азоту. Механізм, значення в життєдіяльності рослин.
22. Фізіологічна роль азоту в рослині. Відновлення нітратів у рослинах, механізм, значення.
23. Шляхи асиміляції аміаку.
24. Фізіологічна роль мікроелементів (B, Mo, Cu, Mn, Si, Al, Zn).
25. Зв'язок водообміну рослин з транспортом асимілятів і мінеральних речовин.
26. Фізіологічна роль макроелементів (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Si, S) та їх метаболізація.
27. Фізіологічні основи застосування добрив. Позакореневе живлення рослин.
28. Іонний гомеостаз клітини та його значення в життєдіяльності.
29. Зв'язок водообміну рослин з транспортом асимілятів і мінеральних речовин.

Розділ «Ріст і розвиток рослин»

1. Явища росту і розвитку рослин. Взаємозв'язок між ними.
2. Етапи онтогенезу рослинної клітини — поділ, ріст, диференціація.
3. Етапи онтогенезу рослин, їх характеристика.
4. Значення ритмічності у рості і розвитку рослин. Циркадна і сезонна ритміка.
5. Морфогенез стебла, кореня, листка.
6. Регуляторна дія температури і світла на ріст і розвиток рослин.
7. Яровизація, сутність, значення.
8. Фотоперіодизм, значення в життєдіяльності рослин.
9. Роль фітохромної системи в життєдіяльності рослин.
10. Основні гіпотези регуляції переходу рослин до цвітіння — гормональна, трофічна, концепція системної регуляції.

11. Старіння рослин, гіпотези про природу старіння.
12. Загальні принципи фітогормональної регуляції.
13. Ауксини. Хімічна будова, функції.
14. Цитокініни. Хімічна будова, функції.
15. Гібереліни. Хімічна будова, функції.
16. АБК, етилен, хімічна природа, функції.
17. Синтетичні регулятори росту і розвитку рослин.
18. Механізми морфогенезу — компетентність, диференціація, детермінація.
19. Властивість тотипотентності рослинної клітини. Шляхи використання в біотехнології.
20. Спокій рослин, його види, значення в життєдіяльності.
21. Рісткові рухи рослин, види, значення, механізми.
22. Тропізми, механізми, значення.
23. Настії, механізм, значення.
24. Залежність росту від факторів зовнішнього середовища.
25. Основні стресові фактори (біотичні та абіотичні).
26. Фізіологія стресу.
27. Стресові та адаптивні механізми у рослин на клітинному, організмовому і популяційному рівні Зимостійкість та морозостійкість рослин.
28. Спокій рослин, його види, значення в життєдіяльності.
29. Посухостійкість рослин. Фізіолого-біохімічні процеси в умовах посухи.
30. Холодостійкість рослин. Зимостійкість та морозостійкість рослин.
31. Солестійкість рослин, типи галофітів.
32. Стійкість рослин до дії радіації.

Орієнтовний перелік тем для реферату

№ з/п	Теми рефератів
1	Характеристика етапів розвитку бобових рослин.
2	Історія розвитку вчення про фотоперіодизм.
3	Трофічна теорія переходу рослин до цвітіння.
4	Гормональна теорія цвітіння.
5	Багатофакторна теорія переходу рослин до цвітіння.
6	Механізми яровизації рослин.
7	Фізіологія цвітіння рослин.
8	Особливості фізіології довгоденних і короткоденних рослин при переході до цвітіння.
9	Характеристика системи фітохромів.
10	Характеристика системи криптохромів.