



СИЛАБУС

Волинський національний університет імені Лесі України
Факультет біології та лісового господарства
Кафедра ботаніки і методики викладання природничих наук

Дисципліна: Фізіологія рослин.

Коротка характеристика: нормативна; денна форма, на базі молодшого спеціаліста: 1 курс 1 семестр; 5 кредитів ЄКТС; 150 год., у т.ч. 36 год. лекцій, 36 год. лабораторних робіт; 10 год. консультацій, 68 год. самостійної роботи; форма контролю – залік.

Розклад занять: <http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>

Викладачі: Голуб Валентина Олександрівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент.

Комунікація зі студентами: електронною поштою golub.valentina@vnu.edu.ua, на заняттях згідно розкладу, за графіком консультацій.

Розклад занять розміщено на сайті навчального відділу СНУ:
<http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi?n=700>

Розклад консультацій. Консультації проводяться згідно розкладу, що розміщений на дошці оголошень кафедри ботаніки і методики викладання природничих наук

Передумови вивчення курсу: попередньо/паралельно студент повинен прослухати курси: «Ботаніка», «Хімія».

АНОТАЦІЯ КУРСУ

Мета курсу – забезпечити бакалаврів необхідним обсягом теоретичних знань, практичних умінь і навичок для пізнання закономірностей життєвих функцій рослин, розкриття їх механізмів, формування уявлення про структурно-функціональну організацію рослинних систем різних рівнів та вироблення шляхів керування рослинним організмом.

Завдання: методичні – сприяти оволодінню методами наукового пізнання, наукових досліджень у фізіології рослин; пізнавальні – виробити у студентів знання про головні функції рослинного організму та розкриття їх механізмів; практичні – закріпити на практиці отримані теоретичні знання з різних розділів фізіології рослини: водний режим рослини, фотосинтез, дихання, мінеральне живлення, ріст і розвиток рослин та інші. На основі одержаних знань про фізіологічні функції рослинного організму розробляти можливості керування продукційним процесом лісових фітоценозів, навчити студентів ставити наукову проблему, визначати тему і розробляти схему дослідів.

3. Компетентності

Після якісного вивчення дисципліни студенти опанують такі компетентності, як:
ЗК 9. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 10. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

ФК 2. Здатність проводити лісівничі вимірювання та дослідження.

В сукупності з іншими фаховими освітніми компонентами це дозволить досягти наступних програмних результатів:

ПРН 4. Володіти базовими гуманітарними, природничо-науковими та професійними знаннями для вирішення завдань з організації та ведення лісового господарства.

ПРН 5. Розуміти і застосовувати особливості процесів росту і розвитку лісових насаджень, теорії та принципи ведення лісового і мисливського господарства для вирішення завдань професійної діяльності.

До кінця навчання студенти будуть компетентними у таких питаннях: головні закономірності життєвих функцій рослинних організмів, структурно-функціональну організацію рослинних систем різних рівнів їх організації, молекулярні механізми процесів фотосинтезу і дихання, мінерального живлення, фізіологію і біохімію росту і розвитку рослин, запліднення, фізіологічні основи стійкості рослин як адаптацію до умов довкілля, регуляторні системи рослинного організму (ферменти, фітогормони, гена регуляція), сучасний стан і перспективи розвитку основних напрямків фітофізіології.

Також вони повинні вміти: формувати цілісний підхід до явищ життєдіяльності рослин, ставити питання і експериментально відповідати на них, володіти основами методології наукового пошуку, планування експерименту, працювати на обладнанні і приладах, що використовуються у основних фізіологічних дослідженнях, застосовувати на практиці методики досліджень.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Опис курсу: програма навчальної дисципліни «**Фізіологія рослин**» підготовки бакалавра складена відповідно до освітньо-професійної програми Лісове господарство спеціальності 205 Лісове господарство галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство

ПЕРЕЛІК ТЕМ ЛЕКЦІЙ З ПИТАННЯМИ, ЯКІ РОЗГЛЯДАЮТЬСЯ

Змістовий модуль 1. Хімічний та молекулярний склад рослинної клітини.

Рослинна клітина як осмотична система. Водний режим рослин

Тема 1. Предмет, завдання, напрямки розвитку, об'єкти та методи фізіології рослин.

Історичний огляд фітофізіологічних досліджень. та історія розвитку фізіології рослин

Тема 2. Хімічний та молекулярний склад рослин. Вуглеводи. Ліпіди. Білки. Нуклеїнові кислоти. Структура і функції клітини. Метаболічна компартментація клітини. Морфологія рослинної клітини.

Тема 3. Рослинна клітина як осмотична система. Водний режим рослин. Термодинамічні показники водного режиму. Дифузія. Осмос, його закон. Плазмоліз і деплазмоліз. Поступання води у рослинну клітину. Вміст і стан води в органідах рослинної клітини. Транспірація. Біологічне значення. Будова і реакції продохів. Кутикулярна транспірація. Основні параметри транспірації. Залежність від зовнішніх і внутрішніх факторів.

Тема 4. Корінь – орган водозабезпечення рослинного організму. Форми ґрунтової води. Шляхи пересування води через корінь. Обсяг кореневої системи і кількість води, поглинутої коренями. Кореневий тиск. Поняття водного дефіциту. Особливості водного обміну у гідратофітів, гомойо- та пойкилогідричних рослин. Фізіологічні основи зрошувального землеробства.

Змістовий модуль 2. Фотосинтез та дихання рослинного організму, їх стратегія та механізм

Тема 5. Фотосинтетична функція рослин. Апарат фотосинтезу. Типи вуглецевого живлення. Космічне значення рослин. Листок як орган фотосинтезу. Хлоропласти, їх хімічний склад, будова, онтогенез.

Тема 6. Світлова і темнова фаза фотосинтезу. Фотохімічний етап фотосинтезу. Циклічне і нециклічне фотофосфорилування. Темнова фаза фотосинтезу – С-3 шлях фіксації CO₂ (Цикл Кальвіна). Фотодихання.

Тема 7. Альтернативні шляхи асиміляції CO₂. Продукти фотосинтезу. С-4 шлях фотосинтезу. САМ – метаболізм. Фотосинтетичне утворення вуглеводів, білків і жирів.

Поняття про фотосинтетичний коефіцієнт. Екологія фотосинтезу. Залежність фотосинтезу від зовнішніх і внутрішніх факторів. Фотосинтез і врожай. Еволюція автотрофного живлення.

Тема 8. Дихання у рослин, його стратегія і механізми. Ультраструктура і хімічний склад мітохондрій. АТФ. Ферменти дихального обміну. Дихотомічний шлях дихання. Анаеробна фаза (гліколіз). Аеробна фаза (окислювальне декарбоксілювання пірвіноградної кислоти, цикл Кребса, ЕТЛ). Окислювальне і субстратне фосфорилування. Хеміосмотична теорія спряження окислення і фосфорилування.

Тема 9. Альтернативні шляхи дихального обміну. Пентозофосфатний шлях дихання. Гліюксилатний шлях. Локалізація в клітині реакцій дихального обміну. Субстрати дихання, дихальний коефіцієнт Альтернативні шляхи дихального обміну. Пентозофосфатний шлях дихання. Гліюксилатний шлях. Локалізація в клітині реакцій дихального обміну. Субстрати дихання, дихальний коефіцієнт. Екологія дихання. Вплив зовнішнього і внутрішнього факторів на дихання. Роль дихання у формуванні врожаю та його якості. Дихання і фотосинтез.

Змістовий модуль 3. Мінеральне живлення рослин. Фізіологія розмноження рослин і стійкості. Системи регуляції та інтеграції у рослин

Тема 10. Мінеральне живлення рослин. Класифікація мінеральних елементів. Макро-, мікро- і ультрамікроелементи, їх фізіологічна роль. Основні етапи засвоєння елементів мінерального живлення. Коренева система як орган поглинання мінеральних речовин. Пасивне і активне поглинання і транспортування. Шляхи та рушійні сили транспорту мінеральних речовин у радіальному та висхідному напрямі. Вплив зовнішніх умов.

Тема 11. Особливості живлення рослин азотом. Фізіологічна роль азоту. Форми азотного живлення. Фіксація молекулярного азоту. Амідні, їх роль. Редукція нітратів. Кругообіг азоту в природі.

Тема 12. Регенераційні процеси у рослин. Суть та значення регенерації. Фізіологічна і травматична регенерація, їх форми. Вегетативне розмноження рослин. Видільна функція рослин. Механізми виділення речовин. Зовнішні та внутрішні секреторні структури. Алелопатія. Леткі виділення рослин.

Тема 13. Системи регуляції та інтеграції у рослин. Фітогормонально-інгібіторна система. Ауксини, гібереліни, цитокініни. Етилен, абсцизова кислота. Фізіологія, біохімія дії, синтез. Системи регуляції та інтеграції у рослин. Внутрішньо- і міжклітинні системи регуляції. Рівні та механізми інтеграції у рослин. Регуляція активності ферментів. Генетична система регуляції. Мембранна і трофічна регуляція. Електрофізіологічна регуляція.

Змістовий модуль 4. Особливості росту клітин та цілісного рослинного організму. Фізіологія рослин і біотехнологія.

Тема 14. Особливості росту клітин та цілісного рослинного організму. Особливості росту клітин та цілісного рослинного організму. Фази росту клітин. Проростання насіння. Локалізація ростових процесів у рослин. Велика крива росту. Фізіологія розмноження рослин. Способи розмноження різних рослин. Запилення і запліднення.

Тема 15. Розвиток рослин. Рухи рослин. Етапи онтогенезу вищих рослин. Фенофази, етапи морфогенезу. Гормональна теорія розвитку рослин. Яровізація і фотоперіодизм. Рухи рослин. Подразливість, рецепція. Ростові рухи (тропізми і настії), тургорні рухи (сейсмонастії), таксиси, внутрішньоклітинні рухи, верхівковий ріст. Еволюція рухів у рослин.

Тема 16. Фізіологія стійкості рослин. Стійкість рослин – адаптивне пристосування. Поняття про стреси. Морозо-, зимо- і холодостійкість. Посухо- і жаростійкість. Солестійкість. Газостійкість. Стійкість рослин до радіації та інфекційних захворювань.

Тема 17. Фізіологія рослин і біотехнологія. Культура клітин, тканин. Кріобанк клітин і меристем. Трансгенні культури рослин. Біологічна азотфіксація. Біоактивні речовини. Рослини і біосфера. Цикл вуглецю, кисню, азоту. Біологічний кругообіг. Потік енергії.

Тема 18. Рослини і біосфера

Таблиця 1

**Тематика лабораторних занять
для студентів денної форми навчання галузі знань 20 Аграрні науки і
продовольство, спеціальності 205 Лісове господарство
(на базі молодшого спеціаліста)**

Тема	Кількість годин / балів
Якісне визначення цукрів, жирів та білків у рослинному матеріалі.	2 / 3
Рослинна клітина як осмотична система. Явище плазмолізу і деплазмолізу.	2/ 3
Визначення всисної сили клітин спрощеним методом (за Уршпрунгом).	2/ 2
Будова та рухи продохів у різних видів лісових культур.	2/ 2
Визначення показників транспіраційного процесу – інтенсивності та відносної транспірації у хвойних та листяних порід лісових культур.	2/ 2
Фізичні та хімічні властивості хлорофілу.	2/ 2
Розділення пігментів зеленого листка методом паперової хроматографії у різних видів лісових культур.	2/ 3
Визначення кількісного вмісту хлорофілів у витяжці	2/ 2
Фотосенсибілізуюча дія хлорофілу на реакцію перенесення водню.	2/ 2
Визначення інтенсивності фотосинтезу методом асиміляційної колби (за Л.О. Івановим і Н.А. Косовичем) у хвойних та листяних порід лісових культур.	2/ 2
Визначення інтенсивності дихання за кількістю виділеної вуглекислоти (за методом П. Бойсен-Іенсена) .	2/ 3
Діяльність амілази. Кислотний гідроліз крохмалю.	2/ 2
Визначення активності каталази у рослинних об'єктах.	2/ 2
Виявлення дегідрогеназ у рослинних об'єктах.	2/ 2
Вивчення впливу гетероауксину на ріст коренів різних лісових культур	2/ 2
Вплив концентрації розчину солей на проростання насіння.	2/ 2
Мікрохімічний аналіз попелу рослин (на прикладі хвойних та листяних порід лісових культур) .	2/ 2
Визначення кількісного вмісту нітратів у різних рослинних об'єктах	2/ 2
Разом	36 /40
Види підсумкових робіт, балів	
Робота на лабораторних заняттях	ІРС/ 40
Модульна контрольна робота 1	КР/ 30
Модульна контрольна робота 2	КР/ 30
Всього балів	100

Форма контролю*: ІРС –індивідуальна робота студента, КР – модульна контрольна робота/ контрольна робота. Форма і зміст таблиці може бути видозмінена, на розгляд кафедри.

Самостійна робота

1. Основні періоди розвитку науки про фізіологію рослин. Рівні вивчення рослинного організму.
2. Методи фізіології рослин. Редукціонізм. Інтегральний шлях вивчення процесів.
3. Метаболічна компартментація рослинної клітини.
4. Обмін речовин – основа функціональної єдності рослинного організму.
5. Вміст і стан води в органідах рослинної клітини.
6. Паренхімний (близький) та флоемний (далекий) транспорт асимілятів.
7. Історія відкриття і вивчення фотосинтезу.
8. Циклічне і нециклічне фотофосфорилування.
9. Переваги і недоліки С-4 шляху фотосинтезу порівняно з С-3 шляхом.
10. Відносна самостійність шляхів дихання, зв'язок між ними та іншими напрямками вуглеводного обміну.
11. Роль дихання у формуванні врожаю та його якості. Дихання і фотосинтез.
12. Класифікація мінеральних елементів. Макро-, мікро- і ультрамікроелементи, їх фізіологічна роль.
13. Шляхи та рушійні сили транспорту мінеральних речовин у радіальному та висхідному напрямі.
14. Праці Д.М. Прянишнікова в галузі дослідження азотного обміну в рослин.
15. Гормональна теорія розвитку рослин.
16. Характер адаптивних перебудов у синтезі та розпаді біополімерів у стресових умовах.
17. Координація системи регуляції та інтеграції різноманітних процесів.
18. Застосування фітогормонів та інших синтетичних регуляторів росту в лісовому господарстві.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Для студентів денної форми навчання галузі знань 20 Аграрні науки і продовольство, спеціальності 205 Лісове господарство

(на базі молодшого спеціаліста)

Критерії оцінювання: з кожної із тем змістових модулів 1,2,3,4 які виносяться на лабораторні заняття, студент може отримати певну кількість балів. Загальна сума балів, яку студент отримує за поточний контроль – 40 (див. табл.1). **Практичні навички (виконання лабораторної роботи) оцінюються** за результатами виконання лабораторних робіт. Для студентів денної форми навчання максимальна кількість балів за виконання лабораторної роботи – 2-3 бали. Лабораторна робота може бути оцінена на максимальну кількість балів, якщо студент вчасно виконав всі завдання, оформив роботу, зробив висновки. У разі несвоєчасного здавання лабораторних робіт їх приймання супроводжується додатковим усним захистом або ж за рішенням студента на нижчий бал. Цей захід, спрямований на виховання розуміння дедлайнів, додатково забезпечуватиме набуття *soft skills* фахового спілкування та особливостей тайм-менеджменту.

Проміжний контроль (модульна контрольна робота) проводиться письмово. Модульний зріз передбачає розв'язання тестових завдань та письмових питань відкритого типу, які складаються на основі лекційного курсу, лабораторних робіт і питань, які виносяться на самостійне опрацювання. Питання відкритого типу можуть бути у вигляді теоретичних запитань або задач. Правильне розв'язання тестового завдання оцінюється у 2 бали. Правильна відповідь на теоретичне питання або правильний розв'язок задачі оцінюється у 5 балів. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за

модульну контрольну роботу – 30 балів (загалом 60 балів за дві модульні контрольні роботи). Перескладання контрольних робіт відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний), що підтверджують неможливість або нездатність виконати завдання у встановлені строки.

Політика викладача щодо студента відвідування занять – відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

Політика щодо академічної доброчесності – списування під час проведення проміжних, а також підсумкових атестацій суворо заборонено (в тому числі із використанням мобільних пристроїв).

Неформальна освіта при викладанні дисципліни

Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті здійснюється відповідно до «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки»

(https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/08/2022_%D0%92%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB_%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B2_%D0%92%D0%9D%D0%A3_i%D0%BC_%D0%9B.%D0%A3_%D1%80%D0%B5%D0%B4.pdf)

За умови підтвердження, що зміст пройдених студентом майстер-класів (семінарів, курсів тощо) відповідає темам курсу дисципліни «Фізіологія рослин», сертифікати участі в них (або інші підтверджуючі документи) будуть достатньою підставою для зарахування відповідних тем.

Підсумковий контроль – залік. Оцінювання знань студентів здійснюється за результатами поточного й модульного контролю. При цьому завдання із цих видів контролю оцінюються в діапазоні від 0 до 100 балів включно.

У випадку незадовільної підсумкової оцінки, або за бажання підвищити рейтинг, студент складає залік у письмовій формі. При цьому на залік виноситься **100 балів**, а бали, набрані за результатами роботи на лабораторних заняттях та модульних контрольних робіт, анулюються. Для отримання оцінки потрібно набрати певну кількість балів згідно шкали оцінювання.

Оцінка за освоєння курсу виставляється згідно шкали оцінювання (табл. 2.).

Таблиця 2

Шкала оцінювання (національна та ECTS)

Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності	Оцінка	
	для екзамену	для заліку
90 – 100	Відмінно	Зараховано
82 – 89	Дуже добре	
75 - 81	Добре	
67 -74	Задовільно	
60 - 66	Достатньо	
1 – 59	Незадовільно	Незараховано (з можливістю повторного складання)

Контрольні питання

1. Предмет і завдання фізіології рослин.

2. Основні періоди розвитку фізіології рослин, як науки.
3. Дайте короткий історичний нарис розвитку фізіології рослин України.
4. Особливості будови рослинної клітини.
5. Цитоплазма, її хімічний склад, фізико-хімічна організація, властивості.
6. Клітинна оболонка, її хімічний склад, будова, властивості.
7. Вакуоля. Її фізіологічна роль.
8. Мембрани, будова, склад.
9. Органоїди рослинної клітини та їх роль в рослинному організмі.
10. Осмотичні властивості клітини.
11. Осмотичний тиск, осмотичний потенціал.
12. Тургорний тиск.
13. Всисна сила. Методика визначення.
14. Явище транспірації.
15. Шляхи транспортування води в рослині.
16. Кореневий тиск, “плач” та “гутація” у рослин.
17. Листок як орган транспірації.
18. Водний режим рослин різних екологічних груп рослин.
19. Водний баланс і водний дефіцит рослини. Види в’янення і їх вплив на фізіолого-біохімічний стан рослин.
20. Механізм поглинання коренем води та її рух по рослині. Кореневий тиск та його механізм. Явища “плачу” та гутації у рослин.
21. Екологічні групи рослин по відношенню до вологи, їх характеристика та приклади.
22. Значення та фізіологічна роль мікроелементів у житті рослин.
23. Форма азотного живлення доступна для рослин. Амідні та їх роль у рослині.
24. Значення та фізіологічна роль макроелементів у житті рослин.
25. Фізіологічні основи застосування добрив.
26. Фотосинтез: визначення, історія відкриття та вивчення цього процесу.
27. Хлорофіл, будова, хімічний склад, умови утворення хлорофілу.
28. Властивості (фізичні та хімічні) пігментів листа (на прикладі хлорофілу).
29. З яких стадій складається процес фотосинтезу (охарактеризувати).
30. Чому рослини з С-4 типом фотосинтезу характеризуються більш високою продуктивністю та посухостійкістю.
31. Порівняння процесу фотосинтезу рослин, що йде по шляху С-3 та по шляху С-4.
32. Фотофізичний етап процесу фотосинтезу.
33. Цикл Кальвіна.
34. Цикл Хетча-Слека.
35. Транспорт органічних речовин.
36. Фотосинтез та біопродуктивність.
37. Пігменти листа, їх класифікація, пігментні системи.
38. Залежність процесу фотосинтезу від інтенсивності світла, концентрації вуглекислого газу та мінерального живлення.
39. Залежність процесу фотосинтезу від температури, водного режиму, забруднення атмосфери шкідливими газами.
40. Процес дихання: визначення, історія розвитку вчення про дихання.
41. З яких стадій складається процес дихання.
42. Анаеробна фаза дихання – гліколіз.
43. Аеробна фаза дихання –цикл Кребса.
44. Електрон-транспортний або дихальний ланцюг.
45. Окислювальне фосфорилування.
46. Дихання та бродіння.
47. Субстрати дихання. Дихальний коефіцієнт.
48. Ферменти, їх класифікація та значення.

49. Теорії механізмів біологічного окислення.
50. Вплив на процес дихання вуглекислого газу, світла, температури.
51. Пентозофосфатний шлях дихання.
52. Гліюксолатний цикл процесу дихання.
53. Поняття “ріст” та “розвиток” рослин, їх взаємозв’язок.
54. Особливості росту клітин.
55. Первинний та вторинний ріст стебла.
56. Типи росту, що визначається характером розміщення конуса наростання (приклади рослин).
57. Типи росту (адвентивний та корелятивний), приклади.
58. Поняття про ріст рослин. Велика крива росту. Вплив зовнішніх та внутрішніх чинників на ріст рослин.
59. Розвиток (онтогенез) рослин.
60. Стан спокою рослин. Типи стану спокою.
61. Стан спокою насіння.
62. Стан спокою бруньок, явище регенерації.
63. Що таке фотоперіодизм? Яку роль відіграє фотоперіод в регуляції росту та розвитку рослин.
64. Фітогормони, їх класифікація та характеристика.
65. Подразливість у рослин. Пасивні та активні рухи у рослин.
66. Охарактеризувати явище стійкості у рослин.
67. Стійкість рослин. Види стійкості (стійкість рослин до забруднення важкими металами, солестійкість, газостійкість).
68. Холодо- та морозостійкість рослин. Підвищення холодостійкості рослин.
69. Радіаційний стрес у рослин.
70. Види адаптації рослин.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Голуб В.О., Волощинська С.С., Голуб С.М. Адаптаційні зміни пігментного комплексу рослин приавтомагістральних смуг дороги М-07 Київ – Ковель – Ягодин за дії іонів важких металів. // Природа Західного Полісся та прилеглих територій: зб. наук. прю /за заг.ред. Ф.В. Зузука.Т.2. – Луцьк: СНУ імені Лесі Українки, 2017. №14. С. 50-56
2. Голуб В.О., Голуб С.М., Єрмейчук Т.М. Фізіологія рослин: Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів денної форми навчання спеціальності 205 "Лісове господарство" факультету біології та лісового господарства. Луцьк : Сіті-Друк, 2022. 45с.
3. Кочубей С.М. Організація фотосинтетичного апарату вищих рослин/Кочубей С.М., переклад з англ. В.А.Тарасенко. К: Альтерпрес, 2001. 204 с.
4. Красильникова Л.А., Авксентьева О.А., Жмурко В.В. Біохімія рослин: навч. посіб./ 2-ге вид., допол. та перероб. Х.: ХНУ імені В.М. Каразіна, 2011. 200с.
5. Машевська А.С., Єрмейчук Т.М., Голуб В.О.. Фізіологія та біохімія рослин. Методичні вказівки.– Луцьк.: 2019. 78 с.
6. Макрушин М.М., Макрушина Є.М., Петерсон Н.В., Мельников М.М. Фізіологія рослин. Вінниця: „Нова книга”, 2006. 416 с.
7. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко: підручник (для студ.вищ.нав.закл.) К. : Либідь, 2005.808 с.
8. Негода О. В. Лабораторний практикум з фізіології рослин / О. В. Негода. К., 2003.112 с.
9. Фізіологія рослин : практикум / О.В. Войцехівська, А.В. Капустян та інш. За заг. ред. Т.В. Паршикової. Луцьк: Терен, 2010. 420 с.
10. Lewak S., Korcewicz J. Fizjologia roślin. Wprowadzenie, 2009. Wyd. Nauk. PWN
11. Korcewicz J., Lewak S. (red.) Fizjologia roślin, 2007. Wyd. Nauk. PWN