

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кафедра біології

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної

роботи М.І. Мальований

“ _____ ” _____ 2019 року

РОБОЧА ПРОГРАМА З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН»

Освітній ступінь: Бакалавр

Спеціальність: 205 «Лісове господарство»

Факультет: Лісового і садово-паркового господарства

Робоча програма з навчальної дисципліни «Фізіологія рослин» для здобувачів вищої освіти спеціальності 205 «Лісове господарство». – Умань: Уманський НУС, 2018. – 14 с.

Розробник – Голодрига О.В., кандидат с.-г. наук, доцент _____

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри біології

Протокол № 12 від 25 червня 2018 року

Завідувач кафедри _____ З. М. Грицаєнко

25 червня 2018 року

Схвалено науково-методичною комісією факультету лісового і садово-паркового господарства

Протокол № 1 від 31 серпня 2018 року

Голова науково-методичної комісії факультету лісового і садово-паркового господарства

„___” _____ 2018 р. _____ М.В. Шемякін

Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»	Нормативна	
Модулів – 5	Спеціальність 205 «Лісове господарство»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 9		2-й	3-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання – немає		Семестр	
Загальна кількість годин – 90		4-й	6-й
		Лекції	
Годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 2	Освітній ступінь: бакалавр	30 год.	8 год.
		Практичні, семінарські	
		год.	год.
		Лабораторні	
		28 год.	8 год.
		Самостійна робота	
		32 год.	74 год.
	Індивідуальні завдання: немає		
	Вид контролю: іспит		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить(%):

для денної форми навчання – 64,4:35,6

для заочної форми навчання – 17,8: 82,2

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Фізіологія рослин - наука про життєдіяльність рослинного організму. Її предметом вивчення є функції живих рослин, їх органів, тканин, клітин і клітинних компонентів. Фізіологія рослин вивчає процеси життєдіяльності рослинних організмів, відкриває можливості пізнання змін, які відбуваються в них під впливом природних і антропогенних чинників, є теоретичною основою раціонального використання і збереження лісових ресурсів, підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових і садово - паркових насаджень, забезпечує обґрунтований своєчасний контроль та управління ростом і розвитком рослин. Фізіологія рослин є фундаментальною наукою для слідуючих дисциплін: лісівництво, садово-паркове господарство, плідівництво, селекція, фітопатологія, ентомологія, інтегрований захист лісових і садово-паркових насаджень, зберігання та переробка плодів.

Основна мета викладання дисципліни:

- вивчення окремих процесів і закономірностей життя рослинного організму і їх значення для росту і розвитку рослин;
- виявлення взаємозв'язків, існуючих між окремими життєвими процесами і явищами;
- вивчення впливу зовнішніх умов на життєдіяльність рослин;
- пояснення життєвих явищ, їх фізичної і хімічної суті;
- вивчення шляхів управління життєвими процесами в рослинах у бажаному для людини напрямку.

Студенти повинні знати:

- історію, сутність, значення, проблеми та перспективи розвитку фізіології рослин;
- функції клітин, тканин і рослини загалом, а також перетворення, які в них проходять;
- методи визначення інтенсивності фотосинтезу та дихання у рослинних організмів;
- механізми гормональної регуляції на генному та мембранному рівнях, застосування фітогормонів у захисті рослин;
- фізіологічні основи зміни метаболізму рослин під час дії стресових факторів;
- залежність фізіологічних процесів від основних внутрішніх факторів та умов навколишнього середовища;
- засоби, методи та способи фізіологічного впливу на рослину для одержання високого врожаю;

- роль фізіології рослин у програмуванні продуктивності рослин, прогнозуванні стану екологічних систем та охороні природи.

Студенти повинні вміти:

- застосовувати знання з фізіології рослин в практиці;
- за морфологічними ознаками і фізіолого-біохімічними параметрами визначати життєвість дерев та здійснювати заходи щодо поліпшення їх стану;
- творчо використовувати знання з фізіології рослин для вирішення лісівничих і садово-паркових завдань.

1. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1. ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИННІЙ КЛІТИНІ

ЗМ 1. Тема 1. Вступ. Фізіологія рослинної клітини

Предмет і завдання фізіології рослин. Взаємозв'язок фізіології рослин з іншими біологічними дисциплінами. Методи фізіології рослин. Фізіологія рослин як теоретична основа агрономічних наук. Коротка історія розвитку фізіології рослин як науки і роль вітчизняних вчених у її розвитку. Основні напрямки розвитку сучасної фізіології рослин.

ЗМ 2.Тема 2. Клітина – основна структурна і функціональна одиниця живого організму. Клітинна теорія. Хімічний склад клітини.

Структурні компоненти клітини. Основні властивості цитоплазми як колоїдної системи: в'язкість, еластичність, рух та вибіркова проникність.

Біомембрани, їх структура і функції. Моделі мембран. Структура, хімічний склад і функціональна роль ядра. Рибосоми, їх будова і функції. Будова і функціональна роль диктіосом, мікротілець (пероксидом, гліюкисом). лізосом і сферосом. Напівавтономні структури клітини: мітохондрії і пластиди, їх будова та функції.

МОДУЛЬ 2. СТРУКТУРА І ФУНКЦІЇ МАКРОБІОМОЛЕКУЛ ТА ВОДНИЙ РЕЖИМ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН

ЗМ 3. Тема 3. Будова і функції біомакромолекул

Хімічний склад рослинної клітини. Амінокислоти. Білки. Структура білків. Нуклеїнові кислоти. Ферменти, їх будова, класифікація та механізм дії. Вітаміни, класифікація та характеристика окремих представників. Вітаміни як складова частина ферментів. Ліпіди. Вуглеводи. Взаємозв'язок між обміном вуглеводів і ліпідів.

ЗМ 4. Тема 4. Водний режим деревних рослин

Значення води в житті рослини. Поняття про водний режим рослин. Вміст і стан води в органоїдах, клітинах та окремих органах рослинного організму в онтогенезі. Методи визначення вмісту та стану води в рослинах.

Ґрунт - основне джерело води для рослини. Стан та форми ґрунтової води. Методи визначення вмісту води в ґрунті. Водний потенціал ґрунту. Поняття про коефіцієнт в'янення та "мертвий" запас вологи в ґрунтах різних типів.

Поглинання води кореневою системою. Механізми поглинання, симпластний та апопластний шляхи транспорту води. Шляхи та рушійні сили радіального транспорту води в корені. Плазмодесма кореневого волоска та ендодерма - головні бар'єри радіального транспорту води. Градієнт водного потенціалу - основна рушійна сила транспорту води у рослині. Активне та пасивне поглинання води коренем. Механізм кореневого тиску. Гутація і "плач" рослин. Залежність поглинання води коренем від умов зовнішнього середовища.

Рушійні сили та механізм висхідного транспорту води у ксилемі. Виявлення та значення присисної дії листків (верхнього кінцевого двигуна). Теорія зчеплення (когезія). Механізми пасивного підняття води в ксилемі за рахунок капілярних сил. Водний обмін між ксилемою та флоемою. Швидкість транспорту води у різних рослин.

Транспірація. Випаровування води рослиною, біологічне значення. Види транспірації. Характеристика основних параметрів. Інтенсивність транспірації, відносна транспірація, продуктивність транспірації, транспіраційний коефіцієнт, транспіраційний коефіцієнт фотосинтезу. Методи та одиниці вимірювання. Механізми регулювання відкривання та закривання продихів. Добовий хід транспірації. Залежність транспірації від температури повітря, світла, відносної вологості повітря, вологості ґрунту, мінерального живлення, онтогенезу рослини, вмісту води, фітогормонатно-інгібіторного співвідношення.

Особливості водного режиму рослин різних екологічних груп. Водний обмін у гідратофітних, пойкилогідричних і гомойогогідричних рослин. Екологічні групи гомологідричних рослин: гігро-, мезо- та ксерофіти.

МОДУЛЬ 3. МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН

ЗМ 5. Тема 5. Фізіологічні основи кореневого живлення рослин

Розвиток вчення про мінеральне живлення рослин. Методи дослідження мінерального живлення рослин. Механізми поглинання елементів мінерального живлення рослиною. Поняття про макро- і мікроелементи. Доступні для рослин форми сполук фосфору і сірки та їх участь в обміні речовин. Фізіологічна роль К, Са, Mg та ін. елементів. Фізіологічна роль мікроелементів. Роль азоту в житті рослини. Кругообіг азоту в біосфері. Фіксація атмосферного азоту вільноживучими і симбіотичними азотфіксаторами. Особливості азотного живлення бобових рослин. Біологічна фіксація азоту.. Відновлення нітратів і нітритів у рослинах. Причини нагромадження та методи визначення нітратів у рослинах.

Фізіологічні основи застосування добрив. Органічні та мінеральні добрива (прості, складні). Мікродобрива. Бактеріальні добрива. Строки, норми та способи внесення добрив.

МОДУЛЬ 4. ОСНОВНІ БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИННОМУ ОРГАНІЗМІ

ЗМ 6. Фотосинтез

Тема 6. Рослини як фотосинтезуючі організми

Фотосинтез. Історія відкриття та вивчення фотосинтезу. Значення фотосинтезу у природі, його космічна роль. Типи асиміляції вуглекислоти як адапційні пристосування у рослин до умов існування. Характеристика основних показників фотосинтезу, методи та одиниці їх вимірювання.

Хлоропласти, їх будова, хімічний склад і функції. Пластидні пігменти: хлорофіли, каротиноїди, фікобіліни; їх фізичні, хімічні та оптичні властивості.

Сучасне уявлення про механізм фотосинтезу. Енергетика і хімізм фотосинтезу. Світлова стадія фотосинтезу. Багатокомпонентні білкові комплекси ламел хлоропластів - світлозбиральний комплекс, фотосистеми I і II. Фотосинтетичне фотофос-форилування. Локалізація, будова та функціонування першої фотосистеми. Циклічний транспорт електронів. Фотосинтетичне фосфорилування, механізм утворення АТФ. Локалізація, будова і функціонування фотосистеми II. Нециклічний транспорт електронів. Фотоліз води, утворення відновника НАДФ-Н₂ і виділення кисню. Продукти світлової стадії фотосинтезу та шляхи їх використання.

Темнова стадія фотосинтезу. С₃-шлях фотосинтезу (цикл М.Кальвіна). Фази карбоксилювання, відновлення, регенерації.

С₄-шлях фотосинтезу. Праці Хетча. Слека. Особливості первинного карбоксилювання в клітинах мезофілу та вторинного в клітинах обкладки. Переваги і недоліки С₄ порівняно з С₃-шляхом засвоєння СO₂.

Залежність фотосинтезу від інтенсивності світла, спектрального складу світла, концентрації СO₂, температури, концентрації кисню, мінерального живлення, онтогенезу листка, вмісту асимілятів, хлорофілу (асиміляційне число), води, відкритості продихів. Добовий хід фотосинтезу. Регуляція фотосинтезу за різних рівнів організації.

ЗМ 7. Тема 7. Дихання рослин як основне джерело енергії

Поняття про дихання рослин. Історія вивчення та фізіологічна роль дихання. Аеробне й анаеробне дихання. Зв'язок дихання з фізіологічними процесами.

Хімізм дихання та бродіння. Субстрати дихання. Дихальний коефіцієнт.

Дихотомічний шлях дихання: локалізація, особливості, інтенсивність, значення. Анаеробна фаза дихання (гліколіз). Субстратне фосфорилування. Зв'язок дихання з бродінням за СП. Костичевим. Аеробна фаза дихання. Утворення ацетилкоензиму-А як проміжного ланцюга між ана- і аеробними стадіями. Цикл ди- і трикарбонових кислот (цикл Кребса): хімізм, значення. Будова електрон-транспортного ланцюга та особливості його функціонування. Окиснювальне фосфорилування.

Гліколатно-гліоксилатний шлях дихання: локалізація, хімізм, значення.

Зміна інтенсивності та шляхів дихання як адаптаційне пристосування до умов існування в онтогенезі рослин. Залежність дихання від температури,

вологості, світла, концентрації CO₂, O₂, мінерального живлення, онтогенезу клітини (органу), вмісту води, специфічності клітини, органу в зв'язку з функцією, яку виконує.

МОДУЛЬ 5 ФІЗІОЛОГІЯ ОНТОГЕНЕЗУ ТА СТІЙКІСТІЬ РОСЛИН ДО НЕСПРИЯТЛИВИХ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ.

ЗМ 8. Тема 8. Природні фітогормони та їх синтетичні аналоги

Регуляція ростових процесів на різних рівнях організації рослинного організму. Фітогормонально-інгібіторна система - основа регуляції росту та розвитку. Стимулятори росту та розвитку. Ауксини: відкриття, хімічний склад, фізіолого-біохімічна дія. Гібереліни: історія відкриття, хімічний склад, утворення, фізіологічна роль. Цитокініни. Апикальна меристема кореня - місце синтезу цитокінінів. Фізіологія і біохімія дії цитокінінів. Інгібітори росту: абсцизова кислота, етилен, фенольні сполуки та ін. Морфогенетична дія. Взаємодія фітогормонів. Механізм гормональної регуляції на генному та мембранному рівнях. Множинність дії фітогормонів. Застосування фітогормонів у рослинництві.

Синтетичні регулятори росту. Будова та фізіологічна активність штучних аналогів фітогормонів. Роль фітогормонів та їх аналогів у народному господарстві. Фізіологічно активні речовини негормональної природи (олігосахарини, ліпохітоолігосахарини, саліцилова кислота), їхня структура та роль у захисних реакціях рослин і розвитку надбаної стійкості.

ЗМ 9. Тема 9. Онтогенез і стійкість рослин

Поняття онтогенезу, росту і розвитку. Типи росту органів рослин. Проростання насіння. Фотоперіодизм. Рухи рослин. Способи руху у рослин: внутрішньоклітинні, таксиси, верхівковий ріст, ростові (тропізми і настії), тургорні рухи. Гео-, фото-, гідро-, хемо-, термо- та тігмотропізм. Ростові настії: фото-, термо-, гігро- та сеймонастії. Фізіологічна природа ростових рухів.

Періодичність росту. Стан спокою у рослин. Типи стану спокою: глибокий, вимушений. Фізіологічна природа спокою. Фізіологічний спокій насіння. Спокій бруньок і пагонів.

Розвиток рослин. Етапи онтогенезу вищих рослин: ембріональний, ювенільний, зрілості і розмноження, старості та відмирання. Життєвий цикл різних форм рослин. Теорія циклічного старіння й омолодження рослин. Праці М.П. Кренке. Вплив зовнішніх умов на процес розвитку. Фотоперіодизм. Фізіологія розмноження рослин. Фізіологія запилення і запліднення. Розвиток плодів і насіння.

Пристаєваність рослин до умов зовнішнього середовища як результат їх еволюції. Фізіолого-біохімічні зміни у теплолюбивих рослин до понижених позитивних температур. Холодо-стійкість і шляхи її підвищення. Дія на рослини мінусових температур. Морозостійкість рослин і шляхи її підвищення. Загартування рослин до мінімальних температур. Зимостійкість рослин.

Вилягання рослин, його причини і способи його попередження. Дія на рослини максимальних температур. Жаростійкість. Посухостійкість рослин. Класифікація рослин за відношенням до води. Солестійкість рослин і можливі шляхи її підвищення. Стійкість рослин до забруднення атмосфери, пестицидів та отрутохімікатів.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1. ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИННІЙ КЛІТИНІ												
ЗМ 1. Вступ. Фізіологія рослин її предмет і завдання	6	2		–		4	10	2	–			8
ЗМ2. Фізіологія рослинної клітини	12	4		4		4	10	–	–			10
Разом по М1	18	6		4		8	20	2	–			18
Модуль 2. СТРУКТУРА І ФУНКЦІЇ МАКРОБІОМОЛЕКУЛ ТА ВОДНИЙ РЕЖИМ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН												
ЗМ 3. Структура і функції макробіомолекул	12	4		4		4	10	2	4			8
ЗМ 4. Особливості водного режиму рослин	12	4		4		4	12	–	4			8
Разом по М2	24	8		8		8	22	2	4			16
МОДУЛЬ 3. МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН												
ЗМ 5 Фізіологічні основи кореневого живлення рослин	12	4		4		4	8	–	4			8
Разом по М3	12	4		4		4	8	–	4			8

Модуль 4. ОСНОВНІ БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИННОМУ ОРГАНІЗМІ											
ЗМ 6. Рослини як фотосинтезуючі організми	12	4	4	4	4	14	2	4			8
ЗМ 7. Дихання рослин як основне джерело енергії	12	4	4	4	4	10	2	–			8
Разом по М 4	24	8	8		8	24	4	4			16
Модуль 5. ФІЗІОЛОГІЯ ОНТОГЕНЕЗУ ТА СТІЙКІСТІЬ РОСЛИН ДО НЕСПРИЯТЛИВИХ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ.											
ЗМ 8. Природні фітогормони та їх синтетичні аналоги	6	2	2		2	8	–	–			8
ЗМ 9. Онтогенез і стійкість рослин	6	2	2		2	8	–	–			8
Разом по М 5	12	4	4		4	16	–	–			16
Усього годин	90	30	28		32	90	8	8			74

5. Перелік тем лабораторно-практичних занять

Назва теми та заняття	Форма контролю	Кількість годин	
		денна	заочна
Модуль 1			
<u>Фізіологія рослинної клітини.</u> Заняття 1. Структурна організація рослинної клітини. Надходження речовин у вакуолю. Заняття 2. Зміна проникності цитоплазми при пошкодженні.	Індивідуальне опитування, тестування по ЗМ 1	4	–
Модуль 2			
<u>Структура, функції біомолекул. Процеси обміну речовин у рослинному організмі.</u> Заняття 1. Визначення запасних речовин. Заняття 2. Виявлення аспарагіну. Заняття 3. Виявлення амілази в проростаючому насінні.	Індивідуальне опитування, тестування по ЗМ 2,3	4	–
<u>Водний обмін рослин.</u> Заняття 1. Порівняння транспірації верхнього і нижнього боку листка (за Шталем) Заняття 2. Визначення інтенсивності транспірації ваговим методом.	Індивідуальне опитування, тестування по ЗМ 4	4	2

Модуль 3			
<u>Мінеральне живлення.</u> Заняття 1. Визначення загальної і робочої адсорбуючої поверхні коріння. Заняття 2. Виявлення нітратів у рослинах.	Індивідуальне опитування, тестування по ЗМ 5	4	2
Модуль 4			
<u>Фотосинтез.</u> Заняття 1. Пігменти зеленого листка. Заняття 2. Оптичні властивості пігментів. Заняття 3. Визначення вмісту хлорофілу в листках за допомогою фотоелектро-калориметра.	Індивідуальне опитування, тестування по ЗМ 6	4	2
<u>Дихання</u> Заняття 1. Визначення інтенсивності дихання за кількістю виділеного вуглецю (за Бойсен-Іенсеном) Заняття 2. Визначення дихального коефіцієнту проростаючого насіння олійних культур.	Індивідуальне опитування, тестування по ЗМ 7,8	4	2
Модуль 5			
<u>Фізіологія онтогенезу рослин.</u> Заняття 1. Визначення зон росту органів рослин. Заняття 2. Визначення росту рослин за допомогою горизонтального мікроскопу. Заняття 3. Визначення життєздатності насіння методом забарвлення.	Індивідуальне опитування, тестування по ЗМ 9	4	–
Разом		28	8

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Фізіологія рослинної клітини	4	10
2	Будова і функції біомакромолекул	4	8
3	Особливості водного режиму рослин	4	8
4	Фізіологічні основи кореневого живлення рослин	4	8
5	Рослини як фотосинтезуючі організми	4	8
6	Дихання рослин як основне джерело енергії	4	8
7	Природні фітогормони та їх синтетичні аналоги	4	8
8	Ріст і розвиток рослин	2	8
9	Пристаосування і стійкість рослин до несприятливих факторів середовища	2	8
Разом		32	74

7. Методи навчання

Методи навчання передбачають лекції з використанням наглядного матеріалу, лабораторні заняття з використанням відповідних об'єктів досліджень та самостійна робота з детальнішим ознайомленням відповідних тем.

8. Методи контролю

Методи контролю: усне опитування, тестування по відповідному змістовному модулю, модульний контроль (тестування), підсумкове екзаменаційне тестування.

9. Розподіл балів при рейтинговій системі оцінювання з дисципліни «Фізіологія рослин»

	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4		Модуль 5		Підсумковий контроль	Загальна сума балів
	ЗМ 1	ЗМ 2	ЗМ 3	ЗМ 4	ЗМ 5	ЗМ 6	ЗМ 7	ЗМ 8	ЗМ 9		
Кількість балів за модуль	16		18		9	18		18		30	100
Змістові модулі	ЗМ 1	ЗМ 2	ЗМ 3	ЗМ 4	ЗМ 5	ЗМ 6	ЗМ 7	ЗМ 8	ЗМ 9		
Кількість балів за змістовими модулями і модульний контроль	8	8	9	9	9	9	9	9	9		
в т.ч. за видами робіт - індивідуальне опитування	5	5	5	5	5	5	5	5	9		
- виконання СРС	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
- тестування по відповідному ЗМ	2	2	3	3	3	3	3	3	3		

10. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

1. Величко Л.Н. Практикум з фізіології рослин / Л.Н. Величко, А.С. Меркушина, Л.В. Чорна. – Умань, 2006. – 76 с.

12. Рекомендована література

Базова

2. Злобін Ю.А. Курс фізіології і біохімії рослин / Ю.А. Злобін. – Суми: „Університетська книга”, 2004. – 463 с.
3. Власенко М.Ю. Фізіологія рослин / М.Ю. Власенко, Л.Д. Вельямінова-Зернова. – Біла Церква, УДАУ, 1999. – 304 с.
4. Лебедев С.І. Фізіологія рослин / С.І. Лебедев – К.: Вища школа, 1972. – 415 с.
5. Лебедев С.И. Физиология растений / С.И. Лебедев. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 544 с.
6. Либберт З. Физиология растений / З. Либберт. – М.: Колос, 1988. – 514 с.
7. Фізіологія рослин з основами біохімії М.М. / [М.М. Макрушин, Є.М. Макрушина, Н.В. Петерсон, В.С. Цибулько]; під ред. М.М. Макрушина. – Київ: Урожай, 1995. – 352 с.
8. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин / М.М. Мусієнко. – Київ: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.
9. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин / М.М. Мусієнко. – Київ: Либідь, 2005. – 808 с.
10. Плешков Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений /Б.П. Плешков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 493 с.
11. Векірчик. К.М. Фізіологія рослин (практикум) / К.М. Векірчик. – К.:

Вища школа, 1984. – 239 с.

12. Третьяков Н.Н. Практикум по физиологии растений / [Н.Н. Третьяков, Т.В. Карнаухова, А.А. Паничкин и др.]; под редакцией Н.Н.Третьякова. – М.: Колос, 1982. –271с.
13. Якушкина Н.И. Физиология растений / Н.И. Якушкина. – Москва: Просвещение, 1980. – 303 с.

Допоміжна

1. Гелстон А. Жизнь зеленого растения / А. Гелстон, П. Девис, Р. Сэттер. – М.: Мир, 1983. – 549 с.
2. Беля Л.Н. Энергетика фотосинтезирующей растительной клетки / Л.Н. Беля – М.: Наука, 1980. – 33 с.
3. Вахмистров Д.Б. Питание растений / Д.Б. Вахмистров. – М.: Знание, 1979. – 64 с.
4. Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений / П.А. Генкель– М.: Наука, 1982. – 278 с.
5. Мокронос А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза / А.Т. Мокронос – М: Наука, 1981. – 196 с.
6. Ничипорович А.А. Физиология фотосинтеза / А.А. Ничипорович – М.: Наука, 1982. – 317 с.

15. Інформаційні ресурси

1. http://www.studmed.ru/musyenko-mm-fzologya-roslin_253359481f7.html
2. <http://www.twirpx.com/file/383985/>
3. <http://9knig.ru/estestv/7233-fiziologiya-rastenij.html>