

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Кафедра екології та ботаніки**

**«Затверджую»**  
**Завідувач кафедри**  
**екології та ботаніки**  
\_\_\_\_\_ **(В.Г. Скляр)**  
«\_\_» \_\_\_\_\_ **2019 р.**

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ВБВ 9. - Фізіологія рослин**

**Спеціальність:** 201 Агрономія, ОС «Бакалавр»

**Факультет:** Агротехнологій та природокористування

**2019 – 2020 н.р.**

Робоча програма з «Фізіології рослин» для студентів за спеціальністю: 201  
Агрономія

Розробник: д. б. н., професор кафедри екології та ботаніки

Скляр В.Г. \_\_\_\_\_

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри екології та ботаніки

Протокол від 8 квітня 2019 року №14

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ (Скляр В.Г.)

**Погоджено:**

Декан факультету \_\_\_\_\_ І.М. Коваленко

Методист навчального відділу \_\_\_\_\_ Г.О. Бабошина

Зареєстровано в електронній базі: дата: \_\_\_\_\_ 2019 р.

### 1.Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – <b>6 денна форма навчання; 6/4 заочна форма навчання.</b>	Галузь знань - 20 Аграрні науки та продовольство	<i>Нормативна</i>	
Модулів – <b>4</b>	Спеціальність - 201 «Агрономія»	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів - <b>8</b>		2019-2020	2019-2020
		<b>Курс</b>	
		2	3, 4
		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин – <b>180 денна форма навчання; 180/120 заочна форма навчання.</b>		3-4	5, 7
		<b>Лекції</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – <b>3,0</b> самостійної роботи студента - <b>2,3</b>	Освітній ступінь: <i>бакалавр</i>	28 год.	14/8 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		<b>Лабораторні</b>	
		44 год.	12/12 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		108 год.	154/100 год.
		<b>Індивідуальні завдання:</b> -	
Вид контролю: <i>залік, іспит</i>			

#### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

для денної форми навчання - 40/60 (70/110)

для заочної форми навчання - 14,4/85,6 (26/154); 16,7/83,83 (20/100)

## 2. Мета та завдання дисципліни

**Мета** вивчення дисципліни «Фізіологія рослин» - формування у студентів необхідних знань про основні закономірності життєвих функцій рослини, структурно-функціональну організацію рослин різних екологічних груп, формування вміння підвищувати якість продукційного процесу сільськогосподарських культур шляхом впливу на головні фізіологічні процеси рослинного організму.

**Завдання:** вивчити основні теоретичні і практичні положення з фізіології сільськогосподарських рослин, принципи управління ростом і розвитком культурної рослини, фактори формування оптимальної структури посіву з метою отримання високих врожаїв.

**У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:**

### Семестр III

- зміст і завдання фізіології як фундаментальної біологічної науки;
- особливості морфології, фізіології рослинної клітини;
- види транспорту речовин в рослинній клітині;
- загальні закономірності метаболізму рослин;
- роль і різноманітність ферментів;
- значення білкових речовин для повноцінного розвитку рослинного організму;
- особливості хімічної будови ферментів, ліпідів, вуглеводів;
- закономірності та особливості обміну вуглеводів;
- закономірності та особливості обміну ліпідів;
- закономірності та особливості обміну органічних кислот;
- закономірності та особливості обміну білків;
- види вітамінів, які синтезуються в рослинних організмах та їх практичне значення для людини
- дихання: його роль та хімізм;
- різноманітність шляхів дихання рослин.

**уміти:**

- досліджувати явище плазмолізу в клітині епідермісу цибулі;
- визначати осмотичний потенціал клітинного соку;
- визначати всисну силу клітин картоплі;
- визначати хімічний склад речовин в рослинних тканинах;
- визначати активність ферменту каталаза в рослинних об'єктах;
- проводити якісні реакції на моно-, ди-, і полісахариди;
- проводити якісні реакції на білки;
- визначати інтенсивність дихання рослин;
- визначати дихальний матеріал;

- розраховувати коефіцієнт дихання.

## Семестр IV

### Студенти повинні знати:

- фізіолого-хімічні особливості процесу фотосинтезу;
- оптичні властивості пігментної системи рослин;
- фізіологічні відмінності в протіканні процесу фотосинтезу в різних еколого–ценотичних умовах;
- сутність процесу дихання в житті рослини;
- хімізм процесу дихання;
- основні макроелементи і мікроелементи, які необхідні рослинам для мінерального живлення;
- механізми поглинання мінеральних елементів рослиною;
- основні правила і закони мінерального живлення рослин;
- значення води в життєдіяльності рослини;
- особливості водного балансу в рослинному організмі;
- особливості кореневої системи як спеціалізованого органу поглинання води;
- принципи роботи верхнього і нижнього кінцевих двигунів;
- біологічне значення транспірації;
- види доступної і недоступної для рослин ґрунтової вологи.
- в чому проявляється залежність ростових процесів рослини від різних екологічних умов існування;
- які природні і штучні стимулятори і інгібітори росту рослин впливають на фізіологічний розвиток різних видів;
- досягнення вчених-фізіологів в фітогормональній стимуляції росту культурних рослин;
- основні онтогенетичні періоди вищих рослин;
- тропізми, настії та інші рухові процеси рослин;
- рослинні виділення та їх фізіологія, явище алелопатії;
- пристосування рослинного організму до різних кліматичних умов;
- несприятливі екологічні фактори в житті рослин: радіактивне та хімічне забруднення, пестицидне навантаження, тощо.

### уміти:

- виявляти оптичні властивості пігменту хлорофілу в лабораторних умовах;
- визначати кількість хлорофілу в листках різних видів рослин;
- виявляти спектри поглинання хлорофілу і каротиноїдів різних видів рослин;
- володіти методами визначення інтенсивності дихання рослинного матеріалу;
- визначати показник інтенсивності дихання насіння;
- визначати кількість нітратного азоту, фосфору, калію в зелених органах рослини;
- визначати значення водного дефіциту в рослинних тканинах;

- визначати інтенсивність гутації в проростків пшениці в різних температурних умовах;
- визначати інтенсивність транспірації в листках рослини;
- визначати стан продихів в листках рослин і рахувати кількість продихів на одиницю площі листової поверхні.
- визначати площу листової поверхні дводольних і однодольних рослин;
- проводити морфометричний аналіз життєвого стану рослини;
- знаходити алометричні співвідношення і вміти пояснити їх;
- простежувати динаміку ростових процесів.
- простежити захисну дію сахарози на рослинні тканини в умовах понижених температур;
- оцінювати відносну морозостійкість культурних рослин;
- оцінювати потенційну посухостійкість рослин.

**Програма навчальної дисципліни затверджена вченою радою СНАУ  
02.07.2018 р., протокол №12**

**III семестр  
Модуль 1**

*Змістовий модуль 1. Завдання науки. Фізіологія рослинної клітини та її структурних компонентів*

**Тема 1. Предмет і завдання фізіології рослин.** Пізнання закономірностей життєдіяльності рослин з метою планомірного управління ними - основне завдання фізіології рослин. Роль М.Г.Холодного та інших вчених в розвитку фізіології рослин. Філософсько-біологічні уявлення про життєві процеси. Методи і напрямки в фізіології рослин. Експеримент як основний метод пізнання фізіологічних явищ. Історичний метод і його зв'язок з експериментальним методом. Зв'язок фізіології рослин з іншими науками. Фізіологія рослин - наукова основа ведення лісового господарства.

**Тема 2. Загальна організація, фізіологія і біохімія рослинної клітини.** Склад, структура і функції компонентів клітини. Будова і функції органел. 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 (пероксисом, гліоксисом), лізосом і сферосом. Напівавтономні структури клітини: мітохондрії і пластиди, їх будова і функції. Руховий і скорочувальний апарат клітини, мікротрубочки тощо. Субмікроскопічна будова клітинної оболонки, її хімічний склад і функціональне значення. Біосинтез клітинної стінки.

**Тема 3. Осмотичні процеси в клітині.** Протоплазма як колоїдно-коацерватна система компартментного типу. Фізико-хімічні властивості протоплазми, її динамізм. Транспорт речовин по клітині. Клітина як осмотична система: дифузія, осмос, співвідношення між осмотичним потенціалом, тургорним тиском і всмоктувальною силою. Плазмоліз і деплазмоліз. Умови, при яких настають ці явища. Форми плазмолізу. Методи визначення осмотичного

тиску і всмоктувальної сили клітини. Умови поглинання води рослинною клітиною.

## **Модуль 2.**

***Змістовий модуль 1. Структура, функції біомолекул. Процеси обміну речовин у рослинному організмі***

**Тема 4. Ферменти, їх властивості і значення для процесів метаболізму.** Ізоферменти. Класифікація ферментів. Кінетика ферментативних реакцій. Властивості ферментів. Активатори та інгібітори ферментів. Рівняння Михаеліса-Ментен. Характеристика окремих ферментних систем. Коферменти, кофактори, інгібітори ферментів.

**Тема 5. Обмін вуглеводів.** Загальні особливості вуглеводів. Різноманіття і властивості вуглеводів (Моно-, ди-, полісахариди. Крохмаль. Інулін. Глікозиди). Обмін вуглеводів. Особливості вуглеводного обміну в основних сільськогосподарських культур. Способи впливу на обмін вуглеводів.

**Тема 6. Обмін ліпідів.** Загальні особливості ліпідів. Біологічне значення ліпідів у житті рослин. Господарське значення ліпідів. Біосинтез ліпідів. Розпад ліпідів. Жироподібні речовини, ліпоїди.

**Тема 7. Обмін білків.** Загальні особливості білків. Їх фізіологічне значення. Значення білків для людини. Синтез і розпад білків. Зміна білкового метаболізму і трансгенні сорти.

**Тема 8. Вітаміни.** Загальна характеристика вітамінів. Опис основних вітамінів і вітаміноподібних речовин. Екологічні фактори і синтез вітамінів рослинами. Вторинні метаболіти.

***Змістовий модуль 2. Дихання рослин. Рух органічних речовин по рослині***

**Тема 9. Поняття про дихання рослин.** Історія вивчення дихання рослин. Фізіологічна роль дихання. Аеробне і анаеробне дихання. Інтенсивність дихання різних видів деревних рослин. Зв'язок дихання з різними фізіологічними процесами.

Хімізм дихання і бродіння. Гліколіз. Пентозофосфатний цикл. Цикл ди- і трикарбонових кислот (цикл Кребса). Енергетика дихання і бродіння. Електротранспортний ланцюг мітохондрій і окисне фосфорилування субстрату. Біологічне значення дихання. Локалізація дихання. Зовнішні прояви дихання рослин. Дихальний матеріал. Гліоксилатний цикл. Дихання рослин і метаболічний фонд.

Проміжні продукти дихання і використання їх рослиною. Зв'язок дихання деревних рослин з процесами росту і синтезу органічних речовин. Дихальні субстрати. Дихальний коефіцієнт. Особливості дихання різних органів і тканин рослини. Вплив внутрішніх і зовнішніх факторів на дихання рослин. Регулювання дихання. Роль дихання в адаптації рослин до несприятливих умов існування. Вплив зовнішніх умов на процес дихання рослин.

**Тема 10. Перетворення і рух органічних речовин у рослині.** Пересування органічних речовин рослиною. Міжклітинне паренхімне транспортування. Флоемне транспортування фотоасимілятів. Класифікація органічних речовин.

Органічні речовини первинного і вторинного обміну. Конституційні і пластичні речовини, їх фізіологічна роль. Відкладання запасних речовин у вегетативних органах рослин. Річний цикл перетворень запасних речовин (жирів, білків і вуглеводів) у тканинах рослин.

Запасні речовини насіння і їх перетворення при його дозріванні і проростанні. Методи виявлення запасних речовин в насінні і тканинах деревних рослин. Захисні речовини. Біологічна роль живиці, дубильних речовин, алкалоїдів і глюкозидів, фенольних сполук. Фітонциди.

Рух органічних речовин в рослині. Транспортні форми органічних речовин. Поняття про низхідний потік. Ксилемний транспорт. Шляхи пересування пластичних речовин. Роль коренів у синтезі органічних речовин.

## **IV семестр**

### **Модуль 1.**

#### *Змістовий модуль 1. Фотосинтез*

##### **Тема 1. Фотосинтез - основний тип автотрофного живлення рослин.**

Загальні поняття про вуглецеве живлення рослин. Автотрофні і гетеротрофні організми. Фото- і хемосинтези. Історія відкриття і вивчення фотосинтезу. Космічна роль зелених рослин. Фотосинтетична продуктивність лісів та інших біотопів Землі. Листок як орган фотосинтезу. Рівняння процесу фотосинтезу. Хлоропласти, їх будова, хімічний склад, властивості і функції. Пігменти рослин, їх хімічні властивості. Біосинтез пігментів.

**Тема 2. Хімізм фотосинтезу.** Комплексний характер фотосинтезу. Багатокомпонентні білкові комплекси ламел хлоропластів - світлозбираючий комплекс, цитохромний комплекс, АТФ-азний комплекс. Організація і функціонування I та II пігментних систем. Фотосинтетичне фотофосфорилування. Квантовий вихід фотосинтезу. Світлова фаза фотосинтезу. Темнові реакції. Особливості шляху С<sub>3</sub> – фотосинтезу. С<sub>4</sub> – шлях фотосинтезу. САМ-рослини. Фотодихання. Баланс газообміну у різних видів рослин. Методи визначення інтенсивності фотосинтезу.

**Тема 3. Екологія фотосинтезу.** Біопродуктивність. Біо-продуктивність і врожай. Коефіцієнт господарської ефективності. Використання сонячної енергії в посівах. Фотосинтез і біологічна продуктивність лісу. Фізіологічні основи рубок догляду за лісом. Фотосинтез і господарський врожай. Шляхи підвищення продуктивності фотосинтезу деревних рослин. Підвищення інтенсивності фотосинтезу рослин — основа виконання завдань сільського і лісового господарства.

Екологія фотосинтезу. Вплив світла на інтенсивність фотосинтезу рослин. Світлолюбиві і тіневитривалі рослини. Світловий компенсаційний пункт. Вуглекислотний компенсаційний пункт. Залежність фотосинтезу рослин від температури повітря, вмісту СО<sub>2</sub> у повітрі, водозабезпечення тканин, наявності кисню та умов мінерального живлення. Залежність фотосинтезу від анатомічних особливостей рослин (вмісту хлорофілу, відтоку асимілятів, активності ферментів). Добова і сезонна динаміка фотосинтезу в рослин.



## ***Змістовий модуль 2. Мінеральне живлення рослин***

**Тема 4. Основні етапи розвитку вчення про мінеральне живлення рослин. Мінеральні елементи.** Макро-, мікро- та ультрамікроелементи та їх фізіологічне значення. Значення азоту в житті рослин. Основні форми азоту в природі і їх засвоєння вищими рослинами. Роботи академіка Д.М.Прянишникова. Перетворення азоту при синтезі білкових речовин в рослинах. Кругообіг азоту в природі. Кореневе живлення рослин. Класифікація мінеральних елементів. Участь мінеральних речовин у побудові тіла рослин. Теорія мінерального живлення рослин.

**Тема 5. Кореневе живлення рослин. Поглинання, транспортування мінеральних елементів.** Механізми поглинання мінеральних елементів кореневою системою. Залежність поглинання мінеральних елементів від вуглеводного обміну. Фізіологічно кислі, нейтральні і лужні солі. Розподіл і перерозподіл елементів мінерального живлення в окремих органах і тканинах рослин, реутилізація. Антагонізм іонів і фізіологічно зрівноважені розчини. Синергізм і аддитивність. Зольність рослин.

Особливості живлення вищих рослин в умовах ґрунту. Мікориза і її роль в житті рослин. Сильномікотрофні, слабомі-котрофні і немікотрофні деревні породи. Кореневі виділення рослин. Ґрунтопокращуюча здатність окремих видів деревних порід. Поняття про алелопатію. Обмінна адсорбція. Підняття поглинених мінеральних речовин по рослині. Некореневе живлення рослин.

**Тема 6. Кругообіг мінеральних елементів в біогеоценозах.** Вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на поглинання мінеральних елементів деревними рослинами.

Застосування мінеральних добрив в сільському господарстві. Діагностика потреби рослин в елементах мінерального живлення. Потреба в мінеральному живленні різних культур. Позакореневі підживлення рослин. Регулювання мінерального живлення рослин. Вирощування рослин без ґрунту. Гідро- і аеропоніка.

## **Модуль 2**

### ***Змістовий модуль 1. Водний режим рослин***

**Тема 7. Значення води в житті рослин.** Поняття про водний режим рослин, водний баланс, водний дефіцит. Розподіл води в рослині. Вода як екологічний фактор. Відношення деревних рослин до вологості ґрунту: гігрофіти, мезофіти, ксерофіти. Водоемність лісу. Водний режим рослин. Роль води в життєдіяльності рослин. Органи рослин, які поглинають воду. Типи кореневих систем рослин. Всмоктувальна і нагнітаюча діяльність кореневої системи. Кореневий тиск. Механізм кореневого тиску. Гутація і "плач" рослин. Метаболічна діяльність кореневих систем - основа «плачу» і «гутації» рослин. Сезонні зміни кореневого тиску в деревних рослин. Умови поглинання води кореневою системою рослин. Вміст води в організмі сучасних суходольних рослин. Аналіз механізмів поглинання води. Осмотичний механізм поглинання

води. Грунтова волога. Доступна і недоступна вода в ґрунті. Фізіологічна сухість ґрунту.

**Тема 8. Транспірація.** Значення транспірації. Величина водних витрат рослини. Кутикулярна транспірація. Продихова транспірація. Інтенсивність транспірації. Будова продихів. Механізм продихових рухів. Залежність транспірації рослин від зовнішніх умов. Непродихове регулювання транспірації у рослин. Кількісні показники транспірації: інтенсивність, економність, продуктивність, транспіраційний коефіцієнт, відносна транспірація.

Евапотранспірація. Добова і сезонна динаміка транспірації деревних рослин. Зав'ядання і його фізіологічне значення. Коефіцієнт зав'ядання і методи його визначення. Транспірація поля і лісу. Методи визначення інтенсивності транспірації. Використання транспірації у практичних цілях. Групи деревних рослин за інтенсивністю транспірації. Водобмін лісу.

Пересування води в рослині. Близькій і дальній транспорт води в рослині. Присмоктувальна сила транспірації і сила зчеплення молекул води. Роль цих сил в забезпеченні рослин водою. Сезонні зміни вмісту води в стовбурі різних деревних рослин. Регулювання водного режиму рослин. Антитранспіранти.

### *Змістовий модуль 2. Ріст, розвиток і рухи рослин*

**Тема 9. Ріст і розвиток рослин.** Поняття про ріст. Характерні риси росту: незворотність, інтегральність, дискретність, зв'язок з розвитком, проявлення протягом всього життєвого циклу рослини. Математична інтерпретація "великого періоду росту" і інтенсивності річного приросту окремих органів деревних рослин. Типи росту меристем: апікальний, інтеркалярний, базальний, латеральний, всією поверхнею. Фази росту рослинної клітини: ембріональна, розтягання, диференціації.

Природні ростові речовини. Стимулятори (ауксини, цитокініни, гібереліни), інгібітори (фенольні сполуки, абсцизова кислота, флавоноїди, етилен). Біосинтез ростових речовин і механізм їх дії. Рухома регуляторна система "стимулятори - інгібітори". Гербіциди, арборіциди, ретарданти, морфактини, дефоліанти, десиканти. Токсини. Дія гербіцидів і арборіцидів на деревні рослини.

**Тема 10. Взаємодія різних органів рослини.** Кореляція і полярність ростових процесів. Механізм полярності ростових процесів.

Генетична обумовленість росту. Два типи росту рослин - тополевий і дубовий. Вплив на ріст зовнішніх факторів: світла, температури, водозабезпечення і аерації ґрунту, електромагнітного поля. Продуктивність деревостанів як функція росту деревних рослин.

Добова і сезонна динаміка росту деревних рослин у висоту і по діаметру. Періоди спокою. Попередній, глибокий і вимушений спокій бруньок, причини, що їх викликають. Способи переривання глибокого і вимушеного спокою бруньок. Спокій насіння різних рослин, причини, що його викликають. Способи переривання спокою насіння деревних рослин.

**Тема 11. Фізіологія онтогенезу рослин.** Розвиток і розмноження рослин. Поняття про індивідуальний розвиток рослин - онтогенез. Взаємозв'язок розвитку і росту. Рослини моно- і полікарпічні. Етапи (фази) в розвитку рослин. Зміна

фізіологічних властивостей рослин в процесі їх розвитку. Вегетативний і генеративний періоди в розвитку деревних рослин і їх взаємозв'язок. Фізіологія онтогенезу рослин. Основні онтогенетичні періоди в житті однорічної і багаторічної рослини.

Залежність процесів розвитку від зовнішніх і внутрішніх факторів. Теорія циклічного старіння і омолодження рослин М.П.Кренке. Гормональна теорія розвитку (роботи Ю. Сакса, М.Г. Холодного, М.Х. Чайлахяна). Молекулярна теорія індивідуального розвитку рослин. Вплив температури на розвиток рослин. Явище термоперіодизму. Яровизація. Вплив світла на розвиток рослин. Фотоперіодизм. Пігментна система фітохромів і її фізіологічна роль. Використання термоперіодизму і фотоперіодизму в лісовому господарстві.

**Тема 12. Рухи рослин.** Погляди Ч.Дарвіна на рухи рослин. Поняття про тропізми: фототропізм, геотропізм, інші види тропізмів. Гормональна теорія М.Г. Холодного - Ф.Вента. Механізм фототропізму і геотропізму. Роль ауксинів в ростових рухах. Настичні рухи. Таксиси. Система сприйняття і передачі подразнення у рослин. Розвиток рослини в залежності від умов навколишнього середовища. Закони росту рослин.

*Змістовий модуль 3. Пристосування рослин до несприятливих факторів середовища*

**Тема 13. Пристосування та стійкість рослин до несприятливих зовнішніх факторів.** Закон толерантності. Адаптація, специфічна і неспецифічна. Теорія стресу Г. Сельє. Посухо- і жаростійкість рослин. Діагностика посухостійкості. Діагностика холодо- і морозостійкості. Діагностика солестійкості.

**Тема 14. Фізіологічні основи сільськогосподарської біотехнології.** Основні методи біотехнології. Використання біотехнології для отримання нових сортів рослин, що використовуються в сільському господарстві. Негативні наслідки тотального використання генно-модифікованих організмів. Законодавчі акти Європи та України щодо використання гмо-продуктів в харчовій промисловості.

### 3. Структура навчальної дисципліни III семестр

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Усь о го	у тому числі					Усьо- го	у тому числі				
		л	п	ла б	інд	с.р.		л	п	лаб	ін д	с.р.
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Фізіологія рослинної клітини та її структурних компонентів</b>												
<b>Тема 1. Предмет і завдання фізіології</b>	<b>6</b>	<b>2</b>				<b>4</b>	<b>5</b>					<b>5</b>

рослин. Загальні закономірності життєдіяльності рослин.												
<b>Тема 2.</b> Загальна організація і фізіологія рослинної клітини	12	2		2		8	7	2				5
<b>Тема 3.</b> Осмотичні процеси в клітині	8			4		4	9		4			5
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	26	4		6		16	21	2	4			15
<b>Модуль 2 Загальні особливості метаболізму рослин.</b>												
<b>Змістовний модуль 2. Метаболізм</b>												
<b>Тема 4.</b> Ферменти, їх властивості і значення для процесів метаболізму	8	2		2		4	9	2	2			5
<b>Тема 5.</b> Обмін вуглеводів	8	2		2		4	5					5
<b>Тема 6.</b> Обмін ліпідів	6	2				4	5					5
<b>Тема 7.</b> Обмін білків	8	2		2		4	9		4			5
<b>Тема 8.</b> Вітаміни та їх біологічна роль	4					4	5					5
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	34	8		6		20	33	2	6			25
<b>Змістовний модуль 3. Дихання рослин. Рух органічних речовин по рослині</b>												
<b>Тема 9.</b> Поняття про дихання рослин	8	2		2		4	5					5
<b>Тема 10.</b> Перетворення і рух органічних речовин у рослині	7					7	31					31
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	15	2		2		11	36					36
<b>Усього годин</b>	<b>75</b>	<b>14</b>		<b>14</b>		<b>47</b>	<b>90</b>	<b>4</b>	<b>10</b>			<b>76</b>

#### IV семестр

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	Ус ьо го	у тому числі					Усьо- го	у тому числі				
		л	п	ла б	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1. Способи живлення рослин</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Фотосинтез</b>												
<b>Тема 1.</b> Фотосинтез – основний тип автотрофного живлення	10	2		4		4	7		2			5

рослин.													
<b>Тема 2.</b> Хімізм фотосинтезу.	<b>10</b>	<b>2</b>		<b>4</b>		<b>4</b>	<b>7</b>	<b>2</b>					<b>5</b>
<b>Тема 3.</b> Біопродуктивність. Екологія фотосинтезу.	<b>6</b>			<b>2</b>		<b>4</b>	<b>5</b>						<b>5</b>
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>26</b>	<b>4</b>		<b>10</b>		<b>12</b>	<b>19</b>	<b>2</b>	<b>2</b>				<b>15</b>
<b>Змістовий модуль 2. Мінеральне живлення рослин.</b>													
<b>Тема 4.</b> Кореневе живлення рослин. Класифікація мінеральних елементів	<b>8</b>	<b>2</b>		<b>2</b>		<b>4</b>	<b>5</b>						<b>5</b>
<b>Тема 5.</b> Механізми поглинання і транспортування мінеральних елементів кореневою системою.	<b>8</b>	<b>2</b>		<b>2</b>		<b>4</b>	<b>5</b>						<b>5</b>
<b>Тема 6.</b> Кругообіг мінеральних елементів в біогеоценозах	<b>4</b>					<b>4</b>	<b>5</b>						<b>5</b>
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>20</b>	<b>4</b>		<b>4</b>		<b>12</b>	<b>15</b>						<b>15</b>
<b>Модуль 2 Адаптації рослин до навколишнього середовища</b>													
<b>Змістовий модуль 3. Водний режим рослин</b>													
<b>Тема 7.</b> Значення води в житті рослин	<b>10</b>	<b>2</b>		<b>4</b>		<b>4</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>2</b>				<b>5</b>
<b>Тема 8.</b> Транспірація	<b>8</b>			<b>4</b>		<b>4</b>	<b>5</b>						<b>5</b>
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>18</b>	<b>2</b>		<b>8</b>		<b>8</b>	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>2</b>				<b>10</b>
<b>Змістовий модуль 4. Ріст розвиток і рухи рослин.</b>													
<b>Тема 9.</b> Ріст і розвиток рослин.	<b>6</b>			<b>2</b>		<b>4</b>	<b>7</b>	<b>2</b>					<b>5</b>
<b>Тема 10.</b> Природні ростові речовини	<b>6</b>			<b>2</b>		<b>4</b>	<b>5</b>						<b>5</b>
<b>Тема 11.</b> Фізіологія онтогенезу рослин.	<b>6</b>	<b>2</b>				<b>4</b>	<b>5</b>						<b>5</b>
<b>Тема 12.</b> Рухи рослин	<b>4</b>					<b>4</b>	<b>5</b>						<b>5</b>
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>22</b>	<b>2</b>		<b>4</b>		<b>16</b>	<b>22</b>	<b>2</b>					<b>20</b>
<b>Змістовий модуль 5. Пристосування рослин до несприятливих факторів середовища</b>													
<b>Тема 13.</b> Пристосування та стійкість рослин до несприятливих зовнішніх факторів.	<b>14</b>	<b>2</b>		<b>4</b>		<b>8</b>	<b>40</b>		<b>8</b>				<b>32</b>
<b>Тема 14.</b> Фізіологічні основи біотехнології.	<b>5</b>					<b>5</b>	<b>10</b>						<b>10</b>
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>19</b>	<b>2</b>		<b>4</b>		<b>13</b>	<b>50</b>		<b>8</b>				<b>42</b>

<b>Усього годин</b>	<b>105</b>	<b>14</b>	<b>30</b>	<b>61</b>	<b>120</b>	<b>6</b>	<b>12</b>			<b>102</b>
---------------------	------------	-----------	-----------	-----------	------------	----------	-----------	--	--	------------

### 3. Теми та план лекційних занять

#### III семестр

(для денної та заочної форм навчання)

№№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	<b>Лекція 1. Предмет і завдання фізіології рослин.</b> 1. Фізіологія рослин як наука про життєдіяльність рослин і способи керування нею з метою оптимізації продуктивності. 2. Методи фізіології і біохімії рослин. 3. Життєві прояви: метаболізм, ріст і розвиток, розмноження, подразливість. 4. Автотрофність зелених рослин за вуглецем і мінеральними речовинами.	2
2	<b>Лекція 2. Загальна організація і фізіологія рослинної клітини</b> 1. Склад, структура і функції компонентів клітини. 2. Осмотичні процеси в клітині. 3. Транспорт речовин.	2
3	<b>Лекція 3. Ферменти, їх властивості і значення для процесів метаболізму</b> 1. Сутність ферментативних реакцій. 2. Властивості ферментів. Активатори та інгібітори ферментів. 3. Рівняння Михаеліса-Ментен. 4. Класифікація ферментів і характеристика окремих ферментних систем.	2
4	<b>Лекція 4. Обмін вуглеводів</b> 1. Загальні особливості вуглеводів. 2. Різноманіття і властивості вуглеводів (Моно-, ди-, полісахариди. Крохмаль. Інулін. Глікозиди). 3. Обмін вуглеводів. 4. Особливості вуглеводного обміну в основних сільськогосподарських культур. 5. Способи впливу на обмін вуглеводів.	2
5	<b>Лекція 5. Обмін ліпідів</b> 1. Загальні особливості ліпідів. 2. Біологічне значення ліпідів у житті рослин. 3. Господарське значення ліпідів. 4. Біосинтез ліпідів. 5. Розпад ліпідів. 6. Жироподібні речовини.	2
6	<b>Лекція 6. Обмін білків</b> 1. Загальні особливості білків. Їх фізіологічне значення. 2. Значення білків для людини. 3. Синтез і розпад білків.	2

	4.Зміна білкового метаболізму.	
7	<b>Лекція 7. Поняття про дихання рослин</b> 1.Біологічне значення дихання 2. Локалізація дихання 3. Зовнішні прояви дихання рослин 4.Дихальний матеріал 5.Гліколіз. Цикл Кребса. 6. Пентозофосфатний цикл. 7. Гліоксилатний цикл	2
	<b>Разом</b>	<b>14</b>

#### IV семестр

(для денної форми навчання)

№№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	<b>Лекція 1. Фотосинтез – основний тип автотрофного живлення рослин.</b> 1.Фотосинтез – основний спосіб автотрофного живлення зелених рослин. 2. Основні етапи розвитку уявлень про процес фотосинтезу. 3. Рівняння процесу фотосинтезу. 3.Значення фотосинтезу. 4.Лист як орган фотосинтезу. 5.Хлоропласти, їх будова, хімічний склад, властивості і функції. 6.Пігменти рослин.	2
2	<b>Лекція 2. Хімізм фотосинтезу</b> 1.Комплексний характер фотосинтезу. 2.Світлова фаза фотосинтезу. Організація і функціонування I та II пігментних систем. 3.Темнові реакції. 4. Особливості шляху С3 – фотосинтезу. С4 – шлях фотосинтезу.	2
3	<b>Лекція 3. Кореневе живлення рослин. Класифікація мінеральних елементів</b> 1.Участь мінеральних речовин у побудові тіла рослин. 2.Теорія мінерального живлення рослин. 3.Зольність рослин. 4.Макроелементи. 5.Мікроелементи.	2
4	<b>Лекція 4. Механізми поглинання і транспортування мінеральних елементів кореневою системою</b> 1.Поглинання мінеральних речовин. 2.Фізіолого-біохімічні механізми поглинання мінеральних	2

	<p>речовин.  3.Обмінна адсорбція.  4.Підняття поглинених мінеральних речовин по рослині.  5.Некореневе живлення рослин.</p>	
5	<p><b>Лекція 5. Значення води в житті рослин. Водний режим рослин</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Роль води в життєдіяльності рослин.</li> <li>2. Поняття про водний режим рослин, водний баланс, водний дефіцит.</li> <li>3. Вода як екологічний фактор.</li> <li>4. Відношення деревних рослин до вологості ґрунту: гідрофіти, мезофіти, ксерофіти.</li> <li>5. Органи рослин, які поглинають воду.</li> <li>6. Гутація і "плач" рослин.</li> <li>7. Доступна і недоступна вода в ґрунті. Фізіологічна сухість ґрунту.</li> <li>8. Транспірація та її значення</li> </ol>	2
6	<p><b>Лекція 6. Фізіологія онтогенезу рослин.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розвиток і розмноження рослин.</li> <li>2. Поняття про індивідуальний розвиток рослин - онтогенез. Взаємозв'язок розвитку і росту.</li> <li>3. Рослини моно- і полікарпічні.</li> <li>4. Етапи (фази) в розвитку рослин.</li> <li>5. Зміна фізіологічних властивостей рослин в процесі їх розвитку. Вегетативний і генеративний періоди в розвитку деревних рослин і їх взаємозв'язок.</li> <li>6. Фізіологія онтогенезу рослин. Основні онтогенетичні періоди в житті однорічної і багаторічної рослини.</li> <li>7. Залежність процесів розвитку від зовнішніх і внутрішніх факторів.</li> </ol>	2
7	<p><b>Лекція 6. Фізіологія онтогенезу рослин.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Розвиток і розмноження рослин.</li> <li>2. Поняття про індивідуальний розвиток рослин - онтогенез. Взаємозв'язок розвитку і росту.</li> <li>3. Рослини моно- і полікарпічні.</li> <li>4. Етапи (фази) в розвитку рослин.</li> <li>5. Зміна фізіологічних властивостей рослин в процесі їх розвитку. Вегетативний і генеративний періоди в розвитку деревних рослин і їх взаємозв'язок.</li> <li>6. Фізіологія онтогенезу рослин. Основні онтогенетичні періоди в житті однорічної і багаторічної рослини.</li> <li>7. Залежність процесів розвитку від зовнішніх і внутрішніх факторів.</li> </ol>	2



7	<b>Лекція 7. Пристосування та стійкість рослин до несприятливих зовнішніх факторів</b> 1. Проблема стійкості рослин. Адаптація, специфічна і неспецифічна 2. Теорія стресу Г. Сельє 3. Посухо- і жаростійкість рослин 4. Діагностика посухостійкості 5. Діагностика холодо- і морозостійкості 6. Діагностика солестійкості	2
	<b>Разом</b>	<b>14</b>

**IV семестр**  
(для заочної форми навчання)

№№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	<b>Лекція 1. Хімізм фотосинтезу</b> 1. Комплексний характер фотосинтезу. 2. Світлова фаза фотосинтезу. Організація і функціонування I та II пігментних систем. 3. Темнові реакції. 4. Особливості шляху C3 – фотосинтезу. C4 – шлях фотосинтезу.	2
2	<b>Лекція 5. Значення води в житті рослин. Водний режим рослин</b> 1. Роль води в життєдіяльності рослин. 2. Поняття про водний режим рослин, водний баланс, водний дефіцит. 3. Вода як екологічний фактор. 4. Відношення деревних рослин до вологості ґрунту: гігрофіти, мезофіти, ксерофіти. 5. Органи рослин, які поглинають воду. 6. Гутація і "плач" рослин. 7. Доступна і недоступна вода в ґрунті. Фізіологічна сухість ґрунту. 8. Транспірація та її значення	2
3	<b>Лекція 6. Фізіологія онтогенезу рослин.</b> 1. Розвиток і розмноження рослин. 2. Поняття про індивідуальний розвиток рослин - онтогенез. Взаємозв'язок розвитку і росту. 3. Рослини моно- і полікарпічні. 4. Етапи (фази) в розвитку рослин. 5. Зміна фізіологічних властивостей рослин в процесі їх розвитку. Вегетативний і генеративний періоди в	2

	розвитку деревних рослин і їх взаємозв'язок. 6. Фізіологія онтогенезу рослин. Основні онтогенетичні періоди в житті однорічної і багаторічної рослини. 7. Залежність процесів розвитку від зовнішніх і внутрішніх факторів.	
4	<b>Лекція 4. Пристосування та стійкість рослин до несприятливих зовнішніх факторів</b> 1. Проблема стійкості рослин. Адаптація, специфічна і неспецифічна 2. Теорія стресу Г. Сельє 3. Посухо- і жаростійкість рослин 4. Діагностика посухостійкості 5. Діагностика холодо- і морозостійкості 6. Діагностика солестійкості	2
	<b>Разом</b>	<b>8</b>

**6. Лабораторно-практичні заняття  
III семестр  
(для денної форми навчання)**

№ п/п	Назва теми	Кількість Годин
1	Вивчення осмотичних властивостей рослинної клітини. Спостереження за плазмолізом та деплазмолізом	2
2	Визначення осмотичного потенціалу клітинного соку	2
3	Визначення всисної сили клітин спрощеним методом за Уршпрунгом	2
4	Визначення всисної сили клітин методом струмочків	2
5	Клітинні органели та їх функції. Контрольна робота.	2
6	Газометричне визначення активності ферменту каталази в різних рослинних об'єктах	2
7	Виділення запасних білків і вивчення їх властивостей	2
	<b>Разом</b>	<b>14</b>

**III семестр  
(для заочної форми навчання)**

№ п/п	Назва теми	Кількість Годин
1	Визначення осмотичного потенціалу клітинного соку	2
2	Визначення всисної сили клітин спрощеним методом за Уршпрунгом	2
3	Газометричне визначення активності ферменту каталази в різних рослинних об'єктах	2
4	Виділення запасних білків і вивчення їх властивостей	6
	<b>Разом</b>	<b>12</b>

**IV семестр  
(для денної форми навчання)**

<b>№ п/п</b>	<b>Назва теми</b>	<b>Кількість Годин</b>
1	Одержання пігментів та вивчення їх властивостей	2
2	Методи розділення пігментів і вивчення спектрів поглинання хлорофілів і каротиноїдів	2
3	Визначення кількості хлорофілу в листках рослин	2
4	Утворення крохмалю на світлі в листках рослин	2
5	Колоквіум за темою «Фотосинтез»	
6	Визначення вмісту нітратів, фосфатів і калію в овочевих культурах за методом Церлінг	2
7	Поглинання мінеральних речовин рослиною. Колоквіум.	2
8	Визначення стану продохів у листках рослин	2
9	Визначення інтенсивності транспірації	2
10	Визначення інтенсивності гутації	2
11	Визначення водного дефіциту рослин	2
12	Морфологічний статус культурних рослин. Продукційний процес і ріст рослин	2
13	Визначення індексу листової поверхні культурних рослин	2
14	Колоквіум за темою «Фізіологія онтогенезу рослин»	2
15	Визначення жаростійкості рослин	1
16	Кріопротектори. Захисна дія сахарози на цитоплазму	1
	<b>Разом</b>	<b>30</b>

**IV семестр  
(для заочної форми навчання)**

<b>№ п/п</b>	<b>Назва теми</b>	<b>Кількість Годин</b>
1	Одержання пігментів та вивчення їх властивостей	2
2	Визначення водного дефіциту рослин	2
3	Визначення жаростійкості рослин	4
4	Кріопротектори. Захисна дія сахарози на цитоплазму	4
	<b>Разом</b>	<b>12</b>

**7.Самостійна робота  
III семестр  
(для денної форми навчання)**

<b>№ п/п</b>	<b>Назва теми</b>	<b>Кількість годин</b>
1	Предмет і завдання фізіології рослин. Загальні закономірності	4

	життєдіяльності рослин.	
2	Загальна організація і фізіологія рослинної клітини	8
3	Осмотичні процеси в клітині	4
4	Ферменти, їх властивості і значення для процесів метаболізму	4
5	Обмін вуглеводів	4
6	Обмін ліпідів	4
7	Обмін білків	4
8	Вітаміни та їх біологічна роль	4
9	Поняття про дихання рослин	4
10	Перетворення і рух органічних речовин у рослині	7
	<b>Разом</b>	<b>47</b>

**III семестр  
(для заочної форми навчання)**

<b>№ п/п</b>	<b>Назва теми</b>	<b>Кількість годин</b>
1	Предмет і завдання фізіології рослин. Загальні закономірності життєдіяльності рослин.	15
2	Загальна організація і фізіологія рослинної клітини	15
3	Осмотичні процеси в клітині	15
4	Ферменти, їх властивості і значення для процесів метаболізму	15
5	Обмін вуглеводів	15
6	Обмін ліпідів	15
7	Обмін білків	15
8	Вітаміни та їх біологічна роль	15
9	Поняття про дихання рослин	15
10	Перетворення і рух органічних речовин у рослині	19
	<b>Разом</b>	<b>154</b>

**IV семестр  
(для денної форми навчання)**

<b>№ п/п</b>	<b>Назва теми</b>	<b>Кількість Годин</b>
1	Залежність інтенсивності фотосинтезу від зовнішніх факторів	5
2	Чиста і господарська продуктивність фотосинтезу в посівах	4
3	Фізіологічна роль азоту в рослині	4
4	Поглинання мінеральних речовин листям	2
5	Водний режим	2
6	Рух води в рослині	2
7	Водний режим рослин. Значення води в життєдіяльності рослин.	2
8	Транспірація та її значення для рослини.	2

9	Пересування води в рослині	2
10	Закони росту	4
11	Взаємодія факторів росту	4
12	Вплив зовнішніх умов на розвиток рослин	4
13	Типи розмноження рослин. Фізіологія цвітіння	4
14	Зимостійкість рослин як стійкість до комплексу несприятливих факторів зими.	4
15	Жаростійкість та посухостійкість рослин.	2
16	Солестійкість рослин	4
16	Поняття про сучасну біотехнологію	6
17	Зберігання живого рослинного матеріалу	5
	<b>Разом</b>	<b>61</b>

#### IV семестр (для заочної форми навчання)

№ п/п	Назва теми	Кількість Годин
1	Залежність інтенсивності фотосинтезу від зовнішніх факторів	5
2	Чиста і господарська продуктивність фотосинтезу в посівах	5
3	Фізіологічна роль азоту в рослині	5
4	Поглинання мінеральних речовин листям	5
5	Водний режим	5
6	Рух води в рослині	5
7	Водний режим рослин. Значення води в життєдіяльності рослин.	5
8	Транспірація та її значення для рослини.	5
9	Пересування води в рослині	5
10	Закони росту	5
11	Взаємодія факторів росту	5
12	Вплив зовнішніх умов на розвиток рослин	5
13	Типи розмноження рослин. Фізіологія цвітіння	5
14	Зимостійкість рослин як стійкість до комплексу несприятливих факторів зими.	5
15	Жаростійкість та посухостійкість рослин.	5
16	Солестійкість рослин	7
16	Поняття про сучасну біотехнологію	8
17	Зберігання живого рослинного матеріалу	10
	<b>Разом</b>	<b>100</b>

### 11. Методи навчання

#### 1. Методи навчання за джерелом знань:

1.1. *Словесні*: розповідь, пояснення, бесіда (евристична і репродуктивна), лекція, робота з книгою.

1.2. *Наочні*: демонстрація, ілюстрація.

1.3. *Практичні*: експеримент, лабораторна робота.



T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	30	100 (70+30)	100
----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	----	----------------	-----

**IV семестр  
(для денної форми навчання)**

Поточне тестування та самостійна робота														С Р С	Разом за модулі та СРС	Атестація	Підсумковий іспит	Сума
Модуль 1 0-20 балів						Модуль 2 0– 20 балів												
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2				Змістовий модуль 3						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	15	<b>70 (40+30)</b>	15	30	100
3	3	3	3	4	4	3	3	2	2	2	2	3	3					

**IV семестр  
(для заочної форми навчання)**

Поточне тестування та самостійна робота														С Р С	Разом за модулі та СРС	Підсумковий іспит	Сума
Модуль 1 0-20 балів						Модуль 2 0– 20 балів											
Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2				Змістовий модуль 3					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	30	<b>70 (40+30)</b>	30	100
3	3	3	3	4	4	3	3	2	2	2	2	3	3				

**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	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
75-81	<b>C</b>		
69-74	<b>D</b>	задовільно	
60-68	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

**14. Методичне забезпечення**

1. Злобин Ю.А., Прасол В.И. Периодизация онтогенеза культурных и сорных растений. - Сумы, 1993. - 65 с.
2. Злобин Ю.А., Скляр В.Г. Вивчення курсу “Фізіологія і біохімія рослин з основами біотехнології” на основі модульного принципу. - Суми, 2003. - 67 с.
3. Злобин, В.Г. Скляр, Л.М. Бондарева, О.М. Тихонова. Тлумачний словник основних понять і термінів з курсу «Фізіологія рослин» - методичний посібник. Суми, 2007. - 16 с.
4. Бондарева Л.М., Тихонова О.М. Робочий зошит з курсу «Фізіологія рослин» Суми: видавничо-інформаційний центр, 2007 р. - 60 с.
5. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Бондарева Л.М. Фізіологія життєдіяльності рослин. – Суми, 2009. – 84 с.
6. Злобин Ю.А., Скляр В.Г. Фізіологія рослин. Фізіологія рослин з основами біохімії. Методичні вказівки із самостійної роботи студентів. – Суми, 2013. – 85 с.

## **15. Рекомендована література**

### **Базова**

1. Злобин Ю.А.. Курс фізіології і біохімії рослин. - Суми: Унів. книга, 2004. - 464 с.
2. Скляр В.Г. Екологічна фізіологія рослин / В.Г. Скляр. – Суми: Університетська книга, 2015. – 271 с.
3. Лукаткин А. С. Избранные главы экологической физиологии растений / А. С. Лукаткин. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2005. – 86 с.
4. Макрушин М. М. Фізіологія рослин / Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В., Мельников М. М. – Вінниця : Нова Книга, 2006. – 416 с.
5. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.
6. Саловарова В. П. Введение в биохимическую экологию : учебное пособие / Саловарова В. П., Приставка А. А., Берсенева О. А. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 159 с.

### **Допоміжна**

1. Косаковская И. В. Стрессовые белки растений / И. В. Косаковская. – К. : НАНУ, 2008. – 154 с.
2. Кошкин Е. И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур / Е. И. Кошкин. – М. : Дрофа, 2010. – 638 с.
3. Кулаева О. Н. Как свет регулирует жизнь растений / О. Н. Кулаева // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7, № 4. – С. 6–12.
4. Танделов Ю. П. Фтор в системе почва – растения / Ю. П. Танделов. – Красноярск, 2012. – 146 с.
5. Тарчевский И. А. Сигнальные системы клеток растений / И. А. Тарчевский. – М. : Наука, 2002. – 294 с.
6. Чекалин С. В. Расселение и холодоустойчивость древесных растений Евразии : в 2 т. / Чекалин С. В., Ситпаева Г. Т., Масалова В. А. – Алматы, 2012. – Т. 1. – 184 с. ; Т. 2. – 132 с.

## **16. Інформаційні ресурси**

**<http://www.marsu.ru>** –сайт популяційно-онтогенетичного спрямування

**<http://rnd.cnews.ru/natur-science/biology>** – на сайті міститься інформація про сучасні наукові дослідження в галузі біології та сільського господарства



**<http://www.biodan.narod.ru>** – на сайті представлені факти із життєдіяльності рослин