



СИЛАБУС

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Факультет біології та лісового господарства

Кафедра ботаніки і методики викладання природничих наук

Дисципліна: Фізіологія та біохімія рослин.

Для студентів денної форми навчання підготовки бакалавра галузі знань 01 Середня освіта / Педагогіка спеціальності 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) ОПП «Середня освіта. Біологія, природознавство, здоров'я людини»

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

Комунікація зі студентами: електронною поштою, 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 та методики викладання природничих наук

Передумови вивчення курсу: попередньо студент повинен прослухати курси: Ботаніка, Хімія, Загальна цитологія та гістологія.

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.

Основне завдання вивчення курсу полягає у формуванні в майбутніх фахівців умінь застосовувати базові знання при характеристиці механізмів функціональної активності рослинних організмів на різних рівнях організації – від субклітинного до цілісної рослини; процесів перетворення речовини, енергії, форми та інформації рослинних організмів; взаємозв'язку з середовищем та впливом на нього, а на основі цього прогнозувати і пропонувати реальні шляхи підвищення продуктивності рослин; навчити студентів ставити наукову проблему, визначати тему і розробляти схему дослідів при виконанні науко-дослідних робіт із школярами.

До кінця навчання студенти будуть володіти наступними загальними і фаховими компетентностями:

ЗК 1. Знання та розуміння предметної області (біологія, природознавство, здоров'я людини), специфіки професійної діяльності для формування в учнів наукового світогляду.

ЗК 5. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у його розвитку.

ЗК 6. Здатність працювати автономно та в команді, генерувати нові ідеї, оцінювати і забезпечувати якість виконуваних робіт, приймати обґрунтовані рішення.

ЗК 7. Здатність застосовувати знання на практиці та ефективно розв'язувати практичні задачі, проводити дослідно-експериментальну роботу.

ЗК 9. Здатність застосовувати сучасні методи й освітні технології, у тому числі й інформаційні та комунікаційні, здійснювати обробку інформації з різних джерел для

забезпечення високої якості освітнього процесу, самовдосконалення та навчання впродовж життя.

ФК 1. Здатність використовувати фундаментальні знання з біології та близьких предметних галузей у сфері професійної діяльності у закладах загальної середньої освіти та конкретизувати їх прикладами природи рідного краю.

ФК 2. Здатність орієнтуватися у світовому та національному освітньо-науковому просторі у контексті необхідного постійного розширення знань з різних галузей наук для підвищення професійної майстерності.

ФК 3. Здатність розуміти та використовувати біологічні поняття, закони, концепції, вчення й теорії біології для пояснення та розвитку в учнів розуміння цілісності та взаємозалежності живих систем і організмів.

ФК 5. Здатність застосовувати сучасні методи дослідження біологічних об'єктів, планувати та проводити наукові дослідження з біології та на межі предметних галузей, здійснювати їх інформаційне та методичне забезпечення, інтерпретувати дані та робити висновки, готувати результати наукових робіт до оприлюднення.

ФК 7. Здатність розкривати сутність біологічних явищ, процесів і технологій, розв'язувати біологічні задачі з використанням математичних методів.

Після вивчення курсу студенти отримують наступні результати навчання:

ПРН 2. Знати та розуміти історію та закономірності розвитку біології, її місце у загальній системі знань про природу і суспільство; знати сучасну термінологію, наукові поняття, закони, концепції, вчення та теорії; використовувати ці знання для формування в учнів цінності наукових знань, екологічної свідомості.

ПРН 3. Знати сучасну систему організації природи та методології природничо-наукового пізнання, закономірності будови, функціонування природних систем, в т.ч. організму людини, їх розвиток і взаємодію, основні функціональні особливості для підтримання сталості складу, структури, взаємозв'язок із неживою природою; використовувати знання для їх охорони, відтворення та збалансованого розвитку.

ПРН 9. Володіти навичками збору та обробки первинного біологічного матеріалу, вміти виготовляти колекції, тимчасові мікропрепарати, гербарії та використовувати їх у навчальному процесі.

ПРН 10. Вміти застосувати теоретичні знання та практичні методи різноманітних галузей біологічної наук на операційному рівні для розвитку формування цілісної наукової картини світу.

ПРН 14. Демонструвати вміння проводити власні наукові дослідження з дотриманням норм академічної доброчесності та організовувати науково-дослідну роботу з учнями, інтерпретувати дані та робити висновки, готувати результати наукових робіт до оприлюднення.

Таким чином після вивчення курсу «Фізіологія та біохімія рослин» бакалаври 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, генна регуляція), сучасний стан і перспективи розвитку основних напрямків фітофізіології.

Також вони повинні вміти: формувати цілісний підхід до явищ життєдіяльності, 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 при виконанні із школярами науково-дослідних робіт.

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ РОЗПОДІЛ БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Перелік тем лекцій, які розглядаються

Змістовий модуль 1. Хімічний та молекулярний склад рослинної клітини. Рослинна клітина як осмотична система. Водний режим рослин

Тема 1. Предмет та історія розвитку фізіології рослин

Тема 2. Хімічний та молекулярний склад рослинної клітини. Структура і функції клітини.

Тема 3. Рослинна клітина як осмотична система.

Тема 4. Водний режим рослин. Роль води в життєдіяльності рослин.

Тема 5. Корінь – орган водозабезпечення рослинного організму. Особливості водного обміну у рослин різних екологічних груп.

Тема 6. Особливості водного обміну у рослин різних екологічних груп. Фізіологічні основи зрошувального землеробства.

Змістовий модуль 2. Фотосинтез та дихання у рослин, їх стратегія та механізм.

Тема 7. Автотрофне живлення рослин. Фотосинтетична функція рослин.

Тема 8. Енергетика фотосинтезу.

Тема 9. Хімізм процесу фотосинтезу. Світлова і темнова фаза фотосинтезу. Фотодихання.

Тема 10. Альтернативні шляхи фотосинтезу. Екологія фотосинтезу

Тема 11. Дихання у рослин, його стратегія і механізми.

Тема 12. Дихотомічний шлях дихання.

Тема 13. Альтернативні шляхи дихання. Екологія дихання.

Змістовий модуль 3. Мінеральне живлення рослин. Фізіологія росту. Системи регуляції та інтеграції у рослин

Тема 14. Мінеральне живлення рослин. Основні етапи засвоєння елементів мінерального живлення

Тема 15. Особливості живлення рослин азотом. Кругообіг азоту в природі.

Тема 16. Ґрунт – джерело поживних речовин.

Тема 17. Основні етапи засвоєння елементів мінерального живлення.

Тема 18. Особливості росту клітин та цілісного рослинного організму.

Тема 19. Регуляція ростових процесів. Системи регуляції та інтеграції у рослин.

Змістовий модуль 4. Морфогенез рослин. Фізіологія стресу. Фітобіотехнологія.

Тема 20. Періодичність росту. Стан спокою у рослин.

Тема 21. Розвиток рослин. Рухи рослин.

Тема 22. Регенераційні процеси у рослин.

Тема 23. Видільна функція у рослин.

Тема 24. Фізіологія стійкості рослин.

Тема 25. Фізіологія рослин і біотехнологія. Рослини і біосфера

Таблиця 1

Для студентів денної форми навчання галузі знань 01 Середня освіта / Педагогіка спеціальності 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) ОПП «Середня освіта. Біологія, природознавство, здоров'я людини»

Тема	Кількість годин				Усього
	Лекції	Лаб. роб.	Конс.	Сам роб.	
Змістовий модуль 1. Хімічний та молекулярний склад рослинної клітини. Рослинна клітина як осмотична система. Водний режим рослин					

Тема 1. Предмет та історія розвитку фізіології рослин	2	-	-	2	4
Тема 2. Хімічний та молекулярний склад рослинної клітини. Структура і функції клітини.	2	2	-	2	6
Тема 3. Рослинна клітина як осмотична система.	2	2	2	2	8
Тема 4. Водний режим рослин. Роль води в життєдіяльності рослин.	2	2	-	3	7
Тема 5. Корінь – орган водозабезпечення рослинного організму.	2	2	-	3	7
Тема 6. Особливості водного обміну у рослин різних екологічних груп. Фізіологічні основи зрошувального землеробства.	4	2	2	2	10
Разом за змістовим модулем 1	14	10	4	14	42
Змістовий модуль 2. Фотосинтез та дихання у рослин, їх стратегія та механізм					
Тема 7. Автотрофне живлення рослин. Фотосинтетична функція рослин.	2	2	-	2	6
Тема 8. Енергетика фотосинтезу.	2	2	-	2	6
Тема 9. Хімізм процесу фотосинтезу. Світлова і темнова фаза фотосинтезу.	2	4	2	2	10
Тема 10. Альтернативні шляхи асиміляції CO ₂ . Екологія фотосинтезу.	2	2	-	2	6
Тема 11. Дихання у рослин, його стратегія і механізми.	2	2	-	2	6
Тема 12. Дихотомічний шлях дихання.	2	4	2	2	10
Тема 13. Альтернативні шляхи дихального обміну. Екологія дихання.	2	2	-	2	6
Разом за змістовим модулем 2	14	18	4	14	50
Змістовий модуль 3. Мінеральне живлення рослин. Фізіологія росту. Системи регуляції та інтеграції у рослин					
Тема 14. Мінеральне живлення рослин.	2	2	-	3	7
Тема 15. Особливості живлення рослин азотом.	4	2	-	2	8
Тема 16. Ґрунт – джерело поживних речовин.	2	4	2	3	11
Тема 17. Основні етапи засвоєння елементів мінерального живлення.	2	2	-	2	6
Тема 18. Особливості росту клітин та цілісного рослинного організму.	2	2	-	2	6

Тема 19. Регуляція ростових процесів. Системи регуляції та інтеграції у рослин.	2	2	2	2	8
Разом за змістовим модулем 3	14	14	4	14	46
Змістовий модуль 4. Морфогенез рослин. Фізіологія стресу. Фітобіотехнологія					
Тема 20. Періодичність росту. Стан спокою у рослин.	2	2	-	2	6
Тема 21. Розвиток рослин. Рухи рослин.	2	2	-	3	7
Тема 22. Регенераційні процеси у рослин.	2	2	2	2	8
Тема 23. Видільна функція рослин.	2	2	-	2	6
Тема 24. Фізіологія стійкості рослин.	2	2	-	3	7
Тема 25. Фізіологія рослин і біотехнологія. Рослини і біосфера.	4	2	-	2	8
Разом за змістовим модулем 4	14	12	2	14	42
Види підсумкових робіт, балів					
Модульна контрольна робота 1	КР/ 30				
Модульна контрольна робота 1	КР/ 30				
Робота на лабораторних заняттях	ІРС/ 40				
Всього годин	56	54	14	56	180

Таблиця 2

**Перелік тем лабораторних занять та розподіл балів
для студентів денної форми навчання**

№ з/п	Тема	Кількість годин	Кількість балів
1.	Методика виявлення жирів, білків, вуглеводів методом якісних реакцій на уроках біології.	2	1,5
2.	Методика вивчення рослинної клітини як осмотичної системи на уроках біології.	2	1,5
3.	Визначення величини осмотичного тиску вакуолярного соку живих рослинних клітин плазматичним методом .	2	1,5
4.	Визначення всисної сили клітин методом Уршпрунга.	2	1,5
5.	Залежність всисної сили від ступеня насичення клітин водою(метод Уршпрунга).	2	1,5
6.	Методика вивчення будови та рухів протопластів на уроках біології.	2	1,5
7.	Визначення показників транспіраційного процесу - інтенсивності та відносної транспірації у рослин різних екологічних груп.	2	1,5
8.	Визначення впливу гетероауксину на ріст коренів.	4	3,0
9.	Вплив зовнішніх умов на гутацію у рослин.	2	1,5
10.	Вплив світла на швидкість росту і формотворчі процеси рослин.	2	1,5
11.	Вивчення фізичних і хімічних властивостей хлорофілу.	2	1,5

12.	Методика виявлення явища розділення пігментів зеленого листка методом паперової хроматографії у різних видів рослин на уроках біології.	2	1,5
13.	Фотосенсибілізуюча дія хлорофілу на реакцію перенесення водню.	2	1,5
14.	Методика визначення кількісного вмісту хлорофілів у витяжці на уроках біології.	2	1,5
15.	Визначення інтенсивності фотосинтезу методом асиміляційної колби (за Л.О.Івановим та Н.А.Косовичем).	2	1,5
16.	Визначення втрати сухої речовини під час проростання насіння.	4	3,0
17.	Визначення інтенсивності дихання по кількості виділеного CO ₂ (за Бойсен-Ієнсенем).	2	1,5
18.	Мікрохімічний аналіз попелу рослин.	2	1,5
19.	Водні культури. Вирощування рослин на повній живильній суміші і з виключенням окремих елементів.	4	3,0
20.	Кількісне визначення активності каталази у рослин.	2	1,5
21.	Діяльність амілази. Кислотний гідроліз крохмалю.	2	1,5
22.	Визначення кількісного вмісту нітратів у різних рослинних об'єктах.	2	1,5
23.	Вивчення впливу концентрації солей на проростання насіння на уроках біології.	2	1,5
24.	Методика вивчення захисної дії цукрів на цитоплазму клітин за низьких температур на уроках біології.	2	1,5
	Модуль 1		30
	Модуль 2		30
	Разом	54	100

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 організмі 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 рослинництві.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Таблиця 3

Для студентів денної форми навчання галузі знань 01 Середня освіта / Педагогіка спеціальності 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) ОПП «Середня освіта. Біологія, природознавство, здоров'я людини»

Поточний контроль (мах = 40 балів)				Модульний контроль (мах = 60 балів)		Заг. Заг.к-сть балів
Модуль 1 (лабораторні роботи)			Модуль 2			
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	Змістовний модуль 4			
Лаб. роб. 1-6	Лаб. роб. 7-13	Лаб. роб. 14-19	Лаб. роб. 20-24	МКР 1	МКР 2	
10	10	10	10	30	30	100

Критерії оцінювання: з кожної із тем змістових модулів 1,2,3,4 які виносяться на лабораторні заняття, студент може отримати певну кількість балів (див. табл. 1, 2). Загальна сума балів, яку студент отримує за поточний контроль – 40. *Поточний контроль* проводиться у вигляді усного або письмового опитування. За теоретичну підготовку до певного лабораторного заняття студентами денної форми навчання максимальна оцінка 1 бал. Оцінка за кожну виконану лабораторну роботу включає 0,5 бала за виконання та оформлення роботи, загальна кількість балів 1,5. Оцінювання практичних занять студентів відображене у відповідних таблицях.

Проміжний контроль (модульна контрольна робота) проводиться письмово. Модульний зріз передбачає розв'язання 10 тестових завдань і 4 відкритих питання, що складаються на основі лекційного курсу, лабораторних робіт і питань, які виносяться на самостійне опрацювання. Правильне розв'язання тестового завдання оцінюється в 1 бал, правильна відповідь на теоретичне питання - у 5 балів.. Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за одну модульну контрольну роботу – 30 балів (загалом 60 балів за дві модульні контрольні роботи).

Підсумковий контроль – екзамен, проводиться в письмовій формі і за складання якого студент може отримати максимум 60 балів. Загальна оцінка підраховується як сума поточного й модульного контролю. Оцінка за освоєння курсу виставляється згідно шкали оцінювання

Шкала оцінювання

Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності	Оцінка для екзамену
90 – 100	Відмінно
82 – 89	Дуже добре
75 - 81	Добре
67 -74	Задовільно
60 - 66	Достатньо
1 – 59	Незадовільно

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

- Брайон О. В. Практикум з фізіології рослин. / О. В. Брайон [та ін.]– К.,1995.– 143 с.
- Векірчик К. М. Фізіологія рослин / К. М. Векірчик. – К., Вища школа, 1984. –238 с.
- Голуб В.О. Фізіологічні основи біопродуктивності та стійкості triticosecale до хвороб за різних систем удобрення / В.О. Голуб, С.М. Голуб, О.В. Онопріак //Природа Західного Полісся та прилеглих територій: зб. наук. прю /за заг.ред. Ф.В. Зузук. – Луцьк: СЛУ імені Лесі Українки, 2016. - №13. – С. 158-163
- Голуб В.О. Адаптаційні зміни пігментного комплексу рослин приавтомагістральних смуг дороги М-07 Київ – Ковель – Ягодин за дії іонів важких металів./ В.О. Голуб, С.С. Волощинська, С.М. Голуб // Природа Західного Полісся та прилеглих територій: зб. наук. прю /за заг.ред. Ф.В. Зузук.Т.2. – Луцьк: СЛУ імені Лесі Українки, 2017. - №14. – С. 50-56.
- Голуб В.О. Фізіологія та біохімія рослин: лабораторний журнал до виконання лабораторних робіт для студентів заочної форми спеціальностей "Біологія", "Лісове господарство", "Садово-паркове господарство" біологічного факультету. / В.О. Голуб, С.М. Голуб, Т.М. Єрмейчук -- Луцьк : Вежа-Друк, 2017. – 21 с.
- Голуб С.М. Вплив позакореневого підживлення на продуктивність кукурудзи в умовах Західного Полісся / С.М. Голуб, В.О. Голуб // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий темат. наук. збірник. Спеціальний випуск. Книга 2. Меліорація, рекультивация, охорона ґрунтів, агрохімія, гумусовий стан, біологія ґрунтів, органічне землеробство. Харків: ПП «Стиль-Іздат», 2018. С.147-149.
- Голуб С.М. Біологізація землеробства як фактор підвищення родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур в умовах Західного Полісся України / С.М. Голуб, В.О. Голуб, Г.С. Голуб //Природа Західного Полісся та прилеглих територій: зб. наук. праць /за заг.ред. Ф.В. Зузук.– Луцьк: СЛУ імені Лесі Українки, 2018. - №15. – С. 151-156
- Голуб С.Н., Голуб В.А. Эколого-биологические особенности видов рода *Catalpa* Scop., интродуцированных в условиях Волынской области // XI Международная научно-практическая конференция «Устойчивое развитие: региональные аспекты» сб. науч. статей, 24-26 апреля 2019 года, Брест, Республика Беларусь. –С. 68 – 75.
- Иванов В. Б. Практикум по физиологии растений / В. Б. Иванов. – М., 2001.
- Кочубей С.М. Организация фотосинтетического аппарата высших растений /Кочубей С.М., перевод с англ. В.А.Тарасенко. – К: Альтерпрес, 2001. – 204 с.
- Красильникова Л.А., Авксентьева О.А., Жмурко В.В. Биохимия растений: учеб. пособ./ пер. с украинского – 2-е изд., допол. и перераб. – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2011. – 200с.
- Машевська А. С. Фізіологія та біохімія рослин / Машевська А. С., Єрмейчук Т. М., Голуб В. О. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної форми спеціальності „Біологія” біологічного факультету. – Луцьк: Вежа-Друк, 2015. –56 с.
- Машевська А. С. Фізіологія та біохімія рослин / Машевська А. С., Єрмейчук Т. М., Голуб В. О. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів денної

- та заочної форми спеціальності Біологія біологічного факультету. – Луцьк: Вежа-Друк, 2017. – 64 с.
13. Машевська А. С. Фізіологія та біохімія рослин / Машевська А. С., Єрмейчук Т. М., Голуб В. О. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної форми спеціальності 091 Біологія біологічного факультету. – Луцьк: ФОП Байбула К.В., 2019. – 42 с.
 14. Машевська А. С. Фізіологія та біохімія рослин: робочий зошит для виконання лабораторних робіт з фізіології та біохімії рослин для студентів 2 курсу денної форми навчання спеціальності Лабораторна діагностика медико-біологічного факультету / Машевська А. С., Єрмейчук Т. М., Голуб В. О. Методичні рекомендації до для студентів денної та заочної форми спеціальності 091 Біологія біологічного факультету. – Луцьк: ФОП Іванюк В.П., 2020. – 65 с.
 15. Медведев С. С. Физиология растений.: Учебник / С. С. Медведев. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2004. – 336 с.
 16. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.
 17. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко: підручник (для студ. вищ. нав. закл.) – К. : Либідь, 2005. – 808 с.
 18. Негода О. В. Лабораторний практикум з фізіології рослин / О. В. Негода. – К., 2003. – 112 с.
 19. Фізіологія рослин : практикум / О.В. Войцехівська, А.В. Капустян та інш. За заг. ред. Т.В. Паршикової. – Луцьк: Терен, 2010. – 420 с.
 20. Фізіологія рослин. / За редакцією професора М. М. Макрушина. Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 416 с.
 21. Физиология растений: Учебник для студ. Вузов / Н. Д. Алехина, Ю. В. Балнокин, В. Ф. Гавриленко и др.; под ред. И. П. Ермакова. – М.: Академия, 2005. – 640 с.
 22. Хелдт Г.В. Биохимия растений. – М.: БИНОМ, 2011. – 471 с.
 23. Якушкина Н. И., Бахтенко Е. Ю. Физиология растений / Н. И. Якушкина, Е. Ю. Бахтенко. – М.: ВЛАДОС, 2004. – 446 с.

Інформаційні ресурси

<http://biology.org.ua/>