

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ

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

СИЛАБУС

нормативного освітнього компонента

ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ РОСЛИН

підготовки бакалавра

галузі знань 01 Освіта/Педагогіка

спеціальності 014 Середня освіта (Природничі науки)

освітньо-професійної програми Середня освіта. Природничі
науки

Луцьк – 2022

Силабус освітнього компонента «Фізіологія та біохімія рослин»
підготовки бакалавра галузі знань 01 Освіта/Педагогіка спеціальності 014
Середня освіта (Природничі науки) за освітньо-професійною програмою
Середня освіта. Природничі науки.

Розробник: Голуб В.О., доцент кафедри ботаніки і методики
викладання природничих наук, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент.

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми доц. Іванців О.Я.

**Силабус освітнього компонента затверджено на засіданні кафедри
ботаніки і методики викладання природничих наук**

Протокол № 1 від 01 вересня 2022 р.

Завідувач кафедри

доц. Зінченко М.О.

© Голуб В.О., 2022 р.

Дисципліна: Фізіологія та біохімія рослин.

Для студентів денної форми навчання підготовки бакалавра за освітньо-професійною програмою Середня освіта. Природничі науки галузі знань 01 Освіта/Педагогіка

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:

ЗК8. Здатність працювати автономно та в команді, оцінювати, забезпечувати якість виконаних робіт та приймати обґрунтовані рішення.

ЗК9. Визнання морально-етичних аспектів професійної діяльності і необхідності академічної доброчесності.

ЗК10. Здатність до використання сучасних інформаційних технологій у професійній діяльності.

ФК 1. Здатність оперувати сучасною термінологією та новітніми досягненнями, науковими поняттями, законами, концепціями, вченнями і теоріями природничих наук, фізики, хімії, біології. ФК 2. Здатність використовувати знання й практичні навички з природничих наук для дослідження різних рівнів організації живих організмів, природних явищ і процесів.

ФК 3. Здатність розкривати структуру природничих наук для формування наукової картини світу, демонструвати знання будови, функцій та процесів життєдіяльності, систематики, методів виявлення та ідентифікації живих організмів, природних явищ та процесів.

ФК 6. Здатність розуміти зміст основних законів природи, які є основою сучасного природознавства і дозволяють розуміти більшість закономірностей.

ФК 9. Здатність застосовувати набуті знання з предметної галузі, сучасних освітніх методик і технологій для формування в учнів ключових і предметних компетентностей відповідно до особливостей шкільного інтегрованого курсу «Природничі науки».

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 (Природничі науки) за освітньо-професійною програмою Середня освіта. Природничі науки.

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	KP/ 30				
Модульна контрольна робота 1	KP/ 30				
Робота на лабораторних заняттях	IPC/ 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 органоїдах 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 2

Для студентів денної форми навчання галузі знань 01 Середня освіта / Педагогіка спеціальності 014.15 Середня освіта (Природничі науки), ОПП Середня освіта. Природничі науки

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

Політика оцінювання

Політика викладача щодо студента. Здобувач освіти повинен відвідувати згідно розкладу занять всі види аудиторних занять, передбачені навчальним планом. Графік консультацій із навчальної дисципліни розміщений на дошці оголошень та на сайті кафедри ботаніки і методики викладання природничих наук. У разі відсутності студента на занятті він зобов'язаний його відпрацювати (графік відпрацювання знаходяться на дошці оголошень кафедри ботаніки і методики викладання природничих наук). У випадку нетипових ситуацій та об'єктивних причин можливий перехід на дистанційну форму навчання.

Політика щодо неформальної, інформальної та дуальної освіти. Якщо здобувач освіти отримав знання у неформальній (курси, семінари, тренінги, стажування) чи інформальній освіті і їх тематика, обсяг вивчення та зміст відповідають освітньому компоненту в цілому або його окремому розділу, змістовому модулі, темі (темам), що передбачені силабусом навчальної дисципліни, і проходження яких підтверджено документально (сертифікат, свідоцтво, посилання тощо), то зарахування результатів такого навчання здійснюється згідно «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/71-2/%d0%bd%d0%be%d1%80%d0%bc%d0%b0%d1%82%d0%b8%d0%b2%d0%bd%d1%96-%d0%b4%d0%be%d0%ba%d1%83%d0%bc%d0%b5%d0%bd%d1%82%d0%b8-%d0%b2%d0%bd%d1%83-%d1%96%d0%bc%d0%b5%d0%bd%d1%96-%d0%bb%d0%b5%d1%81%d1%96-%d1%83>

У випадку дуальної форми здобуття освіти зарахування результатів такого навчання здійснюється згідно «Положення про підготовку студентів у Волинському національному університеті імені Лесі Українки з використанням елементів дуальної форми здобуття освіти» на основі тристороннього договору між закладом освіти, суб'єктом господарювання і здобувачем освіти

<https://ed.vnu.edu.ua/%d0%bd%d0%be%d1%80%d0%bc%d0%b0%d1%82%d0%b8%d0%b2%d0%bd%d0%be-%d0%bf%d1%80%d0%b0%d0%b2%d0%be%d0%b2%d0%b0-%d0%b1%d0%b0%d0%b7%d0%b0>

Політика щодо академічної доброчесності. Студент повинен самостійно виконати всі завдання лабораторних робіт, а у випадку запозичень інформації зобов'язаний коректно її відображати з посилання на першоджерело. Використання будь-яких джерел інформації під час проведення різних форм оцінювання знань (поточний, модульний, підсумковий контроль) заборонено.

Політика щодо дедлайнів та перескладання. Здобувач освіти повинен вчасно виконати всі завдання лабораторних робіт і надавати їх для перевірки викладачу. У випадку відсутності студента на занятті з об'єктивних причин (хвороба, заява по поважній причині) термін здачі робіт може бути змінений. До підсумкової форми контролю (екзамену) здобувач освіти має відпрацювати пропущені заняття та здати лабораторні роботи.

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 кожен 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

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ЕКЗАМЕНУ

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 вологості, їх характеристика та приклади.
22. Значення та фізіологічна роль мікроелементів у житті рослин.
23. Форма азотного живлення доступна для рослин. Аміди 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 біопроодуктивність.
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.
71. Фізіологія рослин та біотехнологія.
72. Культура клітин, тканин. Кріобанк клітин і меристем.
73. Трансгенні культури рослин.
74. Біологічна азотфіксація. Біоактивні речовини.
75. Рослини і біосфера. Цикл вуглецю, кисню, азоту.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Брайон О. В. Практикум з фізіології рослин. / О. В. Брайон [та ін.]– К.,1995.– 143 с.
1. Векірчик К. М. Фізіологія рослин / К. М. Векірчик. – К., Вища школа, 1984. –238 с.
2. 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. Зузука. – Луцьк: СНУ імені Лесі Українки, 2016. - №13. – С. 158-163
3. 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. Зузука.Т.2. – Луцьк: СНУ імені Лесі Українки, 2017. - №14. – С. 50-56.
4. 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.
5. 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, рекультивація, охорона ґрунтів, агрохімія, гумусовий стан, біологія ґрунтів, органічне землеробство. Харків: ПП «Стиль-Іздат», 2018. С.147-149.
6. 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. Зузука.– Луцьк: СЛУ імені Лесі Українки, 2018. - №15 . – С. 151-156
 7. 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.
 8. 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.
 9. 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.
 10. 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.
 11. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.
 12. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин / М. М. Мусієнко:підручник (для студ.вищ.нав.закл.) – К. : Либідь, 2005.–808 с.
 13. Негода О. В. Лабораторний практикум з фізіології рослин / О. В. Негода. – К., 2003.– 112 с.
 14. Фізіологія рослин : практикум / О.В. Войцехівська, А.В. Капустян та інш. За заг. ред. Т.В. Паршикової. – Луцьк: Терен, 2010. – 420 с.
 15. Фізіологія рослин. /За редакцією професора М. М. Макрушина. Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 416 с.

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