

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра фізіології, біохімії рослин та біоенергетики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету
захисту рослин, біотехнологій та екології

(Коломієць Ю.В.)

“ ” 2023 р.



“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри
фізіології, біохімії рослин та біоенергетики

Протокол № 7 від “8” лютого 2023 р.

Завідувач кафедри

(Прилуцька С.В.)

“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОНП «Біотехнології біологічних систем»

Гарант ОНП

(Прилуцька С.В.)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

БІОХІМІЯ РОСЛИН

Спеціальність – 091 «Біологія»

Освітньо-наукова програма – «Біотехнології біологічних систем»

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробники: завідувач кафедри, д.б.н., проф., С.В. Прилуцька

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

«БІОХІМІЯ РОСЛИН»

Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь		
Освітній ступінь	доктор філософії	
Спеціальність	091 «Біологія»	
Освітньо-наукова програма	«Біотехнології біологічних систем»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	<u>Вибіркові</u>	
Загальна кількість годин	150	
Кількість кредитів ECTS	5	
Кількість змістових модулів	не передбачено	
Курсовий проект (робота)	не передбачено	
Форма контролю	Іспит	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	1	1
Семестр	2	2
Лекційні заняття	30	8
Практичні, семінарські заняття	30	12
Лабораторні заняття	-	-
Самостійна робота	90	130
Індивідуальні завдання	-	-
Кількість тижневих годин для денної форми навчання	4	4

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою дисципліни «Біохімія рослин» є вивчення структури і хімічного складу рослин, з'ясування загальних закономірностей протікання різних метаболічних шляхів та взаємозв'язків між ними, як на рівні клітини, так і на рівні цілого організму.

Завдання курсу полягає у ознайомленні здобувачів з основними класами біоорганічних молекул їх функціями, властивостями та шляхами метаболізму; формуванні у аспірантів уявлення про метаболічні шляхи перетворення органічних сполук, взаємозв'язок між ними і можливість їх регулювання, топографією метаболічних процесів.

Теоретичні аспекти дисципліни закріплюються на лабораторних заняттях, тому фахівцям необхідно отримати та закріпити навички при роботі у біохімічній лабораторії, які дозволять у подальшому планувати наукові дослідження та аналізувати отримані експериментальні дані.

У результаті вивчення навчальної дисципліни фахівець повинен

знати:

- будову, структуру, властивості і функції біоорганічних молекул,
- шляхи синтезу та розпаду біологічних сполук, орієнтуватися у виборі визначення біохімічних показників та тенденцій їхніх змін за дії чинників різної природи;
- шляхи регуляції метаболічних процесів та загальні закономірності обміну речовин та енергії у живому організмі,
- основні біохімічні маркери які використовуються для оцінки фізіологічного стану рослин;
- класичні і сучасні методи фізико-хімічних і аналітичних досліджень, методичні підходи у біохімічних дослідженнях порушень механізмів метаболізму;

вміти:

- застосовувати набуті знання при роботі із біологічними об'єктами;
- проводити якісний та кількісний аналіз основних класів біоорганічних сполук;
- використовувати сучасні біохімічні методи відповідно поставленого завдання;
- орієнтуватися у біохімічних дослідженнях на сучасному рівні, а саме: обирати відповідні фізико-хімічні і аналітичні та біохімічні методи й методологічні підходи, діагностики, а також обладнання, відбирати біологічні зразки, володіти загальноприйнятими класичними й окремими сучасними методиками з визначення в біологічних об'єктах різних показників за допомогою традиційних і сучасних приладів біохімічної лабораторії з метою характеристики фізіологічного стану рослин та його змін;
- створювати нові знання через оригінальні дослідження, якість яких може бути визнана на національному та міжнародному рівнях;
- брати участь у наукових дискусіях на міжнародному рівні, відстоювати свою власну позицію на конференціях, семінарах та форумах;
- брати участь у критичному діалозі та зацікавити результатами дослідження;

- проводити критичний аналіз різних інформаційних джерел, конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у галузях біологічних наук;
- критично сприймати та аналізувати чужі думки й ідеї, шукати власні шляхи вирішення проблеми, здійснювати критичний аналіз власних матеріалів;
- генерувати власні ідеї та приймати обґрунтовані рішення.

Набуття компетентностей:

фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

ФК09. Здатність проводити теоретичні і експериментальні дослідження, математичне і комп'ютерне моделювання біотехнологічних процесів.

ФК10. Здатність продемонструвати знання і розуміння наукових фактів, необхідних для розроблення сучасних біотехнологій.

ФК11. Здатність продемонструвати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці природоохоронних біотехнологій.

Програмні результати навчання (ПРН) ОП:

РН04. Знання та використання сучасних фізіологічних, біохімічних та генетичних підходів для вдосконалення біологічних агентів і регуляції біотехнологічних процесів.

РН05. Мати передові концептуальні та методологічні знання з біотехнології і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН06. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми біотехнології з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

РН09. Розробляти нові та вдосконалювати існуючі біотехнології отримання практично цінних біотехнологічних продуктів різного призначення і природоохоронні біотехнології.

РН010. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біотехнології та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних спеціалізованих знань та інструментальних методів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

- повного терміну денної (заочної) форми навчання;
- скороченого терміну денної (заочної) форми навчання.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	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	14	
Змістовий модуль 1. Структура, властивості, функції і метаболізм біоорганічних сполук														
Тема 1. Сучасні біохімічні методи досліджень.	1	10	2	2			6	11		1				9
Тема 2. Структура, класифікація, властивості і біологічне значення білків, вуглеводів, ліпідів і нуклеїнових кислот	2	10	2	2			6	11	1					9
Тема 3. Структурна організація білків та нуклеїнових кислот	2	10	2	2			6	12		1				9
Тема 4. Обмін речовин та енергії. Ензимологія	4	10	2	2			6	12	1	1				9
Тема 5. Фітогормони.	5	10	2	2			6	11		1				9
Тема 6. Обмін білків та амінокислот	6	10	2	2			6	11	1					9
Тема 7. Обмін нуклеїнових кислот	7	10	2	2			6	12	1	1				9
Тема 8. Обмін ліпідів	8	10	2	2			6	12	1	1				9
Тема 9. Обмін вуглеводів	9	10	2	2			6	11	1					9
Тема 10. Енергетичний обмін	10	10	2	2			6	12	1	1				9
Тема 11. Вторинні рослинні метаболіти. Класифікація, роль і застосування.	11	10	2	2			6	13		1				8
Тема 12. Біологічна активність ксенобіотиків.	12	10	2	2			6	12		1				8

Тема 13. Вплив сезонності і різних чинників довкілля на спрямованість та інтенсивність метаболічних процесів у рослин.	13	10	2	2			6	13		1			8
Тема 14. Біохімічні аспекти стійкості, адаптації і резистентності рослин.	14	10	2	2			6	13	1	1			8
Тема 15. Формування біохімічних реакцій рослин на дію патогенів.	15	10	2	2			6	14		1			8
Разом за змістовим модулем 1		150	30	30			90	150	8	12			130
Усього годин		150	30	30			90	150	8	12			130

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено робочим навчальним планом	

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Кольорові (якісні) реакції на білки та амінокислоти.	2
2.	Методологічні підходи виділення білків з рослинного матеріалу.	2
3.	Методологічні підходи кількісного визначення білка.	2
4.	Методологічні підходи вивчення дії ферментів. Властивості ферментів (термолабільність, дія активаторів та інгібіторів).	2
5.	Якісні реакції на моносахариди та полісахариди. Гідроліз крохмалю та клітковини.	2
6.	Методологічні підходи визначення концентрації глюкози у рослинному матеріалі.	2
7.	Методологічні підходи виділення нуклеопротейдів з дріжджів. Якісні реакції на складові нуклеопротейдів (білки, моносахариди (рибозу та дезоксирибозу), пуринові основи, фосфорну кислоту).	2

8.	Фізико-хімічні властивості ліпідів. Методологічні підходи розділення ліпідів.	2
9.	Методологічні підходи виділення фолієвої кислоти (вітамін Вс) з дріжджів.	2
10.	Методологічні підходи кількісного визначення вітаміну С (аскорбінової кислоти) у рослинному матеріалі.	2
11.	Методологічні підходи оцінки вмісту вторинних метаболітів рослинного походження. Якісні і кількісні реакції на фенольні сполуки, алкалоїди.	2
12.	Методологічні підходи визначення міцності зв'язку хлорофілу з білок-ліпідним комплексом.	2
13.	Методологічні підходи оцінки захисного впливу цукрів на коагуляцію білків цитоплазми за дії низьких температур.	2
14.	Перетворення запасних речовин у пагонах деревних рослин у зимовий період.	2
15.	Методологічні підходи оцінки активності антиоксидантних ензимів в тканинах рослин.	2
Разом по лабораторним роботам		30 год

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачено робочим навчальним планом	

7. Самостійна робота.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	САМ-метаболізм.	5
2	Характеристика, структура і роль білків теплового шоку (БТШ).	5
3	Вплив високої температури на фізіолого-біохімічні процеси сільськогосподарських рослин. Пойкілотермні і пойкилогідрові рослини.	5
4	Стани спокою, анабіозу й криптобіозу у рослин.	5
5	Механізми загибелі клітин. Апоптоз у рослин.	5
6	Кругообіг азоту у природі. Особливості фіксування атмосферного азоту, зокрема бактеріями.	5
7	Цикл азоту (фіксування атмосферного азоту, утворення амонію, окиснення амонію до нітратів та нітритів, реакції нітрифікування і денітрифікування).	5

8	Фізіолого-біохімічні основи стресостійкості сільськогосподарських рослин та шляхи її підвищення.	5
9	Анатомо-морфологічні пристосування рослин в умовах посухи. Еволюційні пристосування.	5
10	Продуктування активних форм кисню при біотрансформації ксенобіотиків.	5
11	Системи антиоксидантного захисту в детоксикації активних форм кисню. Утворення активних форм кисню у клітині та шляхи їх знешкодження.	5
12	Нітрифікація амонію мікроорганізмами з утворенням нітратів, перетворення нітратів на амоній у клітинах вищих рослин; синтез амінокислот з амонію в клітинах усіх організмів, перетворення нітратів у N ₂ денітрифікувальними бактеріями.	5
13	Ензими нітрогеназного комплексу. Глутамат і глутамін як джерело амонію. Глутамінсинтеза її роль у метаболізмі азоту.	5
14	Азотовмісні шкідливі речовини в харчових продуктах. Характеристика нітратів, нітритів, нітрозамінів. Джерела надходження нітратів і нітритів в організм людини.	5
15	Вплив умов вирощування на врожайність сільськогосподарських рослин.	5
16	Водний режим сільськогосподарських рослин.	3
17	Процеси дихання сільськогосподарських рослин.	3
18	Особливості ферментативної діяльності сільськогосподарських рослин. Шляхи перетворення енергії у сільськогосподарських рослин.	3
19	Вуглеводний обмін у сільськогосподарських рослин.	3
20	Азотний обмін у сільськогосподарських рослин.	3
...	Разом	90

8. Зразки контрольних питань, тестів для визначення рівня засвоєння знань здобувачами

1. Яке значення має біохімія рослин для розвитку рослинництва, екології, легкої, харчової та фармацевтичної промисловості, агротехнологій?
2. Який зв'язок має біохімія рослин з генною і клітинною інженерією, фітоімунологією, біоінформатикою, геномікою рослин, збереженням біорізноманітності рослинного світу?
3. Методи біологічного тестування дослідних речовин: вивчення біохімічного стану рослин в лабораторних і польових умовах. Характеристика основних типів дослідів: лабораторний, вегетаційний, польовий, їх переваги та обмеження.

4. Культура *in vitro* тканин, клітин та органів рослин. Її переваги та обмеження, область застосування: фундаментальне і прикладне значення.
5. Сучасні методи вивчення перебігу біохімічних процесів у рослин, їх загальна характеристика. Спектрофотометрія (УФ, Вид, ІЧ), електрофорез (гелевий, капілярний), хроматографія, мікроскопія (світлова, електронна, скануюча, конфокальна).
6. Сучасні методи у біохімії рослин: основні поняття і сутність системної біології рослин, ПЛР-аналіз, протеоміка, геноміка, транскриптоміка, метаболоміка, іономіка. Вимоги до фізико-хімічних методів: роздільна здатність, чутливість, точність, відтворюваність.
7. Роль азоту у фотосинтетичних процесах.
8. Які ферменти приймають участь у процесах трансамінування, дезамінування та декарбоксілювання амінокислот?
9. Роль біостимуляторів на основі амінокислот у метаболізмі рослин.
10. Роль антиоксидантних ферментів у захисті від біотичних і абіотичних чинників навколишнього середовища.
11. Особливості вуглеводного обміну у рослин.
12. Роль глюконеогенезу у проростаючому насінні рослин.
13. Пояснити роль піруваткарбоксілази у регуляції глюконеогенезу.
14. Охарактеризувати початкові, проміжні і кінцеві сполуки субстратного дихання.
15. Внутрішньоклітинна локалізація циклу Кальвіна і Хетч-Слека, їх особливості перебігу.
16. Яке значення фотодихання?
17. Що таке біопродуктивність і як вона впливає на врожайність?
18. Основні принципи мінерального живлення рослин.
19. Особливості гліоксилантного шляху у рослин.
20. Яка роль гліоксисом у β -окисненні жирних кислот?
21. Яка роль аквапоринів у транспорті речовин через біологічні мембрани?
22. За допомогою яких біохімічних маркерів можна оцінити токсичну дію абіотичного чинника?
23. Структура і роль пуринових алкалоїдів. Основні представники.
24. Основні етапи та ферменти, які приймають участь у синтезі білка.
25. Похідні піримідину як регулятори росту рослин.
26. Як впливає азот на ріст і розвиток рослин?
27. Як регулятори росту можуть впливати на інтенсивність перекисного окислення ліпідів при проростанні насіння?
28. Застосування ферментів у біотехнологічних процесах.
29. Пухлини рослин і причини їх виникнення.
30. Фітогормональна регуляція росту рослин.

1. Мономерними одиницями білків є:

- А) Амінокислоти.
- В) Нуклеотиди.

- C) Нуклеозиди.
- D) Моносахариди.

2. До мікроелементів належать такі хімічні елементи:

- A) Фосфор.
- B) Йод.
- C) Калій.
- D) Кальцій.
- E) Мідь.
- F) Цинк.

3. Замінні амінокислоти:

- A) Гліцин.
- B) Валін.
- C) Пролін.
- D) Лейцин.
- E) Аспарагін.
- F) Лізин.

4. Первинна структура білка це:

- A) якісний і кількісний склад амінокислот, а також їх послідовність розміщення у поліпептидному ланцюзі білкової молекули;
- B) просторова конфігурація білкової молекули, виділяють три типи структури: α -спіральна, β -складчаста і колагенова спіраль.
- C) перетворення розгорнутого поліпептидного ланцюга в компакту молекулу;
- D) характерний спосіб об'єднання і розміщення у просторі окремих поліпептидних ланцюгів, які складають одну функціонально індивідуальну молекулу.

5. Які методи використовують для якісної оцінки білків та амінокислот:

- A) Біуретова реакція;
- B) Нінгідринова реакція;
- C) Реакція з азотистою кислотою;
- D) Ксантипротеїнова реакція;
- E) Реакція осадження білків мінеральними кислотами (проба Гелера);
- F) Метод Лоурі.

6. При гідролізі білків приймають участь такі ферменти:

- A) Ліпази.
- B) Протеази.
- C) Нуклеази.
- D) Гідролази.

7. До простих білків належать:

- A) Гістони і протаміни.
- B) Хлорофіл.
- C) Альбуміни і глобуліни.
- D) Казеїноген.

8. Основніскладові нуклеїнових кислот:

- A) Пентози (рибоза, дезоксирибоза).

- В) Гексози (глюкоза, фруктоза).
- С) Азотисті основи (пуринові та піримідинові).
- Д) Залишок H_3PO_4 .
- Е) Залишок HNO_3 .

9. Які азотисті основи входять до складу ДНК:

- А) Аденін,
- В) Гуанін,
- С) Цитозин,
- Д) Урацил,
- Е) Тимін.

10. Вторинна структура ДНК це:

- А) це послідовність розміщення нуклеотидів у полінуклеотидному ланцюзі ДНК;
- В) це просторова конфігурація полінуклеотидних ланцюгів, два полінуклеотидних ланцюга ДНК закручуються вправо навколо однієї осі (утворюють праву спіраль).
- С) укладена у просторі двох ланцюгова спіраль ДНК у суперспіраль, або кільцеву форму.

9. Методи навчання.

Основними видами навчальних занять дисципліни «Біохімія рослин» є заняття: аудиторні (лекція, лабораторне заняття, консультація) та позааудиторні - самостійна робота аспірантів.

10. Форми контролю.

1. Усний і письмовий поточний контроль знань.
2. Формою самостійної роботи здобувача є вивчення спеціальної літератури та виконання індивідуальних завдань.
3. Екзамен.

11. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 03.03.2021 р. протокол № 7)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

12. Навчально-методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти, навчальні плани, підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали лабораторних занять; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи здобувачів.

13. Рекомендовані джерела інформації

Основна література:

1. Біологічна і біоорганічна хімія. Підручник у 2 томах/ Л.І. Остапченко, В.К. Рибальченко /– К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2015. – 918 с.
2. Біохімія. Підручник / Л.І. Остапченко, Т.Р. Андрійчук, Ю.Д. Бабенюк та ін. / За ред. Л.І. Остапченко / – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. – 796 с.
3. Біохімія. Підручник / Кучеренко М.Є., Бабенюк Ю.Д., Васильєв О.М., Виноградова Р.П., Войціцький В.М., Курський М.Д., Рибальченко В.К., Цудзевич Б.О. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2012. – 480 с.
4. Молекулярна біологія. Підручник / Сиволоб А.В. – К: ВПЦ «Київський університет», 2008. – 384 с.
5. D.L. Nelson, M.M. Cox. Lehninger Principles of Biochemistry. Publisher: W.H. Freeman (15th Edition), 2021, ISBN-10: 0-7167-7108-X. ISBN-13: 978-0-7167-7108-1. 1100 p.
6. Кучеренко М.Є., Бабенюк Ю.Д., Войціцький В.М. Сучасні методи біохімічних досліджень. К.: Фітосоціоцентр, 2012. – 424 с.
7. Біохімія. Навчальний посібник / Прилуцька С.В., Гринюк І.І., Ткаченко Т.А. - Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України. - 2022. - 192 с.

Додаткова література:

1. Тарасенко Л.М., Непорада К.С., Григоренко В.К. Функціональна біохімія. – Вінниця, Нова книга, 2017. – 378с.
2. Губський Ю.І. Біологічна хімія. – Київ-Вінниця:, Нова книга, 2017. – 656с.
3. Thomas D. Pollard, William C. Earnshaw, Ph. D. Cell biology. – Elsevier Science (USA), 2012. – 804 p.
4. Фізіологія рослин з основами біохімії. Практикум / Григорюк І.П., Бойко О.А., Прилуцька С.В. - Київ: Видавництво ТОВ «Аграр Медіа Груп». - 2014. - 144 с.
5. Біохімія. Навчально-методичні рекомендації до виконання лабораторних занять / Прилуцька С.В., Демчук Т.Л., Бойко О.А., Коломієць Ю.В. - Київ: Видавничий центр НУБіП України. - 2012. - 44 с.

14. Інформаційні ресурси

1. Електронні бази підручників, наукових публікацій, енциклопедій тощо. (PubMed, HighWire).
2. Електронна бібліотека: <http://review3d.ru/>.
3. <http://biomodel.uah.es/>
4. <https://www.socrative.com/>
5. Coursera