

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра фізіології, біохімії рослин та біоенергетики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології



Коломієць Ю.В.
« 18 » травня 2023 р.

«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри фізіології,
біохімії рослин та біоенергетики

Протокол № 10 від « 8 » травня 2023 р.

Завідувач кафедри
Прилуцька С.В.

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОПП Екологія
Володимир БОГОЛЮБОВ
Гарант ОПП

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
БІОХІМІЯ**

спеціальність 101 «Екологія»

освітня програма «Екологія»

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробник: зав. кафедри, д.б.н., проф. Прилуцька С.В., доцент, к.б.н. Ткаченко Т.А.

Київ – 2023 р.

**1. Опис навчальної дисципліни
«Біохімія»**

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	101 «Екологія»	
Освітня програма	«Екологія»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	2	
Семестр	4	
Лекційні заняття	30 год	
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	30 год	
Самостійна робота	60 год	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4 год	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Дисципліна «Біохімія» вивчає хімічний склад живих організмів і навколишнього середовища, а також взаємозв'язки між ними. Саме комплексні знання зі структури, фізико-хімічних та біологічних властивостей хімічних і біоорганічних сполук, які є складовою всього живого, так і навколишнього середовища, їх раціональне взаємодоповнення, є суттєво важливими і необхідними для подальшого застосування знань і навичок фахівців екологів у професійній діяльності. У живій природі поєднуються різноманітність і збалансованість завдяки наявності численних регуляторних механізмів і комунікацій, в основі яких лежать складні біохімічні перетворення. Саме вивчення біохімічних основ закладає фундамент розуміння глибинних процесів взаємодії різних живих організмів як між собою, так і в екосистемах.

Завдання курсу полягає в ознайомленні студентів з будовою і властивостями хімічних елементів та їх сполук, основними класами біоорганічних сполук їх класифікацією, функціями і властивостями, біохімічними механізмами перетворення екзо- та ендогенних сполук і адаптації живих організмів. Теоретичні аспекти дисципліни студенти закріплюються на лабораторних заняттях з метою отримати та закріпити практичні навички при роботі у хімічній, біохімічній, біотехнологічній лабораторії, що дозволять у подальшому планувати наукові дослідження та аналізувати отримані експериментальні дані.

Метою навчальної дисципліни «Біохімія» є формування теоретичних основ і практичних навичок сучасних фізико-хімічних, спектральних, молекулярних, біофізичних, біохімічних методів, які широко використовуються у екології і агротехнологіях.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми у сфері екології, охорони довкілля і збалансованого природокористування, що передбачає застосування основних теорій та методів наук про довкілля, які характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

Фахові (спеціальні) компетентності (ФК):

ФК5. Здатність до оцінки впливу процесів техногенезу на стан навколишнього середовища та виявлення екологічних ризиків, пов'язаних з виробничою діяльністю

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН7. Розв'язувати проблеми у сфері захисту навколишнього середовища із застосуванням загальноприйнятих та/або стандартних підходів та міжнародного і вітчизняного досвіду.

ПРН21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

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													
	тижні	Денна форма						Заочна форма						
		усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Молекулярний та хімічний склад живих організмів і навколишнього середовища.														
Тема 1. Вступ до біохімії.	1	8	2	-	2	-	4							
Тема 2. Сучасні біохімічні методи.	2	8	2	-	2	-	4							
Тема 3. Молекулярний та хімічний склад живих організмів.	3	8	2	-	2	-	4							
Тема 4. Роль води у життєдіяльності живих організмів. Буферні системи.	4	8	2	-	2	-	4							
Тема 5. Молекулярна і надмолекулярна організація клітини.	5	8	2	-	2	-	4							
Тема 6. Білки та амінокислоти.	6	8	2	-	2	-	4							
Тема 7. Вуглеводи.	7	8	2	-	2	-	4							
Тема 8. Нуклеїнові кислоти.	8	8	2	-	2	-	4							
Тема 9. Ліпіди.	9	8	2	-	2	-	4							
Разом за змістовим модулем 1	72		18	-	18	-	36							
Змістовий модуль 2. Біотрансформація речовин та біохімічні рівні взаємодії між живими організмами														
Тема 1. Основні поняття метаболізму речовин та енергії в	10	8	2	-	2	-	4							

природі. Ферментативні реакції.													
Тема 2. Фітогормони. Класифікація фітогормонів. Молекулярні механізми дії фітогормонів.	11	8	2	-	2	-	4						
Тема 3. Вторинні рослинні метаболіти.	12	8	2	-	2	-	4						
Тема 4. Біологічна активність ксенобіотиків	13	8	2	-	2	-	4						
Тема 5. Алелопатія та її роль в екології агросистем	14	8	2	-	2	-	4						
Тема 6. Екологічно- біохімічна взаємодія рослин і тварин	15	8	2	-	2	-	4						
Разом за змістовим модулем 2	48		12	-	12	-	24						
Усього годин	120		30		30		60						

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	Не передбачено робочим навчальним планом	

6. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення показника рН у воді, ґрунті	2

2	Осмотичні властивості клітин	2
3	Приготування буферних розчинів: кислотні (ацетатна буферна система ($\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$); гідрофосфатна ($\text{K}_2\text{HPO}_4 + \text{KH}_2\text{PO}_4$); гідрокарбонатна ($\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$); гемоглобінова ($\text{Hb} + \text{Kb}$); оксигемоглобінова ($\text{HbO}_2 + \text{KbO}_2$), основні (аміачний буфер: $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$), фосфатна буферна система, гідрогенкарбонатна буферна система ($\text{H}_2\text{CO}_3, \text{NaHCO}_3$).	2
4	Якісне визначення мінеральних речовин. Мікрохімічний аналіз золи.	2
5	Якісні реакції на небілкові азотисті сполуки.	2
6	Кольорові (якісні) реакції на білки та амінокислоти.	2
5	Якісні реакції на нітрати у рослинному матеріалі.	2
7	Реакції осадження білків. Фізико-хімічні властивості білків.	2
8	Виділення білків з рослинного матеріалу.	2
9	Якісні реакції на моносахариди.	2
10	Якісні реакції на полісахариди. Гідроліз крохмалю та клітковини.	2
11	Виділення нуклеопротейдів з дріжджів.	2
12	Якісні реакції на складові нуклеопротейдів (білки, моносахариди (рибозу та дезоксирибозу), пуринові основи, фосфорну кислоту).	2
13	Визначення хімічних параметрів жирів.	2
14	Оцінка вмісту небезпечних хімічних речовин. Якісні реакції на ртуть, свинець, кадмій, діоксини	2
15	Визначення іонів амонію в ґрунтових водах	2
	Разом	30 год

7. Самостійна робота

№	Назва теми	Кількість годин
1	Історія розвитку біохімії. Внесок видатних вітчизняних та закордонних вчених в розвиток біохімії як науки.	4
2	Наукові відкриття у галузі Біохімії. Нобелівські лауреати.	4
3	Методи виділення та очистки, розділення білків – висолювання, електрофорез, хроматографія, Вестерн-блот аналіз, ПЛР тощо.	4
4	Технології виділення і зберігання біологічних матеріалів (клітинні суспензії, тканини, кров тощо) та зразків навколишнього середовища.	4
5	Джерело рослинних білків. Характеристика рослинних білків та їх значення. Амінокислотний склад рослинних білків.	4

6	Роль амінокислот у захисті сільськогосподарських культур від стресів.	4
7	Біологічно активні речовини рослинного походження. Їх роль у процесах фотосинтезу та дихання.	4
8	Фітогормони та їх регуляторна роль.	4
9	Накопичення поживних речовин у клітинах і тканинах рослин. Шляхи надходження речовин у клітину та механізми виведення з клітини.	4
10	Вибіркове накопичення хімічних та радіоактивних елементів органами та тканинами рослин. Наслідки.	4
11	Структурні, біохімічні та фізіологічні особливості/відмінності клітини рослин та тварин.	4
12	Рослинні антибіотики – класифікація, механізм дії та роль.	4
13	Молекулярно-біологічні та біохімічні механізми дії хімічних канцерогенів. Стадії, метаболічні перетворення, проникнення в клітину, тощо.	4
14	Дія отрут грибів і тварин на живий організм, біохімічні зміни.	4
15	Біохімічні аспекти стійкості, адаптації і резистентності у живих організмів.	4
	Разом	60 год

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

1. Дайте визначення – що таке Білки?
2. Дайте визначення – що таке Амінокислоти?
3. Структура, функції та властивості білків та амінокислот.
4. Сучасні біохімічні методи ідентифікації білків та визначення їх концентрації.
5. Рівні структурної організації білків та зв'язки, які приймають участь у стабілізації.
6. Як утворюється пептидний зв'язок?
7. Структурні формули амінокислот.
8. Класифікація амінокислот.
9. Класифікація білків.
10. Структурні формули складних білків: хромопротеїдів – хлорофілів а і б.
11. Структура, властивості та функції вуглеводів.
12. Класифікація вуглеводів. Навести приклади.
13. Класифікація моносахаридів. Навести приклади.
14. Ланцюгова та циклічна форми моносахаридів.
15. Що таке епімери? Навести приклади.
16. Якісні реакції на вуглеводи.
17. Структурні формули:
 - 1) Моносахаридів: тріоз, тетроз, пентоз, гексоз, представники.
 - 2) Альдоз та кетоз, представники.

3) Глюкози, манози, рибози дезоксирибози у циклічній та ланцюговій формах.

18. Конфігурації та конформації моносахаридів (D- чи L- та , α - чи β -).

19. Дайте визначення що таке Ліпіди?

20. Функції ліпідів:

21. Структурні компоненти ліпідів (гідрофобні та гідрофільні).

22. Класифікація ліпідів. Навести приклади.

23. Властивості ліпідів.

24. Хімічні параметри жирів, у яких галузях можна застосувати ці показники?

25. Характеристика ліпідних полімерів рослин, наприклад, кутин, суберин та воски.

26. Структурні формули:

А) жирних кислот, спиртів та альдегідів (насичені та ненасичені). На прикладі пальмітинової, стеаринової, лінолевої та ліноленової кислот.

Б) триацилгліцеролів (гліцерол та його похідні).

В) фосfolіпідів (фосфатидилсерин, фосфатидилхолін, фосфатидилетаноламін, фосфатидова кислота).

Г) сфінголіпідів (сфінгомієлін, глюкоцереброзид).

27. Що таке нуклеїнові кислоти? Навести приклади.

28. Хімічний склад нуклеїнових кислот.

29. Відмінності нуклеотиду від нуклеозиду?

30. Функції нуклеїнових кислот.

31. Характерні особливості структурного складу та будови ДНК.

32. Характерні особливості структурного складу та будови РНК.

33. Фізико-хімічні властивості нуклеїнових кислот.

34. Рівні структурної організації ДНК та зв'язки, які приймають участь у стабілізації.

35. Правило компліментарності (правило Чаргаффа) азотистих основ у складі ДНК.

36. Де міститься генетична інформація у клітині?

37. Будова (структурно-функціональний стан) хромосоми.

38. Поняття геному.

39. Структура і будова РНК. Типи РНК: інформаційна, транспортна, рибосомальна.

40. Структурні формули:

А) пуринових (аденін, гуанін) та піримідинових (цитозин, тимін, урацил) основ.

Б) нуклеотидів, які входять до складу ДНК (дАМФ, дГМФ, дЦМФ і дТМФ).

В) нуклеотидів, які входять до складу РНК (АМФ, ГМФ, ЦМФ і УМФ).

1. Мономерними одиницями білків є:

А) Амінокислоти. В) Нуклеотиди. С) Нуклеозиди. D) Моносахариди.

2. До мікроелементів належать такі хімічні елементи:

А) Фосфор. В) Йод. С) Калій. D) Кальцій. Е) Мідь. F) Цинк.

3. Замінні амінокислоти:

А) Гліцин. В) Валін. С) Пролін. D) Лейцин. Е) Аспарагін. F) Лізин.

4. Первинна структура білка це:

- А) якісний і кількісний склад амінокислот, а також їх послідовність розміщення у поліпептидному ланцюзі білкової молекули;
- В) просторова конфігурація білкової молекули, виділяють три типи структури: α -спіральна, β -складчаста і колагенова спіраль.
- С) перетворення розгорнутого поліпептидного ланцюга в компактну молекулу;
- Д) 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.
- А) Біуретова реакція;
- В) Нінгідринова реакція;
- С) Реакція з азотистою кислотою;
- Д) Ксантипротейнова реакція;
- Е) Реакція осадження білків мінеральними кислотами (проба Гелера);
- ґ) Метод Лоурі.
6. При гідролізі білків приймають участь такі ферменти:
- А) Ліпази. В) Протеази. С) Нуклеази. Д) Гідролази.
7. До простих білків належать:
- А) Гістони і протаміни. В) Хлорофіл. С) Альбуміни і глобуліни. Д) Казеїноген.
8. Основними складовими нуклеїнових кислот є:
- А) 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) Аденин, 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

Лекційні заняття з використанням мультимедійної техніки та лабораторні заняття з використанням сучасного експериментального обладнання.

Успіх навчання загалом залежить від внутрішньої активності студентів, від характеру їхньої діяльності, то саме характер діяльності, ступінь самостійності та творчості мають бути важливими критеріями у виборі методу.

Пояснювально-ілюстративний метод. Студенти здобувають знання на лекціях, а також використовуючи навчальну або методичну літературу.

Відтворювальний метод використовують для викладення й засвоєння фактів, підходів, оцінок, висновків. Студенти сприймають й осмислюють факти, оцінки, висновки тощо. Такий метод застосовують для передавання основного обсягу інформації, тобто застосування вивченого матеріалу на основі зразка або

правила. Студенти навчаються алгоритмічною, згідно інструкцій, розпоряджень, правил.

Метод проблемного викладення. Використовуються будь-які джерела й засоби, педагог, перш ніж викладати матеріал, ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доведень, порівнюючи погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання. Студенти стають співвиконавці наукового пошуку.

Частково-пошуковий, або евристичний метод. Його суть полягає в організації активного пошуку розв'язання запропонованих педагогом (чи самостійно сформульованих) пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення набуває продуктивного характеру, але його поетапно скеровує й контролює педагог або самі студенти на основі роботи над програмами (зокрема й комп'ютерними) та з навчальними посібниками. Такий метод, один з різновидів якого є евристична бесіда, - перевірений спосіб активізації мислення, спонукання до пізнання.

Дослідницький метод. Після аналізу матеріалу, постановки проблем і завдань, отриманих під час практичних робіт результатів, студенти самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри та виконують інші пошукові дії. Ініціативність, самостійність, творчий пошук виявляються в дослідницькій діяльності найповніше. Методи навчальної роботи безпосередньо переходять у методи, які імітують, а іноді й реалізують науковий пошук.

Отже, розглянуто шість підходів до класифікації методів навчання.

10. Форми контролю

Під час вивчення дисципліни Біохімія упродовж навчального семестру студенти пишуть 2 змістовних модулі, які входять у рейтинг з навчальної роботи, після вивчення дисципліни студенти проходять підсумкову атестацію – іспит.

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

Критерії оцінки рівня знань на лабораторних, семінарських та практичних заняттях. На лабораторних заняттях кожен студент з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: “відмінно” – студент дає вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично вірні відповіді не менш ніж на 90% запитань, рішення задач та лабораторні вправи вірні, демонструє знання підручників, посібників, інструкцій, проводить узагальнення і висновки, акуратно оформляє завдання, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “добре” – коли студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 60% питань, або на всі запитання дає недостатньо обґрунтовані,

невичерпні відповіді, допускає грубі помилки, які виправляє за допомогою викладача. При цьому враховується наявність конспекту за темою завдань та самостійність; “незадовільно з можливістю повторного складання” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 35% питань, або на всі запитання дає необгрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки. Має неповний конспект лекцій.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни. Є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєності теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання лабораторних досліджень. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістовні модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

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 екзамен 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 освіти, навчальні плани, навчальні програми з усіх нормативних і вибіркових навчальних дисциплін; програми навчальної, виробничої та інших видів практик; підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів.

1. Прилуцька С.В., Гринюк І.І., Ткаченко Т.А. Біохімія. Навчальний посібник. - Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України. - 2022. - 192 с.
2. Прилуцька С.В., Демчук Т.Л., Бойко О.А., Коломієць Ю.В. Навчально-методичні рекомендації з «Біохімії». – Київ: Видавничий центр НУБіП України. - 2012. - 44 с.

3. Григорюк І.П., Бойко О.А., Прилуцька С.В. Фізіологія рослин з основами біохімії. Практикум. – Київ: Видавництво ТОВ «Аграр Медіа Груп». - 2014. – 148 с.

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», 2018. – 384 с.
5. D.L. Nelson, M.MCox. Lehninger Principles of Biochemistry. Publisher: W.H. Freeman (15th Edition), 2022, 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, 2021. – 424 с.
7. Прилуцька С.В., Гринюк І.І., Ткаченко Т.А. Біохімія. Навчальний посібник. - Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України. - 2022. - 192 с.

Допоміжна 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), 2022. – 804 p.
4. Прилуцька С.В., Демчук Т.Л., Бойко О.А., Коломієць Ю.В. Навчально-методичні рекомендації з «Біохімії». Видавничий центр НУБіП України. 44 с. 2012. Київ.
5. Григорюк І.П., Бойко О.А., Прилуцька С.В. Фізіологія рослин з основами біохімії. Практикум. Видавництво ТОВ «Аграр Медіа Груп». Київ. 2014. С. 148.

14. Інформаційні ресурси

1. Електронні бази підручників, наукових публікацій, енциклопедій тощо. (PubMed, HighWire).
2. Електронна бібліотека: <http://review3d.ru/>.
3. <https://www.youtube.com/watch?v=ojhdTFmkY1c>
<https://www.youtube.com/user/amritacreate/videos>
Визначення хім елементів
<https://www.youtube.com/watch?v=FUo428guKt0>
Якісні реакції на флаваноїди
<https://www.youtube.com/watch?v=CC3t67e2GsU>
якісні на вуглеводи, білки та жири

<https://www.youtube.com/watch?v=QacQmS3aaTI>

Якісні реакції на феноли

<https://www.youtube.com/watch?v=HSGlfbV7W84>

амінокислоти нінгідринний метод

<https://www.youtube.com/watch?v=JdXbTWfOc18>

ДНК і РНК

https://www.youtube.com/watch?v=ZuhQtTX6_4U

хроматографія на папері

https://www.youtube.com/watch?v=23W5Z_redfs

<https://youtu.be/rueoyjUjyCg>