

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Кафедра біохімії імені акад. М.Ф. Гулого

ЗАТВЕРДЖЕНО

Факультет тваринництва
та водних біоресурсів

“14” травня 2026 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ ГІДРОБІОНТІВ

Галузь знань Н Аграрні науки та продовольство

Спеціальність Н5 Водні біоресурси та аквакультура

Освітня програма Водні біоресурси та аквакультура

Факультет Тваринництва та водних біоресурсів

Розробники: Ольга ТУПИЦЬКА, доцент, кандидат біологічних наук, доцент кафедри біохімії імені акад. М.Ф. Гулого

Київ – 2026 р.

Опис навчальної дисципліни

«Фізіологія та біохімія гідробіонтів» - дисципліна, яка дає основні поняття щодо білків, ліпідів, вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів, ферментів, гормонів, їх біологічної ролі в організмі, але й має важливе практичне значення. Вона є об'єктивним підґрунтям сучасного рибництва та інших суміжних галузей. Оволодіння знаннями біохімії гідробіонтів дозволяє фахівцю свідомо розуміти різні біотехнологічні процеси виробництва та переробки продукції аквакультури. Знання фізіології і біохімії гідробіонтів необхідні майбутнім спеціалістам з водних біоресурсів та аквакультури для розробки збалансованих кормів і годівлі риб, методів підвищення інтенсивності росту та життєстійкості на різних стадіях ембріонального та постембріонального розвитку, вдосконалення технологій штучного відтворення промислово-цінних, рідких та зникаючих видів риб, науково-обґрунтованого використання біологічно-активних речовин у рибництві, створення оптимальних умов для природного та штучного відтворення риб.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>бакалавр</i>	
Спеціальність	<i>Н5 Водні біоресурси та аквакультура</i>	
Освітня програма	<i>Водні біоресурси та аквакультура</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	<i>залік</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	1	2-
Семестр	2	-
Лекційні заняття	<i>30 год.</i>	<i>5 год.</i>
Практичні, семінарські заняття	<i>- год.</i>	<i>-год.</i>
Лабораторні заняття	<i>45 год.</i>	<i>-год.</i>
Самостійна робота	<i>45 год.</i>	<i>180 год.</i>
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	<i>5 год.</i>	185

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Метою курсу "Фізіологія та біохімія гідробіонтів" є формування у студентів знань стосовно хімічного складу, структури та перетворення речовин і енергії, які відбуваються в організмі гідробіонтів, поглиблене вивчення особливостей перебігу метаболічних процесів в організмі водяних тварин, у тому числі і риб в період зимівлі, тривалого голодування, нересту, ембріонального та постембріонального розвитку, оволодіння студентами сучасними біохімічними методами, пов'язаними з дослідженням білків, ліпідів, вуглеводів, вітамінів, ферментів, макро- та мікроелементів, вивченням їхніх властивості та перетворення поживних речовин, що надійшли в організм гідробіонтів, освоєння студентами відповідних приладів та

обладнання, які використовуються в практиці біохімічних досліджень, риборозведення та в роботах, пов'язаних з охороною оточуючого природного середовища.

Перелік навчальних дисциплін, які передують вивченню «Фізіологія та біохімія гідробіонтів»

Гідрохімія

Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК):

ЗК-8. Знання та розуміння предметної області та розуміння професії;

ЗК-9. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ЗК-10. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

ЗК-11. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК-2. Здатність досліджувати біохімічні, гідробіологічні, гідрохімічні, генетичні та інші зміни об'єктів водних біоресурсів та аквакультури і середовища їх існування.

СК-7. Здатність виявляти вплив гідрохімічного та гідробіологічного параметрів водного середовища на фізіологічний стан водних живих організмів.

СК-10. Здатність виконувати експерименти з об'єктами водних біоресурсів та аквакультури незалежно, а також описувати, аналізувати та критично оцінювати експериментальні дані. С

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН-5. Знати та розуміти основи рибництва: в гідробіології, гідрохімії, біофізиці, іхтіології, біохімії та фізіології гідробіонтів, генетиці, розведенні та селекції риб, рибальстві, гідротехніці, іхтіопатології, аквакультурі природних та штучних водойм на відповідному рівні для основних видів професійної діяльності.

ПРН-10. Застосовувати навички виконання експериментів для перевірки гіпотез та дослідження явищ, що відбуваються у водних біоресурсах та аквакультурі, біофізичних закономірностей.

ПРН-11. Знати основні історичні етапи розвитку предметної області досліджень.

ПРН-12. Збирати та аналізувати дані, включаючи аналіз помилок та критичне оцінювання отриманих результатів спеціальності водні біоресурси та аквакультура.

ПРН-14. Знати та розуміти сучасні водні біоресурси та аквакультуру (фізіологію та біохімію гідробіонтів, рибальство, аквакультуру природних та штучних водойм, марікультуру, акліматизацію гідробіонтів) на рівні відповідно до сучасного стану розвитку водних біоресурсів та аквакультури.

ПРН-16. Мати передові знання та навички в одному чи декількох з таких напрямів: гідрохімії, гідробіології, біофізики, біохімії, фізіології гідробіонтів, загальної іхтіології, спеціальної іхтіології, розведення та селекції риб, генетики риб, годівлі риб, марікультури, онтогенезу риб.

ПРН-18. Аналізувати результати досліджень гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних та іхтіологічних показників водойм, фізіолого-біохімічний, іхтіопатологічний стан гідробіонтів, оцінювати значимість показників.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма			заочна форма	
	тижні	усьо	у тому числі	усього	у тому числі

		го	л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
Модуль 1. Вступ. Історія розвитку біохімії гідробіонтів. Підготовка матеріалу для біохімічних досліджень тварин водного середовища. Статична біохімія													
Тема 1. Введення в дисципліну. Вуглеводи риб. Визначення біогенних вуглеводних структур. Характеристика гетеро- і моносахаридів	1-2	12	4	-	4	-	4	1	1				14
Тема 2. Ліпіди гідробіонтів. Вплив живлення риб на ліпідний склад органів і тканин. Фракційний склад ліпідів риб та біологічне значення різних фракцій	3	9	2	-	3	-	4						14
Тема 3. Білки та амінокислоти риб. Вивчення формул амінокислот	4	10	2	-	4	-	4	1	1				14
Тема 4. Нуклеїнові кислоти та нуклеопротеїди гідробіонтів. Значення нуклеїнових кислот	5	9	2	-	4	-	3						14
Разом за модулем 1	40	10	-	15	-	15	58	2					56
Модуль 2. Біологічно активні речовини													
Тема 1. Ферменти водних тварин.	6	12	4	-	4	-	4	1	1				14
Тема 2. Історія розвитку ферментів. Вивчення класифікації та біологічної активності різних ферментів. Методи виділення і очищення ферментів	7	9	2	-	3	-	4						14
Тема 3. Вітаміни риб. Основні джерела та потреби у вітамінах риб Мінеральні речовини водних організмів. Охарактеризувати ультрамікроелементи	8-9	10	2	-	4	-	4						14
Тема 4. Гормони риб. Гормони гіпофіза та їх застосування в біотехніці штучного відтворення риб	10	9	2	-	4	-	3						14
Разом за модулем 2	40	10	-	15	-	15	57	1					56
Модуль 3. Обмін речовин. Анаеробні й аеробні шляхи утворення енергії в тканинах гідробіонтів													
Тема 1. Обмін вуглеводів у водних тварин. Вивчення процесів обміну речовин	11		2		3		3	1	1				14

та енергії. Регуляція вуглеводного обміну у риби. Роль печінки в обміні вуглеводів												
Тема 2. Обмін ліпідів у гідробіонтів. Ліпотропні фактори та механізми їх біологічної дії. Риб'ячий жир, його хімічний склад та харчова цінність	12		2	3		3						14
Тема 3. Обмін білків у риби. Потреби риби у білках. Принцип балансування потреби риби у білках	13		2	3		3						14
Тема 4. Обмін нуклеїнових кислот у риби. Матричний механізм синтезу нуклеїнових кислот. Кінцеві продукти розпаду пуринових та піримідинових нуклеотидів у риби	14		2	3		3						12
Тема 5. Аеробні шляхи утворення енергії	15		2	3		3	1	1				14
Разом за модулем 2	40		10	-	15	-	15	70	2			68
Усього годин	120		30		45		45	185	5			180
Курсовий проект (робота) з _____ (якщо є в навчальному плані)												
Усього годин	120		30		45		45	185	5			180

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1-2	Введення в дисципліну. Вуглеводи риби. Визначення біогенних вуглеводних структур. Характеристика гетеро- і моносахаридів	4
3	Ліпіди гідробіонтів. Вплив живлення риби на ліпідний склад органів і тканин. Фракційний склад ліпідів риби та біологічне значення різних фракцій	2
4	Білки та амінокислоти риби. Вивчення формул амінокислот	2
5	Нуклеїнові кислоти та нуклеопротейди гідробіонтів. Значення нуклеїнових кислот	2
6-7	Ферменти водних тварин.	4
8	Історія розвитку ферментів. Вивчення класифікації та біологічної активності різних ферментів. Методи виділення і очищення ферментів	2
9	Вітаміни риби. Основні джерела та потреби у вітамінах риби Мінеральні речовини водних організмів.	2

	Охарактеризувати ультрамікроелементи	
10	Гормони риб. Гормони гіпофіза та їх застосування в біотехніці штучного відтворення риб	2
11	Обмін вуглеводів у водних тварин. Вивчення процесів обміну речовин та енергії. Регуляція вуглеводного обміну у риб. Роль печінки в обміні вуглеводів	2
12	Обмін ліпідів у гідробіонтів. Ліпотропні фактори та механізми їх біологічної дії. Риб'ячий жир, його хімічний склад та харчова цінність	2
13	Обмін білків у риб. Потреби риб у білках. Принцип балансування потреби риб у білках	2
14	Обмін нуклеїнових кислот у риб. Матричний механізм синтезу нуклеїнових кислот. Кінцеві продукти розпаду пуринових та піримідинових нуклеотидів у риб	2
15	Аеробні шляхи утворення енергії	2

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Правила роботи та техніка безпеки в біохімічній лабораторії. Прилади та обладнання біохімічної лабораторії. Посуд, реактиви, розчини.	4
2	Фізико-хімічні методи дослідження в біохімії. Одержання клітинних фракцій. Гомогенізація. Центрифугування. Розчини. Приготування розчинів у визначеній концентрації.	4
3	Вуглеводи. Доказ наявності гідроксильних груп в глюкозі. Окиснення альдегідної групи глюкози. Окиснення глюкози аміачним розчином оксиду срібла. Окиснення глюкози реактивом Фелінга. Реакція Селіванова на кетози.	2
4	Вуглеводи. Доказ наявності гідроксильних груп у дисахаридах. Перевірка відновлюючих властивостей дисахаридів. Гідроліз сахарози. Реакція крохмалю з йодом. Кислотний гідроліз крохмалю.	2
5	Ліпіди. Окиснення рослинних олій. Емульгування жирів. Одержання жирних кислот з мила. Утворення нерозчинного у воді мила.	3
6	Білки і амінокислоти. Визначення рН розчинів амінокислот. Дослідження амфотерних властивостей гліцину. Взаємодія гліцину з SiO. Взаємодія амінокислот з нінгідрином. Біуретова реакція на білок. Ксантопротеїнова реакція на білок. Сульфгідрильна реакція.	4
7	Нуклеїнові кислоти. Амідні кислот. Утворення солей сечовини з кислотами. Взаємодія сечовини з азотистою кислотою. Утворення біурету і біуретова реакція.	4
8	Мінеральні речовини. Кількісне визначення кальцію методом титрування. Визначення кальцію фотометричним методом. Визначення кальцію у сироватці крові трилонометричним титруванням у присутності мурексиду. Визначення фосфору методом Фіске-Суббароу. Визначення фосфору експрес-методом. Визначення загального фосфору.	2
9	Вітаміни. Дослідження жиророзчинних вітамінів: якісні реакції на вітамін А; якісні реакції на вітамін Е.; якісні реакції на вітамін К. Дослідження водорозчинних вітамінів: якісна реакція на вітамін В і; якісна реакція на вітамін В ₂ ; якісна реакція на вітамін В ₅ ; якісна реакція на вітамін С; кількісне визначення вітаміну С.	2
10	Ферменти. Вплив температури на активність ферментів. Вплив рН	3

	середовища на активність амілази. Специфічність дії ферментів. Визначення активності амілази. Вплив активаторів та інгібіторів на активність ферментів.	
11	Обмін вуглеводів. Визначення глюкози в крові орто-толуїдиновим методом. Визначення глюкози в крові ферментативним методом. Кількісне визначення глюкози в розчині по методу Фелінга. Фотометричне визначення глюкози ферментативним методом «Хромоглюкоза».	3
12	Обмін ліпідів. Визначення гліцерину у жирах. Визначення йодного числа жиру. Визначення кислотного числа жиру. Виділення фосfolіпідів.	3
13	Обмін амінокислот. Розрахунок вмісту амінокислот. Якісні реакції на амінокислоти. Реакція на триптофан. Реакція на сульфурвмісні амінокислоти.	3
14	Обмін білків. Визначення білка біуретовим методом. Вплив температури і реакції середовища на розчинність білків. Осадження білків азотною кислотою. Осадження білків органічними кислотами. Осадження білків органічними розчинниками.	3
15	Обмін нуклеїнових кислот. Біуретова реакція на пептиди. Якісні реакції на вуглеводний компонент. Якісна реакція на наявність фосфорної кислоти. Проба на пуринові основи.	3

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Періоди розвитку біохімії	15
2	Ознайомитися і описати методи, за допомогою яких визначають ферментативну активність	15
3	Аеробні шляхи утворення енергії	15

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- співбесіда;
- тестування;
- захист лабораторних;

7. Методи навчання:

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебат;
- метод командної роботи, мозкового штурму

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Вступ. Історія розвитку біохімії гідробіонтів. Підготовка матеріалу для біохімічних досліджень тварин водного середовища. Статична біохімія		
Лабораторна робота 1. Правила роботи	ПРН-5, 11, 16. <i>Знати</i> будову та основи	12

та техніка безпеки в біохімічній лабораторії. Прилади та обладнання біохімічної лабораторії. Посуд, реактиви, розчини. Фізико-хімічні методи дослідження в біохімії. Одержання клітинних фракцій. Гомогенізація. Центрифугування. Розчини. Приготування розчинів у визначеній концентрації.	класифікації вуглеводів, ліпідів, амінокислот, білків та нуклеїнових кислот. <i>Розуміти</i> функції в організмі гідробіонтів вуглеводів, ліпідів, амінокислот, білків та нуклеїнових кислот. <i>Вміти</i> визначати вуглеводи, ліпіди, амінокислоти, білки та нуклеїнові кислоти в біологічних рідинах та тканинах організму гідробіонтів.	
Лабораторна робота 2. Вуглеводи. Доказ наявності гідроксильних груп у дисахаридах. Перевірка відновлюючих властивостей дисахаридів. Гідроліз сахарози. Реакція крохмалю з йодом. Кислотний гідроліз крохмалю.	<i>Використовувати</i> лабораторне обладнання, реактиви та сучасні лабораторні прилади для вивчення присутності та властивостей вуглеводів, ліпідів, амінокислот, білків і нуклеїнових кислот	12
Лабораторна робота 3. Ліпіди. Окиснення рослинних олій. Емульгування жирів. Одержання жирних кислот з мила. Утворення нерозчинного у воді мила.		12
Лабораторна робота 4. Білки і амінокислоти. Визначення рН розчинів амінокислот. Дослідження амфотерних властивостей гліцину. Взаємодія гліцину з СиО. Взаємодія амінокислот з нінгідрином. Біуретова реакція на білок. Ксантопротеїнова реакція на білок. Сульфгідрильна реакція. Нуклеїнові кислоти. Амідні кислот. Утворення солей сечовини з кислотами. Взаємодія сечовини з азотистою кислотою. Утворення біурету і біуретова реакція.		12
Самостійна робота 1. Періоди розвитку біохімії		22
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Біологічно активні речовини		
Лабораторна робота 1. Мінеральні речовини. Кількісне визначення кальцію методом титрування. Визначення кальцію фотометричним методом. Визначення кальцію у сироватці крові трилонометричним титруванням у присутності мурексиду. Визначення фосфору методом Фіске-Суббароу. Визначення фосфору експрес-методом. Визначення загального фосфору.	ПРН-5, 10, 14. <i>Знати</i> будову та основи класифікації мінеральних речовин, вітамінів, ферментів та гормонів. <i>Розуміти</i> функції в організмі гідробіонтів мінеральних речовин, вітамінів, ферментів та гормонів та їхній вплив на біохімічні процеси організму. <i>Вміти</i> визначати мінеральні речовини, гормони, вітаміни та ферменти в біологічних рідинах та тканин організму гідробіонтів.	12
Лабораторна робота 2. Вітаміни. Дослідження жиророзчинних вітамінів: якісні реакція на вітамін А; якісні реакції на вітамін Е.; якісні	<i>Використовувати</i> лабораторне обладнання, реактиви та сучасні лабораторні прилади для дослідження вмісту й властивостей мінеральних	12

реакції на вітамін К. Дослідження водорозчинних вітамінів: якісна реакція на вітамін В і; якісна реакція на вітамін В ₂ ; якісна реакція на вітамін В ₅ ; якісна реакція на вітамін С; кількісне визначення вітаміну С.	речовин, вітамінів, ферментів та гормонів.	
Лабораторна робота 3. Ферменти. Вплив температури на активність ферментів. Вплив рН середовища на активність амілази..		12
Лабораторна робота 4. Специфічність дії ферментів. Визначення активності амілази. Вплив активаторів та інгібіторів на активність ферментів		12
Самостійна робота 2. Ознайомитися і описати методи, за допомогою яких визначають ферментативну активність		22
Модульна контрольна робота 2.		30
Всього за модулем 2		100
Модуль 3. Обмін речовин. Анаеробні й аеробні шляхи утворення енергії в тканинах гідробіонтів		
Лабораторна робота 1. Обмін вуглеводів. Визначення глюкози в крові орто-толуїдиновим методом. Визначення глюкози в крові ферментативним методом. Кількісне визначення глюкози в розчині по методу Фелінга. Фотометричне визначення глюкози ферментативним методом «Хромоглюкоза».	ПРН-12, 16, 18. <i>Знати</i> основи процесів біологічного окислення та енергетичного обміну організму гідробіонтів. <i>Розуміти</i> основні шляхи перетворення вуглеводів, ліпідів, білків та нуклеїнових кислот в організмі гідробіонтів. <i>Використовувати</i> лабораторне обладнання, реактиви та сучасні лабораторні прилади для вивчення	10
Лабораторна робота 2. Обмін ліпідів. Визначення гліцерину у жирах. Визначення йодного числа жиру. Визначення кислотного числа жиру. Виділення фосfolіпідів.	процесів перетворення вуглеводів, ліпідів, амінокислот, білків та нуклеїнових кислот.	10
Лабораторна робота 3. Обмін амінокислот. Розрахунок вмісту амінокислот. Якісні реакції на амінокислоти. Реакція на триптофан. Реакція на сульфурвмісні амінокислоти.		10
Лабораторна робота 4. Обмін білків. Визначення білка біуретовим методом. Вплив температури і реакції середовища на розчинність білків. Осадження білків азотною кислотою. Осадження білків органічними кислотами. Осадження білків органічними розчинниками.		10
Лабораторна робота 5. Обмін нуклеїнових кислот. Біуретова реакція на пептиди. Якісні реакції на вуглеводний компонент. Якісна		10

реакція на наявність фосфорної кислоти. Проба на пуринові основи.		
Самостійна робота 3. Аеробні шляхи утворення енергії		20
Всього		70
Модульна контрольна робота 3.		30
Всього за модулем 3		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/3 * 0,7 \leq 70$	
Екзамен/залік	30	
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{залік}) \leq 100$	
Курсовий проект/робота (за наявності)		100

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності	списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо відвідування	відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

9. Навчально-методичне забезпечення:

- Електронний навчальний курс навчальної дисципліни «Фізіологія та біохімія гідробіонтів» (на навчальному порталі НУБіП України elearn) <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1096>;
- Конспект лекцій та їх презентації з дисципліни «Фізіологія та біохімія гідробіонтів» (в електронному вигляді) <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1096>

1. Підручники, навчальні посібники, практикуми

- Біохімія гідробіонтів. Навчальний посібник Тупицька О.М., Кліх Л.В. - К.:2021. 319 с.
- Біохімія тварин з основами фізичної та колоїдної хімії. Томчук В.А., Грищенко В.А., Калачнюк Л.Г., Кліх Л.В., Тупицька О.М. та ін. К.: 2020. 441 с.
- Тупицька О.М., Кліх Л.В. "Біохімія риби і рибних продуктів" Навчальний посібник Київ, НУБіП України, 2016. 500 с.

4. Методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти:

- Тупицька О.М., Кліх Л.В. Фізіологія та біохімія гідробіонтів. Навчальні методики до виконання лабораторних робіт. - К.: 2021. 88 с.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. Підручник. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2013. – 744 с.

https://shron1.chtyvo.org.ua/Honskyi_YaI/Biokhimia_liudyny.pdf?PHPSESSID=41h7m67j3ftccad34k9cprgpc7

2. Біологічна і біоорганічна хімія: у 2 кн.: підручник. Кн.2. Біологічна хімія/Ю.І.Губський, І.В.Ніженковська, М.М.Корда та ін.; за ред. Ю.І.Губського, І.В.Ніженковської. – К.: ВСВ «Медицина», 2016. – 544 с.

<https://core.ac.uk/reader/144958710>

3. Остапченко Л.І. Біохімія: підручник. - Київ: Київський університет, 2012. - 798 с.
<https://lifelib.info/biochemistry/textbook/index.html>

4. Статична біохімія гідробіонтів. Євтушенко М.Ю., Горліченко М.Г., Шевченко С.В. Одеса. Екологія, 2010. 221с. .

5. Ecotoxicological Assessment of Ponds Contaminated by Wastewater of Livestock Enterprises by Fish Biomarkers

Zakharenko, M.O., Romanova, E.E., Kurbatova, I.M., ... Tupitska, O.M., Kondratiuk, V.M. Hydrobiological Journal, 2024, 60(2), p. 77–85

DOI 10.1615/HydrobJ.v60.i2.60