НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор
Інституту гідробіології
НАН України
_____
чл.-кор НАН України,
доктор біологічних наук,
професор
Сергій АФАНАСЬЄВ
_____2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ ГІДРОБІОНТІВ

Освітній (освітньо-науковий) рівень ІІІ доктор філософії

Галузь знань 09 Біологія

Спеціальність: 091 Біологія та біохімія

Освітньо-наукові програми

Гідробіологія.

Іхтіологія.

Вид дисципліни: вибіркова

Форма навчання: денна

Навчальний рік 2023-2024

Кількість кредитів ECTS 3

Мова викладання українська

Форма контролю Диф. залік

Київ 2023

Робоча програма вивчення вибіркової навчальної дисципліни «**Фізіологія та біохімія гідробіонтів**», третій освітній (освітньо-науковий) рівень вищої освіти підготовки докторів філософії Інституту гідробіології НАН України, галузь знань 09 Біологія, спеціальність 091 Біологія та біохімія, ОНП Іхтіологія та ОНП Гідробіологія // Навчальна програма (за вимогами ECTS). – Київ: ІГБ, 2023.

Розробник: д.б.н. с.н.с. Потрохов Олександр Спиридонович;

к.б.н. Незбрицька Інна Миколаївна

Рецензент д.б.н. проф. Щербак В.І.

РЕКОМЕНДОВАНО на засіданні відділу біології відтворення риб (випускова кафедра).

Зав. відділом _____ д.б.н. Олександр ПОТРОХОВ ___ березня 2023 р.

ПОГОДЖЕНО з гарантами ОНП:

Гарант ОНП Іхтіологія _____ д.б.н. проф. Володимир ЮРИШИНЕЦЬ

Гарант ОНП Гідробіологія _____ д.б.н. с.д. Наталія СЕМЕНЮК

СХВАЛЕНО Вченою радою Інституту гідробіології НАН України.

протокол № ___від _____2023 р.

Дію Робочої програми продовжено Вченою радою Інституту гідробіології

№ з/п	Навчальні роки	№ протоколу	Дата протоколу	Голова Вченої ради	
				прізвище, ініціали	(підпис)
	20___ / 20___				
	20___ / 20___				
	20___ / 20___				
	20___ / 20___				

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників, кількість	**Галузь знань, спеціальність, освітньо-науковий рівень, ОНП**	**Характеристика навчальної дисципліни**
Обсяг кредитів – 3	Галузь знань: 09 Біологія	Очна (денна) форма навчання
Змістовні модулі – 4		Вид дисципліни *Вибіркова*
	Спеціальність: 091 Біологія та біохімія	Рік підготовки - перший
Індивідуальні проблемно-пошукові чи практичні завдання – 4		Загальна кількість годин – **80** З них**:**
	Третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти *ОНП Гідробіологія* *ОНП Іхтіологія*	Лекції, годин – 12
Індивідуальне наукове-дослідне завдання – 0		Семінарсько-практичні, годин – 18
		Самостійна та індивідуальна робота, годин – 50
		Форма підсумкового контролю: *Диф. залік*

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТА ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.

Мета: сформулювати у аспірантів систему знань про механізми адаптації гідробіонтів до середовища існування, які відбуваються на системному, клітинному, субклітинному і молекулярному рівнях.

Предмет: фізіологія та біохімія гідробіонтів різних систематичних рівнів.

Методи навчання: лекції, семінарсько-практичні заняття, самостійна підготовка окремих завдань, виконання лабораторних робіт та індивідуальних навчально-дослідницьких завдань.

Методичне забезпечення: навчальна програма, фахова література, інтернет-ресурси.

Завдання навчальної дисципліни:

Завдання курсу полягають в набутті аспірантами загальних компетентностей 01, 02 ОНП Гідробіологія та загальних компетентностей 01, 02, 04, 06 ОНП Іхтіологія; і фахових компетентностей 05, 07 ОНП Гідробіологія та фахових компетентностей 02, 04, 06-08 ОНП Іхтіологія, а також наступних спеціальних компетентностей, знань і умінь:

- *Компетентність* в області методології сучасних фізіолого-біохімічних досліджень;
- *Компетентність* в області проблем збереження і відтворення біорізноманіття;
- *Компетентність* в області сучасних уявлень про загальні механізми адаптації гідробіонтів до умов середовища існування;
- *Компетентність* в області застосування фізіолого-біохімічних параметрів гідробіонтів для біомоніторингу та екологічної індикації стану водних об’єктів.

Програмні результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен:

Знати –

- Механізми перетворення речовин в організмі гідробіонтів;
- Фізіолого-біохімічні аспекти адаптацій гідробіонтів різних систематичних рівнів до умов середовища існування;
- Принципи еколого-біохімічного моніторингу;
- Основні принципи постановки однофакторних та багатофакторних фізіолого-біохімічних експериментів.

Вміти –

- Відслідковувати найновіші досягнення у галузі фізіології та біохімії гідробіонтів, працювати з літературними джерелами та здійснювати їх критичний аналіз;

- Прогнозувати вплив екологічних чинників на функціональні системи організму гідробіонтів;
- Визначати ключові фізіолого-біохімічні параметри при адаптаційних процесах водних організмів;
- Застосовувати теоретичні знання для вирішення практичних завдань підвищення адаптаційних можливостей гідробіонтів;
- Аналізувати та узагальнювати результати експериментальних та польових досліджень, робити висновки.

Програмні результати навчання відповідають програмним результатам 04, 05, 08 ОНП Гідробіологія та програмним результатам 03, 04, 07, 08 ОНП Іхтіологія. Фахові програмні результати передбачають оволодіння аспірантів компетенціями, знаннями і уміннями, згаданими вище.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовний модуль I
Обмін речовин у гідробіонтів, чинники, які впливають на обмін речовин

Чинники зовнішнього середовища, що впливають на обмін речовин.

Поняття обмін речовин і енергії. Основними етапами обміну речовин в організмі. Основний обмін. Продукційний обмін. Загальний обмін. Регуляція процесів обміну.

Білковий (азотний) обмін. Основні етапи білкового обміну. Регуляція білкового обміну. Гормональна регуляція. Класифікація білків рослин.

Вуглеводний обмін. Основні етапи вуглеводного обміну. Регуляція вуглеводного обміну. Гормональне регулювання. Моносахариди, тріози, пентози, гексози, дисахариди, полісахариди. Структурні полісахариди, запасні полісахариди. Вуглеводи, їх роль в житті рослин.

Ліпідний обмін. Основні класи ліпідів, ліпопротеїди, фосфоліпіди (фосфатиди), стероїди, гліколіпіди. Основні етапи ліпідного обміну. Регуляція ліпідного обміну.

Водно-сольовий обмін. Фізіологічна роль макроелементів. Фізіологічна роль мікроелементів. Регуляція водно-сольового обміну.

Вітаміни. Жиророзчинні вітаміни. Водорозчинні вітаміни. Антивітаміни.

Гормони рослин. Головні класи гормонів рослин. Ауксини, гібереліни, цитокініни, дорміни, вітаміни групи В.

Фенольні сполуки в рослинах. Терпени. Алкалоїди.

Змістовний модуль II.
Стрес та адаптація. Біохімічна адаптація

Адаптація. Критерії адаптації. Фізіологічна адаптація. Біохімічна адаптація. Етологічна адаптація. Конгруенції. Мутабільність. Внутрівидовий поліморфізм. Ідеоадаптація. Стрес-реакція (стрес). Валеостаз. Валеокінез. Реактивність. Вчення про стрес. Гострий та хронічний стрес. Фази стресу. Загальний адаптаційний синдром. Стресори. Еустрес та дистрес. Причини стійкості організму до стресу. Негативні реакції організму до стресу. Зниження негативного впливу до стресу.

Біохімічна адаптація. Цілі та завдання екологічної біохімії гідробіонтів. Спрямованість біохімічної адаптації. Три основних стратегій біохімічної адаптації (по Хочачка та Сомеро). Компенсаторний та експлуативний механізм біохімічної адаптації. Необхідність біохімічної індикації стану гідробіонтів. Основні принципи еколого-біохімічного моніторингу. Принцип обліку екологічного та таксономічного різноманіття об’єктів. Принцип дослідження

комплексу гідробіонтів. Онтогенетичний принцип. Принцип комплексних тестів. Принцип біохімічної діагностики. Принцип адекватності методів завданням еколого-біохімічного моніторингу.

Змістовний модуль III.
Фотосинтез. Сутність і значення фотосинтезу

Фотосинтез. Поняття фотосинтетично активної радіації. Чинники, що впливають на відбиття сонячних променів від поверхні води. Поняття компенсаційної точки фотосинтезу. Загальне рівняння фотосинтезу. Основна роль фотосинтезу.

Сучасне уявлення про механізм фотосинтезу. Пластидні пігменти – хлорофіли, каротиноїди, фікобіліни. Особливості фотосинтезу різних груп водних автотрофів. Теорія хроматичної адаптації.

Світлова фаза фотосинтезу. Фотофізичний етап. Фотохімічний етап. Фотоліз води. Фотосинтетичне фосфорилювання (циклічне, нециклічне).

Темнова фаза фотосинтезу. Цикл Кальвіна. Додаткові шляхи фіксації CO_2.

Системи регуляції фотосинтезу. Фотосинтез і обмін речовин у рослинній клітині. Транспортування метаболітів.

Фотосинтез як один із найбільш чутливих фізіологічних процесів водних рослин до дії стресових чинників середовища існування. Характеристика основних показників інтенсивності фотосинтезу, методи та одиниці їх вимірювання.

Змістовний модуль IV.
Фізіологія дихання водних рослин.
Взаємозв'язок дихання з іншими метаболічними процесами

Загальні уявлення про дихання рослин і його фізіологічна роль. Типи окислювально-відновних реакцій. Шляхи окислювання дихального субстрату в рослинній клітині. Гліколіз, його енергетика. Цикл трикарбонових кислот. Енергетика циклу Кребса. Окислювальне фосфорилювання. Дихальний коефіцієнт і його залежність від природи окислювального субстрату. Регуляція дихання.

Специфіка клітинного дихання рослин. Цианідрезистентне дихання, альтернативна термінальна оксидаза, немітохондріальні електрон-транспортні ланцюги рослинної клітини.

Взаємозв'язок дихання з фотосинтезом. Роль дихання в адаптаційних процесах гідробіонтів. Екологія дихання. Показники, що характеризують інтенсивність дихання гідробіонтів.

Додаткова програма.

Харчування. Енергетичний та біосинтетичний обмін. Класифікація організмів за типами харчування. Будова та функціональна характеристика основних відділів травної системи гідробіонтів та риб. Процес травлення. Травні ферменти, їх секреція. Швидкість і ступінь перетравлення та всмоктування їжі. Функціональна топографія травної системи. Вплив чинників середовища на процеси травлення і всмоктування. Харчові потреби гідробіонтів, доступність і перетравлювання різних компонентів їжі.

Ендогенне і екзогенне харчування гідробіонтів. Сезонні особливості харчування гідробіонтів. Особливості харчування гідробіонтів залежно від місць існування. Інтенсивність харчування. Харчовий раціон. Визначення добового раціону. Характер харчування гідробіонтів. Індекс вибіркової здатності. Харчовий спектр гідробіонтів. Еврі- і стенофаги та їх біологічне значення.

Стандартний та рутинний обмін. Специфічна динамічна дія їжі, зв'язок з величиною раціону. Активний, загальний та пластичний обмін. Втрати енергії, засвоєна і метаболізована їжа, вплив складу раціону, температури та інших чинників на обмін речовин у гідробіонтів. Розмір та склад добового раціону. Коефіцієнти валової і чистої ефективності конвертації їжі. Кормовий коефіцієнт. Балансове рівняння енергії.

Обмін води, осмотичний баланс, гормональна регуляція: тонічність внутрішнього і зовнішнього середовища гідробіонтів, механізми осморегуляції в прісній і морській воді, при зміні умов середовища проживання. Йонна регуляція. Гормони та їх роль в регуляції обміну речовин.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦІПЛІНИ

№ теми	Назва теми	Кількість годин				
		Всього	Лекції	Семінари	Самостійна робота	Індиві-дуальна робота
Змістовний модуль I (_1_ кредит). Обмін речовин у гідробіонтів, чинники, які впливають на обмін речовин						
1	Обмін речовин і енергії у гідробіонтів	2	2			
2	Білковий, вуглеводний та ліпідних обміни у гідробіонтів	9		2	7	
3	Біологічно активні речовини в організмі гідробіонтів	9		2	7	
Всього за модулем		20	2	4	14	
Змістовний модуль II (1_ кредит). Стрес та адаптація. Біохімічна адаптація						
4	Адаптація гідробіонтів до зовнішніх чинників	10	2	1	7	
5	Вчення про стрес. Загальний адаптаційний синдром	11	2	1	8	
6	Біохімічна адаптація гідробіонтів	3	2	1		
Всього за модулем		24	6	3	15	
Змістовний модуль III (_0,5_ кредиту). Фотосинтез. Сутність і значення фотосинтезу						
7	Сонячна радіація і закони її поширення у водному середовищі. Поняття фотосинтетично активної радіації	4,5	0,5	1	3	
8	Механізм і хімізм фотосинтезу. Особливості фотосинтезу різних груп автотрофів	8	1	3	4	
9	Вплив чинників середовища на інтенсивність фотосинтезу водних рослин	6,5	0,5	2	4	
Всього за модулем		19	2	6	11	

Змістовний модуль IV (_0,5_ кредиту). Фізіологія дихання водних рослин. Взаємозв'язок дихання з іншими метаболічними процесами						
10	Фізіолого-біохімічні механізми дихання водних рослин. Енергетика дихання	7	1	2	4	
11	Взаємозв'язок дихання з фотосинтезом. Роль дихання в адаптаційних процесах гідробіонтів	2,5	0,5	2	2	
12	Вплив чинників середовища на інтенсивність дихання гідробіонтів	5,5	0,5	1	4	
Всього за модулем		17	2	5	10	
Загальна кількість годин		80	12	18	50	

Теми лекційних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Обмін речовин і енергії у гідробіонтів	2
2	Адаптація гідробіонтів до зовнішніх чинників	2
3	Вчення про стрес. Загальний адаптаційний синдром	2
4	Біохімічна адаптація гідробіонтів	2
5	Сонячна радіація і закони її поширення у водному середовищі. Поняття фотосинтетично активної радіації	0,5
6	Механізм і хімізм фотосинтезу. Особливості фотосинтезу різних груп автотрофів	1
7	Вплив чинників середовища на інтенсивність фотосинтезу водних рослин	0,5
8	Фізіолого-біохімічні механізми дихання рослин. Енергетика дихання	1
9	Взаємозв’язок дихання з фотосинтезом. Роль дихання в адаптаційних процесах гідробіонтів	0,5
10	Вплив чинників середовища на інтенсивність дихання гідробіонтів	0,5

Теми семінарсько-практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Білковий, вуглеводний та ліпідних обміни у гідробіонтів	2
2	Біологічно активні речовини в організмі гідробіонтів	2
3	Адаптація гідробіонтів до зовнішніх чинників	1
4	Вчення про стрес. Загальний адаптаційний синдром. Діагностика стресового стану.Стійкість організму до стресору	1
5	Біохімічна адаптація гідробіонтів	1
6	Закони поширення сонячної радіації у водному середовищі. Зв'язок освітленості з фотосинтезом	1
7	Механізм та енергетика фотосинтезу	3
8	Екологія фотосинтезу. Показники, що характеризують інтенсивність фотосинтезу водних рослин	2
9	Загальна характеристика дихання як фізіологічного процесу рослин. Енергетика дихання	2
10	Зв'язок дихання з фізіологічними процесами.	2
11	Екологія дихання. Показники, що характеризують інтенсивність дихання гідробіонтів	1

Самостійна та індивідуальна робота

Зміст самостійної роботи аспірантів з дисципліни «Фізіологія та біохімія гідробіонтів» складається з таких видів роботи:

- підготовка до аудиторних занять (семінарсько-практичних), опрацювання навчальної літератури та електронних джерел інформації;
- самостійне опрацювання лекційного матеріалу навчальної дисципліни, запропонованого викладачем, згідно з навчально-тематичним планом;
- виконання індивідуальних проблемно-пошукових завдань.

Індивідуальне завдання виконується за рахунок годин самостійної роботи згідно з запропонованими студентам темами у формі підготовленого виступу-презентації (5-10 хв.,), реферату (обсягом 5–10 с. оформленого друкованого тексту), виконаного завдання, яке надсилається на електронну пошту викладача.

Теми індивідуальних завдань:

1) Що таке «Катаболізм»?
2) Що таке «Анаболізм»?
3) Що таке «Гомеостаз»?
4) Шляхи перетворення амінокислот в організмі гідробіонтів.
5) Небілкові азотисті речовини гідробіонтів.
6) Пентозофосфатний шлях обміну вуглеводів.
7) Використання гідробіонтів для отримання гормональних препаратів.
8) Єдність обміну речовин і енергії в організмі гідробіонтів.
9) Специфічні і неспецифічні стресові реакції.
10) Пасивна і активна адаптація.
11) Особливості води як середовища для дихання гідробіонтів. Динаміка споживання кисню. Кисневі потреби гідробіонтів.
12) Типи асиміляції вуглекислоти як адапційні пристосування у водних рослин.
13) Методи визначення інтенсивності фотосинтезу та дихання.
14) Комбінований вплив екологічних чинників на фізіолого-біохімічні показники гідробіонтів. Адитивність, синергізм, антагонізм.

5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Євтушенко М.Ю. Екологічна фізіологія та біохімія гідробіонтів : навчальний посібник. – Київ : Видавничий центр НАУ, 2015. – 118 с. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u104/Посібник.pdf

Кобилецька М.С., Терек О.І. Біохімія рослин: навч. посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. – 270 с.

Коваль Т. В., Овчарук О. В. Біохімія тварин: навч. посіб. – Кам'янець-Подільський : Зволейко Д. Г., 2016. – 439 с.

Макрушин М.М. Фізіологія рослин / М.М.Макрушин, Є.М.Макрушина, Н.В. Петерсон. – Вінниця «Нова книга», 2006. – 412с.

Alfonso S., Gesto M., Sadoul B. Temperature increase and its effects on fish stress physiology in the context of global warming // Journal of Fish Biology. – 2020. – Vol. 98(1779). URL: https://doi.org/10.1111/jfb.14599

Craig J. F. Freshwater Fisheries Ecology. – New York: Wiley, 2015 – 899 pp.

Evans D.H., Claiborne J.B., Currie S. The Physiology of Fishes (4th ed.). – Boca Raton (Florida): CRC Press (Taylor & Francis Group), 2014. – 482 pp. URL: https://vetbooks.ir/the-physiology-of-fishes-4th-edition/

Barsanti L., & Gualtieri P. Algae: Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology, Second Edition (2nd ed.). Boca Raton: CRC Press, 2014. – 344 pp. URL: https://ia601302.us.archive.org/29/items/Algae_Anatomy_Biochemistry_and_Biotechnology_2nd_Edition_By_Laura_Barsanti_Paolo/Algae_Anatomy_Biochemistry_and_Biotechnology_2nd_Edition_By_Laura_Barsanti_Paolo_Gualtieri.pdf

Borowitzka M.A., Beardall J., Raven J.A. The Physiology of Microalgae. Development in Applied Physiology. – Cham Switzerland: Springer, 2016. – 681 pp. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-24945-2

Dodds W., Whiles M. Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications of Limnology: 2nd Edition. – Amsterdam: Elsevier, 2010. – 840 pp.

Gao K.S., Hutchins D.A., Beardall J. Research methods of environmental physiology in aquatic sciences. – Singapore: Springer, 2021. – 340 pp. URL: https://doi.org/10.1007/978-981-15-5354-7

Häder D. P. Photosynthesis in Plants and Algae // Anticancer research. – 2022. – Vol. 42(10). – P. 5035–5041. URL: https://doi.org/10.21873/anticanres.16012

Willmer P., Stone G., Johnston I. Environmental physiology of animals. – Malden, Mass: Blackwell Publishing, 2005. – 754 pp.

6. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Розподіл балів, які отримують аспіранти

Форми роботи	К-сть балів	К-сть макс. балів
Поточний контроль		
Відвідування семінарсько-практичних занять	*5-10*	*10*
Відповіді на семінарсько-практичних заняттях	*10-20*	*20*
Робота над темами, винесених на самостійне опрацювання та індивідуальні завдання	*10-20*	*20*
Всього балів поточного контролю	*50-100*	*100*
Проміжний контроль		
Тести письмові	*60-100*	*100*
Підсумковий контроль		
Залік	*60-100*	*100*

Шкала оцінювання національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	**для заліку**
90-100	**A**	відмінно	зараховано
82-89	**B**	добре	
74-81	**C**		
64-73	**D**	задовільно	
60-63	**E**		
35-59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	**F**	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з повторним вивченням дисципліни

7. ОРІЄНТОВНІ ПИТАННЯ ДО ЗАЛІКУ

1. Критерії та види адаптації. Конгруенція.
2. Суть і значення фотосинтезу.
3. Основні принципи еколого-біохімічного моніторингу.
4. Видові адаптації. Ідеоадаптація.
5. Фотосинтетичні пігменти.
6. Загальні поняття обміну речовин організму.
7. Поняття стрес та стрес-реакції. Реактивність та резистентність.
8. Світлова фаза фотосинтезу.
9. Фактори зовнішнього середовища, які впливають на обмін речовин.
10. Вчення про стрес. Стресор.
11. Шлях вуглецю (темнова фаза фотосинтезу).
12. Білковий (азотистий) обмін у гідробіонтів та його регуляція.
13. Фази стресу. Механізми «внутрішнього відбору» за допомогою стресу.
14. Регуляція фотосинтезу.
15. Вуглеводний обмін у гідробіонтів та його регуляція.
16. Механізми підвищення стійкості організму до дії стресу.
17. Екологія фотосинтезу.
18. Ліпідний обмін у гідробіонтів та його регуляція.
19. Поняття біохімічної адаптації риб. Основні стратегії біохімічної адаптації
20. Регуляція дихання.
21. Гормональне регулювання обміну речовин у гідробіонтів.