

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

Кафедра молекулярної генетики та біотехнології



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ІНІБХБ

Руслан БЕСПАЛЬКО

« 29 » серпня 2025 року

## РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

Адаптогенез у біологічних системах

обов'язкова

Освітньо-професійна програма Біологія

Спеціальність 091 Біологія та біохімія

Галузь знань 09 Біологія

Рівень вищої освіти другий магістерський

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

Мова навчання українська

Чернівці 2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Адаптогенез в біологічних системах» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Біологія» другого (магістерського) рівня вищої освіти, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол № 5 від 28.04.2025).

**Розробники:**

Панчук Ірина Ігорівна професор кафедри молекулярної генетики та біотехнології. д.б.н., професор

Язловицька Людмила Степанівна доцент кафедри молекулярної генетики та біотехнології к.б.н., доцент,

**Викладачі, що забезпечують читання даної навчальної дисципліни:**

Панчук Ірина Ігорівна професор кафедри молекулярної генетики та біотехнології. д.б.н., професор

Язловицька Людмила Степанівна доцент кафедри молекулярної генетики та біотехнології, к.б.н., доцент

Погоджено з гарантом ОП  Ірина ПАНЧУК

**Затверджено** на засіданні кафедри молекулярної генетики та біотехнології

*Протокол № 1 від « 29 » серпня 2025 року*

Завідувач кафедри  Роман ВОЛКОВ

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту

*Протокол № 1 від « 29 » серпня 2025 року*

Голова методичної ради ННІБХБ  Галина МОСКАЛИК

**Мета навчальної дисципліни** полягає в опануванні майбутніми фахівцями-біологами системи знань про адаптивні можливості організмів і їх пристосування до умов середовища і фактори та методи їх корекції.

В рамках курсу «Адаптогенез в біологічних системах» у магістра-біолога формуються розуміння механізмів взаємодії молекулярних структур організму, обміну речовин, морфо-функціональних реакцій і видозмін організму, структури і функцій угруповань організмів з факторами середовища існування. Отримані знання можуть бути використані студентами не лише у навчальному процесі, але і під час наукової діяльності в області суміжних та міждисциплінарних наук.

Дисципліна вивчається у 1 семестрі першого курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти на основі дисциплін першого (бакалаврського) рівня.

#### **Результати навчання.**

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України. В результаті вивчення дисципліни «Адаптогенез в біологічних системах» у студентів формуються наступні *компетентності*:

**Інтегральна компетентність** Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень

#### **Загальні компетентності (ЗК)**

ЗК2. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

#### **Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)**

СК4. Здатність аналізувати і узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних явищ і процесів.

СК6. Здатність прогнозувати напрямки розвитку сучасної біології на основі загального аналізу розвитку науки і технологій.

СК15. Здатність застосовувати знання щодо молекулярно-біохімічних основ пристосування до певних середовищ існування та екологоеволюційних механізмів їх становлення у філогенезі окремих груп тварин та рослин.

У результаті вивчення дисципліни «Адаптогенез в біологічних системах» у студентів формуються наступні *програмні результати*:

ПР7. Описувати й аналізувати принципи структурно-функціональної організації, механізмів регуляції та адаптації організмів до впливу різних чинників.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:** про особливості структури та регуляції фізіологічних функцій організму тварин як шлях адаптації до умов довкілля; молекулярно-біохімічні та генетичні основи пристосування до певних середовищ існування та екологоеволюційні механізми їх становлення у філогенезі окремих груп тварин та рослин;

**вміти:** оволодіти методами і прийомами оцінки змін на молекулярно-метаболичному, фізіологічному, морфо-структурному, поведінковому та організаційному рівні угруповань за дії факторів середовища, включно природних та соціальних стресорів.

## Опис навчальної дисципліни

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	1	1	4	120	12		18		90		іспит
Заочна	1	1	4	120	4		4		112		іспит

## Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						заочна форма						
	усь ого	у тому числі					усь ого	у тому числі					
		л	се м	лаб	інд	с.р.		л	сем	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<b>Змістовий модуль 1. АДАПТАЦІЯ ЯК ПРИСТОСУВАННЯ ОРГАНІЗМІВ І УГРУПОВАНЬ ДО ЗМІНИ УМОВ СЕРЕДОВИЩА ІСНУВАННЯ</b>													
Тема 1. Молекулярна логіка організації живих систем	4,5	0,5	-			4	4						4
Тема 2. Загальні закономірності адаптації біологічних систем до різних умов.	11,5	0,5	1			10	12						12
Тема 3. Молекулярно-генетичні механізми стресу у клітині, викликаного активними формами кисню	14	2	2			10	14	1					13
Разом за змістовим модулем 1	30	3	3			24	30	1					29
<b>Змістовий модуль 2. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ, БІОХІМІЧНІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСНОВИ АДАПТАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ДО ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ</b>													
Тема 4. Періодичні зміни фізіолого-біохімічних процесів в організмі та їх молекулярно-генетичні механізми	17	2	3			12	17		1				16
Тема 5. Еколого-фізіологічні, молеку-	21	4	4			13	21	2	1				18

лярно-біохімічні та генетичні особливості адаптації живих організмів до температури середовища існування.												
Тема 6. Адаптація живих організмів до нестачі кисню й дії макро-та мікроелементів.	21	3	4			14	21	1	1			18
Тема 7. Морфо-функціональні адаптації тварин до харчування, харчова спеціалізація та обмін речовин	15	-	2			13	15		0,5			14,5
Тема 8 Морфо-функціональні та молекулярно-генетичні особливості адаптації тварин до переміщення та м'язової активності. Невагомість	16	-	2			14	16	0,5				15,5
Разом за змістовим модулем 2	90	9	15			66	90	3	4			85
<b>Усього годин</b>	120	12	18			90	120	4	4			112

### 3.3. Тематика семінарських занять

№ з/п	Назва теми з основними питаннями - план	Кількість годин	
		стац	заочна
1	Загальні закономірності адаптації біологічних систем до різних умов: - форми адаптації та механізми її розвитку; - значення стрес-синдрому у формуванні тривалої адаптації	1	
2	Молекулярно-генетичні механізми стресу у клітині, викликаного активними формами кисню (АФК): - Загальна характеристика активних форм кисню; - Джерела виникнення АФК - Механізм дії АФК на клітину; - Ферментативна та неферментативна ланка знешкодження АФК у клітині	2	
3	Періодичні зміни фізіолого-біохімічних та молекулярно-генетичних процесів в організмі:	3	1

	<ul style="list-style-type: none"> <li>-класифікація біоритмів;</li> <li>-фізіологічна характеристика циркадіальних ритмів;</li> <li>-молекулярно-генетична регуляція добових ритмів;</li> <li>-механізми сезонних змін фізіологічних функцій;</li> <li>-фізіологічні та молекулярно-генетичні механізми міграції птахів.</li> </ul>		
4	<p>Еколого-фізіологічні, молекулярно-біохімічні та генетичні особливості адаптації живих організмів до температури середовища існування:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-загальний вплив тепла та холоду на живі організми;</li> <li>- еколого-фізіологічні та молекулярно-біохімічні механізми термічних адаптацій у гомойотермних організмів</li> <li>- фізіологія теплового стресу у рослин;</li> <li>-механізми клітинної відповіді на тепловий стрес у рослин - білки теплового стресу, транскрипційні фактори теплового стресу</li> </ul>	4	1
5	<p>Молекулярно-біохімічні механізми стресу, викликаного підвищеними концентраціями іонів важких металів:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- механізми проникнення металів в живі організми;</li> <li>- біонакопичення та розподіл металів в організмі;</li> <li>- механізми регуляції взаємодії металів з молекулярними структурами;</li> <li>- молекулярно-генетичні механізми толерантності рослин до впливу важких металів;</li> <li>- захисна відповідь рослин на інтоксикацію міді та кадмію;</li> </ul>	2	0,5
6	<p>Адаптація тварин до гіпоксії</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типи гіпоксії та механізм її виникнення</li> <li>- морфо-функціональні та молекулярно-генетичні механізми пристосування тварин до існування в умовах високогір'я;</li> <li>- морфо-фізіологічні та біохімічні адаптації тварин до пірнання;</li> <li>- еколого-фізіологічні та молекулярно-біохімічні адаптації тварин до існування у водному середовищі за умови гіпоксії;</li> <li>- морфологічні та молекулярно-генетичні адаптації тварин до проживання в норах</li> </ul>	2	0,5
7	<p>Морфо-функціональні адаптації тварин до харчування, харчова спеціалізація та обмін речовин</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типи живлення та травлення тваринних організмів;</li> <li>- адаптації рухової функції травного тракту. Прийом їжі та типи харчодобувної діяльності;</li> <li>- адаптації травних ферментів до виду харчування. Особливості симбіотичного харчування і травлення;</li> <li>- випадання харчових рефлексів і фізіологічне голодування.</li> </ul>	2	0,5
8	<p>Морфо-функціональні та молекулярно-генетичні особливості адаптації тварин до переміщення та м'язової активності. Мікрогравітація.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особливості руху тварин у водному середовищі;</li> <li>- способи переміщення по твердому субстрату;</li> </ul>	2	0,5

	- морфо-функціональні адаптації при м'язовій діяльності. Структурно-метаболичні особливості адаптації до фізичного навантаження.		
--	---	--	--

**Теми практичних занять**  
(навчальним планом не передбачено)

**Теми лабораторних занять**  
(навчальним планом не передбачено)

**Індивідуальні завдання, передбачені робочим навчальним планом**  
(навчальним планом не передбачено)

**Самостійна робота студента**

№ з/п	Назва теми з основними питаннями - план	Кількість балів	
		стац	заоч
1	Загальні закономірності адаптації біологічних систем до різних умов: Класифікація природних адаптацій Форми стрес-подразників Значення стрес-синдрому у формуванні тривалої адаптації у тварин	2,5	12
2	Молекулярно-генетичні механізми стресу у клітині, викликаного активними формами кисню (АФК): - Загальна характеристика активних форм кисню; - Джерела виникнення АФК - Механізм дії АФК на клітину; Ферментативна та неферментативна ланка знешкодження АФК у клітині		13
2	Молекулярно-генетичні механізми стресу у клітині, викликаного активними формами кисню (АФК):	2,5	
3	Періодичні зміни фізіолого-біохімічних та молекулярно-генетичних процесів в організмі: Фізіологічна характеристика добових (циркадних) ритмів Характеристика сезонних змін поведінки та метаболических стратегій Механізми холодового заціпеніння у птахів	5	16
4	Еколого-фізіологічні, молекулярно-біохімічні та генетичні особливості адаптації живих організмів до температури середовища існування: морфо-функціональні та молекулярно-генетичні термічні адаптації у пойкилотермних організмів; Граничні типи адаптації до тропічного та полярного клімату. Адаптації до природних температурних умов у людини.	10	18
5	Молекулярно-біохімічні механізми стресу, викликаного підвищеними концентраціями іонів важких металів: Механізми проникнення металів в живі організми. Біонакопичення та розподіл металів в організмі. Механізми регуляції взаємодії металів з молекулярними структурами.	5	9
6	Адаптація тварин до гіпоксії Морфо-функціональні та біохімічні адаптації тварин до умов високогір'я. Гени та білки, синтез яких посилюються у тварин у відповідь на	5	9

	гіпоксію. Морфофункціональні особливості пірнаючих тварин. Фізіолого-біохімічні та молекулярно-генетичні пристосування тварин до проживання в норах та підземних лабіринтах.		
7	Морфо-функціональні адаптації тварин до харчування, харчова спеціалізація та обмін речовин Адаптація до голодування (ангідробіоз, діапауза, зимова спячка, високотемпературне голодування ссавців ). Особливості енергетичного обміну. Джерела енергії. Роль бурого жиру та амінокислот	5	14,5
8	Морфо-функціональні та молекулярно-генетичні особливості адаптації тварин до переміщення та м'язової активності. М'язи як адаптивні морфологічні утворення. Особливості енергетики роботи м'язів. Регуляція інтенсивності м'язової роботи Морфо-фізіологічні та молекулярно-генетичні механізми адаптації тварин до мікрогравітації	5	15,5

## **Освітні технології, методи навчання і викладання навчальної дисципліни**

Форми організації навчання: лекція, проблемна лекція, семінарське заняття, самостійна робота, дискусія, консультація.

Методи навчання: словесні (лекція, розповідь, пояснення, візуалізація, бесіда, дискусія), наочні (демонстрація, спостереження), розв'язування ситуаційних задач, тренувальні вправи.

Методи поточного контролю

1. Індивідуальне опитування на семінарських заняттях.
2. Фронтальне опитування на семінарських заняттях.
3. Письмове опитування.
4. Тестові завдання.
5. Рольове розігрування ситуацій під час семінару за допомогою міні-кейсів.
6. Модульний контроль (проміжний).

### **Форми поточного та підсумкового контролю**

Поточний контроль проводиться у формі усного опитування, тестового контролю, розв'язуванні ситуаційних завдань, аналізу ефективності групової роботи, письмового опитування з використанням елементів порівняльного аналізу, робота у групах (інтерактивне заняття).

Підсумковий контроль – іспит.

### **Критерії та засоби оцінювання результатів навчання оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни Критерій підсумкового оцінювання.**

Підсумковий контроль знань (іспит) включає: 1) два теоретичних питання, на які студент повинен дати письмову відповідь

Загальна кількість балів за підсумковий контроль знань – 40.

1. Письмова відповідь на питання - максимальна кількість балів -20:

20 балів - відповідь правильна, повна та вичерпна;

16-18 балів - відповідь правильна та повна, але студент припустився незначних неточностей;

11-15 бали - відповідь загалом правильна, але неповна, присутні окремі помилки;

6-10 бали - у відповіді присутні численні грубі помилки, студент демонструє поверхневу обізнаність з питанням;

1-5 бал - відповідь характеризується грубими помилками, неповна, студент демонструє фрагментарні знання з поставленого питання;

0 балів - надана відповідь не відповідає поставленому питанню, або свідчить про повне нерозуміння студентом суті питання, або взагалі відсутня.

### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)								Кількість балів (іспит)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль №1			Змістовий модуль № 2						
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	40	100
2	4	4	15	15	7	7	6		

T1, T2 ... T8 – теми змістових модулів.

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
<b>Відмінно</b>	A (90-100)	відмінно
<b>Добре</b>	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
<b>Задовільно</b>	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
<b>Незадовільно</b>	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим самостійним опрацюванням освітнього компоненту до перескладання

## Перелік питань для самооцінювання та контролю

1. АФК, їх утворення у клітині
2. Подвійна роль АФК у метаболізмі рослинної клітини
3. Ферментативна система антиоксидантного захисту
4. Неферментативна ланка захисту
5. Регуляція відповіді на тепловий стрес
6. Фактори теплового стресу
7. Білки теплового стресу
8. Теорія титрування шаперонів
9. Охарактеризуйте загальну будову та властивості біологічних систем.
10. Охарактеризуйте структурно-функціональну організацію реакції систем на дію факторів.
11. Види та значення адаптацій для функціонування біологічних систем.
12. Проаналізуйте адаптаційні зміни, що відбуваються у відповідь на дію факторів на різних рівнях організації біологічних систем.
13. Форми адаптації та механізми її розвитку.
14. Проаналізуйте послідовності формування тривалої адаптації на молекулярно-клітинному рівні.
15. Охарактеризуйте значення стрес-синдрому у формуванні тривалої адаптації.
16. Дайте характеристику біологічним ритмам та наведіть їх класифікацію.
17. Наведіть приклади циркадних ритмів фізіологічних функцій у тварин.
18. Проаналізуйте приклади поведінкових добових ритмів у тварин (птахів, ссавців, людей).
19. Охарактеризуйте особливості будови та функціонування водіїв циркадного ритму у тварин (центрального та периферичних).
20. Охарактеризуйте молекулярно-генетичну регуляцію циркадних ритмів.
21. Проаналізуйте сезонні зміни поведінки тварин.
22. Охарактеризуйте метаболічні стратегії тварин, здатних впадати в сплячку.
23. Проаналізуйте особливості сезонних змін в антиоксидантному захисті у безхребетних тварин.
24. Охарактеризуйте особливості сезонних змін в антиоксидантному захисті у хребетних тварин.
25. Загальна характеристика міграційного стану птахів.
26. Охарактеризуйте стан діпаузи комах та механізми його регуляції.
27. Наведіть приклади спектральної координації ритмів у тварин (між добовими і естральними, циркадними і циркатидальними, циркадними і сезонними, річними і добовими).
28. Охарактеризуйте фізіолого-біохімічні стратегії адаптації пойкилотермних тварин до низьких температур довкілля.
29. Вкажіть основні стратегії пристосування гомойотермних тварин до низьких температур довкілля.
30. Проаналізуйте основні фізіолого-біохімічні стратегії адаптації пойкилотермних тварин до високих температур довкілля.
31. Охарактеризуйте основні пристосування гомойотермних тварин до високих температур довкілля.

32. Охарактеризуйте біохімічні особливості пристосування гомойотермних тварин до низьких температур.
33. Охарактеризуйте зміни метаболізму ліпідів у гомойотермних тварин за дії низькотемпературного стресу.
34. Проаналізуйте структурні та функціональні особливості білків теплового стресу у тварин.
35. Фізіолого-біохімічні реакції- відповіді комах на дію високотемпературного стресу .
36. Охарактеризуйте молекулярно-генетичні механізми акліматизації до холоду у пойкилотермних тварин.
37. Вкажіть певні фізіолого-біохімічні механізми адаптації водних пойкилотермних організмів до температури довкілля.
38. Проаналізуйте біохімічні та молекулярно-генетичні механізми холодового заціпеніння у комах.
39. Фізіолого-біохімічні та молекулярно-генетичні механізми адаптації гомойотермних тварин до високих температур (на прикладі верблюда).
40. Фізіолого-біохімічні механізми пристосування птахів до низьких температур.
41. Фізіолого-біохімічні механізми пристосування тварин Арктики до низьких температур.
42. Поясніть механізми холодового заціпеніння у птахів (торпідний стан).
43. Охарактеризуйте фізіолого-біохімічні механізми адаптації людей до впливу високих та низьких температур.
44. Який загальний механізм адаптації організму тварин на гіпоксію?
45. Охарактеризуйте механізм відповіді тварин на гіпоксичний стрес на молекулярно-генетичному рівні.
46. Як змінюється реалізація шляху HIF в залежності від концентрації кисню.
47. Експресія яких генів та синтез яких білків зростає у тварин у відповідь на гіпоксію.
48. Охарактеризуйте морфо-функціональні та біохімічні адаптації тварин до умов високогір'я.
49. Проаналізуйте молекулярно-генетичні особливості адаптації високогірних популяцій ссавців та птахів.
50. Вкажіть основні фізіолого-біохімічні та молекулярно-генетичні особливості адаптації людей до умов високогір'я.
51. Охарактеризуйте морфофункціональні особливості пірнаючих тварин.
52. Охарактеризуйте фізіологічну реакцію водних тварин на гіпоксію.
53. Вкажіть основні особливості фізіологічної гіпоксії в наземних тварин.
54. Охарактеризуйте фізіолого-біохімічні та молекулярно-генетичні пристосування тварин до проживання в норах та підземних лабіринтах.
55. Молекулярно-біохімічні механізми стресу, викликаного підвищеними концентраціями іонів важких металів у тваринних організмів.
56. Особливості надходження, розподілу та виведення металів з організмів.
57. Молекулярно-біохімічні та функціональні механізми адаптації живих організмів до дії невагомості.

58. Морфо-функціональні адаптації тварин до харчування, харчова спеціалізація та обмін речовин
59. Адаптація до голодування (ангідробіоз, діапауза, зимова спячка, високотемпературне голодування ссавців).
60. Особливості енергетичного обміну. Джерела енергії. Роль бурого жиру та амінокислот.
61. Молекулярно-біохімічні механізми стресу, викликаного підвищеними концентраціями іонів важких металів: механізми проникнення металів в живі організми; біонакопичення та розподіл металів в організмі.
62. Охарактеризуйте механізми регуляції взаємодії металів з молекулярними структурами;  
молекулярно-генетичні механізми толерантності рослин до впливу важких металів.
63. Проаналізуйте молекулярні механізми захисної відповіді рослин на інтоксикацію міді та кадмію.
64. Морфо-функціональні адаптації тварин до харчування, харчова спеціалізація та обмін речовин: типи живлення та травлення тваринних організмів.
65. Охарактеризуйте механізми адаптації рухової функції травного тракту. Прийом їжі та типи харчодобувної діяльності;
66. Адаптації травних ферментів до виду харчування. Особливості симбіотичного харчування і травлення. Випадання харчових рефлексів і фізіологічне голодування.
67. Морфо-функціональні та молекулярно-генетичні особливості адаптації тварин до переміщення та м'язової активності.
68. М'язи як адаптивні морфологічні утворення. Особливості енергетики роботи м'язів. Регуляція інтенсивності м'язової роботи
69. Морфо-фізіологічні та молекулярно-генетичні механізми адаптації тварин до мікрогравітації
70. Охарактеризуйте особливості руху тварин у водному середовищі.
71. Проаналізуйте способи переміщення по твердому субстрату.
72. Структурно-метаболичні особливості адаптації до фізичного навантаження.

### **Зарахування результатів неформальної освіти**

Зарахування результатів неформальної освіти проводиться згідно «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та / або інформальної освіти у системі формальної освіти)»

<https://www.chnu.edu.ua/media/3aykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>

### **Рекомендована література**

1. Стресові фактори та адаптація у рослин і тварин // Панчук І.І., Язловицька Л.С.- Чернівці, Чернівецький національний університет, 2024– 265 с.
2. Панчук І.І., Волков Р.А. Молекулярні механізми теплового стресу в рослин. – Чернівці: ЧНУ, 2009. – 71 с.

3. Панчук І.І. Закономірності експресії генів антиоксидантної системи та білків-шаперонів рослин в онтогенезі та за дії стресу. // Автореф. докт. дис. – 2015.
4. Andrási, N., Pettkó-Szandtner, A., & Szabados, L. (2021). Diversity of plant heat shock factors: regulation, interactions, and functions. *Journal of Experimental Botany*, 72(5), 1558-1575.
5. Balakrishnan, K.N., Ramiah, S.K., & Zulkifli, I. (2023). Heat shock protein response to stress in poultry: A Review. *Animals*, 13, 317.
6. Balasubramaniam, T., Shen, G., Esmaceli, N., & Zhang, H. (2023). Plants' response mechanisms to salinity stress. *Plants*, 12(12), 2253.
7. Bharti, R., & Sharma, R. (2022). Effect of heavy metals: An overview. *Materials Today: Proceedings*, 51, 880-885.
8. Bidalia, A., Vikram, K., Yamal, G., Rao, K.S. (2019). Effect of salinity on soil nutrients and plant health. In: Akhtar, M. (eds) Salt stress, microbes, and plant interactions: causes and solution. Springer, Singapore.
9. Blewett T. A., Binning S. A., Weinrauch A. M., Ivy C. M., Rossi G. S., Borowiec B.G., Lau G. Y., Overduin S. L., Aragao, I. & Norin T. (2022) Physiological and behavioural strategies of aquatic animals living in fluctuating environments. *J Exp Biol* 225 (9): jeb242503
10. Bloch, G., Barnes, B.M., Gerkema, M.P., & Helm, B. (2013). Animal activity around the clock with no overt circadian rhythms: patterns, mechanisms and adaptive value. *Proc R Soc B*, 280, 20130019.
11. Bodlah, M. A., Iqbal, J., Ashiq, A., Bodlah, I., Jiang, S., Mudassir, M. A., Rasheed, M. T., & Fareen, A. G. E. (2023). Insect behavioral restraint and adaptation strategies under heat stress: An inclusive review, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 22 (6), 327-350.
12. Brzezinski, A., Rai, S., Purohit, A., & Pandi-Perumal, S.R. (2021). Melatonin, Clock Genes, and Mammalian Reproduction: What Is the Link? *Int J Mol Sci.* 8, 22(24),13240.
13. Buijs, R. M., Tinoco, E. C. S., Alvarado, G. H., & Escobar, C. (2021) Chapter 15 - The circadian system: From clocks to physiology, editor(s): Swaab D. F., Kreier, F., Lucassen, P.J., Salehi, A., Buijs, R.M. *Handbook of Clinical Neurology*, Elsevier, 179, 233-247.
14. Buzduga, I. M., Salamon, I., Volkov, R. A., & Panchuk, I. I. (2022). Rapid accumulation of cadmium and antioxidative response in tobacco leaves. *The Open Agriculture Journal*, 16(1).
15. Cai, Y.D. & Chiu, J.C. (2022). Timeless in animal circadian clocks and beyond. *FEBS J*, 289: 6559-6575.
16. Chaudhry, S., & Sidhu, G. P. S. (2022). Climate change regulated abiotic stress mechanisms in plants: a comprehensive review. *Plant Cell Reports*, 41(1), 1-31.
17. Chen, B., Feder, M.E., & Kang, L. (2018). Evolution of heat-shock protein expression under lying adaptive responses to environmental stress. *Mol Ecol.*, 27, 3040–3054.
18. Debnath, S., Chandel, R. K., Devi, K., & Khan, Z. (2021). Mechanism and molecular response of induced genotoxicity and oxidative stress in plants. *Induced genotoxicity and oxidative stress in plants*, 213-227.

19. Doležel, D. (2023). Molecular mechanism of the circadian clock, *Insect Chronobiology*, 49-84. 10.1007/978-981-99-0726-7\_4,
20. Ghorri, N. H., Ghorri, T., Hayat, M. Q., Imadi, S. R., Gul, A., Altay, V., & Ozturk, M. (2019). Heavy metal stress and responses in plants. *International journal of environmental science and technology*, 16, 1807-1828.
21. Hasanuzzaman, M., & Fujita, M. (2022). Plant oxidative stress: biology, physiology and mitigation. *Plants*, 11(9), 1185.
22. Hochachka, P. W., Lutz, P. L., Sick, T. J., & Rosenthal, M. (2022). *Surviving hypoxia: mechanisms of control and adaptation*. CRC Press.
23. Hoter A., Rizk S., & Naim H.Y. (2019). Cellular and molecular adaptation of arabian camel to heat stress. *Front. Genet., Sec. Evolutionary and Population Genetics* 10.
24. Kan, Y., Mu, X. R., Gao, J., Lin, H. X., & Lin, Y. (2023). The molecular basis of heat stress responses in plants. *Molecular Plant*, 16(10), 1612-1634.
25. Kumar, K., Debnath, P., Singh, S., & Kumar, N. (2023). An overview of plant phenolics and their involvement in abiotic stress tolerance. *Stresses*, 3(3), 570-585.
26. Lee, P., Chandel, N.S. & Simon, M.C. (2020). Cellular adaptation to hypoxia through hypoxia inducible factors and beyond. *Nat Rev Mol Cell Biol.*, 21, 268–283.
27. Li F, Qiao Z, Duan Q, & Nevo E. (2021). Adaptation of mammals to hypoxia. *Anim Models Exp Med.*, 4, 311–318.
28. Liu, S., Liu, Y., Bao, E., & Tang, S. (2024). The protective role of heat shock proteins against stresses in animal breeding. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(15), 8208.
29. Ma, L., Liu, X., Lv, W., & Yang, Y. (2022). Molecular mechanisms of plant responses to salt stress. *Frontiers in Plant Science*, 13, 934877.
30. Mansoor, S., Ali, A., Kour, N., Bornhorst, J., AlHarbi, K., Rinklebe, J., ... & Chung, Y. S. (2023). Heavy metal induced oxidative stress mitigation and ROS scavenging in plants. *Plants*, 12(16), 3003.
31. Mishra, N., Jiang, C., Chen, L., Paul, A., Chatterjee, A., & Shen, G. (2023). Achieving abiotic stress tolerance in plants through antioxidative defense mechanisms. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1110622.
32. Mittler, R., Zandalinas, S. I., Fichman, Y., & Van Breusegem, F. (2022). Reactive oxygen species signalling in plant stress responses. *Nature reviews Molecular cell biology*, 23(10), 663-679.
33. Patke, A., Young, M.W., & Axelrod, S. (2020). Molecular mechanisms and physiological importance of circadian rhythms. *Nat Rev Mol Cell Biol.*, 21, 67–84.
34. Speksnijder E.M., Bisschop P.H., Siegelaar S.E., Stenvers D.J., & Kalsbeek A. (2024). Circadian desynchrony and glucose metabolism. *J Pineal Res.* 76:e12956.
35. Stanton, D., Justin, H. S., & Reitzel, A. M. (2022). Step in time: conservation of circadian clock genes in animal evolution. *Integrative and Comparative Biology*, 62 (6) 1503–1518
36. Storey, J. M. & Storey, K. B. (2023). Chaperone proteins: universal roles in surviving environmental stress. *Cell Stress and Chaperones*, 28 (5), 455-466.
37. Storz, J.F. & Cheviron Z.A. (2021). Physiological genomics of adaptation to high-altitude hypoxia *Annual Review of Animal Biosciences*, 9 072820-102736

38. Teets, N. M., Marshall, K. E., & Reynolds, J. A. (2023). Molecular mechanisms of winter survival *Annu. Rev. Entomol.* 68,319–39.
39. Vakkayil, K.L., & Hoppe, T. (2022). Temperature-dependent regulation of proteostasis and longevity. *Front. Aging*, 3, 853588.
40. Woodruff, M. J., Zimmer, C., Ardia, D.R., Vitousek, M. N., & Rosvall, K. A. (2022). Heat shock protein gene expression varies among tissues and populations in free-living birds. *Ornithology*, 139 (3), 7, ukac018.
41. Wu, G., Baumeister, R., & Heimbucher, T. (2023). Molecular mechanisms of lipid-based metabolic adaptation strategies in response to cold. *Cells*, 12, 1353.
42. Xiao W. (2015). The hypoxia signaling pathway and hypoxic adaptation in fishes *Sci China Life Sci*, 58 (2).
43. Yazlovyt'ska LS, Karavan VV, Domaciuk M, Panchuk II, Borsuk G and Volkov RA (2023) Increased survival of honey bees consuming pollen and beebread is associated with elevated biomarkers of oxidative stress. *Front. Ecol. Evol.* 11:1098350. doi: 10.3389/fevo.2023.1098350
44. Volkov R.A., Panchuk I.I., Mullineaux P.M., Schöffl, F. Heat stress-induced H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> is required for effective expression of heat shock genes in *Arabidopsis* *Plant Molec. Biol.* 2006. 61. P. 733-746.
45. Panchuk I.I., Volkov R.A., Schöffl F. Heat Stress- and HSF-dependent expression and activity of ascorbate peroxidase in *Arabidopsis* *Plant Physiology* 2002. 129 – P. 838-853.
46. Діденко Н.О., Буздуга І.М., Волков Р.А., Панчук І.І. Вміст вільного проліну у нокаутних мутантів *cat2* та *cat3* *Arabidopsis thaliana* за дії сольового стресу *Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів.* 2016. 14 (1). – С. 3-7.
47. Буздуга І.М., Волков Р.А., Панчук І.І. Втрата активності каталази 2 впливає на обмін аскорбату у арабідопсису за дії важких металів. – *Фізіологія рослин і генетика.* 2020, 52 (4). С. 306-319. doi: <https://doi.org/10.15407/frg2020.04.306>
48. Тимочко Л.І., Пушук Л.Т., Федоряк М.М. Моніторинг смертності медоносних бджіл Північної Буковини за результатами зимівлі 2014-2015 рр. *Біол. Сист. Наук. Віс. Чернів. Ун.* 2016, 8 (1). – С.59-65
49. Гандзюра В.П., Грубінко В.В. Концепція шкодочинності в екології.- Київ-Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2008. 144 с.
50. Приходська К.Г., Мардар Г.І., Ільєнко М.М. Порівняльна анатомія хребетних. – Чернівці: Рута, 2002. – 240 с.
51. Язловицька Л.С., Косован М.Д., Череватов В.Ф., Волков Р.А. Активність каталази *Apis mellifera* L. під час літньої підгодівлі різною вуглеводною дієтою // *Біол. Сист. Наук. Віс. Чернів. Ун.* 2016, 8 (2) С.183-189.
52. Караван В.В., Качмарик Д.Ю., Череватов В.Ф., Язловицька Л.С. Вплив температури зимівлі на стан антиоксидантної системи *Apis mellifera* L. *Біологія тварин.* 2021, 23 (4). С.32-42 <https://doi.org/10.15407/animbiol23.04.032>

### Інформаційні ресурси

1. <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=2513> – сайт Чернівецького національного університету, дистанційне навчання.

## Політика академічної доброчесності

Впродовж семестру для перевірки знань студентів та контролю за самостійною роботою застосовують письмові роботи та тестовий контроль. При виконанні різних форм робіт студенти повинні дотримуватися принципів академічної доброчесності.

Питання плагіату та академічної доброчесності регламентуються ЗУ «Про вищу освіту» та локально-правовими актами ЗВО:

- ✓ Правила академічної доброчесності у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича  
<https://www.chnu.edu.ua/media/lnojdab4/pravyla-akademichnoi-dobrochesnosti.pdf>
- ✓ Положення про виявлення та запобігання плагіату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича  
<https://www.chnu.edu.ua/media/n5nbzwgb/polozhennia-chnu-pro-plahiat-2023plusdodatky-31102023.pdf>
- ✓ Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича  
<https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>