

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів
Кафедра молекулярної генетики та біотехнології

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ННІБХБ



Руслан БЕСПАЛЬКО

« 9 » серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

Адаптогенез у біологічних системах
вибіркова

Освітньо-професійна програма	<u>Біологія</u>
Спеціальність	<u>091 Біологія та біохімія</u>
Галузь знань	<u>09 Біологія</u>
Рівень вищої освіти	<u>другий (магістерський)</u>
Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів	
Мова навчання	українська

Чернівці 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Адаптогенез у біологічних системах» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Біологія», затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол № 7, від 29.04.2024).

Розробники: Панчук Ірина Ігорівна, доктор біол. наук., професор кафедри молекулярної генетики та біотехнології;
Язловицька Л.С., кандидат біол. наук, доцент кафедри молекулярної генетики та біотехнології

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри молекулярної генетики та біотехнології

Протокол № 1 від « 8 » серпня 2024 року

Завідувач кафедри  Волков Р.А.

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту

Протокол № 1 від « 9 » серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІБХБ  Москалик Г.Г.

1. Мета навчальної дисципліни: Метою навчальної дисципліни є опанування системою фундаментальних знань про адаптивні можливості організмів і їх пристосування до стресових умов середовища і фактори та методи їх корекції.

В рамках курсу «Адаптогенез в біологічних системах» у магістра-біолога формуються розуміння механізмів відповіді живої клітини на дію стресових чинників. В межах курсу вивчаються основні механізми відповіді на стрес у рослин і тварин. Розглядаються регуляція відповіді на оксидативний, тепловий, сольовий та інші види стресу. Аналізуються сигнальні шляхи, антиоксидантний захист і регуляторні системи на молекулярному рівні, що сприяють виживанню рослин та тварин у стресових умовах. 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 2 курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти на основі дисциплін першого (бакалаврського) рівня та дисциплін 1 курсу магістерського рівня.

2. Результати навчання.

Інтегральна компетентність Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК2. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК6. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)

СК1. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності

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

СК7. Здатність діагностувати стан біологічних систем за результатами дослідження організмів різних рівнів організації

СК10. Здатність використовувати результати наукового пошуку в практичній діяльності.

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.

Програмні результати навчання

ПР2. Використовувати бібліотеки, інформаційні бази даних, інтернет ресурси для пошуку необхідної інформації.

ПР6. Аналізувати біологічні явища та процеси на молекулярному, клітинному, організменному, популяційно-видовому та біосферному рівнях з точки зору фундаментальних загальнонаукових знань, а також за використання спеціальних сучасних методів досліджень.

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

ПР14. Дотримуватись норм академічної доброчесності під час навчання та провадження наукової діяльності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності.

ПР15. Уміти самостійно планувати і виконувати інноваційне завдання та формулювати висновки за його результатами.

ПР18. Застосувати теоретичні знання для вирішення проблем охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування.

ПР19. Володіти методами і прийомами оцінки змін на різних рівнях організації біологічних

систем за дії факторів середовища, включно з природними та соціальними стресорами.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: основні молекулярно-біохімічні та фізіологічні механізми адаптації організмів до стресових факторів, основи пристосування тварин до екстремальних умов середовища особливості, клітинні та молекулярні сигнальні шляхи, що беруть участь у реакціях на стрес, роль антиоксидантних систем та захисних білків у стресовій відповіді, генетичні та епігенетичні механізми адаптації;

вміти: аналізувати фізіологічні зміни у рослин і тварин за різних стресових умов на молекулярно-метаболічному, фізіологічному, морфо-структурному, поведінковому та організаційному рівні угруповань за дії факторів середовища, включно природних та соціальних стресорів; інтерпретувати молекулярні та біохімічні маркери стресу; планувати експерименти для дослідження механізмів адаптації

3. Опис навчальної дисципліни

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекцій	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	2	3	4	120	12		16		92		екзамен

3.1. Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	пр./сем	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. ВІДПОВІДЬ РОСЛИННОЇ КЛІТИНИ НА СТРЕСОВІ ФАКТОРИ						
Тема 1. Загальні поняття стресу та стресових факторів	5	1	-			4
Тема 2. Активні форми кисню та їх знешкодження	13	2	1			10
Тема 3. Вплив абіотичного стресу на рослинну клітину	34	3	5			26
Разом за змістовим модулем 1	52	6	6			40
Змістовий модуль 2. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧНІ, БІОХІМІЧНІ ТА ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСНОВИ АДАПТАЦІЇ ТВАРИН ДО ПРИРОДНИХ ФАКТОРІВ						
Тема 4. Еколого-фізіологічні, молекулярно-біохімічні та генетичні особливості адаптації тварин до температури середовища існування.	14	2	2			10
Тема 5. Фізіолого-біохімічні та молекулярно-генетичні механізми адаптації тварин до умов гіпоксії	14	2	2			10
Тема 6. Морфо-функціональні адаптації тварин до харчування, харчова спеціалізація та обмін речовин	12	-	2			10

Тема 7. Періодичні зміни фізіолого-біохімічних процесів в організмі та їх молекулярно-генетичні механізми	15	2	2			11
Тема 8. Морфо-функціональні та молекулярно-генетичні особливості адаптації тварин до переміщення та м'язової активності. Невагомість	13	-	2			11
Разом за змістовим модулем 2	68	6	10			52
Усього годин	120	12	16			92

3.2. Тематика семінарських занять

№ з/п	Назва теми з основними питаннями	Кількість годин
1	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	1
2	Вплив абіотичних факторів на рослинну клітину - Дія підвищених концентрацій важких металів - Засолення ґрунтів - Надмірне освітлення - Посуха та осмотичний стрес - Різкі коливання температур	5
3	Загальний вплив тепла та холоду на живі організми. Еколого-фізіологічні та молекулярно-біохімічні механізми термічних адаптацій у гоміотермних та пойкилотермних організмів	2
4	Типи гіпоксії та механізм її виникнення Морфо-функціональні та молекулярно-генетичні механізми пристосування тварин до існування в умовах високогір'я, до проживання в норах	2
5	Типи живлення та травлення тваринних організмів. Адаптації рухової функції травного тракту. Прийом їжі та типи харчодобувної діяльності. Адаптації травних ферментів до виду харчування.	2
6	Класифікація біоритмів. Фізіологічна характеристика циркадіальних ритмів. Молекулярно-генетична регуляція добових ритмів. Механізми сезонних змін фізіологічних функцій.	2
7	Особливості руху тварин у водному середовищі; способи переміщення по твердому субстраті. Структурно-метаболическі особливості адаптації до фізичного навантаження.	2

3.3. Теми практичних занять

(навчальним планом не передбачено)

3.4. Теми лабораторних занять

(навчальним планом не передбачено)

3.5. Теми індивідуальних завдань

(навчальним планом не передбачено)

3.6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми
1	Класифікація природних адаптацій. Форми стрес-подразників
2	Оксидативний стрес у рослинній клітині
3	Антиоксидантна система захисту
4	Низькомолекулярні антиоксиданти
5	Біомаркери оксидативного стресу
6	Сольовий стрес у рослин
7	Механізми впливу надмірного освітлення
8	Вплив надмірних концентрацій важких металів на рослинну клітину
9	Фітохелатини та їх роль у захисній системі рослин
10	Фітогормони та їх роль у захисті рослин
11	Фізіологічна характеристика добових (циркадних) ритмів. Характеристика сезонних змін поведінки та метаболічних стратегій. Механізми холодового заціпеніння у птахів
12	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.
13	Механізми проникнення металів в живі організми. Біонакопичення та розподіл металів в організмі. Механізми регуляції взаємодії металів з молекулярними структурами.
14	Морфо-функціональні та біохімічні адаптації тварин до умов високогір'я. Гени та білки, які зростають у тварин у відповідь на гіпоксію. Морфофункціональні особливості пірнаючих тварин. Фізіолого-біохімічні та молекулярно-генетичні пристосування тварин до проживання в норах та підземних лабіринтах.
15	Адаптація до голодування (ангідробіоз, діапауза, зимова спячка, високотемпературне голодування ссавців). Особливості енергетичного обміну. Роль бурого жиру та амінокислот.
16	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.

4. Освітні технології, методи навчання і викладання навчальної дисципліни

Освітні технології: традиційні, проблемного викладу, дистанційного навчання.

Методи навчання: презентація, лекція-бесіда, лекція-візуалізація, колаборативне навчання: групові проекти, спільні розробки, проектно-орієнтоване навчання, навчальна дискусія, мозкова атака, кейс-метод.

5. Критерії та засоби оцінювання результатів навчання оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Підсумковий контроль знань (екзамен) включає два теоретичних питання, на які студент повинен дати письмову відповідь.

5.1. Критерії підсумкового оцінювання

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 незрозуміння студентом суті питання, або взагалі відсутня.

5.2. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Критерії оцінювання усної відповіді

- 4 – вичерпна відповідь на питання, повне володіння матеріалом,
3 – у відповіді допущені деякі помилки, що не стосуються основної суті питання,
2 – наявність у відповіді грубих помилок, що стосуються основоположних питань матеріалу,
1 – наявність у відповіді лише окремих правильних тверджень,
0 – неправильна відповідь або відсутність відповіді.

Критерії оцінювання розроблених презентацій

- 4 – дотримання всіх вимог щодо виконання презентації,
3 – наявність третини неправильних відповідей (правильні та неповні відповіді) при аргументації структури і наповнення презентації,
2 – наявність половини правильних відповідей при аргументації структури і наповнення презентації,
1 – переважання неправильних відповідей при аргументації структури і наповнення презентації,
0 – завдання розв'язано неправильно.

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульний контроль включає відповідь на два теоретичних питання (по 10 балів). У разі допущення помилок чи надання неповної відповіді оцінка знижується кратно на 0,5 бали відповідно до допущеного ступеня неточності.

Критерії оцінювання самостійної роботи

Питання самостійної роботи включені у перелік запитань до змістового та підсумкового модулів.

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 рослин від стресу.
5. Регуляція відповіді на тепловий стрес.
6. Фактори теплового стресу.
7. Білки теплового стресу, структура та експресія.
8. Теорія титрування шаперонів.
9. Вплив надлишкового освітлення на рослини.
10. Механізми захисту рослин від сольового та осмотичного стресів.
11. Експресія стресових генів за дії несприятливих абіотичних факторів середовища.
12. Охарактеризуйте загальну будову та властивості біологічних систем.
13. Охарактеризуйте структурно-функціональну організацію реакції систем на дію факторів.
14. Види та значення адаптацій для функціонування біологічних систем.
15. Проаналізуйте адаптаційні зміни, що відбуваються у відповідь на дію факторів на різних рівнях організації біологічних систем.

16. Форми адаптації та механізми її розвитку.
17. Проаналізуйте послідовності формування тривалої адаптації на молекулярно-клітинному рівні.
18. Охарактеризуйте значення стрес-синдрому у формуванні тривалої адаптації.
19. Дайте характеристику біологічним ритмам та наведіть їх класифікацію.
20. Наведіть приклади циркадних ритмів фізіологічних функцій у тварин.
21. Проаналізуйте приклади поведінкових добових ритмів у тварин (птахів, ссавців, людей).
22. Охарактеризуйте особливості будови та функціонування водіїв циркадного ритму у тварин (центрального та периферичних).
23. Охарактеризуйте молекулярно-генетичну регуляцію циркадних ритмів.
24. Проаналізуйте сезонні зміни поведінки тварин.
25. Охарактеризуйте метаболічні стратегії тварин, здатних впадати в сплячку.
26. Проаналізуйте особливості сезонних змін в антиоксидантному захисті у безхребетних тварин.
27. Проаналізуйте особливості сезонних змін в антиоксидантному захисті у хребетних тварин.
28. Загальна характеристика міграційного стану птахів.
29. Охарактеризуйте стан діapaузи комах та механізми його регуляції.
30. Наведіть приклади спектральної координації ритмів у тварин (між добовими і естральними, циркадними і циркатидальними, циркадними і сезонними, річними і добовими).
31. Охарактеризуйте фізіолого-біохімічні стратегії адаптації пойкилотермних тварин до низьких температур довкілля.
32. Вкажіть основні стратегії пристосування гомойотермних тварин до низьких температур довкілля.
33. Проаналізуйте основні фізіолого-біохімічні стратегії адаптації пойкилотермних тварин до високих температур довкілля.
34. Охарактеризуйте основні пристосування гомойотермних тварин до високих температур довкілля.
35. Охарактеризуйте біохімічні особливості пристосування гомойотермних тварин до низьких температур.
36. Охарактеризуйте зміни метаболізму ліпідів у гомойотермних тварин за дії низькотемпературного стресу.
37. Проаналізуйте структурні та функціональні особливості білків теплового стресу у тварин.
38. Фізіолого-біохімічні реакції- відповіді комах на дію високотемпературного стресу.
39. Охарактеризуйте молекулярно-генетичні механізми акліматизації до холоду у пойкилотермних тварин.
40. Вкажіть певні фізіолого-біохімічні механізми адаптації водних пойкилотермних організмів до температури довкілля.
41. Проаналізуйте біохімічні та молекулярно-генетичні механізми холодового заціпеніння у комах.
42. Фізіолого-біохімічні та молекулярно-генетичні механізми адаптації гомойотермних тварин до високих температур (на прикладі верблюда).
43. Фізіолого-біохімічні механізми пристосування птахів до низьких температур.
44. Фізіолого-біохімічні механізми пристосування тварин Арктики до низьких температур.
45. Поясніть механізми холодового заціпеніння у птахів (торпідний стан).
46. Охарактеризуйте фізіолого-біохімічні механізми адаптації людей до впливу високих та низьких температур.
47. Який загальний механізм адаптації організму тварин на гіпоксію?
48. Охарактеризуйте механізм відповіді тварин на гіпоксичний стрес на молекулярно-генетичному рівні.
49. Як змінюється реалізація шляху HIF в залежності від концентрації кисню.
50. Охарактеризуйте морфо-функціональні та біохімічні адаптації тварин до умов високогір'я.
51. Проаналізуйте молекулярно-генетичні особливості адаптації високогірних популяцій

ссавців та птахів.

52. Вкажіть основні фізіолого-біохімічні та молекулярно-генетичні особливості адаптації людей до умов високогір'я.
53. Охарактеризуйте морфофункціональні особливості пірнаючих тварин.
54. Охарактеризуйте фізіологічну реакцію водних тварин на гіпоксію.
55. Вкажіть основні особливості фізіологічної гіпоксії в наземних тварин.
56. Охарактеризуйте фізіолого-біохімічні та молекулярно-генетичні пристосування тварин до проживання в норах та підземних лабіринтах.
57. Молекулярно-біохімічні механізми стресу, викликаного підвищеними концентраціями іонів важких металів у тваринних організмів.
58. Морфо-функціональні та молекулярно-генетичні механізми адаптації тварин до переміщення та м'язової активності.
59. Молекулярно-біохімічні та функціональні механізми адаптації живих організмів до дії невагомості.
60. Морфо-функціональні адаптації тварин до харчування, харчова спеціалізація та обмін речовин. Адаптація тварин до голодування.

5.3. Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

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

5.4. Засоби оцінювання

1. Усне опитування на семінарських заняттях.
2. Письмове опитування.
3. Модульний контроль (проміжний та підсумковий).

6. Форми поточного та підсумкового контролю

Форма поточного контролю: усне опитування, письмове опитування, тести.

Формою підсумкового контролю є екзамен.

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/Zaykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>

Політика курсу

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/pravy-la-akademichnoi-dobrochesnosti.pdf>
- ✓ Положення про виявлення та запобігання плагіату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/n5nbzwwgb/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>

7. Рекомендована література

7.1. Базова (основна)

1. Панчук І.І., Язловицька Л.С. Стресові фактори та адаптація у рослин і тварин, Чернівці, ЧНУ, 2024, 265 с.
2. Панчук І.І. Закономірності експресії генів антиоксидантної системи та білків-шаперонів рослин в онтогенезі та за дії стресу. Автореф. докт. дис. , 2015.
3. Hochachka P.W., Somero G.N. Biochemical Adaptation: Mechanism and Process in Physiological Evolution. New York - London: Oxford University Press US, 2002. 466 p.
4. Naila Even , Jean-Marc Devaud and Andrew B. Barron General Stress Responses in the Honey Bee Insects 2012, 3, 1271-1298; doi:10.3390/insects3041271
5. Oxidative stress in vertebrates and invertebrates : molecular aspects on cell signaling / Tahira Farooqui and Akhlaq A. Farooqui, editors. Wiley-Blackwell, 2012. 385 p.
6. Rishikesh Upadhyay. Stress in plants. Cambridge Scholars Publishing, 2023

7.2.Допоміжна

1. 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. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1765), 20130019. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.0019>
2. Greives, T. J., Kingma, S. A., Kranstauber, B., Mortega, K., Wikelski, M., van Oers, K., Mateman, A. C., Ferguson, G. A., Beltrami, G., & Hau, M. (2015). Costs of sleeping in: circadian rhythms influence cuckoldry risk in a songbird. *Functional Ecology*, 29(10), 1300–1307. <https://www.jstor.org/stable/48576709>
3. Yerushalmi, S., Yakir, E., & Green, R. M. (2011). Circadian clocks and adaptation in Arabidopsis. *Molecular ecology*, 20(6), 1155-1165. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2010.04962.x>
4. Yerushalmi, S., & Green, R. M. (2009). Evidence for the adaptive significance of circadian rhythms. *Ecology letters*, 12(9), 970-981. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01343.x>
5. El-Badawi, A. A. (2014). Effect of hypoxia on some plasma hormones, metabolite and electrolyte concentrations of pigface bream fish; *Lethrinus lentjan*. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 6(1), 30-39.
6. Chainy, G. B. N., Paital, B., & Dandapat, J. (2016). An overview of seasonal changes in oxidative stress and antioxidant defence parameters in some invertebrate and vertebrate species. *Scientifica*, 2016(1), 6126570. <https://doi.org/10.1155/2016/6126570>
7. Riedel, B., Pados, T., Pretterebner, K., Schiemer, L., Steckbauer, A., Haselmair, A., Zuschin, M., & Stachowitsch, M. (2014). Effect of hypoxia and anoxia on invertebrate behaviour: ecological perspectives from species to community level. *Biogeosciences*, 11(6), 1491-1518.

<https://doi.org/10.5194/bg-11-1491-2014>

8. Yazlovyt'ska, L. S., Karavan, V. V., Domaciuk, M., Panchuk, I. I., Borsuk, G., & Volkov, R. A. (2023). Increased survival of honey bees consuming pollen and beebread is associated with elevated biomarkers of oxidative stress. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1098350. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1098350>
9. Volkov, R. A., Panchuk, I. I., Mullineaux, P. M., & Schöffl, F. (2006). Heat stress-induced H₂O₂ is required for effective expression of heat shock genes in *Arabidopsis*. *Plant molecular biology*, 61, 733-746. <https://doi.org/10.1007/s11103-006-0045-4>
10. Panchuk, I. I., Volkov, R. A., & Schöffl, F. (2002). Heat stress-and heat shock transcription factor-dependent expression and activity of ascorbate peroxidase in *Arabidopsis*. *Plant physiology*, 129(2), 838-853. <https://doi.org/10.1104/pp.001362>
11. Діденко, Н. О., Буздуга, І. М., Волков, Р. А., & Панчук, І. І. (2016). Вміст вільного проліну у нокаутних мутантів *Cat2* та *Cat3 Arabidopsis thaliana* за дії сольового стресу. *Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів*, 14(1), 3-7. <https://doi.org/10.7124/visnyk.utgis.14.1.538>
12. Буздуга, І. М., Волков, Р. А., & Панчук, І. І. (2020). Втрата активності каталази 2 впливає на обмін аскорбату в арабідопсису за дії важких металів. *Фізіологія рослин і генетика*, 52(4), 306-319. <https://doi.org/10.15407/frg2020.04.306>
13. Тимочко, Л. І., Пушук, Л. Т., & Федоряк, М. М. (2016). Моніторинг смертності медоносних бджіл Північної Буковини за результатами зимівлі 2014-2015 рр. *Біологічні системи. Науковий вісник Чернівецького університету*, 8(1), 59-65.
14. Гандзюра, В. П., & Грубінко, В. В. (2008). Концепція шкодочинності в екології. *Київ-Тернопіль: Вид-во ТНПУ ім. В. Гнатюка*, 144.
15. Приходська, К. Г. Мардар, Г. І., Ільєнко, М. М. (2002). Порівняльна анатомія хребетних: навч. посіб. *Чернівці: Рута*.
16. Язловицька, Л. С., Косован, М. Д., Череватов, В. Ф., & Волков, Р. А. (2016). Активність каталази *Apis mellifera* L. при літній підгодівлі різною вуглеводною дієтою. *Біологічні системи. Науковий вісник Чернівецького університету* 8(2), 182-188.
17. Караван, В. В., Качмарик, Д. Ю., Череватов, В. Ф., & Язловицька, Л. С. (2021). Вплив температури зимівлі на стан антиоксидантої системи *Apis mellifera* L. *Animal Biology*, 23(4), 32-42. <https://doi.org/10.15407/animbiol23.04.032>

8. Інформаційні ресурси

1. <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=2513> – сайт Чернівецького національного університету, дистанційне навчання.
2. <https://scholar.google.com.ua/> – пошукова система по науковій літературі. Включає статті великих наукових видавництв, архіви препринтів, публікації на сайтах університетів, наукових суспільств і інших наукових організацій.
3. <http://scienceresearch.com/scienceresearch> – наукова пошукова система, що здійснює повнотекстовий пошук у журналах багатьох великих наукових видавництв, таких як Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis і ін.
4. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> – електронна база даних медичних і біологічних публікацій, в якій викладені абстракти публікацій англійською мовою.

Додатково

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
4	9	12	8	8	5	8	6		

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