

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

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор навчально-наукового
інституту біології, хімії та біоресурсів
професор Руслан БЕСПАЛЬКО



9 08 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Біохімічні основи ушкодження клітин

(назва навчальної дисципліни)

Обов'язкова

Освітньо-професійна програма Біохімія та лабораторна діагностика
(назва програми)

Спеціальність 091 Біологія та біохімія
(код, назва)

Галузь знань 09 Біологія
(шифр, назва)

Рівень вищої освіти другий магістерський

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

Мова навчання українська

Чернівці, 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни Біохімічні основи ушкодження клітин складена відповідно до освітньо-професійної програми Біохімія та лабораторна діагностика, підготовки здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 091 Біологія та біохімія, галузі знань 09 Біологія, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (Протокол № 4 від «_24_» _04_ 2023 року).

Розробники:

Волощук О.М. – к.б.н., доцент кафедри біохімії та біотехнології

Викладач:

Волощук О.М. – к.б.н., доцент кафедри біохімії та біотехнології

Погоджено із гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри **біохімії та біотехнології**

Протокол від “_09_” _____ 08 _____ 2024 року № 1

Завідувач кафедри



(підпис)

Копильчук Г.П.

(прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів

Протокол від “_09_” _____ 08 _____ 2024 року № 1

Голова методичної ради ННІБХБ



(підпис)

(Москалик Г.Г.)

(прізвище та ініціали)

Анотація дисципліни

Навчальна дисципліна “Біохімічні основи ушкодження клітин” є обов’язковою дисципліною зі спеціальності 091 Біологія та біохімія, ОПП Біохімія та лабораторна діагностика для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня. Вивчення дисципліни дозволить сформувати у студентів вміння здійснювати системний аналіз структурно-функціональних та біохімічних змін у клітині за умов її пошкодження; засвоїти сучасні уявлення про основні шляхи генерації АФК, біохімічні механізми та маркери оксидативних пошкоджень біомолекул, закономірності функціонування антиоксидантних ферментів та неферментативних компонентів АОС.

Мета навчальної дисципліни: формування у студентів уявлення про біохімічні механізми ушкоджень і загибелі клітин, засвоєння знань про внутрішньоклітинні адаптивні механізми при ушкодженні, механізми Ca^{2+} -опосередкованого, електролітно-осмотичного, ішемічного, ацидотичного та токсичного ушкодження клітин; біохімічні особливості апоптозу, некрозу, аноїкису, піроптозу, онкозу, ентозу, корніфікації як різновидів загибелі клітин. Отримання базових уявлень про системи генерації АФК у клітинах, молекулярні механізми оксидативних пошкоджень основних біомолекул.

Пререквізити. Ефективність засвоєння даного курсу підвищує вивчення дисциплін “Спецпрактикум (експериментальні дослідження)”, “Функціональна біохімія”.

Результати навчання

Під час освоєння дисципліни у студентів формуються наступні загальні та фахові компетентності:

Загальні компетентності	
Шифр	Формулювання отриманої компетентності
ЗК02	Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.
ЗК07	Здатність до системного аналізу.
Спеціальні (фахові) компетентності	
СК03	Здатність користуватися сучасними інформаційними технологіями та аналізувати інформацію в галузі біології і на межі предметних галузей.
СК04	Здатність аналізувати і узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних явищ і процесів.
Програмні результати навчання	
ПРН2	Використовувати бібліотеки, інформаційні бази даних, інтернет ресурси для пошуку необхідної інформації.
ПРН7	Описувати й аналізувати принципи структурно-функціональної організації, механізмів регуляції та адаптації організмів до впливу різних чинників.
ПРН12	Використовувати інноваційні підходи для розв’язання складних задач біології за невизначених умов і вимог.
ПРН16	Критично осмислювати теорії, принципи, методи з різних галузей біології для вирішення практичних задач і проблем.

У результаті засвоєння змісту навчальної дисципліни студент повинен:

знати:

- причини та основні механізми пошкодження клітини;
- біохімічні та функціональні прояви пошкодження клітини, патогенез окремих проявів пошкодження клітини;
- основні шляхи генерації АФК;
- маркери оксидативних пошкоджень біомолекул;

- закономірності функціонування антиоксидантних ферментів та неферментативних компонентів АОС.

вміти:

- встановлювати взаємозв'язки між процесами метаболізму в організмі як єдиній цілісній регульованій системі, пояснювати механізми пошкодження мембран клітини і внутрішньоклітинних структур;

- характеризувати роль систем антиоксидантного захисту у підтриманні антиоксидантно-прооксидантного статусу організму,

- описувати й аналізувати принципи структурно-функціональної організації, механізмів регуляції та адаптації організмів до впливу різних чинників;

- використовувати отримані знання для вирішення ситуативних задач (пошук шляхів відновлення гомеостатичних параметрів після їх відхилення за впливу різних факторів оточуючого середовища).

Опис навчальної дисципліни
Загальна інформація про розподіл годин

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	1-й	1	4	120	6	-	24	-	90	-	іспит
Заочна	1-й	1	4	120	4	-	4	-	112	-	іспит

Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма							Заочна форма					
	усьог о	у тому числі					усього	у тому числі					с.р.
		л	с	лаб	інд	с.р.		л	с	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 1. Біохімічні механізми ушкодження клітини												
Тема 1. Різновиди та біохімічні механізми пошкодження клітин	21	2	4	-	-	15	17	2	-	-	-	-	15
Тема 2. Види загибелі клітин	19	2	2	-	-	15	16	-	1	-	-	-	15
Тема 3. Загальні компенсаторні механізми при ушкодженні клітин	14	2	2	-	-	10	16	-	1	-	-	-	15
Колоквіум	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	54	6	8	-	-	40	49	2	2	-	-	-	45
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 2. Вільнорадикальні механізми ушкодження клітин												
Тема 1. Поняття про	14	-	4	-	-	10	17	2	-	-	-	-	15

АФК та АФА												
Тема 2. Фізіологічна та патологічна роль АФК	12	-	2	-	-	10	15	-	-	-	-	15
Тема 3. Основні шляхи генерації АФК у клітинах	12	-	2	-		10	16	-	1	-	-	15
Тема 4. Біохімічні механізми оксидативного пошкодження основних біомолекул клітини	14	-	4	-	-	10	13	-	1	-	-	12
Тема 5. Шляхи знешкодження АФК в клітині	14	-	4	-		10	10	-	-	-	-	10
Колоквіум	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	66	-	16	-	-	50	71	2	2	-	-	67
Усього годин	120	6	24	-	-	90	120	4	4	-	-	112

Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Реперфузійне та ішемічне ушкодження клітини	2
2	Порушення внутрішньоклітинних механізмів регуляції функцій клітин	2
3	Ентоз, піроптоз, ендоцитоз як форми загибелі клітини	2
4	Основні внутрішньоклітинні системи як мішені дії терапевтичних засобів	2
5	Поняття про АФК та АФА	4
6	Фізіологічна та патологічна роль АФК	2
7	Основні шляхи генерації АФК у клітинах	2
8	Біохімічні механізми оксидативного пошкодження основних біомолекул клітини	4
9	Шляхи знешкодження АФК в клітині	4
	Усього	24

Завдання для самостійної роботи студентів

Самостійна робота з дисципліни «Біохімічні основи ушкодження клітин» спрямована на узагальнення, засвоєння та закріплення знань по кожній темі. Самостійна робота передбачає наступні види робіт: опрацювання лекційного матеріалу та рекомендованої літератури, підготовку до семінарських занять, розробка мультимедійних презентацій, розгляд питань, які виносилися на самостійне вивчення. Результати самостійної роботи здобувача оцінюються викладачем на семінарських заняттях.

№ з/п	Назва теми
1	Гострі і хронічні пошкодження. Зворотні та незворотні пошкодження. Роль активації мембранозв'язаних фосфоліпаз і гідролаз лізосом у пошкодженні клітини. Механізми пошкодження клітинних мембран амфіфільними сполуками та детергентами.
2	Фактори, що викликають порушення енергозабезпечення клітин. Особливості метаболізму і функціональної активності клітин при порушенні її енергозабезпечення. Механізми ішемічного пошкодження клітин. Механізми реперфузійного пошкодження клітин.
3	Роль іонізованого кальцію в механізмах пошкодження клітини. Наслідки підвищення внутрішньоклітинного вмісту кальцію. Пошкодження рецепторного апарату клітини та внутрішньоклітинних механізмів регуляції її функцій. Внутрішньоклітинні адаптивні

	механізми при пошкодженні. Компенсація порушень енергетичного забезпечення клітин. Захист мембран і ферментів клітини. Усунення дисбалансу іонів та рідини в клітинах. Усунення порушень генетичної програми клітин. Компенсація розладів механізмів регуляції внутрішньоклітинних процесів. Міжклітинні механізми адаптації клітин при пошкодженні. Внутрішньоклітинні адаптивні механізми при пошкодженні. Компенсація порушень енергетичного забезпечення клітин. Захист мембран і ферментів клітини. Усунення дисбалансу іонів та рідини в клітинах. Усунення порушень генетичної програми клітин. Міжклітинні механізми адаптації клітин при пошкодженні.
4	Активні форми хлору.
5	Основні аспекти фізіологічної дії АФК. Негативна роль АФК.
6	Участь оксидазних і оксигеназних реакцій у продукуванні АФК. Утворення АФК при окисленні гемоглобіну.
7	Окиснювальна модифікація нуклеїнових кислот.
8	Антиоксидантні властивості нутрієнтних факторів.

Методи навчання

Навчання базується на студентоцентричному підходах, принципах академічної свободи і академічної доброчесності. Викладання навчальної дисципліни передбачає поєднання традиційних форм та інтерактивних технологій.

Форми організації навчання: лекція, семінарське заняття, консультація.

Методи навчання: словесні (розповідь, пояснення, лекція, дискусія), наочні (демонстрація, ілюстрація), робота у групах, розробка та представлення мультимедійних презентацій.

Система контролю та оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування програмних результатів навчання є:

- тестові завдання
- розробка та представлення мультимедійних презентацій

Поточний контроль: усне опитування, проміжний та підсумковий тестовий контроль, розробка та представлення мультимедійних презентацій.

Підсумковий контроль – іспит.

Критерії оцінювання поточного та підсумкового контролю

Поточне тестування та самостійна робота										Іспит	Сума
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль № 2							
T1	T2	T3	M 1	T1	T2	T3	T4	T5	M 2	40	100
5	10	5	10	4	4	4	4	4	10		

Оцінювання рівня та якості знань студентів здійснюється із врахуванням індивідуальних особливостей студентів і передбачає диференційований підхід в його організації.

Критерії оцінювання тестування:

На письмовому тестуванні студент отримує по 20 тестових завдань різного ступеня складності. Максимальну кількість балів за кожне завдання студент отримує в разі вірної відповіді.

Критерії оцінювання усної відповіді:

Студент отримує оцінку “відмінно”, якщо його відповідь повністю розкриває зміст матеріалу, розуміння матеріалу глибоке, відповідь логічна, послідовна; вмє ілюструвати теоретичні положення конкретними прикладами.

Студент отримує оцінку “добре”, якщо він допускає у відповіді невеличкі пропуски, що не спотворює логіку змісту відповіді; виклад недостатньо систематизований, у визначенні понять та узагальненнях наявні окремі неточності, які легко виправляються за допомогою відповідей на додаткові запитання викладача.

Студент отримує оцінку “задовільно”, якщо його відповідь свідчить про розуміння основних питань теми, проте спостерігаються значні прогалини у знаннях; визначення понять нечіткі, неточні, висновки і узагальнення аргументовані слабо, у них наявні помилки; студент не послідовно розкриває зміст матеріалу.

Студент отримує оцінку “незадовільно”, якщо його відповідь не розкриває змісту навчального матеріалу; виявляє незнання або нерозуміння питання; припускається помилок у визначенні понять, застосуванні термінів.

Критерієм підсумкового оцінювання має бути досягнення студентом мінімальної кількості балів – 50. Підсумкова атестація проводиться у вигляді підсумкового комп’ютерного тестування (тестові завдання різного рівня складності):

- Максимальна кількість балів за підсумковий модуль – 40 балів (40 тестових завдань по 1 балу)
- Кількість набраних балів за два змістові модулі та підсумковий модуль сумуються.
- Переведення набраних балів здійснюється згідно шкали оцінювання.
- Іспит отримують студенти, які набрали не менше 50 % від загальної кількості балів.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Згідно з діючою в університеті системою комплексної діагностики знань студентів, з метою стимулювання систематичної навчальної роботи, оцінка знань студентів здійснюється за 100-бальною системою, яка переводиться відповідно у національну шкалу («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно») та шкалу європейської кредитно-трансферної системи (ЄКТС – A, B, C, D, E, FX, F). Поточний контроль знань студентів протягом одного семестру включає оцінку за роботу на практичних заняттях та самостійну роботу. Модульний контроль (сума балів за окремий змістовий модуль) проводиться на підставі оцінювання результатів знань студентів після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля. Завданням модульного контролю є перевірка розуміння та засвоєння певного матеріалу (теми), вміння вирішувати конкретні ситуаційні задачі, самостійно опрацювати тексти, уміння публічно чи письмово подати певний матеріал.

	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
зараховано	A (90-100)	відмінно
зараховано	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
зараховано	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
не зараховано	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання

Перелік запитань для самоконтролю та підсумкового контролю навчальних досягнень студентів

1. Наведіть визначення поняття «ушкодження клітин» та розкрийте біохімічні особливості різних видів ушкодження.
2. Розкрийте біохімічну суть ліпідних механізмів ушкодження клітини.
3. Охарактеризуйте вклад активації фосфоліпази A_2 в ушкодженні мембран клітини.
4. Опишіть основні шляхи підвищення вмісту вільних жирних кислот у клітині.
5. Поясніть механізми ушкодження клітинних мембран амфіфільними сполуками та детергентами.
6. Які механізми порушення бар'єрної функції мембран?
7. Вкажіть біохімічні особливості Ca^{2+} -опосередкованих механізмів ушкодження клітин.
8. За яких умов спостерігається різке підвищення концентрації іонів кальцію в цитоплазмі?
9. Поясніть суть електролітно-осмотичних механізмів ушкодження клітин.
10. Охарактеризуйте наслідки дисбалансу електролітного складу клітини.
11. Розкрийте суть механізмів ушкодження клітини за умов ацидозу.
12. Окресліть особливості протеїнових механізмів ушкодження клітини.
13. Сформулюйте особливості нуклеїнових механізмів ушкодження клітини.
14. Опишіть механізми токсичного ушкодження клітини.
15. Які існують механізми порушення рецепторної функції клітини?
16. Назвіть фактори, які призводять до порушення процесів енергозабезпечення клітин.
17. Опишіть особливості метаболізму та функціональної активності клітин за умов порушення їхнього енергозабезпечення.
18. Розкрийте суть механізмів ішемічного ушкодження клітин.
19. Охарактеризуйте механізми реперфузійного ушкодження клітин.
20. Охарактеризуйте шляхи ушкодження клітинних структур лізосомними гідролазами.
21. Опишіть біохімічні особливості внутрішньоклітинних шляхів апоптозу.
22. Охарактеризуйте особливості зовнішнього та внутрішнього шляху активації апоптозу.
23. У чому біохімічна суть ролі каспаз у апоптозі?
24. Опишіть основні механізми регуляції апоптозу.
25. Розкрийте біохімічні аспекти некротичної загибелі клітин.
26. Охарактеризуйте відмінності аноїкису від апоптозу.
27. Сформулюйте біохімічні особливості піроптозу як форми загибелі клітини.
28. Поясніть механізми загибелі клітин через онкоз.
29. Аргументуйте біологічну роль та біохімічні механізми корніфікації.
30. Які біохімічні особливості ентозу як форми загибелі клітин?
31. Опишіть біохімічні механізми різних видів аутофагії.
32. У чому біохімічна суть різних видів дистрофій?
33. Які існують підходи до класифікації захисно-компенсаторних реакцій клітини у відповідь на її ушкодження?
34. Розкрийте суть внутрішньоклітинних адаптивних механізмів при ушкодженні.
35. У чому полягає біохімічна суть компенсаторних реакцій, спрямованих на відновлення порушеного внутрішньоклітинного гомеостазу?
36. Поясніть біохімічну суть компенсаторних реакцій, спрямованих на відновлення функціонального спокою ушкодженої клітини.
37. Від яких механізмів залежать компенсація порушень енергетичного забезпечення клітин?
38. Наведіть приклади пасивних захисно-компенсаторних механізмів.
39. Опишіть механізми захисту мембран від ушкодження.
40. Охарактеризуйте механізми, які забезпечують зменшення ступеня або усунення дисбалансу іонів і рідини в клітинах.
41. Вкажіть, які механізми забезпечують компенсацію розладів механізмів регуляції внутрішньоклітинних процесів.

42. Розкрийте суть клітинної та субклітинної форм регенерації.
43. Охарактеризуйте реакції міжклітинної адаптації за рівнем реалізації (органно-тканинній, внутрішньосистемній, міжсистемній).
44. На прикладі гіпоксії поясніть механізми залучення в адаптивні реакції різних систем органів.
45. Поясніть основні принципи терапевтичного впливу на ушкоджені клітини.
46. Охарактеризуйте основні внутрішньоклітинні системи як мішені дії терапевтичних засобів.
47. Розмежуйте поняття «активні форми кисню», «вільні радикали» та «реактивні молекули».
48. Поясніть електронні механізми активації молекулярного кисню.
49. Які існують підходи до класифікації вільних радикалів.
50. Окресліть відмінності між первинними, вторинними та третинними радикалами.
51. Охарактеризуйте способи утворення в організмі двовалентного заліза.
52. Сформулюйте основні принципи номенклатури радикалів.
53. Назвіть шляхи утворення синглетного кисню.
54. Яка відмінність між синглетним і молекулярним киснем?
55. Яка біологічна роль синглетного кисню?
56. Вкажіть шляхи утворення супероксид-аніон радикала.
57. Поясніть, яким перетворенням може підлягати супероксид в організмі людини?
58. Вкажіть основні джерела утворення пероксиду водню.
59. У чому особливості пероксиду водню порівняно з іншими АФК?
60. Напишіть реакції утворення гідроксильного радикала.
61. Вкажіть, які типи ушкоджень біомолекул може викликати гідроксильний радикал.
62. Розкрийте біологічну роль гіпохлориту.
63. Порівняйте особливості будови та функціонування різних ізоформ NO-синтази.
64. Опишіть етапи синтезу NO[•]. Вкажіть необхідні фактори, необхідні для цього процесу.
65. Напишіть загальне рівняння синтезу NO[•].
66. Охарактеризуйте шляхи перетворення NO[•] у клітині.
67. Назвіть фізіологічні функції NO[•].
68. Поясніть, за яких умов реалізується прямий вплив NO[•] на біомолекули.
69. Вкажіть, через які процеси реалізується непряма дія NO[•]?
70. Поясніть біохімічний механізм регуляції NO[•] тонусу судин.
71. Охарактеризуйте редокс-форми NO[•]. Вкажіть, за яких умов вони утворюються?
72. Які функціональні групи біомолекул – мішень дії нітрозонієвого катіона?
73. Поясніть вклад NO[•] у формування патологічних станів.
74. Опишіть механізм утворення та біологічні ефекти пероксинітриту.
75. Поясніть, за яких умов посилюється утворення пероксинітриту в організмі.
76. У чому полягає патологічна роль пероксинітриту?
77. Вкажіть, попередником якого радикала може виступати пероксинітрит? Напишіть реакцію.
78. Висвітліть способи перетворення оксиду нітрогену в організмі.
79. Охарактеризуйте мікросомальний електронно-транспортний ланцюг як генератор АФК.
80. Опишіть способи утворення H₂O₂ в каталітичному циклі Р-450-залежних моноксигеназних систем.
81. Вкажіть, які АФК можуть утворюватися в каталітичному циклі Р-450-залежних моноксигеназних систем.
82. Поясніть, які компоненти дихального ланцюга мітохондрій є основними генераторами АФК.
83. Які мітохондріальні ферменти можуть бути джерелом АФК?

84. Опишіть механізм утворення АФК за участю ксантиноксидази.
85. Наведіть приклади оксигеназних реакцій, побічним продуктом яких є супероксид.
86. Охарактеризуйте участь ліпооксигенази у вільнорадикальних реакціях.
87. Які цитозольні ферменти можуть виступати продуцентами АФК?
88. Поясніть механізм утворення АФК при окисненні гемоглобіну на метгемоглобін.
89. Розкрийте механізм продукування АФК у фагоцитуючих клітинах.
90. Опишіть, у чому полягає фізіологічна роль АФК.
91. Поясніть біохімічні механізми фізіологічної дії АФК.
92. Розкрийте роль АФК у неспецифічному імунітеті.
93. Сформулюйте, що Ви розумієте під поняттям «дихальний вибух»?
94. Уточніть, чи можна називати АФК сигнальними молекулами?
95. Охарактеризуйте, яким вимогам повинні відповідати АФК як сигнальні молекули.
96. Наведіть приклад участі АФК у передачі сигналу за посередництвом мембранних рецепторів.
97. Поясніть, які способи існують у клітині для впливу АФК на внутрішньоклітинні системи трансдукції сигналу.
98. У чому полягає відмінність між АФК і класичними вторинними месенджерами?
99. Аргументуйте роль АФК у регуляції Ca^{2+} -сигналів.
100. Розкрийте роль АФК у регуляції вмісту циклічних нуклеотидів.
101. Наведіть приклади регуляції активності генів за участю АФК.
102. Які молекули є мішенню ушкоджувальної дії АФК? Опишіть негативні наслідки впливу АФК на клітинні структури.
103. Дайте визначення поняттю «окиснювальний стрес».
104. Назвіть причини виникнення окиснювального стресу.
105. Вкажіть, які біомолекули є мішенню дії АФК.
106. Поясніть відмінності між ферментативним і неферментативним ПОЛ.
107. Які фактори впливають на інтенсивність ПОЛ?
108. Охарактеризуйте стадії ПОЛ.
109. Які продукти утворюються в результаті ПОЛ?
110. Поясніть, у яких випадках спостерігається активація ПОЛ.
111. Вкажіть, які механізми становлять основу порушень бар'єрних функцій клітинних мембран при активації ПОЛ.
112. У чому полягає фізіологічна роль ПОЛ?
113. Охарактеризуйте стадії окиснювальної модифікації білків.
114. Від яких факторів залежить ступінь чутливості різних амінокислот до окиснювального ушкодження?
115. Опишіть внесок різних АФК у процеси окиснювального ушкодження білків.
116. Вкажіть, які амінокислоти чутливі мішені для дії АФК.
117. Наведіть приклади продуктів ОМБ.
118. Сформулюйте наслідки окиснювальної модифікації білків.
119. Вкажіть, які компоненти нуклеотидів можуть бути мішенню дії АФК.
120. Назвіть, які молекулярні продукти утворюються в результаті окиснювального ушкодження пуринів.
121. Вкажіть, які зв'язки у молекулах піримідинів найчутливіші до дії АФК.
122. Які атоми карбону дезоксирибози переважно є мішенню дії АФК?
123. Поясніть, до яких наслідків може призводити окиснювальне ушкодження ДНК.
124. У чому полягає непрямий вплив АФК на ДНК?
125. Наведіть приклади регуляторної ролі АФК.
126. Охарактеризуйте основні типи окиснювального ушкодження мтДНК.
127. Напишіть формули маркерів окиснювального ушкодження ДНК.
128. Поясніть, що таке буферна антиоксидантна система.
129. Охарактеризуйте способи реалізації антиоксидантного захисту організму.

130. Назвіть фактори, від яких залежить інтенсивність АОС.
131. Охарактеризуйте основні механізми антиоксидантного захисту.
132. Опишіть будову та функції супероксидисмутази.
133. Напишіть реакцію, яку каталізує СОД.
134. У чому полягає біологічна роль та особливості будови каталази?
135. Від яких аліментарних факторів залежить активність каталази?
136. Розкрийте особливості будови та механізму дії глутатіонпероксидази.
137. Скільки розрізняють ізоформ глутатіонпероксидази та чим вони відрізняються?
138. Які сполуки є субстратом для глутатіонпероксидази?
139. Укажіть відсотковий вміст глутатіонпероксидази-1 (класичної) у цитозолі клітини і мітохондріях.
140. Поясніть роль селену у функціонуванні глутатіонпероксидази.
141. Що означає поняття «відновлювальний цикл глутатіону»?
142. Охарактеризуйте особливості будови та функціонування глутатіонтрансферази.
143. Напишіть реакцію, яку каталізує каталаза.
144. Яку реакцію каталізує глутатіонпероксидаза?
145. Напишіть реакцію, яку каталізує глутатіонредуктаза.
146. Розмежуйте поняття «антиоксиданти» та «прооксиданти».
147. Поясніть, які властивості повинна мати речовина, щоб виступати у ролі антиоксиданту.
148. Вкажіть, які є підходи до класифікації антиоксидантів.
149. Поясніть, що означає поняття «синергізм» антиоксидантів.
150. У якому разі антиоксиданти проявляють прооксидантну дію?
151. Вкажіть відомі Вам антиоксиданти вітамінної групи.
152. Розкрийте механізм антиоксидантної дії вітаміну Е.
153. Поясніть, у чому полягає антиоксидантна роль аскорбінової кислоти.
154. Охарактеризуйте каротиноїди як антиоксиданти.
155. Які вітаміни об'єднують під терміном «антиоксидантна вітамінна група»?
156. Розкрийте механізми антиоксидантної активності біофлавоноїдів.
157. Сформулюйте, у чому полягає відмінність убіхінону від інших жиророзчинних антиоксидантів.
158. Яка форма убіхінону має антиоксидантні властивості?
159. Охарактеризуйте антиоксидантні функції глутатіону.
160. Поясніть участь сечової кислоти в антиоксидантному захисті організму.
161. Розкрийте антиоксидантну роль сечовини.
162. Вкажіть, які стероїдні гормони мають антиоксидантні властивості.
163. У чому полягає антиоксидантна роль мелатоніну?
164. Чим зумовлені антиоксидантні властивості ліпоєвої кислоти?
165. Опишіть, які сульфуровмісні сполуки – компоненти антиоксидантної системи.
166. Укажіть сполуки, які належать до позаклітинних антиоксидантів.
167. Які антиоксиданти називають комплексонами?
168. Наведіть приклади синтетичних антиоксидантів.
169. Які існують підходи до класифікації синтетичних антиоксидантів?
170. Поясніть, з якою метою використовують антиоксиданти в харчовій промисловості.
171. Які сполуки найчастіше використовують як харчові антиоксиданти?

Зарахування результатів неформальної освіти

Зарахування результатів неформальної освіти проводиться відповідно до «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та / або інформальної освіти у системі формальної освіти)», у процесі вивчення дисципліни здобувачу освіти може бути зараховано до 25 % балів, отриманих за результатами неформальної та / або інформальної

освіти з проблем, що відповідають тематиці курсу
<https://www.chnu.edu.ua/media/3aykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>

Політика академічної доброчесності

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні навчальної дисципліни регламентовано такими документами:

✓ 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/pravylyla-akademichnoi-dobrochesnosti.pdf>

✓ «Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivets-koho-natsionalnoho-universytetu.pdf>

✓ «Положення про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/media/n5nbzwgb/polozhennia-chnu-pro-plahi-at-2023plusdodatky-31102023.pdf>

Рекомендована література

1. Волощук О.М. Біохімічні механізми ушкодження клітин : навч.-метод. посіб., 2022. 164 с.
2. Копильчук Г.П., Волощук О.М. Біохімічні механізми ушкодження клітин: монографія, Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю.Федьковича, 2019. 144 с.
3. Волощук О.М. Біохімія вільнорадикальних процесів. Чернівці: Чернівецький університет, 2016. 128 с.
4. Остапченко Л.І., Гребіник Д.М. Біохімічні механізми ушкодження клітин. Молекулярні механізми клітинної загибелі: курс лекцій. ВПЦ «Київський університет», 2014. 92 с.
5. Остапченко Л.І., Синельник Т.Б., Рибальченко Т.В., Рибальченко В.К. Біохімічні механізми апоптозу. ВПЦ «Київський університет», 2010. 310 с.

Інформаційні ресурси

https://archer.chnu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/6099/%d0%9d-042_%d0%92%d0%be%d0%bb%d0%be%d1%89%d1%83%d0%ba%20%d0%9e-%d0%9c.pdf?sequence=1&isAllowed=y
https://moodle.chnu.edu.ua/pluginfile.php/212413/mod_resource/content/1/ushkodzhennya_klytyn.pdf
<http://eprints.zu.edu.ua/20753/1/Melnichenko.pdf>
http://kizman-tehn.com.ua/wp-content/uploads/2017/09/mazurkevich_a_y_patofiziologiya_tvarin.pdf