

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ІКБГІ НАН України,
академік НАН України



Микола КУЧУК

17 липня 2025р.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Біологія стресів

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії
галузь знань Е «Природничі науки, математика та статистика», спеціальність
Е1 «Біологія та біохімія»
профілі підготовки
«Біотехнологія», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія», «Радіобіологія»

Шифр за освітньо-науковою програмою – ВК 2.08

КИЇВ – 2025

Робоча програма навчальної дисципліни «Біологія стресів» для здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії галузі знань Е «Природничі науки, математика та статистика», спеціальність Е1 «Біологія та біохімія» за профілями підготовки «Біотехнологія», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія» та «Радіобіологія»

23 червня 2025 року – 16 с.

Укладач програми:

Олександра КРАВЕЦЬ,

зав. відділу біофізики і радіобіології

ІКБГІ НАН України, д.б.н., с.н.с.



(підпис)

Робоча програма дисципліни «Біологія стресів» схвалена на засіданні вченої ради ІКБГІ НАН України (протокол № 7 від 17 липня 2025 р).

В зв'язку з внесенням змін до переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти (постанова КМУ від 16 грудня 2022 р. № 1392), внесено відповідні зміни до робочої програми дисципліни «Біологія стресів», що схвалено на засіданні вченої ради ІКБГІ НАН України (протокол № 2 від 5 березня 2024 року та протокол № 5 від 11 червня 2024 року).

Робоча програма дисципліни «Біологія стресів» розглянута та схвалена на засіданні відділу біофізики і радіобіології ІКБГІ НАН України.

Завідувач відділу, д.б.н., с.н.с.



(підпис)

Олександра КРАВЕЦЬ

23 червня 2025 р.

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Біологія стресів» є складовою освітньо-наукової програми підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії у галузі знань Е «Природничі науки, математика та статистика», спеціальність Е1 «Біологія та біохімія»

за профілями підготовки «Біотехнологія», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія» та «Радіобіологія» і є дисципліною за вибором аспірантів.

Викладається на II курсі аспірантури **в обсязі 60 годин (2 кредитів ECTS)** зокрема: лекції – 30 годин, семінари – 10 годин, самостійна робота – 20 годин. У курсі передбачено 2 змістових модулі. Дисципліна завершується диференційованим заліком.

Мета дисципліни – Ознайомити аспірантів з системою і природою факторів, що викликають стресові реакції у тваринних і рослинних організмів, їх розвитком і можливими наслідками, а також існуючими можливостями зменшення ризику негативних наслідків та питаннями біотехнологічного використання стресових реакцій рослин.

Завдання:

1. ознайомитись з історією та теоретичними засадами біології стресів;
2. опанувати відомості відносно різноманіття стресових чинників тварин і рослин;
3. ознайомитись з механізмами захисту і відновлення тваринних і рослинних організмів після стресових впливів;
4. ознайомитись з механізмами та часом формування адаптивних реакцій;
5. Опанувати можливості використання дії стресових факторів в розвитку біотехнологій.

В результаті вивчення навчальної дисципліни у здобувачів мають бути сформовані:

Інтегральна компетентність (ІК)

Здатність розв'язувати комплексні завдання в галузі біології у процесі проведення дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає переосмислення наявних та створення нових цілісних знань, оволодіння методологією наукової та науково-педагогічної діяльності, проведення самостійного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення і інтегруються у світовий науковий простір через публікації.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК01. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК02. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК03. Здатність розробляти та управляти проектами.

ЗК04. Здатність мотивувати людей та рухатися вперед.

ЗК05. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК06. Здатність працювати автономно.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)

СК01. Здатність планувати і здійснювати комплексні оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у біології та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у наукових виданнях з біології та суміжних галузей.

СК02. Здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, розуміти англомовні наукові тексти за напрямом досліджень.

СК03. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

СК04. Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у закладах вищої освіти.

СК05. Здатність виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість досліджень, які проводять.

СК06. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в біології та дотичні до неї міждисциплінарні проекти.

СК07. Здатність дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

СК08. Здатність сформувати системний науковий світогляд та загальнокультурний кругозір.

В результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен:

РН01. Мати концептуальні та методологічні знання з біології і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН02. Вільно презентувати та обговорювати результати досліджень, наукові та прикладні проблеми біології державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у наукових виданнях.

РН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати аналізу джерел літератури, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, експерименту) і математичного та/або комп'ютерного моделювання.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біології та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасного інструментарію, критично аналізувати результати власних досліджень і

результати інших дослідників у контексті всього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати важливі теоретичні та практичні проблеми біології з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

РН08. Глибоко розуміти загальні принципи та методи біологічних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері біології та у викладацькій практиці.

РН09. Знати основні типи стресових чинників; їх потенційні джерела; основні одиниці, показники та параметри їх дії, що використовуються в екології і медицині доведення.

РН10. Знати основні наслідки дії різних типів абіотичних стресових факторів на організм рослин і принципи захисту організму від гострих і хронічних стресових впливів

РН11. Вміти проводити аналіз причин та наслідків впливу різноманітних стресових чинників на різних рівнях, планувати та провести експериментальне дослідження їх дії, прогнозувати наслідки, знати можливості їх використання у біотехнології, досконально знати сучасні методики дослідження стресових реакцій на різних рівнях організації організмів.

Зв'язок з іншими дисциплінами.

Навчальна дисципліна «Біологія стресів» є варіативною для засвоєння знань та вмінь у системі професійної підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії за спеціальністю Е1 «Біологія та біохімія», профілями підготовки «Біотехнологія», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія», «Радіобіологія»

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Стрес як універсальна реакція живих істот на додаткове навантаження та фактори, що її викликають.

Тема 1. Термінологія біології стресу. Визначення поняття стресу. Огляд ідей засновників біології стресів - Уолтера Кеннона та Ганса Сельє. Стрес як універсальна реакція «боротися або бігти». Поняття загального адаптаційного синдрому. Еустрес та дістрес. Стадії розвитку адаптивного синдрому. Фізіологічний стрес. Використання поняття стрес в токсикології, екології, біології тварин і рослин (4 години)

Семінар. Загальні і специфічні фактори індукції стресових реакцій у тварин і рослин (2 години).

Тема 2. Дія факторів середовища на організм. Поняття фізіологічного оптимуму та відхилень від нього. Реактивність організму. Закон лімітуючого фактора Лібіха. Закон Шелфорда. Концентраційні і дозові залежності. Предмет та задачі епідеміології або медицини доведення ("evidence medicine"). Теоретичні засади та підходи до визначення ризиків захворювань, пов'язаних з дією стресових факторів. Основні аналітичні моделі розрахунку ризику та основних його показників (4 години).

Тема 3. Теоретичні засади та підходи до визначення ризиків захворювань, пов'язаних з дією стресових факторів (2 години).

Показники та методики розрахунку епідеміологічних характеристик ризику. Коефіцієнт поширення (prevalence proportion). Питомий показник захворюваності IR (incidence rate). Абсолютний та надмірний ризик. Атрибутивний ризик (attributable risk).

Семінар. Статистичні та молекулярно-біологічні методи в медицині доведення (2 години)

Тема 4. Форми дії стресу. «Гострий» та хронічний стрес. Кумулятивні і віддалені ефекти дії стресу. Особливості концентраційних і дозових ефектів при низьких дозах (концентраціях) стресового чиннику, гострій і хронічній його дії. Вплив стресу на імунні реакції тваринних і рослинних організмів. Інші ефекти стресових впливів: гормезис, геномна нестабільність, апоптоз (4 години).

Семінар. Особливості протікання хронічного стресу (2 години)

Змістовий модуль 2. Шляхи відповіді організмів на гострий та хронічний стрес, їх дослідження та маркери.

Тема 5. Форми та механізми захисних і відновлюваних процесів. Поняття гомеостазу та гомеорезу. Гомеостатична крива. Сучасні відомості про механізми захисту і відновлення. Про- та антиоксидантна рівновага та її індуковані зміни. Види антиоксидантів. Репарація та її форми. (4 години)

Семінар. Біохімічна спорідненість і різниця в стресових реакціях тварин і рослин (2 години)

Тема 6. Розвиток поняття «адаптація» у біологічних науках. Адаптація до дії стресових факторів. Час розвитку адаптації: негайна адаптація, онтогенетична,

філогенетична (мікроеволюція). Генетичні і епігенетичні механізми адаптації (4 години)

Семінар. Механізми адаптації рослин до біотичних і абіотичних стресів (2 години)

Тема 7. Поняття «адаптаційна енергія» за Сельє та сучасні дані про адаптивний потенціал. Генетичні та епігенетичні механізми адаптації. Роль генетичного і епігенетичного поліморфізму у підтримці популяційного гомеостазу (4 години).

Тема 8. Біотехнологічне застосування стресових реакцій рослин. Ефекти передпосівного опромінення насіння сільськогосподарських рослин. Пригнічення іонізуючим опроміненням аутоімунних реакцій у регуляції співвідношення «прищепи – підщепи». Індукція змін у вторинному метаболізмі стресовими факторами та їх характер (4 години).

**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ, СЕМІНАРІВ,
ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ, САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

№ з/п	Назва	Кількість годин			
		лекції	семінари	практичні	самостійна
	Змістовий модуль 1 Стрес як універсальна реакція живих істот на додаткове навантаження та фактори, що її викликають.				
1	Тема 1. Термінологія біології стресу. Визначення поняття стресу. Огляд ідей засновників біології стресів - Уолтера Кеннона та Ганса Сельє. Стрес як універсальна реакція «боротися або бігти». Поняття загального адаптаційного синдрому. Еустрес та дістрес. Стадії розвитку адаптивного синдрому. Фізіологічний стрес. Використання поняття стрес в токсикології, екології, біології тварин і рослин. Роль гормональної системи тварин в формуванні стресових реакцій.	4	2	-	3
2	Тема 2. Дія факторів середовища на організм. Фізіологічний оптимум та відхилення від нього. Закон лімітуючого фактора Лібіха. Закон Шелфорда. Концентраційні і дозові залежності. Предмет та задачі епідеміології або медицини доведення ("evidence medicine"). Теоретичні засади та підходи до визначення ризиків захворювань, пов'язаних з дією стресових факторів. Основні аналітичні моделі розрахунку ризику та основних його показників.	4	-	-	3
3	Тема 3. Показники та методики розрахунку епідеміологічних характеристик ризику. Коефіцієнт поширення. Питомий показник захворюваності, абсолютний та надмірний ризик. Атрибутивний ризик.	2	2	-	2
4	Тема 4. Форми дії стресу. «Гострий» та хронічний стрес. Особливості концентраційних і дозових ефектів при низьких дозах (концентраціях) стресового чиннику, гострій і хронічній його дії. Вплив стресу на імунні реакції тваринних і рослинних організмів. Інші ефекти стресових впливів: гормезис, геномна нестабільність, апоптоз.	4	2	-	2

Разом за змістовим модулем 1		14	6	-	10
	Змістовий модуль 2 Шляхи відповіді організмів на гострий та хронічний стрес, їх дослідження та маркери.				
5	Тема 5. Форми та механізми відновлюваних процесів. Поняття гомеостазу та гомеорезу. Гомеостатична крива. Сучасні відомості про механізми захисту і відновлення. Про- та антиоксидантна рівновага та її індуковані зміни. Види антиоксидантів. Репарація макромолекул та її форми.	4	2	-	3
6	Тема 6. Адаптація до дії стресових факторів. Форми адаптації у часі: негайна адаптація, онтогенетична, філогенетична (мікроеволюція).	4	2	-	3
7	Тема 7. Поняття «адаптаційна енергія» за Сельє та сучасні дані про адаптивний потенціал. Генетичні та епігенетичні механізми адаптації. Роль генетичного і епігенетичного поліморфізму у підтримці популяційного гомеостазу.	4	-	-	2
8	Тема 8. Біотехнологічне застосування стресових реакцій рослин. Ефекти передпосівного опромінення та інших форм обробки насіння сільськогосподарських рослин. Пригнічення іонізуючим опроміненням аутоімунних реакцій у регуляції співвідношення «прищепи – підщепи». Індукція змін у вторинному метаболізмі стресовими факторами, їх використання у фармакології.	4	-	-	2
Разом за змістовим модулем 2		16	4	-	10
ВСЬОГО		30	10	-	20

Загальний обсяг – **60** годин (**2 кредити ECTS**), у тому числі:

Лекцій – **30** годин

Семінари – **10** годин

Самостійна робота – **20** годин

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.

Стрес як універсальна реакція живих істот на додаткове навантаження та фактори, що її викликають.

Тема 1. Термінологія біології стресу. Визначення поняття стресу. Огляд ідей засновників біології стресів - Уолтера Кэннона (1932) та Ганса Сельє (1936-1946 гг). Стрес як універсальна реакція «боротися або бігти». Поняття загального адаптаційного синдрому. Еустрес та дістрес. Стадії розвитку адаптивного

синдрому. Фізіологічний стрес. Використання поняття стрес в токсикології, екології, біології тварин і рослин (4 год)

Лекція 1. Термінологія біології стресу. Визначення поняття стресу. Огляд ідей засновників біології стресів - Уолтера Кэннона (1932) та Ганса Сельє (1936-1946 гг). Стрес як універсальна реакція «боротися або бігти». Поняття загального адаптаційного синдрому. Еустрес та дістрес. Стадії розвитку адаптивного синдрому.

Лекція 2. Фізіологічний стрес. Використання поняття стрес в токсикології, екології, біології тварин і рослин. Гормональна регуляція реакції на стрес у тварин і рослин.

Завдання для самостійної роботи (2 години)

Робота над конспектом лекцій та за вказаними літературними джерелами

Рекомендована література: [3-6]

Тема 2. Дія факторів середовища на організм. Поняття фізіологічного оптимуму та відхилень від нього. Реактивність організму. Закон лімітуючого фактора Лібіха. Закон Шелфорда. Концентраційні і дозові залежності. Предмет та задачі епідеміології або медицини доведення ("evidence medicine"). Теоретичні засади та підходи до визначення ризиків захворювань, пов'язаних з дією стресових факторів. Основні аналітичні моделі розрахунку ризику та основних його показників (2 год).

Лекція 3. Дія факторів середовища на організм. Поняття фізіологічного оптимуму та відхилень від нього. Реактивність організму. Закон лімітуючого фактора Лібіха). Закон Шелфорда. Концентраційні і дозові залежності. Миттеві, віддалені, кумулятивні реакції на стрес. Предмет та задачі епідеміології або медицини доведення.

Завдання для самостійної роботи (2 години)

Робота над конспектом лекцій та за вказаними літературними джерелами

Рекомендована література: [1,2,8]

Тема 3. Теоретичні засади та підходи до визначення ризиків захворювань, пов'язаних з дією стресових факторів. Показники та методики розрахунку епідеміологічних характеристик ризику. Коефіцієнт поширення (prevalence proportion - PP). Питомий показник захворюваності - IR (incidence rate), Абсолютний та надмірний ризик. Атрибутивний ризик (attributable risk - AR).

Лекція 4. Теоретичні засади та підходи до визначення ризиків захворювань, пов'язаних з дією стресових факторів. Показники та методики розрахунку епідеміологічних характеристик ризику (4 год).

Завдання для самостійної роботи (2 години)

Робота над конспектом лекцій та за вказаними літературними джерелами

Рекомендована література: [7,9,11]

Тема 4. Форми дії стресу. Гострий та хронічний вплив стресового чинника. Особливості концентраційних і дозових ефектів при низьких дозах (концентраціях) стресового чиннику, гострій і хронічній його дії. Вплив стресу на імунні реакції тваринних і рослинних організмів. Ефекти стресових впливів: гормезис, геномна нестабільність, апоптоз (4 год).

Лекція 5. Гострий та хронічний вплив стресового чинника. Особливості концентраційних і дозових ефектів при низьких дозах (концентраціях) стресового чинника, гострій і хронічній його дії (4 год).

Лекція 6. Вплив стресу на імунні реакції тваринних і рослинних організмів. Ефекти стресових впливів: гормезис, геномна нестабільність, апоптоз.

Завдання для самостійної роботи (2 години)

Робота над конспектом лекцій та за вказаними літературними джерелами

Рекомендована література: [10-12,13-15]

Змістовий модуль 2. Шляхи відповіді організмів на гострий та хронічний стрес, їх дослідження та маркери.

Тема 5. Форми та механізми захисних і відновлюваних процесів. Поняття гомеостазу та гомеорезу. Гомеостатична крива. Сучасні відомості про механізми захисту і відновлення. Про - та антиоксидантна рівновага та її індуковані зміни. Види антиоксидантів. Репарація та її форми. (4 години)

Лекція 7. Форми та механізми захисних і відновлюваних процесів. Поняття гомеостазу та гомеорезу. Гомеостатична крива. Сучасні відомості про механізми захисту і відновлення.

Лекція 8. Про - та антиоксидантна рівновага та її індуковані зміни. Види антиоксидантів. Репарація та її форми.

Завдання для самостійної роботи (2 години)

Робота над конспектом лекцій та за вказаними літературними джерелами

Рекомендована література: [4,5, 8,9,27]

Тема 6. Розвиток поняття «адаптація» у біологічних науках. Адаптація до дії стресових факторів. Час розвитку адаптації: негайна адаптація, онтогенетична, філогенетична (мікроеволюція). Генетичні і епігенетичні механізми адаптації (4 год.)

Лекція 9 Адаптація до дії стресових факторів. Час розвитку адаптації: негайна адаптація, онтогенетична, філогенетична (мікроеволюція).

Лекція 10. Генетичні і епігенетичні механізми адаптації.

Завдання для самостійної роботи (2 години)

Робота над конспектом лекцій та за вказаними літературними джерелами

Рекомендована література: [6-8,13,17-22]

Тема 7. Поняття «адаптаційна енергія» за Сельє та сучасні дані про адаптивний потенціал. Генетичні та епігенетичні механізми адаптації. Роль генетичного і епігенетичного поліморфізму у підтримці популяційного гомеостазу.

Лекція 12. Роль генетичного і епігенетичного поліморфізму у підтримці популяційного гомеостазу.

Завдання для самостійної роботи (2 години)

Робота над конспектом лекцій та за вказаними літературними джерелами

Рекомендована література: [2,8,11,14]

Тема 8. Біотехнологічне застосування стресових реакцій рослин. Ефекти передпосівного опромінення насіння сільськогосподарських рослин. Пригнічення іонізуючим опроміненням аутоімунних реакцій при регуляції співвідношення «прищепи – підщепи». Індукція змін у вторинному метаболізмі стресовими факторами (6 год)

Лекція 13. Біотехнологічне застосування стресових реакцій рослин. Ефекти передпосівного опромінення насіння сільськогосподарських рослин.

Лекція 14. Пригнічення іонізуючим опроміненням аутоімунних реакцій при регуляції співвідношення «прищепи – підщепи».

Лекція 15. Індукція змін у вторинному метаболізмі стресовими факторами.

Завдання для самостійної роботи (2 години)

Робота над конспектом лекцій та за вказаними літературними джерелами

Рекомендована література: [1,2, 18-27]

КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ І РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ ЗДОБУВАЧІ

Контроль здійснюється за модульно -рейтинговою системою. У змістовий модуль 1 входять теми 1-4, у змістовий модуль 2 – теми 5-8. Види контролю - поточний і підсумковий. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять і має на меті регулярну перевірку засвоєння слухачами навчального матеріалу. Форми проведення поточного контролю під час навчальних занять: усне опитування, тестовий контроль, самооцінювання, перевірка практичних навичок.

Оцінювання за формами поточного контролю:

	Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Залік	Підсумкова оцінка
Максимальна кількість балів	Поточний контроль	Тест 1	Поточний контроль	Тест 2		
		20		20	60	100
Сума	20		20		60	100

Для аспірантів, які набрали за результатами поточного контролю у двох змістових модулях сумарно меншу кількість балів, ніж критичний мінімум 75 балів, проходження додаткового тестування є обов'язковим для допуску до заліку.

Підсумковий контроль проводиться на останньому практичному занятті і складається із суми балів усіх змістових модулів.

Загальна оцінка за вивчення курсу складається із суми оцінок, отриманих при підсумковому контролі, та оцінки, отриманої на заліку.

Шкала оцінювання академічної успішності аспіранта

Рівень досягнень (бали за освітню діяльність)	Оцінка ЄKTC/ECTS	Оцінка за національною шкалою (National grade)
90 – 100	A	відмінно (Excellent)
75 – 89	B	добре (Good)
60 – 74	C	задовільно (Satisfactory)
1 – 59	D	незадовільно (Fail)

Методи навчання Пояснювально-ілюстративні, частково-пошукові, проблемного викладання матеріалу, дослідницькі.

Технічні засоби навчання: Проектор мультимедійний; десктоп, ноутбук, цифровий мікроскоп.

Матеріальне забезпечення дисципліни

Аудиторії, лабораторні приміщення відділу біофізики і радіобіології, комп'ютерна техніка

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Гродзинський Д.М., Шиліна Ю.В., Куцоконь Н.К. та. Інш. Застосування рослинних тест-систем для оцінки комбінованої дії факторів різної природи: Методичні рекомендації по оцінці допустимих рівнів радіонуклідного та хімічного забруднення за їх комбінованої дії. – Київ: Фітосоціоцентр, 2006. – 60 с.

2. Епігенетичні фактори адаптації рослин. Київ, «ФОП Палівода», 2018, 284 с.

3. Фізіологія людини і тварин [для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, та ін. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – с. 312

4. Фізіологія людини. Підручник / В. Ганонг. Переклад з англ. Наук. ред. перекладу М. Гжегоцький, В. Шевчук, О. Заячківська. — Львів: БаК, 2002. — 784 с. — ISBN 966-7065-38-3

5. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин: підруч. для вузів; 2-ге вид., доповн. ідопрацьов. — К.: Либідь, 2005. — 808 с.

6. Cannon, W. B., The wisdom of the body. New York: W. W. Norton, 1932.

7. Captain Richard H. Rahe MC USNR; Dr Ransom J. Arthur, MD (1978). Life Change and Illness Studies: Past History and Future Directions. Journal of Human Stress **4** (1):315. ISSN 0097840X. PMID 346993. doi:10.1080/0097840X.1978.9934972

8. Hochachka P.W, Somero G.H. Strategies of Biochemical Adaptation Paperback, 1973, Publisher W.B. Saunders Company, 358 p. ISBN-10: 0721647057, ISBN-13: 978-0721647050

9. Calabrese E.J. Hormesis: from marginalization to mainstream. A case for hormesis as Review// Toxicology and Applied Pharmacology, 2004,v4., N 2 p.234-258.

Додаткова література

10. Captain Richard H. Rahe MC USNR; Dr Ransom J. Arthur, MD (1978). Life Change and Illness Studies: Past History and Future Directions. Journal of Human Stress **4** (1):3–15. ISSN 0097-840X. PMID 346993. doi:10.1080/0097840X.1978.9934972

11. Ebina H., Levin H. Stress management: How cells take control of their transposons // Mol. Cell. 2007. V. 27. P. 180–181.

12. Bonassi S., Hagmar L., Stromberg U., Huici Montagud, Tinnerberg H., Forni A., Heikkila P., Wanders S., Wilhardt P., Norrpa H. for the European Study Group on Cytogenetic Biomarkers and Health (ESCH), Chromosomal aberrations in lymphocytes predict human cancer independently of exposure to carcinogens// Cancer Res. 60, 2000, p.1619-1625.
13. Brooks A.L. Biomarkers of exposure, sensitivity and disease// International Journal of Radiation biology, 1999, vol. 75, N 12, 1481-1503
14. Kravets A., Sokolova D. 2020. Epigenetic factors of individual radiosensitivity and adaptive capacity. Int J Radiat Biol., 1, 1-9.
15. ICRU, Retrospective Assessment of Exposures to Ionizing Radiation. Report 68, International Commission on Radiation Units and Measurements, Bethesda, MD, 2002, 127 p.
16. IAEA. Cytogenetic Analysis for Radiation Dose Assessment. The technical reports. Series N 405. International Atomic Energy Agency, Vienna, 2001, 108 p.
17. WHO. Health effects of the Chernobyl accident and special health care programmes/ report of the UN Chernobyl forum expert group "Health"(EGH), Working draft, 2005, July 26 pp 110-120.
18. Croft, K. D. (1998). The chemistry and biological effects of flavonoids and phenolic acids. Annals of the New York Academy of Sciences, 854(N1). - P.435-442.
19. Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. Molecules, 15 (N 10). - P. 7313-7352.
20. Sokolova D.A., Halych T.V., Zhuk V.V., Kravets A.P. 2023. Relationship of radiation-induced genomic instability and antioxidant production in the chamomile plant. Int J Radiat Biol., 99, 1-8.
21. Sokolova D. A., Halych T.V., Zhuk V.V., Kravets A. P. Involvement of UV-C-induced genomic instability in stimulation plant long-term protective reactions. Journal of Plant Physiology, Volume 293, 2024, <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2024.154171>.
22. Treutter, D. (2006). Significance of flavonoids in plant resistance: a review. Environ. Chem. Lett. 4(N3).- P. 147-157.
23. Yadav, R. N. S., Agarwala, M. (2011). Phytochemical analysis of some medicinal plants. Journal of phytochemistry. 3(N12).- P.1-14.
24. Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T., & Jukic, M. (2006). Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. Food chemistry. 94(N4). - P. 550-557.
25. Souri, E., Amin, G., & Farsam, H. (2008). Screening of antioxidant activity and phenolic content of 24 medicinal plant extracts. DARU Journal of Pharmaceutical Sciences. 16(N2). – P. 83-87.
26. Kaur, S., & Mondal, P. (2014). Study of total phenolic and flavonoid content, antioxidant activity and antimicrobial properties of medicinal plants. J Microbiol Exp, 1 (N 1). - P.1-6.

27. Tawaha, K., Alali, F. Q., Gharaibeh, M., Mohammad, M., & El-Elimat, T. (2007). Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. *Food Chemistry*, 104 (N 4). - P. 1372-1378

28. Zhuk V., Sokolova D., Kravets A., Sakada V., Gluschenko L., 2021. Efficiency of pre-sowing seeds by UV-C and X-ray exposure on the accumulation of antioxidants in inflorescence of plants of *Matricaria chamomilla* L. genotypes. *Int J Sec Metab.*, 8 (3), 186–194.