

Навчальна програма поглибленого вивчення спеціального курсу «Екологічна хемія»

Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна

Сіренко Г.О., Солтис Л.М., Мазепа І.В., Матківський М.П. Навчальна програма поглибленого вивчення спеціального курсу «Екологічна хемія». – Методична розробка. – Івано-Франківськ: Прикарп. нац. ун-т ім. В.Стефаника, 2010. – 15 с.

Репрезентовано навчальну програму поглибленого вивчення спеціального курсу «Екологічна хемія». Теоретична частина програми містить розділи: «Вступ: основні означення, екологія людини, хемія навколишнього середовища»; «Екологічна біогеохемія»; «Екологічна біохемія: біохемічні основи взаємодії живих організмів, обмін речовин як основа адаптації біологічних систем до мінливих умов зовнішнього середовища, механізми інтеграції клітинного обміну, взаємодія живих організмів з хемічними чинниками зовнішнього середовища, основи водної токсикології, водна екологічна мікробіологія, адаптація водних рослин до стресових абіотичних факторів середовища, важкі метали у ґрунті та рослинах, загальні механізми токсичної дії»; «Радіобіологічна екологія»; «Біометрична інженерія»; «Інженерна екологія»; «Моніторинг і методи вимірювання параметрів зовнішнього середовища»; «Основи статистичного обліку та банки інформації в екології»; «Моделювання і прогнозування стану довкілля»; «Екологічна безпека та природоохоронне інспектування». Затверджено на засіданні кафедри теоретичної і прикладної хемії 19 квітня 2010 року (протокол № 9).

Навчальна програма спеціального курсу «Екологічна хемія» адресується студентам зі спеціальності «Хемія» в університетах класичного типу. Можливе використання частин цієї програми для студентів спеціальностей «Біологія», «Біохемія», «Екологія». Літ. джерел 143.

Ключові слова: екологія, біохемія, організм, зовнішнє середовище, обмін речовин, клітинний обмін, метаболізм, ферменти, каталізатори, генетичний контроль, токсифікація, адаптація, важкі метали, біометрія, інженерія, моніторинг, статистичний облік, банк інформації, моделювання, прогнозування, екологічна безпека, природоохоронне інспектування.

І. Екологічна хемія

Вступ

1. Основні поняття, терміни та базові означення в екологічній хемії навколишнього середовища. **Екологічні чинники середовища.** Класифікація небезпечних хемічних речовин. Типи реакцій хемічних речовин у їх природньому та техногенному кругообігу. Хемічні та фізичні методи моніторингу хемічного забруднення навколишнього середовища. Екологічна хемія сфери. Екологічна хемія літосфери. **Екологічна хемія атмосфери.** Склад і будова атмосфери. Вільні радикали в атмосфері та тропосфері. Парниковий ефект та фізико-хемічний кругообіг CO₂. Хемія вихлопних газів – головних забруднювачів атмосфери. Хемія аерозолів атмосфери. Хемізм фотохемічного смогу в атмосфері великих міст. Екологічна хемія гідросфери. Аномальні властивості води та склад природних вод. Процеси формування хемічного складу природних вод. Процеси розчинення газів та твердих речовин у природних водах. Твердість природних вод. Кислотно-лужна рівновага в природних водах.

мищах. Кислотно-лужна рівновага в океані. Окисно-відновні процеси в гідросфері. Процеси окиснення – відновлення у природі. Неорганічні речовини у воді. Важкі метали у воді. Оцінювання забруднення води. **Екологічна хемія ґрунтів та хемія основних розповсюджених забруднювачів.** Екологічна хемія ґрунтів. Сполуки азоту в ґрунті. Сполуки фосфору в ґрунті. Антропогенні забруднення ґрунту. Хемічна класифікація пестицидів. Хемія розповсюджених забруднювачів. Мінеральні добрива як джерело забруднення ґрунтів. Головні проблеми, які виникають у наслідок забруднення довкілля хемічними речовинами та їх розв'язання.

2. Екологія людини. Зародження та історичний розвиток науки. Розвиток екологічних уявлень у науках, що вивчають людину і людське суспільство. Зв'язок екології людини з іншими науками. Становлення екологічного світогляду. Історія взаємовідносин людини і природи. Людина і людина як велика система. **Сучасні проблеми екології людини.** Зовнішнє середовище і здоров'я людини. Внутрішнє середовище людини і здоров'я. Біологічне та соціальне у природі людини.

Індивід і особистість. Фізична цілісність людини. Психічна та моральна цілісність людини. Предмет і завдання екології людини. **Екологія людських популяцій і соціальних груп.** Народжуваність і плідність. Загальна смертність. Приріст населення. Динаміка кількості населення. Обмеженість зростання (деякі протилежні точки зору): мальтузіанський контроль за популяцією; марксистські позиції в демографії; Маркс, Мальтуз і сьогодні; чи добре, коли людей більше? Етнічний, расовий та релігійний склад населення. Населення у XXI столітті: демографічна ситуація в Україні; населення і бідність. Розв'язання проблеми народонаселення: поліпшення життя людей; зниження народжуваності; ефективність планування сім'ї, охорона здоров'я та освіта. Сімейна, вікова та статеві структури населення: структура родини, одруження й розлучення; вікова структура; статевий склад населення; відмінності між статями. Міграції. Розташування населення. **Вплив урбанізованого навколишнього середовища на здоров'я людини. Епідеміологія інфекційних та неінфекційних захворювань.** Особливості екологічних проблем міст на різних історичних етапах. Темпи урбанізації. Епідеміологія інфекційних захворювань. Епідеміологія неінфекційних захворювань. **Екологічні проблеми харчування людини. Забруднення продуктів харчування і їх надходження по харчових ланцюгах.** Харчові добавки та їх гігієнічна регламентація: консерванти; антиоксиданти; емульгатори, стабілізатори; кислоти, луки, солі, соле- і цукрозамінники; ароматизатори та речовини, що підсилюють смак і аромат; речовини для відбілювання борошна; барвники; ферментні препарати; гігієнічний контроль за застосуванням харчових добавок. Metали та інші мікропервні. Канцерогенні речовини: поліциклічні ароматичні вуглеводні; нітросполуки; мікотоксини; компоненти, що потрапляють у продукти харчування з мінеральних та інших добрив. Пестициди як забруднювачі продуктів харчування: хлороорганічні отрутохімікати; фосфорорганічні отрутохімікати; ртутьорганічні отрутохімікати; миш'яковисті препарати; похідні синильної кислоти (ціаніди); похідні карбамінової кислоти, сечовини, оцтової і масляної кислот; сполуки міді і сірки; препарати рослинного походження. Радіоактивні ізотопи в продуктах харчування. Забруднення продуктів харчування домішками, що мігрують з устаткування, інвентарю, тари й пакувальних матеріалів. Лікувальні препарати та інші чужорідні речовини в продуктах тваринництва і птахівництва. Генетичні наслідки забруднення довкілля. Роль імунної системи у підтриманні гомеостазу організму. **Система гігієнічного нормування й регламентації небезпечних факторів навколишнього середовища та оцінка факторів ризику.** Оцінка впливу антропогенних забруднювачів на здоров'я населення. Групи ризику,

чутливі контингенти. Оцінка потенційного ризику здоров'ю населення, пов'язаного із забрудненням довкілля. Оцінка величини потенційного ризику негайної, тривалої і специфічної дії. Управління процесами формування здоров'я людини на популяційному рівні. Завдання оптимізації взаємодії людини і живої природи – стратегія на майбутнє. **Право людини на здорове життєве середовище.** Ставлення до життєвого середовища людини (сучасні аспекти). Загальні принципи охорони життєвого середовища, соціальна психологія та поведінка людини.

3. Хемія навколишнього середовища. Хемія забруднюючих речовин і поведінка людини. Хемія очищення стічних вод. Природні ресурси. Утворення речовин, які забруднюють повітря, і технологія очищення газових викидів. Вплив забрудненої атмосфери на поверхню землі. Контроль складу вихлопних газів двигунів внутрішнього згорання. Можливі зміни клімату, які викликані збільшенням вмісту вуглекислого газу в атмосфері. Утворення аерозолів у атмосфері. Хемія забруднення води. Забруднення органічними речовинами (нафта, пестициди та поверхнево-активні речовини). Забруднення мікроелементами. Радіоактивність. Джерела енергії, які не забруднюють навколишнє середовище. Воднева енергетика. Паливо, яке не забруднює навколишнє середовище. Транспорт, який працює на електрохімічних джерелах енергії. Опріснення води. Аналітична хемія забруднюючих речовин.

II. Екологічна біогеохемія

1. Біогенний обмін речовин у біосфері. Поняття про природну систему. Біобезживні системи. Біосфера як природна система. Типи біогенного обміну речовин.

2. Жива речовина біосфери та її біогеохемічні функції. Загальна характеристика живої речовини. **Енергетична функція живої речовини:** Фотосинтез – основний процес акумуляції енергії живою речовиною, баланс потоку енергії у наземній сукупності організмів, потік енергії в інші оболонки Землі. **Газова функція живої речовини** та біогенний кругообіг води: утворення та споживання кисню живою речовиною, участь диоксиду карбону в геохімічних та біогеохемічних процесах, нітроген у біосфері, трансформація сполук сульфуру в біосфері, обіг вуглеводнів в оболонках Землі, біогенний кругообіг води. **Концентраційна функція живої речовини:** концентраційні функції 1-го та 2-го роду, організми-концентратори та наслідки їх діяльності, формування хемічного складу рослин і тварин. **Окиснювально-відновна функція живої речовини:** загальна характеристика окисно-відновної функції, мікроорганізми-відновники та окисники, результа-

ти здійснення живою речовиною окисно-відновної функції. **Деструкційна функція живої речовини:** загальна характеристика та значення деструкційної функції, розклад і мінералізація органічних решток у наземних ділянках біосфери, деструкція у водоймах.

3. Значення хемічних первнів у житті живих організмів. Загальна характеристика ролі первнів для організмів. Біогеохемія та фізіологічна роль макропервнів. Біогеохемія та фізіологічна роль мікропервнів. Особливості поведінки мікропервнів у ґрунтах.

4. Вплив геохімічного середовища на розвиток та хемічний склад рослин. Фізіологічні та морфологічні форми рослин. Еволюція хемічного складу рослин. Фактори формування хемічного складу рослин. Розподіл хемічних первнів в органах рослин і їх часова динаміка. Біогеохемічні методи пошуку покладів корисних копалин та оцінки стану середовища. Вплив рослин на хемічні зміни у довкіллі та біотестування стану екосистем.

5. Біогеохемічне районування. Поняття про районування та його таксони. Принципи біогеохемічного районування. Біогеохемічне районування України. Особливості регіонального картографування і районування. Біогеохемічні ендемії.

6. Біологічний та біогеохемічний кругообіг первнів у біосфері. Біогенна міграція первнів та її закономірності. Кругообіг речовини в біосфері та його біогеохемічні параметри. Біогеохемічні особливості гумусосфери. Біогеохемічні цикли окремих первнів.

7. Ноосфера як етап розвитку біосфери. Поняття про ноосферу. Етапи еволюції біосфери. Вплив техногенезу на біосферні процеси.

III. Екологічна біохемія

Вступ

Екологічна біохемія як наука про біохемічні механізми взаємодії живих організмів і зовнішнього середовища. Адаптація біохемічних процесів. Біохемічні основи захисту живих організмів від хемічних чинників зовнішнього середовища. Функції детоксифікації.

1. Біохемічні основи взаємодії живих організмів.

1.1. Екологічна адаптація рослин до зовнішнього середовища. Роль кліматичних умов. Адаптація до тепла. Цикл Хеча-Слека. Адаптація до холоду. Рослини в умовах засухи і паводку. Біохемічна адаптація до ґрунтів. Механізми формування стійкості рослин до важких металів. Імобілізація важких металів у клітинній стінці. Роль плазмалемі в розвитку толерантності. Металотіонеїни і хелатини. Зміни

метаболізму в клітинах рослин у присутності важких металів. Стресові білки рослин. Убіквітин. Галофітні рослини. Механізми детоксифікації фенолів, фунгіцидів, гербіцидів.

1.2. Біохемічні реакції організмів на вірусну інфекцію, еколого-біологічні взаємодії мікроорганізмів, грибів, нижчих і вищих рослин, безхребетних і хребетних тварин. Сучасні уявлення стосовно стійкості до адаптації організмів до різноманітних чинників довкілля, у тому числі дії іонізуючої радіації. Механізми біодеградації ксенобіотиків, зв'язки біохемічної екології з біотехнологією. Вірусні інфекції та реакції на них організмів (загальні уявлення). Еколого-біохемічні взаємодії прокариотів, мікроскопічних грибів і водоростей з вищими рослинами та тваринами. **Загальні уявлення про патогенність мікроорганізмів.** Особливості одновидових і міжвидових взаємодій мікроорганізмів. Взаємодія нижчих рослин, грибів і дріжджів. Механізми дії мікроорганізмів на рослини. Засоби стійкості рослин до дії мікроорганізмів. Токсична дія мікроорганізмів на організм тварин. Мікрофлора травного тракту людини та її функції. Захворювання шлунково-кишковикового тракту людини, які пов'язані з порушенням нормальної мікрофлори. **Алелопатична взаємодія вищих рослин.** Хемічна будова алелопатично-активних речовин. Механізми дії алелопатично-активних речовин. Нітрогенне живлення рослин та інгібування нітрифікації рослинністю. Роль алелопатії в екології агросистем. **Еколого-біохемічні взаємодії рослин і тварин.** Рослинні токсини, їхня екологічна роль у взаємодії рослин і тварин. Харчові детеренти, антифіданти, атрактанти та стимулятори. Гормональні взаємодії між рослинами і тваринами. Хемостериланти. Біохемічні механізми запилення рослин. **Біохемічні основи формування смаку та аромату рослин, які вживаються ссавцями.** Формування смаку й аромату рослинами, які вживаються в їжу свійськими й дикими тваринами. Вибір людиною рослинних продуктів харчування за смаковими, нюховими і, загалом, органолептичними ознаками. **Еколого-біохемічна взаємодія між тваринами.** Феромони безхребетних тварин. Феромони хребетних тварин. Взаємодія між тваринами різних видів. Отрути-аломони як хемічний засіб захисту та мисливства. Аломони паразитуючих організмів. Кайромони. **Дія отрут грибів на людину.** Загальна характеристика синдромів отруєння людини грибами. Структура сильнодіючих отрут грибів та прояв їхньої дії. **Стійкість та адаптація рослин і тварин.** Загальні уявлення про стійкість, адаптацію, стабільність організмів та стрес-реакцій. Стійкість та адаптація рослин до несприятливих факторів довкілля. Стійкість та адаптація тварин до умов існування. Дихання тварин у воді та повітрі. Осморегуляція. Запобігання переохолодженню та перегріванню. Адаптація до зміни тиску. Зміна зовнішнього забарвлення. Біоло-

мінесценція. **Радіорезистентність організмів.** Загальна характеристика явища радіоактивності, джерел і доз йонізуючої радіації. Радіорезистентність вірусів. Радіорезистентність мікроорганізмів. Радіорезистентність рослин. Радіорезистентність тварин. Радіорезистентність людини. **Біотрансформація ксенобіотиків.** Окиснення, відновлення, деградація і кон'югація ксенобіотиків. Поведінка ксенобіотиків в екосистемах. **Екологічна біохемія та біотехнологія.** Біотехнологія та медицина. Біотехнологія та генетика. Біосенсори. Хемічна біотехнологія. Біогеотехнології. Основні проблеми сучасної екологічної біохемії.

1.3. Біохемія запилення рослин. Роль забарвлення квітки. Антоціанідини. Чинники, що впливають на забарвлення квітки. Еволюція забарвлення квітки. Роль запаху в запиленні рослин. Монотерпени і сесквітерпени, моноаміни і діаміни. Показники нектару і пилку в запиленні.

1.4. Вторинні метаболіти рослин в адапційних процесах. Рослинні токсини та їх дія на тварин. Класи токсинів. Небілкові амінокислоти. Ціаногенні глікозиди і алкалоїди. Токсини в організмі тварини. Поліморфізм ціаногенезу. Адаптація тварин до ціанідів. Серцеві глікозиди і піролізидинові алкалоїди у взаємодії рослин і тварин.

1.5. Гормональні взаємодії між рослинами і тваринами. Гормони рослин. Синтез гормонів у дрозифілі з скотенолу кактусів. Рослинні гормони в боротьбі з комахами.

1.6. Харчові речовини для комах. Харчові аттрактанти і детергенти. Еволюція харчових детергентів у вищих рослин. Аллелопатія рослин.

1.7. Харчові речовини для хребетних, зокрема людини. Хемія смаку.

1.8. Феромони і захисні речовини тварин.

2. Обмін речовин як основа адаптації біологічних систем до мінливих умов зовнішнього середовища.

2.1. Означення обміну речовин. Стадії обміну, їх характеристика.

2.2. Функціональні блоки в системі метаболізму та їх сполучення. Катаболізм: гліколіз, окиснення жирних кислот, цикл Кребса. Адаптивні перебудови на ділянках гліколізу. Роль гліцеролфосфат дегідрогенази. Регуляція на рівні фосфогліцератів, ФЕП і пірувату. Окиснювальний метаболізм. Катаболізм ліпідів. Білки і амінокислоти як потенційні джерела енергії. Дезамінування і трансамінування. Роль циклу Кребса в катаболічних і анаболічних процесах. Анаплеротичні реакції. Реакції декарбоксілювання, пов'язані з перенесенням енергії на НАД⁺ і ФАД⁺. Роль дегідрогеназ у метаболічних процесах. Дихальний ланцюг у мітохондріях ссавців. Човникові механізми перенесення водню. Синтез АТФ. Об'єднання гліколізу і дихання. Регульовані компоненти мітохондріального метаболізму. Адаптаційні зміни шляхів перенесення електро-

нів. Анаболізм (процеси біосинтезу). Ріст і диференціювання (синтез складних макромолекул).

2.3. Ферменти як каталізатори та регулятори біохемічних процесів. Роль модуляторів у регуляції активності ферментів на прикладі фосфофруктокінази. Тонкі та грубі механізми регуляції ферментів. Ключові ферменти метаболізму та їх регуляція позаклітинними сигналами. Аденілатциклазна система.

2.4. Зміна ферментативної активності як основа пристосування до метаболічних функцій. Адаптація ферментів до метаболічних функцій. Рівні регуляції ферментативної активності. Транскрипція, трансляція, стабілізація. Кінетичні параметри. Позитивна та негативна кооперація в роботі ферментів. Аллостерія.

2.5. Обхідні шляхи метаболізму.

2.6. Виключення активного метаболізму. Метаболічний стан живих організмів при ангідробіозі. Діапауза у комах. Глікоген як попередник багатоатомних спиртів. Зимівля у гризунів. Роль амінокислот. Метаболізм у період пробудження. Кетонові тіла та їх окиснення. Зимівля у ведмедів. Контроль придушення метаболізму.

3. Механізми інтеграції клітинного обміну.

3.1. Динамічні, структурні та генетичні фактори інтеграції обміну. «Стандартизація» первнів клітинного обміну. Надмолекулярна організація ферментативних процесів. Градація надмолекулярних структур. Ланцюги ферментативних реакцій. Мультиензимні комплекси. Інтегральні функції мембран. Інтеграція ендергонічних процесів. Матричні функції і авторепродукція органодів. Шляхи та механізми зв'язку в клітинному обміні. Механізми дистантної дії і локальні механізми зв'язку. Алостеричне регулювання. Роль мембран у механізмах зв'язку. Внутрішня передача сигналів у мембранах. Ефект далекодії. Проблема реконструювання органодів клітини. Загальна організація процесу. Самозбирання органодів і матрична гіпотеза. Участь ферментів у формуванні органодів.

3.2. Структурна організація біологічного окиснення і суміжних процесів. Інтеграція реакцій окиснення субстратів. Регуляція циклу трикарбонових кислот. Регуляція циклу Кребса на рівні утворення і використання ацетил-КоА. Контроль циклу трикарбонових кислот на рівні ізоцитратдегідрогенази. Структура мітохондрій і регуляція циклу трикарбонових кислот. Регуляція окиснення жирних кислот. Структура та функція дихального ланцюга. Фосфорилування в дихальному ланцюзі. Локалізація пунктів фосфорилування. Механізми енергетичної суміжності. Проміжні продукти окисдаційного фосфорилування. Парціальні реакції окисдаційного фосфорилування. Виділення суміжних факторів і реконструювання системи окисдаційного фосфорилування. Регулювання транспорту електронів і оксида-

ційного фосфорилування. Позамітохондріяльні системи біологічного окиснення.

3.3. Генетичний контроль за синтезом структурних елементів дихального ланцюга. Експериментальне обґрунтування наявності генетичних функцій у мітохондрій. Мутації мітохондрій. Утворення мітохондрій у клітині. Синтез білка. Нуклеїнові кислоти. Можливі функції мітохондріяльної ДНК. Структурна і енергетична інтеграція дихальної системи мітохондрій. Інтеграція генетичних функцій клітини. Генетичний контроль ядра за формуванням компонентів дихального ланцюга мітохондрій. Можливі механізми регулювання ядерною ДНК синтезу дихальних ферментів. Генетичний контроль мітохондріяльної ДНК за синтезом компонентів дихального ланцюга мітохондрій. «Спадкові хвороби» мітохондрій. «Трансформація» мітохондрій.

3.4. Координація дихання і гліколізу. Лімітуючі реакції дихання і гліколізу – основні пункти регуляції. Гліколіз як саморегулююча метаболічна система. Елементи хемічної автоматики в гліколітичному ланцюгу. Часова послідовність роботи регулюючих контурів гліколітичного ланцюга. Алостеричні ензими гліколізу – «нелінійні» регулятори контурів зворотного зв'язку. Структурна організація гліколітичного фосфорилування в клітині. Механізми хемічної інтеграції дихального та гліколітичного фосфорилування у клітині. Ефект Пастера. Мембранна гіпотеза регулювання енергетичного обміну клітини. Ефект Кребтрі. Структурна інтеграція гліколітичних ферментів на мембранах. Механізми координованого синтезу гліколітичних ферментів у клітині. Енергетичні системи клітинного ядра.

3.5. Суміжності енергії окиснення і мембранного транспорту. Молекулярна організація мембран. Проникливість мембран. Фазова або сорбційна гіпотеза. Мембранна гіпотеза транспорту. Транспорт за допомогою переносників. Активний транспорт (загальні положення). Активне акумулювання речовин мітохондріями. Активний транспорт через зовнішню мембрану. Механізм активного транспорту. Генетичний контроль активного транспорту.

4. Взаємодія живих організмів з хемічними чинниками зовнішнього середовища.

4.1. Зовнішнє середовище як джерело ксенобіотиків для людини. Різноманітність вмісту ксенобіотиків у їжі, медикаментах, у продуктах хемічного виробництва та інших сферах життєдіяльності людини. Неорганічні і органічні ксенобіотики природного та синтетичного походження. Канцерогени як ксенобіотики та їх класифікація.

4.2. Вплив чужорідних сполук. Визначення I і II фази метаболізму. Метаболічне перетворення. Детоксифікація як функція хемічного захисту.

Посилення токсичності (токсифікація) як негативний прояв дії ксенобіотиків.

4.3. Структура та функція мікросомальної монооксигеназної системи (МОС). Загальні уявлення про функціонування ферментів монооксигеназної системи тварин і людини. Активація кисню як універсальний механізм дії ферментів МОС. Мікросомальний ланцюг перенесення електронів. Основні реакції, що здійснюються цитохромом P450. Сучасні уявлення про будову P450. Генна класифікація цитохрому P450. Родини 1 і 2 як основні в метаболізмі ксенобіотиків. Індукція ферментів МОС. Молекулярні механізми активації генів P450 та інших ферментів, що метаболізують ксенобіотики. Рецепторний механізм активації генів CYP1A. Молекулярна характеристика Ah-рецептора. Роль чинників транскрипції в активації генів деяких P450. Тканиноспецифічність індукції.

4.4. Індукція ферментів МОС як біохемічний параметер для біомоніторингу забруднення зовнішнього середовища. Індукція ферментів детоксифікації хемічними компонентами забруднення зовнішнього середовища. Використання диких тварин і риб для екологічного біомоніторингу. Вплив чинників зовнішнього середовища на ферментні системи людини.

4.5. Ферменти 2-ої фази метаболізму ксенобіотиків. Глюкуронідація як один з основних механізмів кон'югації ксенобіотиків і ендогенних сполук. Роль трансфераз у процесах детоксифікації. Реакції ацетилювання. Мікросомальна епоксидгідролаза в каталізі особливо токсичних сполук.

4.6. Взаємозв'язок метаболізму ендогенних сполук і ксенобіотиків. Цитохром P450 і метаболізм стероїдних гормонів, роль чинників зовнішнього середовища. Ароматаза як ключовий фермент у біосинтезі стероїдів. Метаболізм арахідонової кислоти та простагландинів.

4.7. Ліки як чужорідні для людини сполуки. Метаболізм ліків множинними формами цитохрому P450 людини. Основні фармакокінетичні параметри при дослідженні метаболізму ліків. Ліки-маркери. Генетичний поліморфізм у метаболізмі ліків. Зв'язок з патологіями людини. Використання тестових ліків у біомоніторингу зовнішнього середовища.

4.8. Метаболізм пестицидів та інших промислових хемікалій. Пестициди та інсектициди. Поліхлоровані вуглеводні. Дихлорбензоли. Фосфорорганічні сполуки. Карбамати. Феноли. Природні речовини (нікотин, стрихнін). Продукти промислового виробництва. Хлоровані аліфатичні сполуки і аліфатичні спирти. Ароматичні вуглеводні, нітросполуки і аміни. Харчові токсини. Біологічні ефекти та наслідки.

4.9. Токсифікація як негативний прояв дії ксенобіотиків. Біоактивація і детоксифікація

промислових забруднювачів середовища. Роль реактивних метаболітів у процесах токсифікації (на прикладі метаболізму бензпірену як потенційного канцерогену). Механізми тератогенезу. Утворення аддуктів метаболітів з біологічними макромолекулами. Механізми зв'язування реактивних метаболітів з ДНК і білками. Використання методів реєстрації аддуктів у біомоніторингу. Сучасні уявлення про механізми хемічного канцерогенезу. Ферменти мікросомальної монооксигеназної системи в активації проканцерогенів. Роль аддуктів у виникненні мутацій. Мутації і пістряк. Активація онкогенів у механізмах онкогенезу. Оцінка чинників ризику в канцерогенезі. Поліморфізм ферментів I і II фази метаболізму ксенобіотиків і пістряк. Генетичний поліморфізм цитохрому P4501A1 і частота виникнення пістряку легень. Роль глутатіон S-трансферази у виникненні онкологічних захворювань. Оксидативний стрес, окиснення ДНК і пістрякові супресорні гени.

5. Основи водної токсикології.

5.1. Джерела надходження токсичних речовин у водне середовище. Природні джерела. Антропогенні джерела. Основні компоненти забруднення водойм. Metали. Нафта та нафтопродукти. Пестициди. Поліхлоровані біфеніли. Діоксини. Синтетичні поверхнево-активні речовини. Компоненти та відходи сировини біологічного походження. Стійкі органічні речовини. Перетворення речовин у водному середовищі. Перетворення під впливом абіотичних факторів. Перетворення за участі водних організмів. Надходження токсичних речовин у тканини гідробіонтів і шляхи детоксикації.

5.2. Шляхи та закономірності проникнення речовин у тканини і клітини. Показники накопичення і розподілу токсичних речовин. Біомагніфікація. Процеси біотрансформації чужорідних речовин. Шляхи видалення і захоронення чужорідних речовин. Дія чужорідних речовин на водні організми.

5.3. Первинні механізми токсичного ураження. Порушення біохемічних процесів при токсичному впливі. Порушення фізіологічних систем, що викликані токсикантами. Структурно-морфологічні порушення при інтоксикації. Вплив токсичності на процеси росту та обміну. Порушення розмноження. Вплив токсикантів на розвиток організму. Летальна дія токсикантів. Віддалені індивідуальні наслідки інтоксикації. Особливості дії речовин різної хемічної приналежності.

5.4. Вплив факторів середовища та властивостей організму на ступінь токсичного ефекту. Вплив властивостей зовнішнього середовища на токсичність. Сучасна дія токсичних речовин. Значення властивостей організму для прояву токсичного ефекту.

5.5. Основні закономірності динаміки токсичної дії. Параметри біологічних систем і

показники токсичності. Доза, концентрація, час, ефект. Складові токсичного ефекту. Адаптація до токсичної дії.

5.6. Фундаментальні поняття токсикології. Поняття норми та патології, поняття чутливості та стійкості. Кумуляція та її оцінка. Гранично допустимі концентрації (ГДК).

6. Водна екологічна мікробіологія.

6.1. Відбір проб для мікробіологічних досліджень. Загальні вимоги до відбору мікробіологічних проб. Порядок, частота та способи відбору проб води. Частота та способи відбору проб донних відкладень.

6.2. Загальна чисельність і розподіл мікроорганізмів у водоймах. Визначення загальної чисельності мікроорганізмів у воді та донних відкладеннях. Вивчення вертикального і добового розподілу мікроорганізмів у товщі води. Вивчення чисельності мікроорганізмів у зоні заростей і на вищих водних рослинах. Вивчення вертикального розподілу мікроорганізмів у товщі донних відкладень.

6.3. Елективні середовища для визначення чисельності мікроорганізмів, що беруть участь у кругообігу біогенних первнів. Методи та техніка мікробіологічних посівів. Середовища для культивування бактерій кругообігу вуглецю. Середовища для культивування бактерій кругообігу азоту. Середовища для культивування бактерій кругообігу фосфору. Середовища для культивування бактерій кругообігу сірки. Середовища для культивування залізобактерій.

6.4. Вивчення мікробних ценозів водойм. Мета вивчення мікробних ценозів. Методика та прилади для вивчення мікробних ценозів водойм.

6.5. Вивчення біохемічної активності бактеріопланктону і бактеріобентосу. Біохемічна активність мікроорганізмів води. Біохемічна активність мікроорганізмів донних відкладень.

6.6. Роль бактерій у мінералізації органічних речовин фітопланктону, комбікормів і метаболітів риб. Загальний принцип проведення досліджень. Визначення чисельності специфічних груп мікроорганізмів.

6.7. Роль мікрофлори у продукційних процесах. Визначення величини біомаси мікроорганізмів. Визначення швидкості розмноження мікроорганізмів. Визначення величини продукції бактеріопланктону і бактеріальної деструкції. Вихідні дані для аналізу зв'язку між бактеріо-, фіто- і зоопланктоном у водоймах.

6.8. Роль бактерій у формуванні кисневого режиму водойм. Визначення витрат кисню на бактеріальні процеси. Використання показників інтенсивності дихання бактеріопланктону для оцінки токсичної дії окремих речовин. Прогнозування предзаморного стану у водоймах. Визначення величини окисно-відновного потенціалу.

6.9. Визначення санітарного стану водойм за бактеріологічними показниками. Оцінка

санітарного стану водойм за загальною чисельністю мікроорганізмів і кількістю гетеротрофних (сапрофітних) бактерій. Оцінка санітарного стану водойм за чисельністю індикаторних мікроорганізмів. Визначення колі-титру та колі-індексу методом бродильних проб. Визначення найбільш ймовірної чисельності мікроорганізмів різних фізіолого-трофічних груп.

6.10. Основні закономірності формування та функціонування мікробних угруповань у водоймах.

7. Адаптація водних рослин до стресових абіотичних факторів середовища.

7.1. Адаптація водних рослин до зміни кількості та якості світла. Адаптація рослин до зміни якості світла. Комплементарна хроматична адаптація. Адаптація рослин до зміни кількості світла. Аклімація світлозбираючих пігментних систем і фотосистем. Адаптація до ультрафіолетового випромінювання. Вплив сонячного ультрафіолетового випромінювання на ціанобактерії. Вплив ультрафіолетового випромінювання на мікро- і макроводорості. Вплив ультрафіолетового випромінювання на вищі рослини.

7.2. Рослинні організми та метали. Важливість металів для клітини та їх біодоступність. Токсичність металів для рослинних організмів та її механізми. Метало-толерантність та метало-резистентність рослин. Множинна та суміжна стійкість. Механізми стійкості рослин до металів. Позаклітинне комплексоутворення. Зв'язування йонів металів на поверхні клітин. Виділення метал-зв'язуючих лігандів. Стратегія виключення і виведення йонів металів. Зв'язування металів фітохелатинами та металогіонеїнами. Номенклатура та структура. Індукція і біосинтез фітохелатинів. Роль фітохелатинів у детоксикації металів і толерантність рослинних організмів. Інші внутрішньоклітинні сайти для комплексоутворення металів. Роль ензимів, метаболітів і стресових білків у протидії метал-індукованому пошкодженню. Біотрансформація металів. Ацидифікація і метало-толерантність.

7.3. Рослинні організми та пестициди. Йонізуюче та електромагнітне випромінювання і рослинні організми. Йонізуюче випромінювання. Електромагнітне випромінювання.

8. Важкі метали у ґрунті та рослинах.

Важкі метали – шляхи контамінації та форми знаходження у ґрунті. Контамінація важкими металами агроценозів в окремих регіонах України. Транспорт важких металів в організмі рослин. Вплив важких металів на онтогенез рослин. Рослинні механізми детоксикації важких металів та толерантності до них. Застосування контрзаходів на ґрунтах, контамінованих важкими металами.

9. Загальні механізми токсичної дії.

9.1. Поняття про хемічну патологію. Про співвідношення специфічного та неспецифічного в хемічній патології. Гомеостаз і хемічна патологія. Детоксикація як механізм гомеостазу і резистентності. Гостра хемічна патологія.

9.2. Синдроми гострих отруень. Клінічні фази отруень. Екстремальні токсичні впливи (загальні механізми). Екзотоксична кома. Токсичні порушення фізико-хемічного гомеостазу. Токсичні гіпоксії. Про участь фізіологічно-активних речовин у механізмах токсичної дії.

9.3. Фізіологічні механізми хронічної дії хемічних речовин. Інтегральні методи дослідження. Специфічні методи дослідження. Компенсаторні процеси в хемічній патології. Про механізми толерантності.

9.4. Процеси кумуляції. Критерії хронічної дії хемічних речовин. Імунотропна дія хемічних речовин.

9.5. Біохемічні механізми токсичності. Молекулярні механізми підтримки гомеостазу при дії хемічних речовин на організм. Мікросомальні механізми детоксикації. Оксидази зі змішаними функціями печінки та інших органів. Механізми кон'югації. Індуктори та інгібітори мікросомальних монооксигеназ. Молекулярні механізми підтримки гомеостазу при дії супероксидних радикалів і пероксидних сполук. Позамікросомальні механізми біотрансформації ксенобіотиків. Метаболізм аліфатичних спиртів і альдегідів. Детоксикація ціанідів. Біохемічні механізми токсичної дії хемічних речовин. Механізми токсичності, що пов'язані з порушенням процесів біотрансформації отрут. Порушення процесів синтезу білка. Порушення біоенергетичних процесів. Пошкодження лізосом і порушення процесів катаболізму. Мембранотоксична дія хемічних речовин.

9.6. Загальні принципи терапії отруень. Антидотна терапія. Імунологічні підходи до розробки засобів антидотної терапії. Засоби патогенетичної і симптоматичної терапії. Активація процесів природної детоксикації. Концепція токсичності в профілактичній токсикології і безпечні рівні впливу. Основні форми гомеостатичної регуляції при хемічних впливах. Безпечні рівні впливу хемічних сполук. Захист біосфери від хемічних сполук. Математичне моделювання механізмів адаптації і дезадаптації при повторюваному хемічному впливі. Математична модель процесів адаптації і дезадаптації. Оцінка реакцій організму, що адаптується. Практичне застосування математичної моделі.

IV. Радіобіологічна екологія

1. Проблеми радіобіології та їх розв'язання. Напрявні розвитку радіобіології. Означення радіобіології як науки. Розділи радіобіології. Дві методології радіобіології. Історія радіобіології.

2. Характеристика йонізуючих випромінювань і взаємодія їх із речовиною. Типи йонізуючих випромінювань. Електромагнітне випромінювання. Корпускулярне випромінювання. Пристрої для генерації йонізуючого випромінювання. Радіоактивні речовини як джерело йонізуючих випромінювань. Передавання енергії фотонів високих енергій атомам і молекулам. Взаємодія електрично заряджених частинок високих енергій із речовиною. Механізми взаємодії нейтронів із речовиною. Трек і його структура.

3. Фізичні параметри радіобіологічних процесів. Величини, що характеризують йонізуючі випромінювання. Дозиметричні величини й одиниці. Лінійне передавання енергії. Додаткові дозиметричні величини. Інструментальні методи дозиметрії й застосовувані прилади. Способи передавання дози опромінюваним об'єктам. Дози внутрішнього опромінювання.

4. Джерела опромінення людини й біоти йонізуючою радіацією. Природні джерела опромінення. Озонові «діри» в атмосфері як причина зростання інтенсивності ультрафіолетового опромінення. Йонізуючі випромінювання в Космосі. Космічні промені. Антропогенні зміни радіоактивного фону. Чорнобильська катастрофа та її екологічні наслідки.

5. Міри радіобіологічних ефектів. Поняття міри. Рівні реалізації радіобіологічних ефектів. Типи дозових залежностей проявів радіобіологічних ефектів. Первинні й вторинні процеси у формуванні радіаційного ураження клітин і багатоклітинного організму. Вибір одиниці міри радіобіологічних ефектів.

6. Вживаність опромінених клітин і багатоклітинних організмів та її дозова залежність. Типи радіаційної загибелі клітин і кількісна оцінка вживаності. Проліферативна загибель клітин. Інтерфазна загибель клітин – апоптоз. Радіостійкість багатоклітинних організмів. Метаболічна вживаність.

7. Принципи кількісної радіобіології й теорія мішені. Тлумачення природи експоненціальних дозових залежностей вживаності клітин. Принципи теорії мішені. Ефективний об'єм мішені. Унікальні й масові структури клітини. Роль опромінення ядра й цитоплазми в розвитку радіаційного ураження клітини. Багатоударні мішені. Інактивація системи з кількома мішенями. Лінійно-квадратична функція вживаності клітин. Цитоскелет як мішень у разі дії йонізуючих випромінювань. Структурно-метаболічна теорія.

8. Радіаційно-хімічні й радіаційно-біохімічні процеси в опроміненій клітині. Методи радіаційно-хімічних досліджень. Перетворення молекул унаслідок опромінення. Стан речовин у клітинах. Кількісна оцінка радіаційно-хімічних

реакцій. Радіаційно-хімічні перетворення молекул води. рН у тресі. Ефект розведення (закон Дейла). Радіаційно-хімічні uszkodження ДНК. Молекулярні uszkodження ДНК, індуковані ультрафіолетовими променями. Зміни структури хроматину під впливом йонізуючого випромінювання. Радіаційно-хімічні перетворення РНК. Радіаційно-хімічні перетворення амінокислот і білкових молекул. Радіаційно-хімічні перетворення вуглеводів. Радіаційно-хімічні перетворення ліпідів і компонентів їхніх молекул. Радіаційна хімія органічних кислот і гемовмісних сполук. Радіаційно-хімічні перетворення жиророзчинних вітамінів, стероїдів і коферментів. Біохімічні процеси в опромінених організмах.

9. Наслідки радіаційно-хімічних перетворень біологічно важливих молекул для клітинних процесів. Реалізація молекулярних uszkodжень ДНК. Хромосомні аберації. Геномні мутації. Точкові мутації. Спонтанний мутагенез. Функціональні порушення внаслідок uszkodжень білкових молекул. Дія радіації на мембрани.

10. Кисневий ефект. Поширеність кисневого ефекту. Кисневий ефект у радіаційно-хімічних реакціях. Коефіцієнт кисневого посилення. Залежність кисневого ефекту від концентрації кисню. ЛПЕ й кисневий ефект. Зворотний кисневий ефект. Киснева післядія. Кисень у живих клітинах.

11. Репарація ДНК та інших молекул у клітинах. Формально-аналітична характеристика репараційних процесів у клітинах. Сублетальні uszkodження клітин. Потенційно летальні uszkodження клітин. Пряме відновлення молекули ДНК. Фотореактивація. Темнова (ексцизійна) репарація ДНК. Постреплікативна й індукцибельна (або SOS-) репарація. Репарація від зшивок ДНК – білок. Мутації з дефектами генів, що контролюють репарацію ДНК. Репарація ДНК як засіб корегування стану генетичних систем клітини. Репарація негенетичних структур клітини.

12. Радіобіологія клітинних популяцій. Поняття клітинних популяцій. Критичні тканини. Кінетика клітинних популяцій. Часові параметри клітинного циклу. Радіочутливість клітин у різні фази мітотичного циклу. Радіостійкість синхронних і асинхронних клітинних популяцій. Репопуляційне відновлення клітинних популяцій твірних тканин. Гетерогенність клітинних популяцій. Молекулярна регуляція клітинного циклу. Клітинна селекція. Кінетика клітинних популяцій у системі кровотворення.

13. Детерміністичні й стохастичні радіобіологічні ефекти. Імовірнісний характер радіобіологічних ефектів. Порогові й безпорогові ефекти опромінення.

14. Радіостійкість видів, що належать до різних таксонів. Радіостійкість вірусів і бактеріофагів. Радіостійкість бактерій. Радіостійкість грибів. Радіостійкість рослин. Радіостійкість тва-

рин. Зв'язок між розмірами геному й радіочутливістю видів. Радіостійкість видів і філогенез.

15. Радіобіологія тварин і людини. Загальна схема формування відповіді тваринного організму на опромінення. Радіаційні синдроми у ссавців. Кістково-мозковий синдром. Гастроінтестинальний синдром. Синдром центральної нервової системи. Синдроми гострого опромінення у ссавців. Системна відповідь організму на опромінення. Вплив йонізуючих випромінювань на плід людини й тварин. Пізні ефекти опромінення. Біологічні фактори модифікації реакцій ссавців на опромінення. Вплив опромінення на регенерацію у тварин. Дія йонізуючих випромінювань на імунну систему тварин і людини. Радіаційний канцерогенез у людини. Принципи лікування при радіаційному ураженні.

16. Радіочутливість рослин. Критичні органи вищих рослин. Радіостійкість насіння рослин. Радіостійкість рослин у вегетаційний період. Репопуляційне відновлення меристем. Хронічне опромінення рослин. Радіостійкість пилоквих зерен. Радіаційний синдром у рослин.

17. Модифікація радіобіологічних ефектів. Поняття модифікації променевого ураження. Природа модифікувальних факторів. Радіопротекторні ефекти. Механізми радіопротекторної дії. Протирадіаційний захист мембран. Фактори природної радіостійкості. Трансплантація стовбурних клітин як засіб відновлення організму від променевого ураження. Радіосенсибілізація. Радіоміметичні ефекти. Явища синергізму в дії йонізуючих випромінювань. Фактори фізичної природи як модифікатори променевого ураження.

18. Системні радіобіологічні реакції. Інтегративність радіобіологічних реакцій. Індукована опроміненням генетична нестабільність. Апліфікація й зміни в експресії генів під впливом йонізуючого випромінювання. Радіоадаптація. Радіаційно-індукований апоптоз.

19. Дія малих доз йонізуючого випромінювання. Поняття малих доз. Ефекти опромінення в малих дозах. Радіаційний гормезис. Генетичні ефекти опромінення в малих дозах. Ефекти хронічного опромінення за низьких потужностей поглинутих доз.

20. Біологічне значення природної радіоактивності довкілля. Природна радіоактивність і життєдіяльність клітин. Природна радіоактивність і еволюція видів.

V. Біометрична інженерія

Основні питання біомедичної інженерії. Електричні та магнітні властивості біооб'єктів. Принципи функціонування базових технічних пристроїв для дослідження біологічних процесів з погляду фізики, хемії та математики. Методика спектрографії, реографії, електрокардіографії; оп-

тичної мікроскопії, глюкозоометрії та рефрактометрії, електронно-мікроскопічної техніки, термографії та спектрофотометрії, ядерного магнітного резонансу та електронного парамагнітного резонансу; дії електромагнітного поля на біологічні об'єкти. Застосування лазерів у біології та медицині. Принципи біоніки. Біореологія і гідродинаміка. Типи сенсорних систем, реологія біологічних речовин, перетворення інформації в нейронних мережах; біокібернетика, методи обробки біомедичних сигналів; вплив радіації на біологічні об'єкти. Динамічні біологічні процеси. Нелінійні біологічні процеси. Біологічні ритми. Моделювання процесів біологічного розвитку. Проблеми екології.

VI. Інженерна екологія

Терміни та означення. Теоретичні основи інженерної екології. Інженерно-екологічна методологія. Регулятивні засади інженерно-екологічної діяльності. Теоретичні та прикладні основи екологічно збалансованого сталого розвитку виробництва, зміни моделей виробництва з упровадженням технологічних систем запобігання забрудненню навколишнього природного середовища й ефективного поводження з відходами виробництва і споживання. Концептуальні, методологічні, нормативно-правові, технологічні й етичні основи інженерно-екологічного забезпечення переходу на екологічно чисті моделі виробництва; екологічні аспекти інноваційного розвитку з технологічним передбаченням та інвестиційних процесів створення продукції, нормативні екологічні механізми підвищення ефективності виробництва з урахуванням європейських і міжнародних вимог екологізації життєвого циклу продукції. Практичні приклади підвищення ефективності поводження з відходами, досягнення екологічної чистоти підприємств із використанням рекомендацій екологічного аудиту.

VII. Моніторинг і методи вимірювання параметрів зовнішнього середовища

1. Теоретичні основи моніторингу довкілля.

Поняття про моніторинг довкілля та основні етапи його становлення. Теоретичні основи та методики оцінювання матеріального та енергетичного забруднення довкілля, напрямки розроблення новітніх технологій для зниження впливу на довкілля. Класифікація видів моніторингу навколишнього середовища. Науково-методичне й технічне забезпечення системи моніторингу довкілля. Принципи організації моніторингу довкілля (організаційні, методологічні, технічні, фінансово-економічні). Моніторинг геологічного середовища. Моніторинг довкілля в зонах впливу технічних об'єктів. Моніторинг космічного простору.

2. Державна система моніторингу довкілля України. Державна політика у сфері моніторингу довкілля. Структурна організація державної системи моніторингу довкілля. Основні принципи побудови та реалізації державної системи моніторингу довкілля. Особливості здійснення кризового моніторингу довкілля. Забезпечення реалізації державної програми моніторингу довкілля. Міжнародне співробітництво у сфері моніторингу довкілля. Участь громадськості у здійсненні моніторингу довкілля. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища.

3. Екологічна експертиза й паспортизація підприємств. Розрахунок викидів забруднювальних речовин стаціонарними джерелами забруднення атмосферного повітря. Розрахунок шумового забруднення довкілля. Розрахунок еколого-економічних збитків від забруднення навколишнього природного середовища. Захист навколишнього середовища від електромагнітного забруднення. Забруднення та очищення вод. Оброблення відходів.

VIII. Основи статистичного обліку та банки інформації в екології

Базові поняття та означення статистичного обліку довкілля, принципи організації екологічної інформації, напрямки розвитку глобальної екоінформатики, основні статистичні методи обробки експериментальних даних, методологія використання кореляцій і регресій у статистичному описі впливу хемічних та фізичних забруднювачів на довкілля за допомогою авторегресійних моделей та факторний аналіз у прогнозуванні багатовимірних стохастичних процесів. Банки інформації в екології. Основні поняття статистики. Методи статистичного спостереження зведення і групування. Числові характеристики статистичної сукупності. Вибіркове спостереження. Ряди динаміки. Статистичні методи аналізу зв'язків між явищами.

IX. Моделювання і прогнозування стану довкілля

1. Основні поняття моделювання і прогнозування стану довкілля. Особливості та етапи моделювання в екології. Поняття і класифікація методів прогнозувань в екології. Основні принципи математичного моделювання стану навколишнього середовища. Системний підхід до побудови екологічних моделей.

2. Моделювання, прогнозування і оптимізація біологічних складових у довкіллі. Загальні диференціальні рівняння в біології. Рівняння теорії біологічних спільнот. Критичні точки біологічних систем. Задачі управління, оптимізації і розвитку біологічних об'єктів. Екстремальні принципи.

X. Екологічна безпека та природоохоронне інспектування

Охорона й захист від забруднень – одна з найважливіших глобальних проблем сучасності. Теоретичне вивчення та практичне засвоєння сукупності державних і громадських заходів зі спостереження за станом довкілля та перевірка виконання природоохоронного законодавства підприємствами, організаціями й громадянами. Історія розвитку природоохоронної справи у світі та в Україні. Правові питання природоохоронного інспектування. Загальна класифікація методів захисту довкілля. Державна екологічна інспекція Міністерства охорони навколишнього природного середовища України. Державне управління охорони навколишнього природного середовища в області. Інспекторські перевірки: загальна інформація. Приклади інспекторських перевірок деяких галузевих підприємств. Методичні вказівки про порядок притягнення до адміністративної відповідальності порушників природоохоронного законодавства. Практичні рекомендації щодо застосування адміністративних санкцій до порушників природоохоронного законодавства.

Рекомендована література

1. **Азнакаєв Е.Г.** Біомедична інженерія (фундаментальні та прикладні аспекти): Навч. посіб. – Київ: НАУ – друк, 2006. – 392 с. – ISBN 978-966-598-380-4.
2. **Антипчук А.Ф., Кіреєва І.Ю.** Водна мікробіологія: Навчальний посібник. – Київ: Кондор, 2005. – 256 с. – ISBN 966-8251-33-4.
3. **Басманов Є.І., Ісаєнко В.М., Криворотько В.М.** Екологічна безпека та природоохоронне інспектування: Навч. посіб. – Київ: НАУ – друк, 2007. – 384 с. – ISBN 978-966-598-383-5.
4. **Биохимия животных:** Ученик / А.В. Четкин, И.Д. Головацкий, П.А. Калиман, В.И. Воронянский / Под ред. А.В. Четкина. – Москва: Высш. шк., 1982. – 512 с.: ил.
5. **Гродзинський Д.М.** Радіобіологія: Підручник. – 2-ге вид. – Київ: Либідь, 2001. – 448 с. – ISBN 966-06-0204-9.
6. **Дмитрук Ю.М., Бербець М.А.** Основи біогеохімії: Навчальний посібник. – Чернівці: Книги – XXI, 2009. – 288 с. – ISBN 978-966-2147-44-5.
7. **Іванов С.В., Новоселов Є.Ф., Спаська О.А.** Екологічна хімія: Навч. посібник. – Київ: НАУ – друк, 2010. – 172 с. – ISBN 978-966-598-637-9.

8. **Інженерна екологія:** Підручник / В.А. Баженов, В.М. Ісаєнко, Ю.М. Саталкін та ін. – Київ: НАУ – друк, 2006. – 492 с. – ISBN 978-966-598-283-4.
9. **Ісаєнко В.М., Войціцький В.М., Бабенюк Ю.Д. та ін.** Екологічна біохімія: Навч. посібник. – Київ: НАУ – друк, 2005. – 440 с. – ISBN 966-598-235-4.
10. **Ісаєнко В.М., Криворотько В.М., Франчук Г.М.** Екологія та охорона навколишнього середовища: Навч. посіб. – Київ: НАУ – друк, 2005. – 192 с. – ISBN 978-966-598-234-6.
11. **Ісаєнко В.М., Чумак А.А., Кононко І.В.** Екологія людини: навч. посіб. – Київ: НАУ – друк, 2009. – 184 с. – ISBN 978-966-598-414-6.
12. **Моделювання і прогнозування стану довкілля. Ч.1.:** Підручник / Т.В. Михалевська, В.М. Ісаєнко, В.А. Гроза, В.М. Криворотько. – Київ: НАУ – друк, 2006. – 212 с. – ISBN 978-966-598-288-5.
13. **Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища:** навч. посіб. / В.М. Ісаєнко, В.А. Гроза, В.М. Криворотько. – Київ: НАУ – друк, 2009. – 156 с. – ISBN 978-966-598-533-4.
14. **Основи статистичного обліку і банки інформації в екології:** Навч. посіб. / Т.В. Михалевська, В.М. Ісаєнко, В.А. Гроза, В.М. Криворотько. – Київ: НАУ – друк, 2006. – 212 с. – ISBN 978-966-598-288-5.
15. **Охрана окружающей среды:** Справочник / Состав. Л.П. Шариков. – Ленинград, 1978. – 560 с.
16. **Сологуб Л.І., Великий М.М.** Екологічна біохімія. Метаболізм ксенобіотиків у людини і тварин // Навчальний посібник. – Київ: ІСДО. – 1994. – 188 с.
17. **Химия окружающей среды /** Под ред. Дж. О.М. Бориса / Пер. с англ. О.Г. Скотниковой, Э.Г. Тетерина; под. ред. А.П. Цыганкова. – Москва: Химия, 1982. – 672 с.: пл. – 59 табл., 200 рис. – 1048 источ. инф. после гл. – Предмет. указ.: с. 657 – 671.

Використані джерела інформації

1. **Азнакаєв Е.Г.** Біомедична інженерія (фундаментальні та прикладні аспекти): Навч. посіб. – Київ: НАУ – друк, 2006. – 392 с. – ISBN 978-966-598-380-4.
2. **Алексеев С.В., Пивоваров Ю.П.** Экология человека: Ученик. – Москва: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2001. – 640 с.
3. **Алексеев В.А.** Геохимия ландшафта и окружающая среда. – Москва: Недра, 1990. – 142 с.
4. **Алелопатично активні сполуки вищих рослин як основа для створення екологічно безпечних фіторегуляторів /** Орел Л.В., Бойченко Л.О., Головка Е.А., Грачов В.П. // Екологія та ноосферологія. – 2005. – Т. 16, №3-4. – С. 17-25.
5. **Алфимов Н.Н.** Простейший фильтровальный аппарат для прямого счета бактерий на мембранных фильтрах // Микробиология. – 1960. – XXIX, в. 6. – С. 603-605.
6. **Андріюк К.І., Іутинська Г.О., Антипчук А.Ф., Валогурова О.В., Козирицька В.Е., Пономаренко С.П.** Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. – Київ: Обереги, 2001. – 239 с.
7. **Антипчук А.Ф.** Влияние минеральных удобрений и извести на биохимическую активность бактериопланктона и бентоса // Сб. Рыбное хозяйство. – Киев: Урожай. – 1973, №18. – С. 63-66.
8. **Антипчук А.Ф., Кірєєва І.Ю.** Водна мікробіологія: Навчальний посібник. – Київ: Кондор, 2005. – 256 с. – ISBN 966-8251-33-4.
9. **Аринушкина Е.В.** Руководство по химическому анализу почв. – Москва: Из-во МГУ, 1961. – 476 с.
10. **Ашмарин И.П., Воробьев А.А.** Статистические методы в микробиологических исследованиях. – Москва: Медгиз, 1962. – 180 с.
11. **Багнюк В.М., Щетинская Л.И.** Метод определения целлюлазной активности почв и донных отложений // Микробиологические и биохимические исследования почв. – Киев: Урожай, 1971. – С. 60-63.
12. **Бак З., Александер П.** Основы радиобиологии. – Москва: Изд-во иностр. лит., 1963. – 500 с.
13. **Бак З.** Химическая защита от ионизирующей радиации. – Москва: Атомиздат, 1968. – 263 с.
14. **Барбье М.** Введение в биохимическую экологию. – Москва: Мир, 1978. – 229 с.
15. **Басманов Є.І., Ісаєнко В.М., Криворотько В.М.** Екологічна безпека та природоохоронне інспектування: Навч. посіб. – Київ: НАУ – друк, 2007. – 384 с. – ISBN 978-966-598-383-5.
16. **Богдановский Г.А.** Химическая экология / Г.А. Богдановский. – Москва: МГУ, 1994. – 213с.
17. **Вахненко Д.В., Гарнизоненко Г.С., Колесников С.И.** Биология с основами экологии: Учебник для вузов / Под общ. ред. проф. В.Н. Думбая. – Ростов/нД: Феникс, 2003. – 512 с.
18. **Вернадский В.І.** Вибрані праці. – Київ: Наукова думка, 2005. – 302 с.
19. **Вернадский В.И.** Научная мысль как планетное явление. – Москва: Наука, 1991. – 270 с.
20. **Вернадский В.И.** Проблемы биогеохимии. Труды Биогеохимической лаборатории. Том XVI. – Москва: Наука, 1980. – 320 с.

21. **Вернадский В.И.** Химическое строение биосферы Земли и её окружения. – Москва: Наука, 1965. – 168 с.
22. **Виленчик М.М.** Нестабильность ДНК и отдаленные последствия воздействия излучений. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. – 192 с.
23. **Винберг Г.Г., Анисимов С.И.** Опыт исследования математической модели водной экосистемы // Труды ВНИРО. – 1969, - в. 67. С. 49-76.
24. **Винберг Г.Г., Яровицина Л.И.** Размножение бактерий и поглощение кислорода в воде // Микробиология. – 1946. – XV, в. 6. – С. 499-508.
25. **Владимиров Ю.А., Арчаков А.И.** Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. – Москва: Наука, 1972. – 252 с.
26. **Власюк П.А.** Микроэлементы в обмене веществ растений. – Киев: Наукова думка, 1976. – 208 с.
27. **Возможности использования** молекулярных компонентов с целью сохранения биологического разнообразия в условиях действия неблагоприятных факторов / Недзвецкий В.С., Тихомиров А.А., Кириченко С.В. и др. // Экологія та ноосферологія. – 2005. – Т. 16, №3-4. – С. 35-40.
28. **Возможности современных** и будущих фундаментальных исследований в почвоведении. – Москва: ГЕОС, 2000. – 138 с.
29. **Востров И.С., Петрова А.Н.** Определение биологической активности почвы различными методами // Микробиология. – 1961. – XXX, в. 4. – С. 665-672.
30. **Гаврилова И.П., Касимов Н.С.** Практикум по геохимии ландшафта. – Москва: Изд-во Московского ун-та, 1989. – 72 с.
31. **Гардашук Т.В.** Сучасний екологізм: теоретичні засади та практичні імплікації // Практична філософія. – 2001. – №1.
32. **Геохимические барьеры** в зоне гипергенеза / Под ред. Н.С. Касимова, А.Е. Воробьева. – Москва: Изд-во Московского ун-та, 2002. – 394 с.
33. **Геохимия ландшафтов** и география почв / Под ред. Л.И. Перельмана, И.А. Соколова. – Москва: Изд-во Московского ун-та, 1982. – 260 с.
34. **Геохимия ландшафтов** и география почв / Под ред. Н.С. Касимова, М.И. Герасимовой. – Смоленск: Ойкумена, 2002. – 456 с.
35. **Глазовская М.А.** Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. – Смоленск: Ойкумена, 2002. – 288 с.
36. **Голубець М.А.** Екологія системологія. – Львів: Поллі, 2000. – 315 с.
37. **Голубець М.А.** Вступ до геосоціосистемології. – Львів: Поллі, 2005. – 198 с.
38. **Гродзинский А.М.** Химическое взаимодействие растений. – Киев: Наук. думка, 1981. – 219 с.
39. **Гродзинский Д.М.** Биофизика растений. – Киев: Наук. думка, 1972. – 256 с.
40. **Гродзинський Д.М.** Радіобіологія: Підручник. – 2-ге вид. – Київ: Либідь, 2001. – 448 с. – ISBN 966-06-0204-9.
41. **Гродзинский Д.М.** Радиобиология растений. – Киев: Наук. думка, 1989. – 380 с.
42. **Гродзинський М.Д.** Основи ландшафтної екології. – Київ: Либідь, 1993. – 224 с.
43. **Гуляева Л.Ф.** Экологическая биохимия // Краткий курс лекций. – Из-во Новосибирского Гос. Ун-та. – 2003. – 131 с.
44. **Дажо Р.** Основы экологии. – Москва: Прогресс, 1975. – 415 с.
45. **Дертингер Р., Юнг Х.** Молекулярная радиобиология. – Москва: Атомиздат, 1973. – 248 с.
46. **Дмитрук Ю.М., Бербець М.А.** Основи біогеохімії: Навчальний посібник. – Чернівці: Книги – XXI, 2009. – 288 с. – ISBN 978-966-2147-44-5.
47. **Дмитрук Ю.М.** Біогеохімія ґрунтового покриву природно-антропогенних екосистем Західно-Українського краю та Українських Карпат. - Дис. на здобуття наук. ступеня д.б.н. – Чернівці, 2006. – 470 с.
48. **Дмитрук Ю.М.** Еколого-геохімічний аналіз ґрунтового покриву агроекосистем. – Чернівці: Рута, 2006. – 328 с.
49. **Добровольский В.В.** География микроэлементов: Глобальное рассеивание. – Москва: Мысль, 1983. – 272 с.
50. **Долгова Л.Г., Філіна Т.В.** Вплив забруднення ґрунтів на стан гумусу // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗДУ, 2003. – Вип. 8, №1. – С. 104-109.
51. **Дубова О.В.** Короткий курс лекцій зі спецкурсу "Вступ в екологічну біохімію". – Запоріжжя: ЗДУ, 2002. – 48 с.
52. **Екологічне громадське здоров'я:** від теорії до практики / За заг. ред. К. Чу, Р. Сімсона. – Кам'янець-Подільський: Абетка-Нова, 2002. – 289 с.
53. **Єгорова Т.М.** Ландшафтно-геохімічна структура території України як методологічна основа еколого-геохімічних досліджень // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – № 3. – С. 71-76.

54. **Заграй Я.М.** Хімія навколишнього середовища / Я.М. Заграй. – Київ: КНУБА, 2002. – 68 с.
55. **Захаров И.А., Кривиский А.С.** Радиационная генетика микроорганизмов. – Москва: Атомиздат, 1972. – 295 с.
56. **Ивлев А.М.** Биогеохимия. – Москва: Высшая школа, 1986. – 128 с.
57. **Ильин В.Б.** Тяжелые металлы в системе почва – растение. Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
58. **Инкина Г.А.** Бактерии как компонент взвешенного вещества водных экосистем // Микробиология. – 1984. – ЛІП, в. 4. — С. 686-689.
59. **Іванов С.В., Новоселов Є.Ф., Спаська О.А.** Екологічна хімія: Навч. посібник. – Київ: НАУ – друк, 2010. – 172 с. – ISBN 978-966-598-637-9.
60. **Інженерна екологія: Підручник / В.А. Баженов, В.М. Ісаєнко, Ю.М. Саталкін та ін.** – Київ: НАУ – друк, 2006. – 492 с. – ISBN 978-966-598-283-4.
61. **Ісаєнко В.М., Войціцький В.М., Бабенюк Ю.Д. та ін.** Екологічна біохімія: Навч. посібник. – Київ: НАУ – друк, 2005. – 440 с. – ISBN 966-598-235-4.
62. **Ісаєнко В.М., Криворотько В.М., Франчук Г.М.** Екологія та охорона навколишнього середовища: Навч. посіб. – Київ: НАУ – друк, 2005. – 192 с. – ISBN 978-966-598-234-6.
63. **Ісаєнко В.М., Чумак А.А., Кононко І.В.** Екологія людини: навч. посіб. – Київ: НАУ – друк, 2009. – 184 с. – ISBN 978-966-598-414-6.
64. **Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.** Микроэлементы в почвах и растениях. – Москва: Мир, 1989. – 439 с.
65. **Календо Г.С.** Ранние реакции клеток на ионизирующее излучение и их роль в защите и сенсификации. – Москва: Энергоиздат, 1982. – 97 с.
66. **Капультевич Ю.Г.** Количественные закономерности лучевого поражения клеток. – Москва: Атомиздат, 1978. – 230 с.
67. **Керженцев А.С.** Функциональная экология. – Москва: Наука, 2006. – 260 с.
68. **Ковда В.А.** Проблемы защиты почвенного покрова и биосферы планеты / Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1989. – 156 с.
69. **Когтл Дж.** Биологические эффекты радиации. – Москва: Энергоатомиздат, 1986. – 184 с.
70. **Ковальский В.В.** Геохимическая экология. – Москва: Знание, 1973. – 64 с.
71. **Ковальский В.В.** Геохимическая экология – основа системы биогеохимического районирования // Труды биогеохим. лаборатории. Том XV. – Москва: Наука, 1978. – С. 3-21.
72. **Коломийцева И.К.** Радиационная биохимия мембранных липидов. – Москва: Наука, 1982. – 181 с.
73. **Конев С.В., Вологовский И.Д.** Фотобиология. – Минск: Изд-во Белорус. ун-та, 1974. – 150 с.
74. **Коротяев А.И., Бабичев С.А.** Медицинская микробиология, иммунология, вирусология. – Санкт-Петербург: Специальная литература, 1998. – 592 с.
75. **Корте Ф.** Экологическая химия. Основы и концепции; пер. нем.; под. ред. Н.Б. Градовой / Ф. Корте. – Москва: Мир, 1977. – 395 с.
76. **Кудрин А.В. и др.** Иммунофармакология микроэлементов. – Москва: КМК, 2000. – 536 с.
77. **Кузин А.М.** Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы Земли. – Москва: Наука, 1991. – 116 с.
78. **Кузин А.М.** Стимулирующее действие ионизирующего излучения на биологические процессы. – Москва: Атомиздат, 1977. – 133 с.
79. **Кузин А.М.** Структурно-метаболическая теория в радиобиологии. – Москва: Наука, 1986. – 284 с.
80. **Купревич В.Ф.** Биологическая активность почвы и методы ее определения // ДАН СССР. – 1951. – 79. - №5, - С. 863-866.
81. **Кутлахмедов Ю.О., Корогодін В.І., Кольтовер В.К.** Основи радіоекології. – Київ: Вища шк., 2003. – 319 с.
82. **Малишева Л.Л.** Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану територій. – Київ: Ред.-видавн. центр «Київський ун-т», 1998. – 132 с.
83. **Методичні вказівки до лабораторних та семінарських занять з курсу "Екологічна біохімія" для студентів I курсу біологічного факультету денної форми навчання за спеціальністю "Екологія".** – Запоріжжя: ЗДУ, 2003. – 33 с.
84. **Моделювання і прогнозування стану довкілля. Ч.1.: Підручник / Т.В. Михалевська, В.М. Ісаєнко, В.А. Гроза, В.М. Криворотько.** – Київ: НАУ – друк, 2006. – 212 с. – ISBN 978-966-598-288-5.
85. **Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: навч. посіб. / В.М. Ісаєнко, В.А. Гроза, В.М. Криворотько.** – Київ: НАУ – друк, 2009. – 156 с. – ISBN 978-966-598-533-4.
86. **Нечаева Е.Г.** Ландшафтно-геохимический анализ динамики таежных геосистем. – Иркутск: Наука, 218 с.
87. **Німіий С.М.** Основи екологічної хімії навколишнього середовища / С.М. Німіий, Л.М. Коневич. – Івано-Франківськ: Полум'я, 2000. – 180с.

88. **Новосад Н.В.** Екологічна біохімія. – Запоріжжя: ЗНУ, 2006. – 25 с.
89. **Окада Ш.** Радиационная биохимия клетки. – Москва: Мир, 1974. – 407 с.
90. **Омельянский В.Л.** Практическое руководство по микробиологии. Изд. 2-е. – Ленинград: Изд-во АН СССР. – 1940. – 432 с.
91. **Орлов В.Ю.** Химические основы экологии / В.Ю. Орлов. – Ярославль, 1998. – 139 с.
92. **Основи статистичного обліку і банки інформації в екології:** Навч. посіб. / Т.В. Михалевська, В.М. Ісаєнко, В.А. Гроза, В.М. Криворотько. – Київ: НАУ – друк, 2006. – 212 с. – ISBN 978-966-598-288-5.
93. **Остроумов С.А.** Введение в биохимическую экологию. – Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 176 с.
94. **Охрана окружающей среды:** Справочник / Состав. Л.П. Шариков. – Ленинград, 1978. – 560 с.
95. **Парк Д.В.** Биохимия чужеродных соединений. – Москва: Медицина, 1973. – 287 с.
96. **Перельман А.И.** Геохимия ландшафта. – Москва: Высшая школа, 1975. – 342 с.
97. **Перельман А.И.** Геохимия. – Москва: Высшая школа, 1989. – 528 с.
98. **Перельман А.И.** Геохимия ландшафта и учение о биогеохимических провинциях // Вестник Московского ун-та. – Сер. 5. География. – 1998. – № 3. – С. 3-7.
99. **Перепелиця О.П.** Властивості та екологічний вплив хімічних елементів: навч. посіб. / О.П. Перепелиця. – Київ: Вентурі, 1997. – 192 с.
100. **Перцов Л.А.** Природная радиоактивность биосферы. – Москва: Атомиздат, 1964. – 315 с.
101. **Пивоваров Ю.П., Королик В.В., Зиневич Л.С.** Гигиена и основы экологии человека. – Москва: Академия, 2004. – 527 с.
102. **Плешков Б.П.** Практикум по биохимии растений. – Москва: Колос, 1968. – 183 с.
103. **Плохинский Н.А.** Биометрия. – Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1961. – 362 с.
104. **Поздеев О.К.** Медицинская микробиология. Учебник для вузов. – Москва: ГЭТАР-МЕД, 2001. – С. 572-581.
105. **Радіаційна імунологія:** Навч. посіб. / За ред. А.А. Чумака, Л.С. Холодної. – Київ: Київський університет, 2001. – 90 с.
106. **Рассеянные элементы в бореальных лесах /** Отв. ред. А.С. Исаев. – Москва: Наука, 2004. – 410 с.
107. **Родина А.Г.** Методы водной микробиологии. Практическое руководство. – Москва-Ленинград: Наука, 1965. – 363 с.
108. **Рождественский Л.М.** Механизм радиозащитного эффекта и индикация эффективности радиопроекторов. – Москва: Энергоатомиздат, 1985. – 125 с.
109. **Скурлатов Ю.И.** Введение в экологическую химию / Ю.И. Скурлатов, Г.Г. Дука, А. Мизити. – Москва: Высш. шк., 1994. – 180 с.
110. **Смит К., Хенеуолт Ф.** Молекулярная фотобиология. – Москва: Мир, 1972. – 272 с.
111. **Современные проблемы радиобиологии:** В 6 т. – Москва: Атомиздат, 1970. – Т.1: Пострадиационная репарация / Под. ред. А.М. Кузина. – 335 с.
112. **Современные проблемы радиобиологии:** В 6 т. – Москва: Атомиздат, 1970. – Т.3: Молекулярная радиобиология / Под. ред. А.М. Кузина. – 204 с.
113. **Современные проблемы радиобиологии:** В 6 т. – Москва: Атомиздат, 1970. – Т.4: Радиационная радиобиология / Под. ред. Е.Ф. Романцева. – 286 с.
114. **Сологуб Л.І., Великий М.М.** Екологічна біохімія. Метаболізм ксенобіотиків у людини і тварин // Навчальний посібник. – Київ: ІСДО. – 1994. – 188 с.
115. **Сорочан О.О.** Біохімічні основи екотоксикології / Навч. посіб. – Д: ТОВ ВКФ Оксамит-Текс, 2006. – 80 с.
116. **Справочник по геохимии.** – Москва: Недра, 1990. – 480 с.
117. **Судницын И.И.** Рождение биогеохимии. – Москва: Изд-во Московского ун-та, 2002. – 49 с.
118. **Тарасова Н.П.** Задачи и вопросы по химии окружающей среды / Н.П. Тарасова, В.А. Кузнецов, Ю.В. Сметанникова. – Москва: Мир, 2002. – 368 с.
119. **Телитченко М.М., Остроумов С.А.** Введение в проблемы биохимической экологии. – Москва: Наука, 1990. – 288 с.
120. **Федоров М.В.** Руководство к практическим занятиям по микробиологии. – Москва: Сельхозгиз, 1957. – 231 с.
121. **Филина Т.В.** Влияние промышленного загрязнения на содержание гумусовых веществ в черноземе обыкновенном // Тез. Докл. второй Междунар. конф. «Гуминовые вещества в биосфере». – Москва: С.Пб., 2003. – С. 81-82.
122. **Філіна Т.В.** Активність деяких гідролаз у промислових едафотобах // Вісн. ДДУ. – Сер. Біологія. Екологія. – 2000. – Вип. 7. – С. 202-206.

123. **Філіна Т.В., Вінниченко О.М.** Вплив промислових викидів на активність ґрунтових ферментів // Матеріали першої Міжнар. наук. конф. «Проблеми фундаментальної та прикладної екології», Кривий Ріг, 22-23 груд., 1999. – Кривий Ріг, 1999. – С. 54-55.
124. **Філіна Т.В.** Вплив промислових викидів на активність оксидоредуктаз ґрунтів лісостепових біогеоценозів // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д: ДДУ, 2000. – Вип. 4. – С. 142-147.
125. **Філіна Т.В.** Еколого-біохімічні особливості забруднених важкими металами урбоедафотопів в межах м. Дніпропетровська : Автореф. дис... канд. біол. наук. – Дніпропетровськ, 2006. – 20 с.
126. **Філіна Т.В.** Зміна активності деяких ферментів ґрунту під впливом металів // Вісн. ДДУ. – Сер. Біологія. Екологія. – 1999. – Вип. 6. – С. 114-118.
127. **Фоновий вміст** мікроелементів у ґрунтах України / За ред. А.І. Фадєєва, Я.В. Пашенко. – Харків: ННЦ «Ін-т ґрунтознавства та агрохімії». – 117 с.
128. **Францевич Л.И., Гайченко В.А., Крыжановский В.И.** Животные в радиоактивной зоне. – Київ: Наук. думка, 1991. – 128 с.
129. **Харборн Дж.** Введение в экологическую биохимию. – Москва: Мир, 1985. – 308 с.
130. **Химия окружающей среды** / Под ред. Дж. О.М. Бориса / Пер. с англ. О.Г. Скотниковой, Э.Г. Тетерина; под. ред. А.П. Цыганкова. – Москва: Химия, 1982. – 672 с.: пл. – 59 табл., 200 рис. – 1048 источ. инф. после гл. – Предмет. указ.: с. 657 – 671.
131. **Хочачка П., Сомеро Дж.** Биохимическая адаптация. – Москва: Мир, 1988. – 568 с.
132. **Хромых Н.А.** Аспекты последействия гербицидной обработки амброзии полыннолистной (*Ambrosia artemisiifolia* L.) // Екологія та ноосферологія. – 2005. – Т. 16, №3-4. – С. 58-62.
133. **Хуг О., Келлерер А.М.** Стохастическая радиобиология. – Москва: Атомиздат, 1969. – 267 с.
134. **Чибисова Н.В.** Экологическая химия: учеб. пособие / Н.В. Чибисова, Е.К. Долгань. – Калининград: Калинингр. ун-т, 1998. – 88 с.
135. **Штреффер К.** Радиационная биохимия. – Москва: Атомиздат, 1972. – 199 с.
136. **Эйдус Л.Х.** Физико-химические основы радиобиологических процессов и защиты от излучений. – 2-е изд. – Москва: Атомиздат, 1979. – 216 с.
137. **Экологическая экспертиза** и экологическая инспекция: Учеб. пособие для вузов / А.И. Кораблёва, Л.Г. Чесанов, Т.И. Долгова и др. – 2-е изд., дополн. – Днепропетровск: Днепрпротст, 2004. – 232 с.
138. **Ярмоненко С.П.** Радиобиология человека и животных. – Москва: Высш. шк., 1988. – 424 с.
139. **Bell E.A.** Ecological biochemistry and its development // *Phytochemistry*, 2001. – Vol. 53, №3. – P. 223-227.
140. **Introduction to Ecological Biochemistry**, Fourth Edition / J. V. Harborne, N-Y, 1993. – P. 318.
141. **Paul E.A.** Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry, (Hardcover - Jan. 5, 2005). – P. 552.
142. **Peter W. Hochachka, Mommsen T.P.** Environmental and ecological biochemistry. – 1995 – P. 455.
143. **Tahara S.** A Journey of Twenty-Five Years through the Ecological Biochemistry of Flavonoids // *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. – Vol. 71 (2007), No. 6. – pp. 1387-1404.

Укладачі:

Сіренко Геннадій Олександрович – академік Академії технологічних наук України, професор, доктор технічних наук, завідувач катедри неорганічної та фізичної хемії.

Солтис Любов Михайлівна – кандидат хімічних наук, провідний інженер катедри неорганічної та фізичної хемії.

Мазепа Іван Віцентрович – професор, доктор медичних наук, професор катедри біохемії та біотехнології.

Матківський Микола Петрович – доцент, кандидат технічних наук, доцент катедри неорганічної та фізичної хемії.

Опубліковано:

Вісник Прикарп. нац. ун-ту ім. Василя Стефаника. Сер. Хімія. – Івано-Франківськ: 2010. – Вип. X. – С. 72-86.